

**PLAN DE REHABILITACIÓN
DEL SITIO IMPACTADO
S0105 (BOTADERO CS-32)**

**Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 7
sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del
río Pastaza**

**PREPARADO PARA
FONDO NACIONAL DEL AMBIENTE**



**ELABORADO POR
CONSORCIO ECODES INGENIERIA – VARICHEM DE COLOMBIA**



Agosto de 2019

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

EQUIPO ECODES INGENIERIA – VARICHEM DE COLOMBIA

JAVIER MICHELLI RAMOS

Representante Legal
Consortio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

HARLEN OSWALDO GUZMAN VARGAS

Jefe de Equipo
Consortio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

DIEGO SIERRA NIÑO

Responsable de Campo
Consortio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

RAUL LOAYZA MURO

Especialista Toxicología
Consortio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

JUANITO YVAN PEREZ

Especialista Relaciones Comunitarias
Consortio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

CRISTIAN MUÑETON LOZANO

Responsable Componente Biótico
Consortio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

ATILIO MANUEL OLANO CALDERON

Responsable Información Geográfica
Consortio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

CLAUDIA M. VASQUEZ GUITIERREZ

Responsable Alternativas Remediación
Varichem de Colombia

STEFANIA MONTES NARANJO

Responsable Costos y Presupuesto
Varichem de Colombia

KAREN V. RODRIGUEZ HERNANDEZ

Coordinador Técnico Proyecto
Consortio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE ACRÓNIMOS	15
GLOSARIO	19
1. DATOS GENERALES	28
1.1. Nombre y Razón Social del responsable que presenta el Plan de Rehabilitación.	28
1.2. Nombre y Firma del Representante Legal (en su caso).	28
1.3. Domicilio para Recibir Notificaciones	28
1.4. Datos de las Empresas (consultoras, laboratorios, etc.) que intervinieron en la elaboración del Plan de Rehabilitación.	28
2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA.....	29
2.1. Ubicación.....	29
2.2. Descripción de las Condiciones Ambientales geológicas, hidrogeológicas, hidrológicas, topográficas, climáticas, de suelo y cobertura vegetal, entre otras.....	30
2.2.1. Geología	30
2.2.2. Hidrogeología	31
2.2.3. Hidrología	33
2.2.4. Topografía.....	35
2.2.5. Climatología	35
2.2.6. Características del Suelo	41
2.2.7. Cobertura Vegetal	41
2.3. Grupos de Interés (Actores Sociales y Claves).....	44
2.3.1. Metodología del Levantamiento de la Información Social	44
2.3.2. Demografía y población.....	48
2.3.3. Espacios Educativos	49
2.3.4. Salud	52
2.3.5. Servicios Básicos.....	52
2.3.6. Comunicación	55
2.3.7. Vías de Transporte	56
2.3.8. Aspectos económicos	57
2.3.9. Prácticas Culturales	60
2.3.10. Grupo de interés	61
2.3.11. Aspectos Territoriales que Pueden Afectar la Ejecución del Plan de Rehabilitación	70
3. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO IMPACTADO	72
3.1. Antecedentes históricos del sitio impactado por las actividades de hidrocarburos (incluye todos los documentos ambientales).....	72
3.1.1. Estudios Previos Consultados	73
3.2. Uso Actual del Área.....	73
3.3. Características del Entorno fuentes asociados a las actividades de hidrocarburos, focos, vías de propagación, otros aspectos relevantes del entorno de los sitios impactados y el listado de residuos existentes (entiéndase equipos obsoletos, restos de equipos o tuberías y similares).	74
3.4. Fuentes de contaminación asociadas a fugas, derrames visibles, zonas de tanques de combustibles, insumos químicos, pozos, tuberías, pozas de lodos petroleros, áreas de almacenamiento de sustancias, residuos y otras fuentes, productos de las actividades de hidrocarburos e identificación de aspectos que contribuyen a la degradación ambiental.	76
3.4.1. Posibles Focos de Contaminación	76
3.5. Método para la caracterización del Sitio Impactado	77
3.5.1. Diseño del Plan de Muestreo en Detalle y Alcance	78
3.5.2. Descripción del Trabajo de Campo	114
3.5.3. Materiales y Aspectos Logísticos	130
3.5.4. Custodia y Procedimientos de Aseguramiento de la calidad de los resultados, aplicando las guías, protocolos emitidos por las autoridades respectivas.	133
3.6. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio	134

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

3.6.1.	Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Suelos	134
3.6.2.	Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Aguas Subterráneas.....	147
3.6.3.	Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Aguas Superficiales.....	153
3.6.4.	Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Sedimentos	153
3.6.5.	Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio del Componente Hidrobiológico	153
3.6.6.	Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio del Componente Biótico	153
3.7.	Interpretación de Resultados	176
3.7.1.	Interpretación de los Resultados de Suelos	176
3.7.2.	Interpretación de los Resultados en Aguas Subterráneas.....	197
3.7.3.	Interpretación de los Resultados en Aguas Superficiales.....	197
3.7.4.	Interpretación de los Resultados en Sedimentos	197
3.7.5.	Interpretación de los Resultados del Componente Hidrobiológico	197
3.7.6.	Interpretación de los Resultados del Componente Biótico	198
3.8.	Delimitación del Sitio Impactado (Técnico y Topográfico) y Estimación de Áreas y Volúmenes	203
3.8.1.	Sondeos para Delimitación de las Áreas.....	203
3.8.2.	Estimación de Áreas y Volúmenes.....	206
3.9.	Desarrollo del Modelo Conceptual Inicial.....	209
3.9.1.	Fuentes de los Contaminantes.....	209
3.9.2.	Potenciales Receptores de la Contaminación.....	211
3.9.3.	Potenciales Rutas y Vías de Exposición (Mecanismos de Transporte)	212
3.9.4.	Posible Migración de los Contaminantes de un Medio Físico a Otro	213
3.9.5.	Factores que Modifican el Efecto de los Contaminantes Sobre los Receptores	213
3.9.6.	Otros Factores Diferentes a los Contaminantes Evaluados	214
3.9.7.	Resultados de Campo	214
3.10.	Interpretación de los Resultados	217
3.10.1.	Determinación de los Contaminantes.....	217
3.10.2.	Aspectos que Contribuyen a la Degradación Ambiental.....	218
3.11.	Base de Información en el Sistema Informático respectivo	218
4.	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS Y/O RIESGOS PARA EL AMBIENTE Y LA SALUD DE LA PERSONA.....	219
4.1.	Definición del Problema	219
4.1.1.	Descripción de las Características Naturales del Sitio Impactado.....	219
4.1.2.	Origen de la Contaminación	219
4.1.3.	Identificación de los Contaminantes	220
4.2.	Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual Inicial	223
4.2.1.	Determinación de los Contaminantes de Preocupación (CP)	223
4.2.2.	Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual Inicial.....	227
4.3.	Evaluación de la Toxicidad de los CP.....	232
4.3.1.	Toxicidad para los Seres Humanos.....	232
4.3.2.	Toxicidad para Receptores Ecológicos	235
4.4.	Evaluación de la Exposición	237
4.4.1.	Caracterización de los Receptores y Escenarios de Exposición	238
4.4.2.	Cálculo de la Dosis de Exposición y Riesgo para la Salud Humana.....	239
4.4.3.	Salud Ambiental.....	243
4.5.	Rutas y Vías de Exposición (Mecanismos de Transporte) de los Contaminantes Asociados a las Actividades de Hidrocarburos	243
4.5.1.	Identificación de Rutas y Vías de Exposición	243
4.6.	Posible Migración de los Contaminantes de un Medio Físico a Otro	244
4.6.1.	Metales Pesados (Arsénico, Cadmio y Plomo) en Suelo	244
4.7.	Factores que Modifican el Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores	245
4.8.	Otros Factores de Estrés Diferentes a los Contaminantes Evaluados	246
4.9.	Factores Culturales y Sociales.....	246
4.9.1.	Metodología del levantamiento de la información social	246

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

4.9.2.	Demografía y población	250
4.9.3.	Espacios Educativos	252
4.9.4.	Salud	254
4.9.5.	Servicios Básicos	255
4.9.6.	Comunicación	258
4.9.7.	Vías de Transporte	259
4.9.8.	Aspectos Económicos	260
4.9.9.	Prácticas Culturales	263
4.9.10.	Grupo de Interés	264
4.10.	Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las Personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM	273
4.10.1.	Caracterización del Riesgo para Seres Humanos	274
4.10.2.	Caracterización del Riesgo Ecológico	286
4.10.3.	Caracterización del Riesgo para Recursos Naturales Abióticos	288
4.11.	Análisis de Incertidumbres Incluyendo los Aspectos Relacionados a los Costos Estimados	288
4.11.1.	Incertidumbres Asociadas al Modelo Conceptual	289
4.11.2.	Incertidumbres Asociadas a la Caracterización del Sitio	289
4.11.3.	Incertidumbres sobre los Efectos de los Contaminantes	290
4.11.4.	Incertidumbres Relativas al Análisis de la Exposición	290
4.12.	Determinación de los Niveles de Remediación Específicos (para humanos y receptores ecológicos)	291
4.12.1.	Niveles de Remediación para el Escenario Humano	291
4.12.2.	Niveles de Remediación para el Escenario Ecológico	293
4.12.3.	Nivel de remediación para proteger recursos naturales abióticos	294
4.13.	Conclusiones y Recomendaciones	296
5.	ACCIONES DE REMEDIACIÓN Y REHABILITACIÓN	298
5.1.	Objetivos Generales y Específicos de la rehabilitación del sitio considerando los resultados del ERSA, y factores socioculturales de las poblaciones locales.	298
5.1.1.	Objetivo General	298
5.1.2.	Objetivos Específicos	298
5.2.	Justificación	298
5.3.	Propuesta de Uso Futuro del Sitio Impactado, en función de las consideraciones técnicas posibles y la vocación del suelo intrínsecamente, incluyendo el uso actual y el proyectado.	299
5.4.	Alcance de la Rehabilitación	299
5.5.	Descripción y Análisis de las Alternativas de Remediación	300
5.5.1.	Descripción de las Alternativas de Remediación	300
5.5.2.	Análisis de Alternativas de Remediación en base a una matriz de selección de tecnologías con criterios económicos, ambientales y sociales, incluyendo si al aplicarla requiere transportar equipos y demás aspectos claves para su puesta en marcha.	305
5.5.3.	Resultados de Ensayos de Laboratorio y/o Ensayo Piloto Similares	314
5.5.4.	Análisis de Costo/Efectividad de las Posibles Alternativas	316
5.5.5.	Propuesta Seleccionada de Acciones de Remediación	322
5.5.6.	Análisis de los Riesgos Operacionales para la ejecución de las actividades y en concordancia con la experiencia en campo.	330
5.5.7.	Lista de Alternativa de Remediación Aplicable	336
5.6.	Planificación Detallada de la Alternativa Seleccionada	336
5.6.1.	Superficie y Volumen a remediar y rehabilitar de acuerdo al objetivo definido.	336
5.6.2.	Descripción de las Acciones de Remediación y rehabilitación que correspondan.	340
5.6.3.	Descripción de Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios.	355
5.6.4.	Descripción de las Actividades de Ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora.	365
5.6.5.	Descripción de los Residuos y/o Emisiones	368
5.7.	Plan de Manejo Ambiental	369
5.7.1.	Introducción	369

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

5.7.2.	Objetivos	369
5.7.3.	Alcance	369
5.7.4.	Plan de Habilitación de Campamentos	370
5.7.5.	Plan de Transporte Terrestre, Aéreo y Fluvial.....	373
5.7.6.	Plan de Control de Ruidos y Emisiones.....	379
5.7.7.	Plan de Manejo de Aguas Residuales Domésticas	380
5.7.8.	Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas y Residuos Peligrosos	386
5.7.9.	Plan de Desbosque y Revegetación	388
5.8.	Plan de Manejo de Residuos	396
5.8.1.	Introducción	396
5.8.2.	Objetivos	397
5.8.3.	Alcance.....	397
5.8.4.	Desarrollo del Plan	397
5.8.5.	Manejo de Residuos Sólidos	399
5.8.6.	Monitoreo de Residuos	402
5.9.	Plan de Control y Monitoreo en la Ejecución de las Medidas de Remediación y Rehabilitación 403	
5.9.1.	Objetivos	403
5.9.2.	Alcance	403
5.9.3.	Plan de Control durante la Ejecución de las Medidas de Remediación	403
5.9.4.	Plan de Monitoreo durante la Ejecución de las Medidas de Remediación	405
5.9.5.	Monitoreo Medio Biótico	408
5.9.6.	Mediciones y Controles de Seguridad e Higiene Ocupacional	412
5.10.	Plan de Muestreo de Comprobación o Verificación	414
5.10.1.	Objetivos	414
5.10.2.	Alcance.....	415
5.10.3.	Muestreo de Comprobación para Suelo	415
5.11.	Cronograma y Presupuestos de las Actividades de Remediación y rehabilitación ambiental, incluyendo las especificaciones técnicas, costos y actividades de ejecución de obra.	418
5.12.	Plan de Monitoreo Post Ejecución de Obra	418
5.12.1.	Plan de monitoreo de Suelo	418
5.12.2.	Proceso de monitoreo de restauración ecológica	419
5.12.3.	Monitoreo del Proceso de Recuperación desde el Componente Fauna	422
5.12.4.	Medidas de Abandono	422
5.13.	Matriz de Beneficios de los Impactos Sociales	424
5.14.	Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consulta en el Proceso de Elaboración a las Poblaciones Locales	427
BIBLIOGRAFÍA		448

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1. Empresas Participantes en el Estudio de Consultoría	28
Tabla 2-1. Ubicación Geográfica del Sitio Impactado	29
Tabla 2-2. Estaciones Meteorológicas Cercanas	35
Tabla 2-3. Dirección y Velocidad Media de los Vientos en la Estación Trompeteros	40
Tabla 2-4. Contenido Ficha Comunal	45
Tabla 2-5. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nativa Nuevo Andoas	48
Tabla 2-6. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nuevo Porvenir	48
Tabla 2-7. Distribución de Población Escolar y Características de Instituciones Educativas	50
Tabla 2-8. Características en la Educación en la Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir	51
Tabla 2-9. Enfermedades Tratadas en Puesto de Salud "Nuevo Andoas"	52
Tabla 2-10. Ubicación de Abastecimiento y Tratamiento de Agua	54
Tabla 2-11. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas	55
Tabla 2-12. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir	56
Tabla 2-13. Consejo Directivo FEDIQUEP	66
Tabla 2-14. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas	67
Tabla 2-15. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir	68
Tabla 2-16. Información de la Empresa Comunal ECOMNAP	69
Tabla 2-17. Información de la Empresa Comunal ECOSEP	69
Tabla 2-18. Información de la empresa Comunal ECOPOR	70
Tabla 3-1. Antecedentes Históricos	72
Tabla 3-2. Estudios Previos Consultados	73
Tabla 3-3. Resultados Obtenidos en el Informe 015-2017-OEFA DE SDCA	73
Tabla 3-4. Área de Potencial Interés del sitio S0105 (Botadero CS-32)	74
Tabla 3-5. Características del Entorno	75
Tabla 3-6. Fuentes de Contaminación que Contribuyen a la Degradación Ambiental	76
Tabla 3-7. Posibles Focos de Contaminación	77
Tabla 3-8. Modelo Conceptual Preliminar	77
Tabla 3-9. Marco Legal Nacional Vigente para el Proyecto	80
Tabla 3-10. Marco de Referencia para el Proyecto	80
Tabla 3-11. Normas Técnicas de Referencia para el Proyecto	82
Tabla 3-12. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo	82
Tabla 3-13. Valores para Bario en Sitios con Presencia de Baritina	83
Tabla 3-14. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad para Suelo	83
Tabla 3-15. Estación de Muestreo de Nivel de Fondo	87
Tabla 3-16. Puntos de Muestreo de Suelo para Época Húmeda	88
Tabla 3-17. Puntos de Muestreo de Suelo para Época Seca	89
Tabla 3-18. Número Total de Muestras por Parámetro de Suelo en Función a la Profundidad	90
Tabla 3-19. Estándares de Calidad Ambiental para Agua Subterránea de la Norma Holandesa	94
Tabla 3-20. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad de Agua Subterránea	95
Tabla 3-21. Puntos de Muestreo de Agua Subterránea	98
Tabla 3-22. Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna	101
Tabla 3-23. Técnicas de Referencia para el Muestreo de Fauna	101
Tabla 3-24. Categorías Regeneración Natural	107
Tabla 3-25. Transectos de Referencia de Muestreo Flora	111
Tabla 3-26. Recurso Humanos Necesarios	113
Tabla 3-27. Recurso Logísticos Necesarios	113
Tabla 3-28. Puntos de Muestreo de Suelo realizados en Época Húmeda	114
Tabla 3-29. Puntos de Muestreo de Suelo realizados en Época Seca	114
Tabla 3-30. Muestras Tomadas para Suelo	117
Tabla 3-31. Muestras Modificadas para la Matriz de Suelo	119

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-32. Parámetros Adicionales para Suelo	120
Tabla 3-33. Muestras Modificadas para Nivel de fondo	120
Tabla 3-34. Parámetro Evaluado con Equipo PID	121
Tabla 3-35. Perforación Pozo Exploratorio	123
Tabla 3-36. Localización Parcelas	125
Tabla 3-37. Materiales usados en las dos épocas.....	130
Tabla 3-38. Equipos usados en las dos épocas	130
Tabla 3-39. Fechas Relevantes en el Proceso de Logística – Época Húmeda.....	133
Tabla 3-40. Fechas Relevantes en el Proceso de Logística - Época Seca	133
Tabla 3-41. Controles de Calidad	133
Tabla 3-42. Valores de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) en Suelo, Medidos <i>in situ</i>	135
Tabla 3-43. Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) en el Nivel de Fondo	137
Tabla 3-44. Concentración de As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg Total en el Nivel de Fondo.....	137
Tabla 3-45. Resultados de Granulometría.....	138
Tabla 3-46. pH en Suelos	139
Tabla 3-47. Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA de Suelo.....	141
Tabla 3-48. Valores de los Parámetros Orgánicos de Suelo, Regulados por la Normas Internacionales	143
Tabla 3-49. Concentración de Metales Totales (As, Ba, Ba Extraíble, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Pb) en Suelo	143
Tabla 3-50. Concentración de Metales por Lixiviación Regulados por Normas Internacionales de Suelo	146
Tabla 3-51. Coordenadas de los Sondeos Electricos Verticales - SEV	147
Tabla 3-52. Datos de las Perforaciones Exploratorias	149
Tabla 3-53. Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0105-PZ-01.....	151
Tabla 3-54. Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0105-PZ-02.....	152
Tabla 3-55. Composición Florística del Bosque Secundario de Terraza Baja	154
Tabla 3-56. Índices de Valor de Importancia para cada una de las Especies Reportadas en el Inventario de Bosques Secundarios de Terraza	157
Tabla 3-57. Distribución Diamétrica de los Bosques Secundarios de Terraza.....	158
Tabla 3-58. Índices de Diversidad Bosque Secundarios de Terraza.....	159
Tabla 3-59. Índices de Regeneración Natural de los Bosques Asociados	160
Tabla 3-60. Especies de Epífitas Vasculares Encontradas	162
Tabla 3-61. Resultados de los Análisis Foliares para Metales Pesados	164
Tabla 3-62. Esfuerzo de Muestreo Fauna Silvestre.....	164
Tabla 3-63. Especies de Fauna Silvestre Encontradas.....	168
Tabla 3-64. Especies de Fauna Silvestre Encontradas.....	173
Tabla 3-65. Especies Amenazadas	174
Tabla 3-66. Resultados de Niveles de Fondo del Informe de OEFA (mg/kg)	178
Tabla 3-67. Resultados de las Muestras Foliares para Metales Pesados	199
Tabla 3-68. Resultados de Sondeos Iniciales	203
Tabla 3-69. Delimitación del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	204
Tabla 3-70. Estimación de Áreas y Volúmenes de Suelo a Intervenir	207
Tabla 3-71. Caracterización y ponderación de los Focos de contaminación	210
Tabla 3-72 Focos de Contaminación	210
Tabla 3-73. Mecanismos de Transporte	213
Tabla 3-74. Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores.....	214
Tabla 3-75. Resultados que Sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental en Suelo.....	214
Tabla 3-76. Resultados que Sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental en Suelo.....	216
Tabla 4-1. Fuentes de Contaminación. Sitio S0105 (Botadero CS-32).....	220
Tabla 4-2. Contaminantes Identificados en Suelo. Sitio S0105 (Botadero CS-32)	220
Tabla 4-3. Concentración de metales pesados en tejidos foliares	222
Tabla 4-4. Contaminantes de Preocupación para la Matriz de Suelo con Valores de Referencia	225
Tabla 4-5 Contaminantes de preocupación en tejidos vegetales.....	226
Tabla 4-6. Resumen de los Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual (MC).....	231

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 4-7. NOEC o EC ₅₀ de Arsénico Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre	235
Tabla 4-8. NOEC o EC ₅₀ de Cadmio Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre.....	236
Tabla 4-9. NOEC o EC ₅₀ de Plomo Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre.....	237
Tabla 4-10. Valores estimados para ingesta de tejidos vegetales contaminados para el Escenario 1 (pobladores locales).....	238
Tabla 4-11. Valores estimados para ingesta de suelos contaminados para el Escenario 2 (cazadores)	238
Tabla 4-12. Valores estimados para contacto dérmico de suelo contaminado para el Escenario 2 (cazadores)	239
Tabla 4-13. Factor de biodisponibilidad (o tasa de absorción por ingesta) y fracción de absorción dermal de los CP identificados por matriz de contaminación	239
Tabla 4-14. Factor de pendiente de cáncer de los CP identificados para el cálculo de riesgo cancerígeno por matriz de contaminación	242
Tabla 4-15. Dosis de referencia de los CP identificados para el cálculo de riesgo no cancerígeno por matriz de contaminación	242
Tabla 4-16. Interpretación de resultados para determinar el Riesgo Ecológico (RQ)	243
Tabla 4-17. Factores que Modifica el Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores	245
Tabla 4-18. Contenido Ficha Comunal.....	247
Tabla 4-19. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nativa Nuevo Andoas	251
Tabla 4-20. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nuevo Porvenir.....	251
Tabla 4-21. Distribución de Población Escolar y Características de Instituciones Educativas.	253
Tabla 4-22. Distribución de Población Escolar y Características de Instituciones Educativas	254
Tabla 4-23. Enfermedades Tratadas en Puesto de Salud Nuevo Andoas	255
Tabla 4-24. Ubicación de Abastecimiento y Tratamiento de Agua.....	257
Tabla 4-25. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas	258
Tabla 4-26. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir	259
Tabla 4-27. Consejo Directivo de la Federación de ORIAP	269
Tabla 4-28. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas	270
Tabla 4-29. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir	271
Tabla 4-30. Información de la Empresa Comunal ECOMNAP	272
Tabla 4-31. Información de la Empresa Comunal ECOSEP	272
Tabla 4-32. Información de la empresa Comunal ECOPOR	273
Tabla 4-33. Vías de exposición para los escenarios considerados	274
Tabla 4-34. Criterio de Valores de IR _T con su Respectiva Interpretación	274
Tabla 4-35. Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno para el Escenario 1, Vía Ingesta de Tejidos Vegetales Contaminados.	276
Tabla 4-36. Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno para Escenario 2, Vía Ingesta y Contacto Dérmico de Suelos Contaminados.	279
Tabla 4-37. Resumen del Cálculo del Índice de Riesgo cancerígeno Total (IR _T) para los escenarios 1 y 2A, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas	280
Tabla 4-38. Resumen de Resultados del Cálculo del Riesgo No Cancerígeno para el Escenario 1, Vía ingesta de Tejidos Vegetales Contaminados	282
Tabla 4-39. Resumen de Resultados del Cálculo del Riesgo No Cancerígeno para el Escenario 2, Vía Ingesta y Contacto Dérmico de Suelos Contaminados.	284
Tabla 4-40. Resumen del Cálculo del Índice de Peligrosidad Total (IP _T) para los Escenarios 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta para todas las Matrices de Contaminación Evaluadas.....	285
Tabla 4-41. Resumen de Valores de Referencia de Especies Terrestres Expuestas a CP en Suelos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas.....	287
Tabla 4-42. Resumen de Valores de Referencia de Especies de Plantas Expuestas a CP en Suelos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas.....	287
Tabla 4-43. Resumen del Cálculo del Riesgo Ecológico (RQ) de cada CP para Especies Terrestres y Vegetales para cada Matriz.	287
Tabla 4-44. Incertidumbres establecidas para la cuenca Pastaza	288
Tabla 4-45. Niveles de remediación específico (NRE) para el escenario 2.	291

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 4-46. Niveles de remediación específico (NRE) para el escenario 2.	293
Tabla 4-47. Niveles de Remediación de los Contaminantes de Preocupación para Suelo	295
Tabla 5-1. Descripción de las Técnicas de Remediación Aplicables al sitio S0105 (Botadero CS-32)	301
Tabla 5-2. Contaminantes Potenciales Identificados en el Suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	305
Tabla 5-3. Contaminante de Preocupación para el Suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	305
Tabla 5-4. Tecnologías de Remediación Analizadas en la Fase Inicial	306
Tabla 5-5. Tecnologías de Remediación resultantes de la Fase Inicial	307
Tabla 5-6. Criterios/Subcriterios con Escalas de Calificación	308
Tabla 5-7. Matriz Técnica de Selección de Alternativas para Metales Pesados	310
Tabla 5-8. Matriz de Selección de Tecnologías	312
Tabla 5-9. Identificación de Flujos de Información para el ACE	318
Tabla 5-10. VPN para cada una de las Alternativas del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	320
Tabla 5-11. Porcentaje de Efectividad en cuanto a la Remoción de Contaminantes	320
Tabla 5-12. Costo Efectividad Medio (CEM)	321
Tabla 5-13. Resultado de la Metodología de Análisis de Partidas	321
Tabla 5-14. Resultados de Granulometría	327
Tabla 5-15. Resultados de Potencial de Hidrógeno (pH) en Suelo	328
Tabla 5-16. Riesgos Operacionales en la Ejecución de la Remediación del Sitio Impactado para Solidificación Ex Situ	331
Tabla 5-17. Riesgos Operacionales en la Ejecución de la Remediación para Remoción de Residuos	334
Tabla 5-18. Lista de Alternativas de Remediación Aplicables	336
Tabla 5-19. Estimulación de volúmenes por el Software AutoCAD Civil 3D	337
Tabla 5-20. Volúmenes y Superficies del Suelo a Remediar del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	340
Tabla 5-21. Volúmenes y Superficies de Residuos del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	340
Tabla 5-22. Volumen de Material Contaminado y Costo Total del Tratamiento	355
Tabla 5-23. Variables Consideradas en la Estimación del Salario para el Personal	359
Tabla 5-24. Valor Económico del Salario para la Mano de Obra Directa Solidificación	360
Tabla 5-25. Presupuesto de la Administración y Logística	361
Tabla 5-26. Presupuesto de Maquinaria para Solidificación	362
Tabla 5-27. Presupuesto de Insumos / Otros (Técnica de Solidificación)	363
Tabla 5-28. Presupuesto de Consumibles Técnica de Solidificación	364
Tabla 5-29. Gestión de Residuos Sólidos	364
Tabla 5-30. Costo Total del Proyecto	364
Tabla 5-31. Acciones a Implementar: Personal y Vehículos	374
Tabla 5-32. Materiales de Talud	385
Tabla 5-33. Código de Colores	398
Tabla 5-34. Ubicación del Área para el Muestreo en el Área Excavada	406
Tabla 5-35. Parámetros, Métodos de Análisis, Límites de Detección y Estándares de Comparación	407
Tabla 5-36. Coordenadas de los Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna.	411
Tabla 5-37. Coordenadas de Técnicas de Referencia para el Muestreo de Fauna.	411
Tabla 5-38. Ubicación y Frecuencia del Monitoreo de Ruido	413
Tabla 5-39. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Niveles de Remediación	415
Tabla 5-40. Puntos de Muestreo de Comprobación	416
Tabla 5-41. Estaciones de Muestreo de Suelo	417
Tabla 5-42. Sugerencia de algunos Indicadores Biofísicos para el Monitoreo	421
Tabla 5-43. Matriz de Beneficios Sociales	425
Tabla 5-44. Base de Datos Sistematizada de Consultas de la Comunidad del Nuevo Porvenir	428
Tabla 5-45. Base de Datos Sistematizada de Consultas de la Comunidad del Nuevo Andoas	434

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Ubicación General del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	29
Figura 2-2. Mapa Geológico Regional del Sitio S0105 (Botadero CS-32).....	31
Figura 2-3. Leyenda Geología Regional del S0105 (Botadero CS-32)	31
Figura 2-4. Hidrogeología en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).....	32
Figura 2-5. Época de creciente y vaciante de los principales ríos de la Amazonia Peruana	34
Figura 2-6. Régimen Hidrológico del río Pastaza y Marañón	34
Figura 2-7. Precipitación Mensual en la Estación Meteorológica Andoas.....	36
Figura 2-8. Distribución Espacial y Temporal de la Climatológica de Precipitación en la Cuenca Pastaza	37
Figura 2-9. Precipitación Media Multianual Estación Andoas 2007-2017	38
Figura 2-10. Precipitación Mensual Multianual Pastaza	38
Figura 2-11. Precipitación Media Multianual Estación Nuevo Rocafuerte	39
Figura 2-12. Dirección Predominante del Viento Promedio en la Estación Trompeteros.....	40
Figura 2-13. Capacidad de Uso Mayor del Suelo	41
Figura 2-14. Zonas de Vida en el Sitio S0105 (Botadero CS-32)	43
Figura 2-15. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad de Nuevo Andoas	62
Figura 2-16. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad de Nuevo Porvenir	63
Figura 3-1. Panorámica de las Características del Entorno	75
Figura 3-2. Acceso al sitio Impactado S0105 (Botadero CS-32)	79
Figura 3-3. Transecto Herpetofauna y Parcelas	99
Figura 3-4. Distribución Redes de Niebla por Área Muestreada	100
Figura 3-5. Distribución Trampas Tomahawk por Área Estudiada	100
Figura 3-6. Modelo de las Parcelas de Muestreo	102
Figura 3-7. Secuencia Lógica para Toma de Datos en la Fase de Campo	105
Figura 3-8. Recomendaciones para la Medición del Diámetro en Árboles Deformados, Bifurcados e Inclinados	107
Figura 3-9. Puntos de Muestreo de Suelo realizados en Época Seca y Húmeda	118
Figura 3-10. Parcelas Componentes Flora.....	127
Figura 3-11. Transectos Componentes Fauna	129
Figura 3-12. Mapa de Ubicación de los SEV	148
Figura 3-13. Ubicación de los pozos exploratorios en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).....	150
Figura 3-14. Representatividad de las Familias en los Bosques Secundarios de Terraza.....	155
Figura 3-15. Estratificación de Ogawa en Bosques Secundarios de Terraza.....	156
Figura 3-16. IVI en Bosques Secundarios de Terraza.	157
Figura 3-17. Distribución Diamétrica en Bosques Secundarios de Terraza.	158
Figura 3-18. Índice de Regeneración Natural de los Bosques Asociados	161
Figura 3-19. Curvas de acumulación de especies de Anfibios.....	166
Figura 3-20. Curvas de acumulación de especies de Aves.....	166
Figura 3-21. Curvas de acumulación de especies de Mamíferos	167
Figura 3-22. Composición de Riqueza de Herpetofauna	169
Figura 3-23. Composición de Riqueza de Aves	170
Figura 3-24. Abundancia Relativa de Aves.....	171
Figura 3-25. Riqueza de Mamíferos	172
Figura 3-26. Abundancia Relativa de Mamíferos	173
Figura 3-27. Resultado de Muestreo de Suelos.....	176
Figura 3-28. Concentración de Niveles de Fondo de HTP, F2 y F3 para Suelo.....	177
Figura 3-29. Concentración de Niveles de Fondo de Metales Totales en Suelo.....	177
Figura 3-30. pH en Suelo.....	178
Figura 3-31. Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 en Suelo	180
Figura 3-32. Isoconcentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) en Suelo.....	181
Figura 3-33. Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F3	182
Figura 3-34. Isoconcentración de la Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40) en Suelo.....	183
Figura 3-35. Concentración de Arsénico en Suelo	185
Figura 3-36. Isoconcentración de Arsénico (As) en Suelo.....	186

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Figura 3-37. Concentración de Bario en Suelo.....	187
Figura 3-38. Isoconcentración de Bario (Ba) en Suelo	188
Figura 3-39. Concentración de Cadmio (Cd) de Suelo.	189
Figura 3-40. Isoconcentración de Cadmio (Cd) en Suelo.....	190
Figura 3-41. Concentración de Cromo en Suelo.....	191
Figura 3-42. Concentración de Mercurio Total en Suelo	192
Figura 3-43. Concentración de Plomo (Pb) en Suelo.....	193
Figura 3-44. Isoconcentración de Plomo (Pb) en Suelo	195
Figura 3-45. Área Delimitada del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	205
Figura 3-46. Trazado de Eje y Seccionamiento de Área	207
Figura 3-47. Secciones Transversales para Cálculo de Volumen	207
Figura 3-48. Estimación de Áreas y Volúmenes de Suelo a Intervenir	208
Figura 3-49. Mapa de Focos Potenciales de Contaminación	211
Figura 3-50. Representación Gráfica del Modelo Conceptual	217
Figura 4-1. Modelo Conceptual Sitio S0105 (Botadero CS-32)	230
Figura 4-2. Representación Gráfica del Modelo Conceptual, del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	231
Figura 4-3. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad de Nuevo Andoas	265
Figura 4-4. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad de Nuevo Porvenir	266
Figura 5-1. Criterio de Análisis para el CEM	317
Figura 5-2. Análisis del CEM	322
Figura 5-3. Proceso de Solidificación <i>ex situ</i>	329
Figura 5-4. Distribución del Nivel de Riesgo para Solidificación <i>Ex situ</i>	330
Figura 5-5. Distribución del Nivel de Riesgo para Remoción de Residuos	334
Figura 5-6. Zonas a Remediar en el Sitio Impactado.....	337
Figura 5-7. Cilindro de Profundidad para determinación de Volúmenes	339
Figura 5-8. Distribución General de un Botadero	339
Figura 5-9. Zonas de Acopio y Tratamiento del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	341
Figura 5-10. Actividades antes de la Aplicación de la Técnica de Solidificación <i>ex situ</i>	349
Figura 5-11. Operaciones durante la Aplicación de la Técnica de Solidificación <i>ex situ</i>	351
Figura 5-12. Actividades que se deben llevar después la Aplicación de la Técnica de Solidificación <i>ex situ</i>	354
Figura 5-13. Distribución Porcentual del Presupuesto en Función de las Fases de Operación de la Técnica de Solidificación	356
Figura 5-14. Distribuciones de Costos Agregados por Tipo de Presupuestos.....	357
Figura 5-15. Distribuciones de Costos por Tipo de Presupuestos en Función de las Fases	358
Figura 5-16. Necesidades Financieras para la Implementación de la Alternativa	359
Figura 5-17. Distribución Costos de Insumos, Maquinaria y Equipos	362
Figura 5-18. Diagrama del Campamento Base	366
Figura 5-19. Ubicación Propuesta del Campamento Base	367
Figura 5-20. Ubicación del Desembarcadero	368
Figura 5-21. Esquema Típico de Trampa de Grasas.....	382
Figura 5-22. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	383
Figura 5-23. Canaleta perimetral vista frontal.....	385
Figura 5-24. Señales de Prohibición y Advertencia.....	387
Figura 5-25. Esquema del proceso de restauración ecológica	391
Figura 5-26. Sucesión Ecológica	392
Figura 5-27. Componentes bióticos del suelo	393
Figura 5-28. Arreglo circular florístico	394
Figura 5-29. Refugio para fauna	395
Figura 5-30. Perchas para aves	395
Figura 5-31. Trayectorias Sucesionales	396
Figura 5-32. Ruta de Trabajo para el Monitoreo de Recuperación del Componente Fauna	409
Figura 5-33. Distribución Redes de Niebla por Área Muestreada	410
Figura 5-34. Distribución Trampas Tomahawk por Área Estudiada	411
Figura 5-35. Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de cuadrado.	416

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1. Entrevista con el Encargado Puesto de Salud y Comerciante.....	46
Fotografía 2-2. Entrevista con el APU y Junta Directiva	46
Fotografía 3-1. Colaborador de la Comunidad Nativa	103
Fotografía 3-2. Recolección Manual de Muestra para Herbario	109
Fotografía 3-3. Recolección con Extensión Telescópica de Muestra para Herbario	109
Fotografía 3-4. Muestreo con Barreno Manual	115
Fotografía 3-5. Excavación con Retroexcavadora.....	116
Fotografía 3-6. Muestreo de Suelo en Calicata	116
Fotografía 3-7. Medición de COVs con Equipo PID	121
Fotografía 3-8. Perforación con Equipo Helicoidal	123
Fotografía 3-9. Parcela P16 Componente Flora	125
Fotografía 3-10. Geo-Referenciación de la Colecta de Tejido Vegetal	126
Fotografía 3-11. Observación Directa de Fauna	128
Fotografía 3-12. Embarcación Transporte de Muestras	131
Fotografía 3-13. Dispositivo Medición de Temperatura e Ice Pack	131
Fotografía 3-14. Conservadora y Refrigeración.....	132
Fotografía 3-15. Especies de liliopsida epifita.....	163
Fotografía 3-16. Especie de liliopsida epifita	163
Fotografía 3-17. Especie de magnoliopsida epifita	163
Fotografía 3-18. Especie de magnoliopsida epifita	163
Fotografía 3-19. Especie de polypodiopsida	163
Fotografía 3-20. Especie de polypodiopsida epifita.....	163
Fotografía 4-1. Excavaciones en celda de residuos por medio de máquina excavadora.....	227
Fotografía 4-2. Focos de Suelo Excavaciones manuales.....	228
Fotografía 4-3. Focos de Suelo Excavaciones con máquina excavadora.....	228
Fotografía 4-4. Entrevista con el Encargado Puesto de Salud y Comerciante.....	249
Fotografía 4-5. Entrevista con el APU y Junta Directiva	249

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

ANEXOS

- Anexo 6.1:** Planos, mapas y gráficos didácticos para el entendimiento de las poblaciones locales.
- Anexo 6.2:** Mapas de ubicación (generales, por cuencas y microcuencas).
- Anexo 6.3:** Planos detallados del sitio y/o grupo de sitios.
- Anexo 6.4:** Mapas con la ubicación de los puntos de muestreo (suelo, agua, sedimentos, u otros del Plan de muestreo de detalle).
- Anexo 6.4.1:** Mapas con los resultados del muestreo de suelo, diferenciado por tipo de contaminante y para diferentes profundidades del suelo.
- Anexo 6.4.2:** Mapas con los resultados de muestreo aguas subterráneas, superficiales y sedimentos.
- Anexo 6.4.3:** Mapas de las zonas a intervenir con las acciones de rehabilitación.
- Anexo 6.4.4:** Planos con propuestas de infraestructuras de soporte para la remediación.
- Anexo 6.5:** Documentación del muestreo de detalle.
- Anexo 6.5.1:** Documentación del plan de muestreo.
- Anexo 6.5.2:** Documentación del muestreo.
- Anexo 6.6:** Tablas y representación gráfica de resultados.
- Anexo 6.7:** Memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados (caracterización).
- Anexo 6.8:** Documentos sobre procedimientos administrativos (MINEM, OEFA, SENACE u otros).
- Anexo 6.9:** Hoja de datos de seguridad de materiales.
- Anexo 6.10:** Informes de ensayos de laboratorio.
- Anexo 6.11:** Estudios técnicos básicos y específicos (topográficos, hidrológicos, precipitaciones y otros de soporte para las obras de ingeniería). Otros según corresponda.
- Anexo 6.11.1:** Estudio Georradar.
- Anexo 6.11.2:** Estudio Sondeo Eléctrico Vertical.
- Anexo 6.11.3:** Estudio Geoquímica.
- Anexo 6.11.4:** Calculo volúmenes.
- Anexo 6.11.5:** Cálculos del ERSa.
- Anexo 6.11.6:** Matriz de selección de alternativas.
- Anexo 6.11.7:** Antecedentes.
- Anexo 6.11.8:** Análisis de NPK.
- Anexo 6.11.9:** Matriz de riesgos operacionales.
- Anexo 6.11.10:** Cronograma y costos
- Anexo 6.12:** Soportes componente social.
- Anexo 6.12.1:** Fase de reconocimiento.
- Anexo 6.12.2:** Actas de Reuniones.
- Anexo 6.13:** Base de datos sistematizada de atención a consultas.
- Anexo 6.14:** Geo Data Base – GBD.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

LISTADO DE ACRÓNIMOS

°C: Grado Celsius
µS: Micro Siemens
ANA: Autoridad Nacional del Agua
APAFA: Asociación de Padres de Familia
APHA: American Public Health Association
API: Área potencial de Interés.
As: Arsénico
ASTM: American Society for Testing and Materials, en español Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
AWWA: American Water Works Association
Ba: Barrio
Btb: Bosque de terraza baja
BTEX: Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos
CAP: Circunferencia a la Altura del Pecho
CC.NN: Comunidades Nativas
CCME: Canadian Council of Ministers of the Environment
Cd: Cadmio
CdP (b, c,...): Cocientes de peligrosidad calculados de los otros contaminantes dentro de la misma vía de exposición.
CE: Conductividad Eléctrica
CE₅₀: Concentración efectiva media
CEBA: Centros de Educación Básica Alternativa
CEE: concentración de exposición esperada
CEV: Consorcio Ecodes Ingeniería –Varichem de Colombia
CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico
CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CL₅₀: Concentración Letal Media
CODEX: Normativa del Código Alimentario de la FAO/OMS
COVs: Compuestos Orgánicos Volátiles
CP: Contaminantes de Preocupación
Cr VI: Cromo hexavalente
C_s: Concentración de contaminantes en suelos
D.S.: Decreto Supremo
DA_{evento}: Dosis absorbido por contacto dérmico
DAP: Diámetro altura del pecho
DdR: Dosis de Referencia
DdR_{DER}: Dosis de Referencia por contacto dermal
DdR_{ING}: Dosis de Referencia por ingestión
DdR_{INH}: Dosis de Referencia por inhalación
DE: Dosis de exposición
DE_{DER}: Dosis de Exposición por contacto dérmico
DE_{ia}: Dosis de exposición de la sustancia a través del alimento
DE_{DER}: Dosis de exposición Contacto Dermal
DE_{ING}: Dosis de exposición por ingestión
DE_{INH}: Dosis de exposición por inhalación
delta-ALAD: Ácido delta-aminolevulínico deshidratasa
DHHS: Departamento de Salud y Servicios Humanos
DIN: Deutsches Institut für Normung, en español Instituto Alemán de Estandarización.
DL₅₀: Dosis Letal Media
DuE: Duración de la exposición
DUP: Duplicado de campo
EB: Blanco de equipo
ECA: Estándares de Calidad Ambiental

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

ECHA: European Chemicals Agency
EDA: Enfermedades Diarreicas Agudas
EIB: Educación Intercultural Bilingüe
EPA: Environmental Protection Agency, en español Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)
ERSA: Estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente
ESCALE: Estadística de la calidad Educativa
ESRI: Environmental Systems Research Institute
FA_{der}: Fracción de Absorción Dermal
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAP: Factor de adherencia a la piel
FBD_{ing}: Tasa de absorción gastrointestinal del contaminante
FC: Factor volumétrico de conversión
FDP: Factor de pendiente
FEDIQUEP: Federación Indígena Quechua del Pastaza
FONAM: Fondo Nacional del Ambiente
FPC: Factor de Pendiente de Cáncer
FPC_{DER}: Factor de pendiente de cáncer por contacto dérmico
FPC_{ING}: Factor de pendiente de cáncer por ingestión
FrE: Frecuencia de la Exposición
Fr_{evento}: Frecuencia del evento
FRU: Factor de riesgo unitario
FU: Factor de conversión de Unidades
GABA: ácido gamma-aminobutírico
GDB: Geodatabase
GOREL: Gobierno Regional de Loreto
GPS: Sistema de Posicionamiento Global
Ha: Hectárea
Hg: Mercurio
HNSIR: Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido.
HSEQ: Quality, Health, Safety & Environment, en español Calidad, Salud, Seguridad y Ambiente.
HTP: Hidrocarburos totales de petróleo
I.E.: Institución Educativa
IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer
INACAL: Instituto Nacional de la Calidad
INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador
INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
IP_j: El índice de peligro integral
IP_{Objetivo}: Índice de Peligrosidad Objetivo
IP_T: cociente de peligrosidad
IRA: Infecciones Respiratorias Agudas
IRi: Índice de riesgo individual
IRj: Índice de riesgo integral
IR_{OBJETIVO}: Índice de riesgo Objetivo
IR_T: índice de riesgo total
ISO: International Organization for Standardization
ISQG: Interim Sediment Quality Guidelines
IVI: Índice de valor de importancia ecológica
kg: Kilogramo
Koc: Coeficiente de Carbono Orgánico
L: Litro
LNAPL: Light Non-Aqueous Phase Liquid, en español Líquido de fase ligera no acuosa
MC: Modelo Conceptual
mg: Miligramo
MIDIS: Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

MINAM: Ministerio de Ambiente
MINEDU: Ministerio de Educación
MINEM: Ministerio de Energía y Minas
MINSAL: Ministerio de Salud
MP: Incluye alguno de los metales pesados (As, Cd, Cr, Hg, Pb, entre otros)
MPR: maximum permissible risk
MS: Materia Seca
mS: Mili Siemens
msnm: Metros sobre el Nivel del Mar
mV: Milivoltios
NEC: concentración que no causa efectos sobre los organismos
NOEC: Concentración efectiva no observable
NRE: Nivel de Remediación Específico
NTU: Nephelometric Turbidity Unit, en español Unidad de medición para la turbidez
OD: Oxígeno disuelto
OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OMS: Organización Mundial de la Salud
ONERN: Oficina Nacional de la Evaluación de Recursos Naturales
ONG: Organización No Gubernamental
ORP: Oxydation Reduction Potencial (Potencial de óxido reducción)
OXY: Occidental Corporation del Perú
PAHs: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
PAMA: Programa de Adecuación y Manejo Ambiental
PAP: Perímetro a la altura del pecho
Pb: Plomo
PC: Peso corporal
PCB: Bifenilos policlorados
PEL: Probable Effect Level
pH: Potencial de hidrógeno
PID: detector de fotoionización
PPN: Pluspetrol Norte S.A.
PPM: partes por millón
PS: Peso seco
PTE_M: Periodo de tiempo durante la exposición
PVE: Programas de Vigilancia Epidemiológica.
QA: Quality Assurance (Aseguramiento de la Calidad)
QC: Quality control (Control de Calidad)
R.M.: Resolución Ministerial
RAIS: The Risk Assessment Information System
RBCA: Risk-Based Corrective Action
REDOX: Reacciones de oxidación-reducción
RQ: riesgo ecológico calculado
SANIPES: Organismo Nacional de Sanidad pesquera
SEHINAV: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonia
SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SEV: Sondeo Eléctrico Vertical
SMEWW: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater
SPD_{Der}: Superficie de la piel disponible para contacto
SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
TCLP: Toxicity Characteristic Leaching Procedure (Procedimiento para determinar la toxicidad por lixiviación)
TI_{ing}: Tasa de Ingestión (mg/d)
UCL95: Límite Superior del Intervalo de Confianza Unilateral del 95% de la Media Aritmética
UE: Unión Europea
UGEL: Unidad de Gestión Educativa Local
UI: Interfaz de Usuario.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

UICN: Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza
USEPA: Agencia de Protección de los Estados Unidos de Norteamérica
UTM: Universal Transverse Mercator
VEMA: Valores de Evaluación de Medios Ambientales
VES: búsqueda por encuentro visual
VLR: Valores Límites de Referencia Internacionales

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

GLOSARIO

Absorción: Proceso por el cual una sustancia tóxica atraviesa las membranas de las células de un organismo a través de la piel, pulmones, tracto digestivo o branquias y luego es transportado hacia otros órganos. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Acuífero: Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Adición de enmiendas: Adición de sustancias orgánicas e inorgánicas y mezcla de las mismas con los horizontes del suelo para transformar contaminantes (Ortiz, Irene et al., 2007).

Agua subterránea: Se consideran aguas subterráneas las que, dentro del ciclo hidrológico, se encuentran en la etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso, fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas, que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Aguajal: Se conoce como aguajales a las áreas pantanosas, permanentemente inundadas, donde crece la palmera aguaje (*Mauritia flexuosa*) en formaciones puras y mezcladas con otras palmeras y árboles diversos. (MINAM, Mapa de Cobertura Vegetal, 2015).

Alternativa/tecnología de Remediación: Implica cualquier operación unitaria o serie de operaciones unitarias que altera la composición de una sustancia peligrosa o contaminante a través de acciones químicas, físicas o biológicas de manera que reduzcan la toxicidad, movilidad o volumen del material contaminado. (EPA, 2001).

Análisis Costo Efectividad: Implica comparar los costos de los productos de un proyecto, estos costos deben incluir el valor total demandado por el proyecto a lo largo de su vida útil siendo así, este producto determina la alternativa más eficiente para alcanzar el objetivo que se evalúa. (Evaluación de proyectos sociales, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y social, 1990).

Área de Potencial Interés: Extensión de terreno sobre el que se realizarán efectivamente las labores de muestreo. Se trata de áreas identificadas durante la Fase de Identificación en las cuales existe alguna evidencia de potencial contaminación del suelo. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Autoridad competente: Entidad del Estado del nivel nacional, regional o local que con arreglo a sus atribuciones y según lo disponga su normativa específica ejerce competencia en materia de evaluación de impacto ambiental, en el marco de lo establecido por la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, su Reglamento aprobado por D.S. N° 019-2009-MINAM, y demás disposiciones complementarias o modificatorias. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Baritina: Se le denomina así al sulfato de Bario, el cual es un densificante más utilizado en lodos de perforación (Lecturas Sobre Lodos de Perforación, Sierra M. 2000).

Bioacumulación: Concentración resultante acumulada en el ambiente o en los tejidos de organismos a partir de la incorporación, distribución y eliminación de contaminantes obtenidos por todas las rutas

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

de exposición por ejemplo por aire, agua, suelo, sedimento y alimento. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Bioceldas o Biopilas: Consiste en apilar el suelo contaminado en montones o pilas sucesivas y se estimula la actividad microbiana aerobia mediante aireación, forzando la circulación de aire mediante su inyección o extracción a través de conductos perforados emplazados dentro de la pila de material y adición de nutrientes, minerales y agua, obteniendo la degradación a través de la respiración microbiana. (Eweis, Ergas, & Schroeder, 1998).

Biodisponibilidad: Característica de las sustancias tóxicas que indica la facilidad de incorporarse a los seres vivos mediante procesos o mecanismos, inhalación, ingesta o absorción, y que están influenciados por diferentes parámetros como, las rutas de exposición, las características fisiológicas del receptor y las características químicas del xenobiótico. Nota aclaratoria: se puede interpretar como la fracción soluble de un elemento potencialmente tóxico que puede atravesar barreras biológicas de intercambio del organismo receptor. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Bioestimulación Enzimática: Es una tecnología basada en un bioproducto (enzima) que reproduce los microorganismos nativos de forma exponencial, logrando una mayor cantidad de microorganismos en capacidad de degradar o consumir el hidrocarburo en menor tiempo. La superpoblación de bacterias nativas creadas se conserva con vida durante el tiempo que lo requiera el proceso, por medio de condiciones óptimas como, la oxigenación por medio del arado, humedad, pH, entre otros. (Biorremediación y Tratamiento de Suelos / Residuos Afectados con Hidrocarburos, Varichem de Colombia G.E.P.S., 2018).

Biomagnificación: Secuencia de procesos que conducen a aumentar la concentración de una sustancia en un organismo con respecto a la del medio que se lo ha aportado. Se suele aplicar a los ecosistemas más que a los individuos. (Asociación Española de Toxicología, 1995).

Cálculo del riesgo: Cuantificación de la probabilidad de que ocurran efectos adversos específicos en un organismo, sistema o población por la exposición actual o futura a un contaminante. Nota aclaratoria: Esto incluye la magnitud, escala espacial, duración e intensidad de las consecuencias adversas y sus probabilidades asociadas como una descripción de la relación entre causa-efecto. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Cancerígeno(a): Cualquier sustancia que pueda causar cáncer. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Caracterización de riesgos: Es la integración de la evidencia, razonamientos y conclusiones recolectados durante la identificación de peligro, evaluación de dosis-respuesta y la evaluación de exposición; el cálculo de la probabilidad, incluyendo las incertidumbres de ocurrencia y efectos adversos cuando se administra, toma o absorbe un agente en un organismo o población. Es el último paso de la evaluación de riesgo. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Caracterización de sitios contaminados: Determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Cociente de peligrosidad (peligro) (CdP): Razón entre la exposición al tóxico (estimada o medida) y un valor de referencia considerado como umbral de toxicidad; si el cociente de peligro total de todos los tóxicos que inciden en una diana supera la unidad, la combinación de tales tóxicos puede producir (producirá asumiendo un mecanismo aditivo) efectos adversos. (Asociación Española de Toxicología, 1995).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Comunidad Nativa: Las Comunidades Nativas tiene origen en los grupos tribales de la selva y la ceja de selva y están constituidas por conjuntos de familias vinculadas por los siguientes elementos principales: idioma o dialecto, características culturales y sociales y tenencia y usufructo común y permanente de un mismo territorio con asentamiento nucleado o disperso. (Decreto Ley 22175, Ley de Comunidades Nativas y de Desarrollo Agrario de la Selva y Ceja de Selva).

Concentración de referencia (CdR): Concentración de exposición atmosférica que se supone sin riesgo apreciable de efectos deletéreos para una población (incluidos los subgrupos sensibles) durante toda su vida. (Asociación Española de Toxicología, 1995).

Concentración efectiva media (EC₅₀): Concentración, calculada estadísticamente, de una sustancia en el medio, que se espera que produzca un determinado efecto en el 50% de los organismos de experimentación de una población dada, bajo un conjunto de condiciones definidas. EC₅₀ (por sus siglas en inglés). (Asociación Española de Toxicología, 1995).

Concentración efectiva no observable (NOEC): Concentración más alta a la cual no se observa efecto en la población estudiada para una exposición determinada. NOEC (por sus siglas en inglés). (Asociación Española de Toxicología, 1995).

Concentración: La relación de una sustancia disuelta o contenida en una cantidad dada de otra sustancia. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Contaminante de preocupación (CP): Contaminante elegido por su toxicidad y peligrosidad para realizar la caracterización del riesgo. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Contaminante: Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Coste Efectividad Medio: Es la respuesta al desafío de homologar los precios de productos ofrecidos por una variedad de alternativas evaluadas con la metodología de ACE de un proyecto con el fin de tomar una decisión técnica y financiera. (Evaluación de proyectos sociales, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y social, 1990).

Deforestación: Es la conversión de bosques a otro tipo de uso territorial o la reducción significativa a largo plazo de la cubierta forestal. Esto incluye la conversión del bosque natural a plantaciones de árboles, agricultura, pastizales, reservas de agua y áreas urbanas; excluye áreas para talar donde el bosque es manejado para regenerarse naturalmente o con la ayuda de medidas de silvicultura. (Smith & Schwartz, 2015).

Degradación: Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Dérmico(a): Relativo a la piel. La absorción dérmica significa absorción de algún elemento a través de la piel. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Desorción Térmica: Es un proceso de separación física (ex situ), en el que se somete al suelo a temperaturas de 90-320°C (baja temperatura) y 320-560°C (alta temperatura), con la introducción de aire caliente (Ortiz, Irene et al. 2007), para calentar los contaminantes orgánicos a una temperatura suficientemente alta para volatilizarlos y así, separarlos del medio sólido contaminado. El aire, es un gas de combustión o un gas inerte es usado como medio de transferencia por los

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

componentes vaporizados. Este sistema no está diseñado para oxidar y/o destruir los contaminantes. (Hurtado Melo, 2010).

Dosis de exposición (DE): Cantidad de sustancia a la que se expone el organismo y el tiempo durante el que estuvo expuesto. La dosis de exposición determina el tipo y magnitud de la respuesta biológica. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Dosis de referencia (DdR): Es el índice de toxicidad que más se utiliza en la evaluación de riesgos por exposición a sustancias no-cancerígenas. Es el nivel de exposición diaria que no produce un riesgo apreciable de daño en poblaciones humanas, incluyendo las subpoblaciones sensibles. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Electrobiorremediación: Es la técnica híbrida que suma los efectos de la electrorremediación a la degradación bacteriana de diferentes contaminantes. (Baztan, 2014) Esta técnica consiste en la aplicación de corriente eléctrica directa al suelo y según el tipo de contaminante, ocurren dos fenómenos: 1) biodegradación de los contaminantes, lo que aumenta la biodisponibilidad de nutrientes y facilita que los microorganismos los aprovechen; y 2) migración de contaminantes, en este caso la corriente eléctrica provoca que los contaminantes se trasladen hacia las plantas para que sean retenidos o eliminados en alguna parte de ella. (Ibarra, 2015).

Electrocínética: Consiste en la aplicación de una corriente eléctrica de baja intensidad entre electrodos introducidos en el suelo que permite la movilización de agua, iones y partículas pequeñas cargadas. Durante el tratamiento, los contaminantes son tratados por electromigración logrando incrementar la permeabilidad del suelo y, en consecuencia, permitir el acceso del surfactante o agente bioquímico que es utilizado en el proceso de lavado, a las partículas arcillosas. Así mismo, aprovecha las propiedades conductivas del suelo y está basada en la descarga de una corriente directa de baja intensidad (mA/cm²) a través de una masa de suelo saturado con líquido como medio. (Bernad, García, Valiño, & Fernández, 2007).

Escenario de exposición: Conjunto de suposiciones que describen cómo ocurren las exposiciones, incluyendo las características del agente estresante. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Especiación Química: Es la distribución de un elemento químico particular entre las diferentes formas en las cuales puede existir (especies), en un medio determinado. Incluye tanto los elementos libres (en forma neutra o ionizada) como los variados complejos que pueden formarse con diferentes ligandos (Influencia de la especiación de los metales pesados en medio acuático como determinante de su toxicidad, Castañé et al. 2002).

Estándar de Calidad Ambiental (ECA): es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. (Guía del sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ministerio del Ambiente, 2016).

Evaluación de exposición: Medición o estimación de la dosis o concentración de exposición incluyendo la calificación de las incertidumbres. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Evaluación de la toxicidad: Selección de los valores adecuados de los parámetros que miden la peligrosidad de las sustancias tóxicas presentes en el sitio, acompañados por la calificación de la calidad de esa información. El parámetro que se usa en evaluación de riesgos es el índice de toxicidad. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Evaluación de riesgos a la salud y el ambiente: Es el estudio que tiene por objeto definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para la salud humana como para el ambiente, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable y las acciones de remediación que resulten necesarias. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Expansión del suelo: Corresponde al grado de compactación del suelo antes de ser excavado. (Movimiento de tierras, Publicación del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1997).

Extracción Química: Consiste en la mezcla de suelo con sustancias químicas dependiendo de la naturaleza del contaminante. (Ortiz, Irene et al., 2007), luego de terminar el tiempo de extracción, el suelo se lava con agua para eliminar los restos de ácido y metales. Después del tratamiento, se debe neutralizar cualquier resto de ácido en el suelo con la adición de cal o fertilizantes. (USEPA, 1990a).

Factor de pendiente de cáncer (FDC): Límite superior del intervalo de confianza de 95% de una estimación de la probabilidad de respuesta por unidad de exposición durante todo el periodo de vida y cuantifica el incremento de probabilidad de desarrollar cáncer como resultado de la exposición a una sustancia; se expresa en las unidades 1/(mg/kg/d). (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Fitorremediación: Conjunto de tecnologías por medio de las cuales se utilizan varias plantas que tengan la capacidad fisiológica y bioquímica para asimilar, metabolizar, detoxificar o inmovilizar compuestos orgánicos, radioactivos y petroderivados para transformarlos en formas menos nocivas. (Aros, 2007).

Foco de contaminación: Componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales. (Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM).

Fracción de Hidrocarburos F1 o Fracción Ligera: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen entre seis y diez átomos de carbono (C6 a C10). (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Fracción de Hidrocarburos F2 o Fracción Media: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen mayor a diez y hasta veintiocho átomos de carbono (>C10 a C28). (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Fracción de Hidrocarburos F3 o Fracción Pesada: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen mayor a veintiocho y hasta cuarenta átomos de carbono (>C28 a C40). (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Fuente de contaminación: Punto o área de contaminación y dispersión de materiales peligrosos y residuos peligrosos al ambiente, fuente que emite contaminantes al ambiente en un sitio contaminado. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Incertidumbre: Conocimiento imperfecto relacionado con el estado presente y futuro de un sistema en consideración. Componente del riesgo que resulta de un conocimiento imperfecto del grado de peligrosidad o de su patrón de expresión especial o temporal. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Índice de peligro: Es la relación entre la concentración de exposición y un valor de referencia. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Ingeniería de detalle: Tiene como objeto definir el diseño detallado, técnico y operativo necesario para realizar las adquisiciones, construir, instalar y operar. (Gómez-Senent Martínez, E. y otros "Cuadernos de Ingeniería de Proyectos II. Del diseño de Detalle a la realización". Ed. S. P. UPV., 2000).

Landfarming: Tratamiento de recuperación biológica que reduce la concentración de hidrocarburos del petróleo de peso mediano mediante microorganismos. Esta técnica se aplica mediante la excavación del suelo, el cual es extendido en una delgada capa (no más de 0,5 metros) sobre la superficie del lugar donde se está realizando recuperación y se estimula mediante la actividad microbiana aeróbica a través de la aireación y/o adición de nutrientes, minerales y agua. (Ortiz, 2007).

Lavado (Flushing): Técnica de remediación de aplicación in situ que consiste en anegar los suelos contaminados con una solución que transporte los contaminantes a una zona determinada y localizada donde puedan ser eliminados (Bernad, García, Valiño & Fernández, 2007).

Lavado (Washing): Técnica de remediación fisicoquímica de aplicación ex situ (generalmente on site) que consiste en la excavación del suelo contaminado, previamente separado por tamizado, densidad o gravedad para eliminar las partículas de grava más gruesas, con poca capacidad de adsorción de la fracción fina y lavado con agua y extractantes químicos que permitan desorber y solubilizar los contaminantes (Bernad, García, Valiño & Fernández, 2007).

Materiales y residuos peligrosos: Aquellos que por sus características fisicoquímicas y/o biológicas o por el manejo al que son o van a ser sometidos, pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de otra naturaleza peligrosa o radiaciones ionizantes en cantidades que representan un riesgo significativo para la salud, el ambiente o a la propiedad. (MINAM, Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos, 2014).

Matriz ambiental: Elemento de un ecosistema en donde pueda estar incidiendo un contaminante después de su emisión. Puede ser el agua (de un río, laguna, estero o mar), el sedimento, el suelo o el aire. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Modelo Conceptual: Relato escrito y/o representación gráfica del sistema ambiental y de los procesos físicos, químicos y biológicos que determinan el transporte de contaminantes desde la fuente, a través de los medios que componen el sistema, hasta los potenciales receptores que forman parte de él. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Nivel de Fondo: Concentración en el suelo de los químicos regulados que no fueron generados por la actividad objeto de análisis y que se encuentran en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la actividad bajo análisis. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Nivel de Remediación de Mayor Protección: Es la concentración del contaminante de preocupación definido a partir de la normativa peruana (ECA para suelo de uso agrícola), considerando los factores de índole social y la importancia ancestral, el cual es con el aplicado para la implementación de la técnica de remediación.

Nivel de remediación específico (NRE): Concentración de un químico de interés definido de manera específica para las condiciones del sitio contaminado, el que es analizado y propuesto por el Estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Nivel de Remediación Específico: Es la concentración del contaminante de preocupación calculado mediante la fórmula propuesta por la guía ERSa y se calcula cuando existe riesgo no aceptable (cancerígeno) o preocupante (no cancerígeno).

Oxidación/Reducción Química: Es una técnica que convierte los contaminantes peligrosos en compuestos no peligrosos o menos tóxicos. Los agentes oxidantes comúnmente utilizados son el ozono, el peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloro y dióxido de cloro (Ortiz, Irene et al., 2007).

Peligro: Capacidad inherente de un (o varios) agente (S) de estrés de causar efecto (s) adverso (s) cuando el hombre, sistemas o poblaciones están expuestos a él. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Perfil toxicológico: Conjunto de informaciones toxicológicas de una sustancia a partir de estudios de laboratorio o campo por medio de los cuales se generaron los parámetros de toxicidad característicos de dicha sustancia. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Población: Grupo de organismos de la misma especie que viven en un área definida y en un tiempo concreto. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Receptor: Organismo, población o comunidad que está expuesta a contaminantes. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Remediación: Tarea o conjunto de tareas a desarrollarse en un sitio contaminado con la finalidad de eliminar o reducir contaminantes, a fin de asegurar la protección de la salud humana y la integridad de los ecosistemas. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Riesgo ecológico (RQ): Cociente que se obtiene de dividir la concentración de exposición esperada (CEE) y la concentración que no causa efectos sobre los organismos (NEC). (Planes y Fuchs, 2015).

Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que un contaminante pueda ocasionar efectos adversos a la salud humana, en los organismos que constituyen los ecosistemas o en la calidad de los suelos y del agua, en función de las características y de la cantidad que entra en contacto con los receptores potenciales, incluyendo la consideración de la magnitud o intensidad de los efectos asociados y el número de individuos, ecosistemas o bienes que, como consecuencia de la presencia del contaminante, podrían ser afectados tanto en el presente como en el futuro. (MINAM, Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos, 2014).

Ruta de Exposición: Es el camino que sigue un agente químico en el ambiente desde el lugar donde se emite hasta que llega a establecer contacto con la población o individuo expuesto. El análisis de la ruta de exposición describe la relación que existe entre las fuentes (localizaciones y tipo de derrames ambientales) y los receptores (localización de las poblaciones, patrones de actividad, etc.). Se consideran como rutas significativas las que dan lugar a exposición humana. Las rutas de exposición consisten generalmente de cuatro elementos: a) fuentes y mecanismos de emisión de tóxicos, b) medio de retención y transporte (o medios en el caso de que haya transferencias de un medio a otro), c) punto de contacto potencial entre el medio contaminado y los individuos; y d) vía de ingreso al organismo. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015). Las rutas de exposición consisten generalmente de cuatro elementos: a) fuentes y mecanismos de emisión de tóxicos, b) medio de retención y transporte (o medios en el caso de que haya transferencias de un medio a otro), c) punto de contacto potencial entre el medio contaminado y los individuos; y d) vía de ingreso al organismo. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Servicios Ecosistémicos: Aquellos beneficios que se obtienen de los ecosistemas. Pueden ser directos o indirectos. Se consideran beneficios directos la producción de provisiones y los beneficios indirectos se relacionan con el funcionamiento de procesos del ecosistema que genera los servicios directos. (CIFOR, 2011).

Sitio contaminado: Suelo cuyas características químicas, han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana, según lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM. (MINAM, Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos, 2014).

Sitio Impactado: Área geográfica que puede comprender pozos e instalaciones mal abandonadas, efluentes, derrames, fugas, residuos sólidos, emisiones, restos, depósitos de residuos, suelos contaminados, subsuelo y/o cuerpo de agua cuyas características físicas, químicas y/o biológicas han sido alteradas negativamente como consecuencia de las Actividades de Hidrocarburos. (D.S. N° 039-2016-EM, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia.. para Remediación Ambiental).

Solidificación (*ex situ* - *on site*): Consiste en mezclar suelo contaminado con una sustancia, como el cemento, que provoca el endurecimiento del suelo. La mezcla forma un sólido que puede dejarse en el lugar o transportarse a otro sitio. El proceso de solidificación impide que el químico se disperse en el medio ambiente circundante. El agua de lluvia u otras fuentes no puede disolver los químicos al atravesar el suelo o lodo tratado. La solidificación no elimina los químicos nocivos, sino que los atrapa en el lugar. La estabilización convierte a los químicos nocivos en sustancias menos dañinas o menos móviles. (EPA, Guía para el Ciudadano sobre Solidificación/Estabilización, 2003).

Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Suelo contaminado: Suelo cuyas características químicas, han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana, según lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad. (MINAM, Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos, 2014).

Toxicidad: La propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o en los ecosistemas. (MINAM, Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, 2015).

Tratamiento Biológico en Fase Líquida – Bioslurry: Técnica que utiliza un contenedor de medio líquido (biorreactor), en donde es introducida una mezcla (suelo contaminado con agua), la cual se agita mecánicamente para mantener los sólidos suspendidos y se airea mediante burbujeo para estimular la biodegradación aeróbica de los contaminantes. (Bernad, García, Valiño, & Fernández, 2007).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Valor presente neto de costos: Sumatoria de los rubros que comprenden los gastos segregados de un proyecto. (Evaluación de proyectos sociales, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y social, 1990).

Vía de exposición: Proceso por el cual el contaminante entra en contacto directo con el cuerpo, tejidos o barreras de intercambio del organismo receptor, por ejemplo, ingestión, inhalación y absorción dérmica. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Vitrificación: Es una técnica de estabilización térmica que se basa en el calentamiento del suelo contaminado a alta temperatura para conseguir su fusión y transformación en un material vítreo estable. Así se reduce la movilidad de los contaminantes inorgánicos (principalmente Hg, Pb, Cd, As, Ba, Cr y cianuros) y la destrucción de los contaminantes orgánicos por reacciones de oxidación y/o pirolisis (Ortiz, Irene et al., 2007).

Vulnerabilidad: Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que, por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños a la salud y el ambiente. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

1. DATOS GENERALES

A continuación, se presentan los datos relacionados con el FONAM-Fondo Nacional del Ambiente, entidad encargada de asignar el contrato de consultoría para la elaboración del Plan de Rehabilitación, así como los datos del Consorcio Ecodes Ingeniería – Varichem de Colombia-CEV, consultora encargada de realizar el estudio de consultoría y de la empresa encargada de realizar la supervisión del contrato Consorcio Supervisor Tema Litoclean.

1.1. Nombre y Razón Social del responsable que presenta el Plan de Rehabilitación.

Empresa Encargada de la Presentación del Plan de Rehabilitación

- Nombre: Dirección General de Hidrocarburos – Ministerio de Energía y Minas (MINEM).
- Razón Social: Dirección General de Hidrocarburos – Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

1.2. Nombre y Firma del Representante Legal (en su caso).

Empresa Encargada de la Presentación del Plan de Rehabilitación

Nombre: Francisco Javier Torres Madrid	Cargo: Director General Dirección General de Hidrocarburos (DGH)	Firma:

1.3. Domicilio para Recibir Notificaciones

Empresa Encargada de la Presentación del Plan de Rehabilitación

- Domicilio para recibir Notificaciones: Av. Las Artes Sur 260 – San Borja. Lima – Perú.

1.4. Datos de las Empresas (consultoras, laboratorios, etc.) que intervinieron en la elaboración del Plan de Rehabilitación.

En la **Tabla 1-1**, se relacionan las empresas que participaron en el desarrollo del estudio de consultoría.

Tabla 1-1. Empresas Participantes en el Estudio de Consultoría

N°	Empresa	Servicio Prestado	Localidad
1	CONSORCIO ECOCODES INGENIERÍA - VARICHEM DE COLOMBIA-CEV	Empresa de Consultoría encargada de la Elaboración del Plan de Rehabilitación	Lima
2	ALS LS Perú SAC	Laboratorio principal para análisis de muestras	Lima
3	ENVIROTEST	Laboratorio para análisis de duplicados de muestras	Lima
4	CONSORCIO SUPERVISOR TEMA – LITOCLEAN	Empresa encargada de la supervisión de la Elaboración del Plan de Rehabilitación	Lima
5	ES4i	Servicios logísticos integrales	Lima
6	JUAN FRANCISCO ALVARADO SERNA	Servicios de perforación	Lima
7	ARAMEBO SAC ENGINEERING & CONSTRUCTION	Servicios de topografía	Lima
8	DMS INGENIERÍA ASOCIADA SRL	Servicios Geofísicos	Lima
10	EMPRESA COMUNAL DE NUEVO ANDOAS PASTAZA (ECOMNAP)	Personal operativo para las actividades en campo	Nuevo Andoas
11	Comunal de Servicios Petroleros de Responsabilidad Limitada (ECOSEP)	Personal operativo para las actividades en campo	Nuevo Andoas
12	Empresa Comunal de Nuevo Porvenir (ECOPOR)	Personal operativo para las actividades en campo	Nuevo Porvenir

Elaboración: Consorcio ECOCODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

2. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

2.1. Ubicación

En la **Tabla 2-1** y en la **Figura 2-1**, se encuentra la ubicación general del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 2-1. Ubicación Geográfica del Sitio Impactado

Cuenca	Pastaza
Departamento	Loreto
Provincia	Datem del Marañón
Distrito	Andoas
Comunidad	Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir
Coordenadas	Universal Transverse Mercator (UTM), Datum WGS84, Zona 18 S Norte: 9692085 Este: 339695
Área Actual	1,95 ha
Limites	El Sitio S0105 (Botadero CS-32), está ubicado en el lote 192 (Ex lote 1AB), limita al suroeste con las comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir ¹ , la distancia entre Nuevo Andoas y el sitio impactado, por vía terrestre es de 7,7 km; al sureste y separado por un aguajal se encuentra el Sitio S0100 (Sitio 22); hacia el este y noreste limita con la carretera que conduce a la Batería Capahuari norte; hacia el oeste limita con una zona boscosa y anegable en algunos sectores.
Uso del Suelo	Agrícola

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

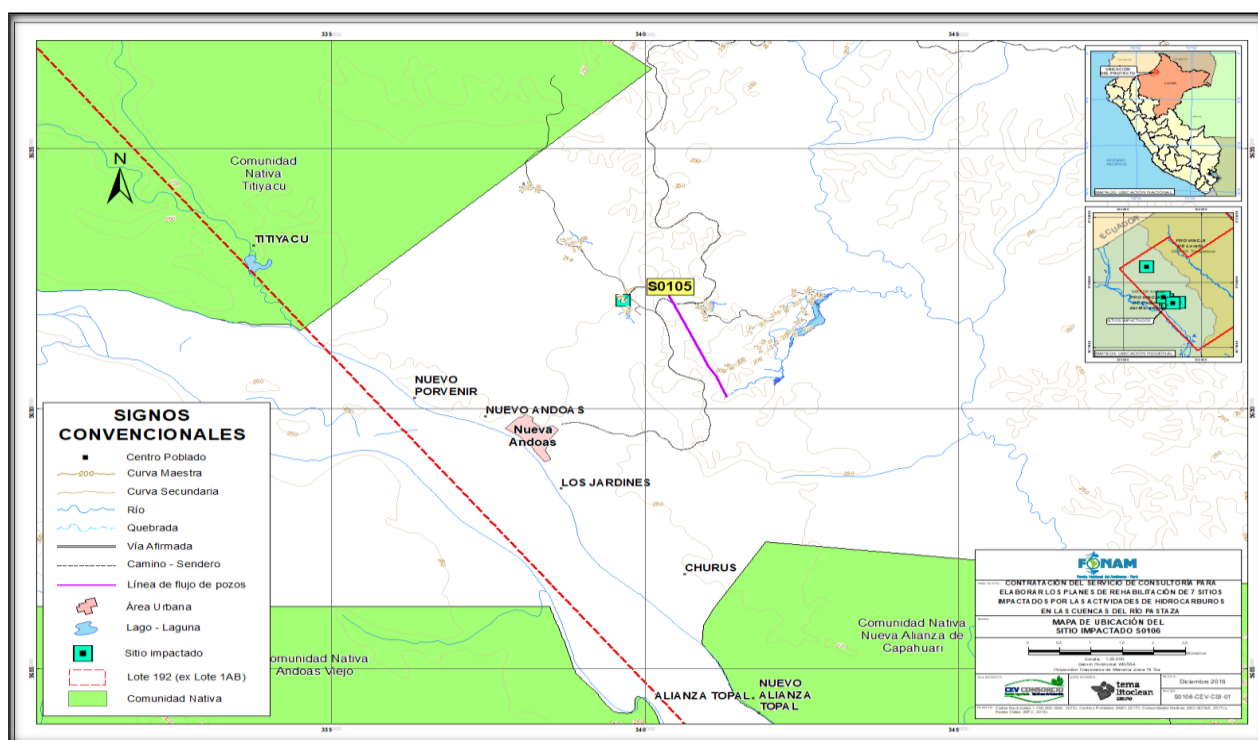


Figura 2-1. Ubicación General del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Nota: En el **Anexo 6.2:** Mapas de ubicación generales, se encuentra el Mapa de la Ubicación General Sitio S0105 (Botadero CS-32) en escala 1:100000.

¹ La distancia de la CCNN De Nuevo Andoas a la CCNN de Nuevo Porvenir es de 750 metros por medio de un sendero peatonal.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

2.2. Descripción de las Condiciones Ambientales geológicas, hidrogeológicas, hidrológicas, topográficas, climáticas, de suelo y cobertura vegetal, entre otras.

2.2.1. Geología

De acuerdo con el Boletín N°130, Seria A: Carta Geológica Nacional (INGEMMET, 1999) y los mapas del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico la región se caracteriza por tener un relieve plano disectado de tipo abanico aluvial (terrazza baja y media aluvial) con relieves oprimidos de zonas pantanosas. En afloramientos se han identificado unidades litoestratigráficas que van del plioceno al cuaternario, los más antiguos corresponden a la formación Ipururo (N-i), que subyace en ligera discordancia a la formación Nauta, que presenta dos miembros: el nivel inferior mayormente pelítico y el superior constituido por gravas, arenas y limos.

Cabe mencionar que la geología que rodea al sitio S0105 (Botadero CS-32), según la Carta Geológica Nacional 6-K Andoas, realizado por el INGEMMET en el año 1999, están compuestos mayormente por lodolitas y limoarcillitas gris verdosas, algo azuladas a marrones, con poco contenido de micas, en estratos gruesos, tabulares, de hasta 1 m de grosor, con buena cohesión y presencia de patinas rojizas por alteración, se observan niveles fosilíferos consistentes en abundantes restos de plantas, se intercalan con niveles de arenisca en estratos delgados a gruesos, muy alteradas, en parte con arcillas gris verdosas, con inclusiones de nódulos calcáreos, pardo amarillentos. Algunos estratos muestran la presencia de lignito marrón a negro, que conservan una estructura laminar. Las areniscas se hallan en estratos gruesos, los que generalmente presentan una notoria estratificación sesgada, el tamaño del grano va de medio a grueso, en tanto que sus colores fluctúan entre grises, pardos y amarillos, pueden ser compactos o deleznales.

Aflora también la formación Nauta, que consiste en su nivel inferior de secuencias monótonas de arenas, limos y limoarcillitas laminadas, masivas, marrón rojizas, rojizas a pardo amarillentas de baja cohesión a semiconsolidadas, con ocasionales niveles de limos y conglomerados polimicticos, que en su conjunto alcanzan hasta 15 m de grosor. Esta secuencia se intercala con gruesos niveles de limoarcillitas abigarradas laminares, de coloración beige a parduzca, seguida de una secuencia de areniscas masivas bien estratificadas con lodolitas.

Los afloramientos de la Formación Nauta Superior se extienden ampliamente en la zona de estudio donde suelen presentarse generalmente como areniscas de grano fino con altos contenidos de limo (6-52%) y arcilla (13-37%), areniscas lodosas; con los intraclastos redondeados de lodolita, sobre estas capas se encuentra un nivel de estratos tabulares de areniscas semiconsolidadas de color beige. En el área se encuentran ampliamente distribuidas formando por lo general colinas bajas, dando la apariencia de islas en medio de depósitos palustrinos y aluviales, por estar circunscrita en este sector al abanico de Pastaza.

Puntualmente la zona de S0105 (Botadero CS-32), corresponde a una superficie relativamente plana, se trata de depósitos autóctonos, con secuencias definidas, pertenecientes a la formación Nauta, cubiertas por depósitos cuaternarios, de naturaleza aluvial, coluvial y fluvial.

En las **Figura 2-2** y **Figura 2-3**, se presenta la correlación de la geología encontrada en la zona de estudio.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú



Figura 2-2. Mapa Geológico Regional del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Fuente: Tomado de Carta Geológica Nacional 6-K Andoas, realizado por el INGEMMET, 1999 y adoptado por Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos Palustres	Qh-p
			Depósitos Fluviales	Qh-fl
			Deposito Aluvial2	Qh-al2
		PLEISTOCENA	Formación Nauta	Qph-al2
	NEOGENO	PLIOCENA	Superior	NQ-ns
			Inferior	NQ-ni
			Formación Ipururo	N-i

Figura 2-3. Leyenda Geología Regional del S0105 (Botadero CS-32)

Fuente: Carta Geológica Nacional 6-K Andoas, realizado por el INGEMMET, 1999.

2.2.2. Hidrogeología

De acuerdo con el Mapa Hidrogeológico de Perú (INGEMMET, 1999), en el área afectada se ubican Acuíferos Porosos no Consolidados de alta permeabilidad (APNCa), emplazado en la Región Hidrográfica del Amazonas, tal como se muestra en la **Figura 2-4**.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

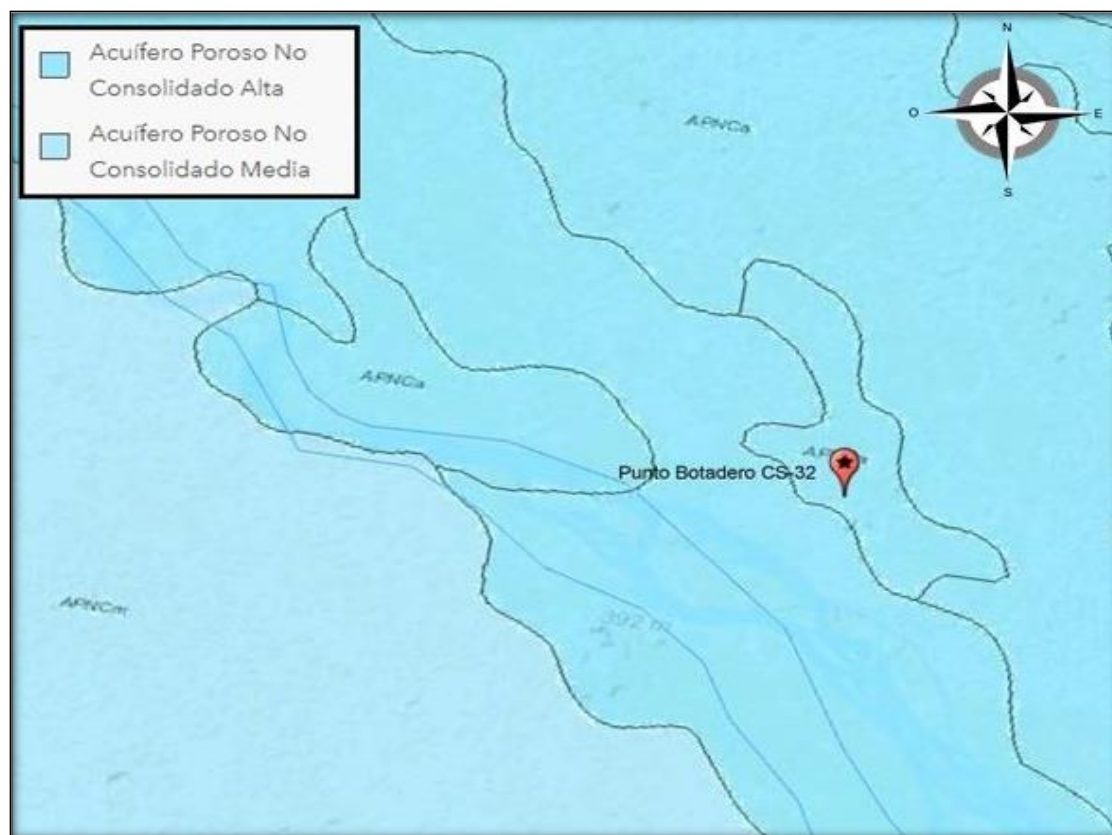


Figura 2-4. Hidrogeología en el Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Fuente: Tomado del Mapa Hidrogeológico del Perú (INGEMMET) adoptado por Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el área de estudio, las unidades hidrogeológicas se han definido basándose en las características litológicas de los sedimentos (acuíferos porosos sedimentarios), de los depósitos no consolidados que conforman formaciones o grupos geológicos (probables acuíferos fisurados) y su conductividad hidráulica o permeabilidad. En el área de estudio se ha identificado uno (1) unidad hidrogeológica:

- **Acuífero Poroso No Consolidado**

En la zona se presentan depósitos conformados por pequeños materiales subangulosos de tamaño mediano a pequeño, de diferente naturaleza, que se encuentran cubriendo grandes sectores cercanos al río Pastaza y que son producto de aguas que han discurrido. Estos depósitos presentan espesores reducidos y buena permeabilidad y corresponden a acuíferos porosos no consolidados, pero carecen de importancia hidrogeológica debido al poco espesor que presentan.

Esos acuíferos se localizan en sedimentos cuaternarios que comprenden los depósitos aluviales, fluvio-aluvial. De acuerdo a información del mapa hidrogeológico del Perú, los acuíferos de alta productividad corresponden a los depósitos aluviales.

En base en la información publicada en el informe inventario de agua subterránea Iquitos por la ANA (Autoridad Nacional del Agua), los pozos existentes se encuentran ubicados aproximadamente a 320 km, al sur este de la zona de estudio, específicamente en los alrededores de la ciudad de Iquitos, así que, no existen pozos para aguas subterráneas en el sitio de interés.

Complementariamente la comunidad informa, que no hay pozos para la captación de agua subterránea en el área o cerca del área impactada.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

2.2.3. Hidrología

El río Pastaza proviene del norte, desde Ecuador recorre la Llanura amazónica del nororiente peruano hasta desembocar en el Río Marañón. Tiene un ancho de cauce de 1200 metros promedio, desde la frontera hasta su desembocadura el ancho es constante, el cauce del río es de forma meandrica, el río se caracteriza por la formación de grandes islas y bancos de arena a lo largo de su cauce.

Se realizó la revisión de la información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), se analizó la información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador (INAMHI), y se consideró la información suministrada por la comunidad. Es importante tener en cuenta que los periodos de mayor importancia son los de precipitación, debido a que los periodos de creciente y vaciante pueden estar controlados por precipitaciones en la parte alta de la cuenca, los cuales pueden generar aumentos en niveles y caudales de los ríos sin que se presenten precipitaciones en la zona de estudio. Por otro lado, la lluvia es el principal causante de la saturación del suelo en las áreas afectadas, por ello se buscaron datos de precipitaciones en las estaciones y estudios ambientales cerca de la zona de estudio.

De acuerdo al régimen hidrológico del río Pastaza y Marañón, se observa que pueden existir problemas en la navegabilidad en época de vaciante en los meses de enero y febrero; y de media vaciante (**Figura 2-5**), en los meses de agosto a diciembre para embarcaciones de más de 1,2 metros de calado. En estas épocas se debe navegar con precaución por la presencia de bancos de arena y palizadas que están ancladas al lecho de los ríos y/o quebradas.

En época de creciente en los meses de mayo, junio, julio y de media creciente en marzo y abril pueden navegar embarcaciones hasta de 1,8 metros de calado, teniendo precaución por la presencia de palizadas flotantes. Esta información es tomada de acuerdo a los datos de INADE – ECORAE (2002), del Plan Peruano Ecuatoriano para el desarrollo integral de las cuencas de los ríos Napo-Tigre-Pastaza.

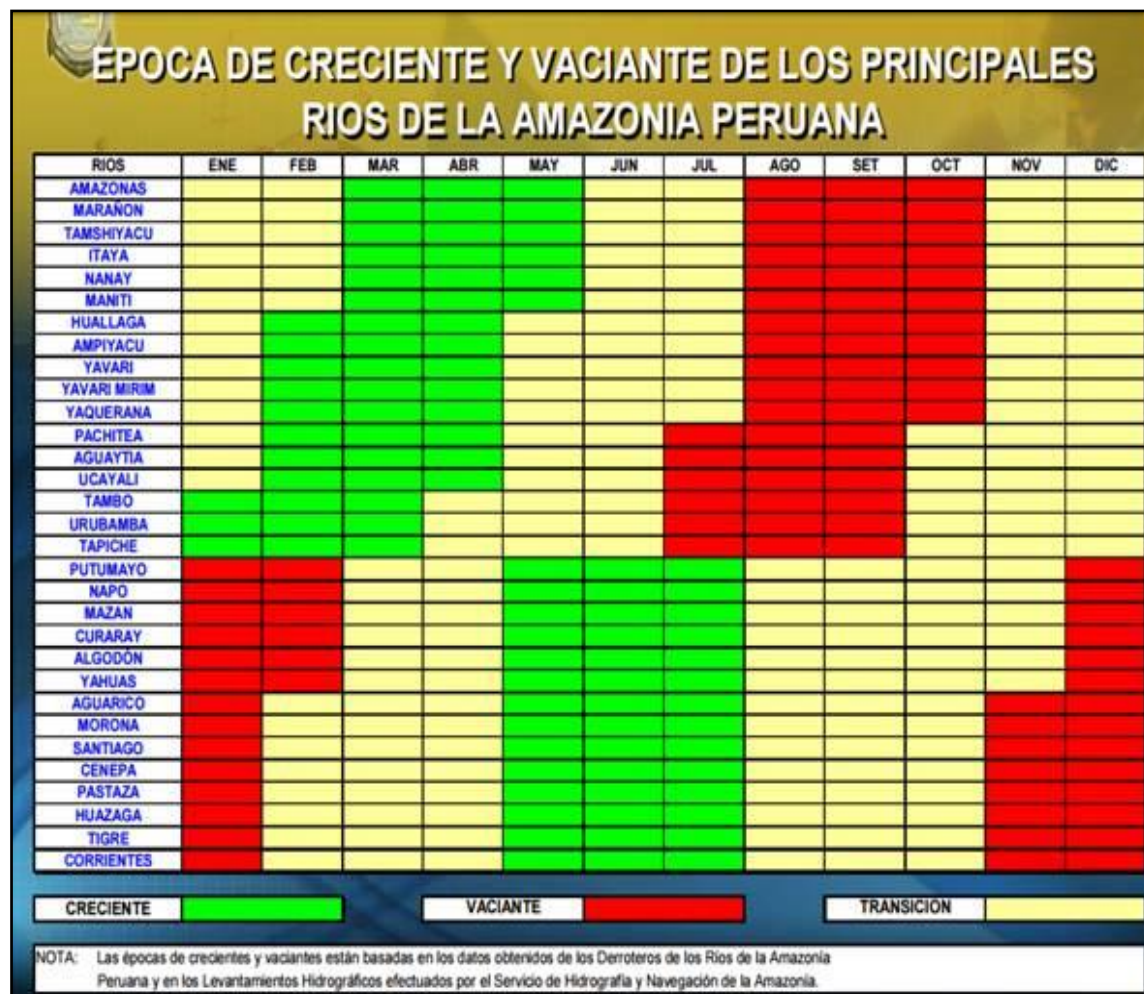


Figura 2-5. Época de creciente y vaciante de los principales ríos de la Amazonia Peruana

Fuente: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonia (SEHINAV), 2015.

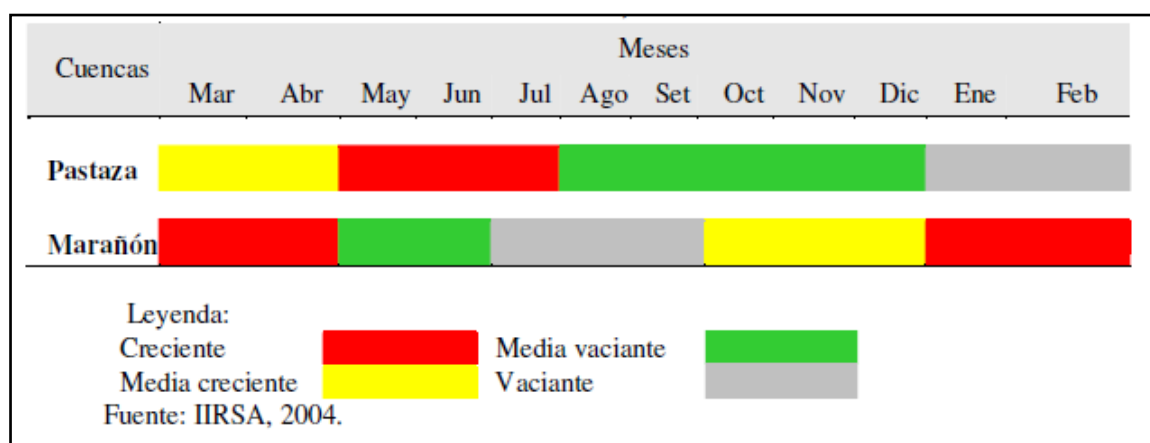


Figura 2-6. Régimen Hidrológico del río Pastaza y Marañón

Fuente: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonia (SEHINAV), 2015.

Como se observa en la **Figura 2-5** y **Figura 2-6**, para la época de marzo y abril en las cuencas Pastaza y Tigre se presenta un periodo de vaciante y transición respectivamente. Sin embargo,

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

ninguna de las áreas afectadas se encuentra dentro de zonas de inundación de los ríos Pastaza y Tigre, por lo cual las crecientes de los ríos no afectan directamente la saturación del suelo en las áreas afectadas.

Para el sitio S0105 (Botadero CS-32) se identificó que dentro del área de potencial interés no existen cuerpos de agua como ríos, quebradas, arroyos, cochas, por lo tanto, no se realizó la caracterización de aguas superficiales en este sitio.

2.2.4. Topografía

La zona estudiada se localiza en la Llanura Amazónica del norte del Perú. La topografía en el área es bastante regular, con cotas que varían entre los 200 a 245 metros de altura sobre el nivel del mar (msnm).

El terreno presenta ligeras ondulaciones, la parte central del área es totalmente plana; hacia el suroeste la pendiente del terreno es de 4,6%, con un descenso gradual de la cota hacia una zona inundable que sirve de límite entre el Sitio S0105 (Botadero CS-32) y el Sitio S0100 (Sitio 22).

Desde el suroeste hacia el noroeste se extiende una ligera pendiente que limita el sitio impactado con una zona anegable.

2.2.5. Climatología

En la cuenca del Pastaza, la interacción de los vientos y las nubes cargadas de humedad que vienen de la Amazonía y la topografía de la cuenca del Pastaza, propician un ecosistema rico en microclimas. Para el siguiente numeral se tomaron datos de las estaciones pluviométricas y meteorológicas del SENAMHI, las cuales se presentan en la **Tabla 2-2**.

Tabla 2-2. Estaciones Meteorológicas Cercanas

Estación	Coordenadas (m) Universal Transverse Mercator (UTM) WGS84, Zona 18 S		Distancia al Sitio (km)
	Este	Norte	
Trompeteros	483314	9579980	195
Andoas	233202	9679177	107
Barranca	311473	9465523	228
Nuevo Roca Fuerte	451941	9898033	234

Fuente: Información adaptada de Dirección Regional SENAMHI Loreto, 2012, Niveles de río 2011- 2018 y pluviómetro 2006 – 2018 por Frontera Energy 2018 e Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012.

El Sitio S0105 (Botadero CS-32), se ubica en el área amazónica, entre el Perú y el Ecuador, el clima de la región nor-amazónica se considera ecuatorial húmedo, el cual es un clima de bosque tropical lluvioso, típico de las latitudes bajas, las masas de aire del trópico ecuatorial convergen en la región nor amazónica, generando una depresión ecuatorial, derivando en lluvias a través de las tormentas de convección. Para la caracterización climática se utilizó información meteorológica brindada por la Oficina Nacional de la Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

De acuerdo al Informe Técnico del SENAMHI (Régimen Hidrometeorológico y comportamiento de las precipitaciones en las cuencas de los Ríos Tigre – Pastaza y Marañón para los años 2015, 2016 y 2017), entre los meses de octubre a abril las precipitaciones son mayores, y entre junio a septiembre son menores, siendo el mes de abril el de mayor precipitación y los meses de julio y agosto los de menor precipitación, el promedio mensual de precipitación corresponde a 258 mm.

La precipitación en la región nor-amazónica se muestra siempre alta y poco variables, con esporádicos periodos de menor intensidad que ocurren indistintamente en cualquier época del año. Lo anterior se

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

debe a que esta región es afectada por mecanismos convectivos (aquellos que implican formación de nubes cumulonimbos), ocurriendo precipitaciones estratiformes (que implican la formación de nubes estratos). En ambos casos, el suministro de humedad es esencialmente endógeno, es decir, constituido por los enormes volúmenes de evapotranspiración que se genera en esta región gracias a la presencia de una densa cobertura vegetal y de extensos cuerpos de agua.

El balance hídrico de esta región registra un ingreso neto de humedad que la convierte en un gran sumidero, cuya fuente principal es, directa o indirectamente, el océano Atlántico Tropical. En la **Figura 2-7**, se representa la precipitación mensual registrada en la estación Andoas.

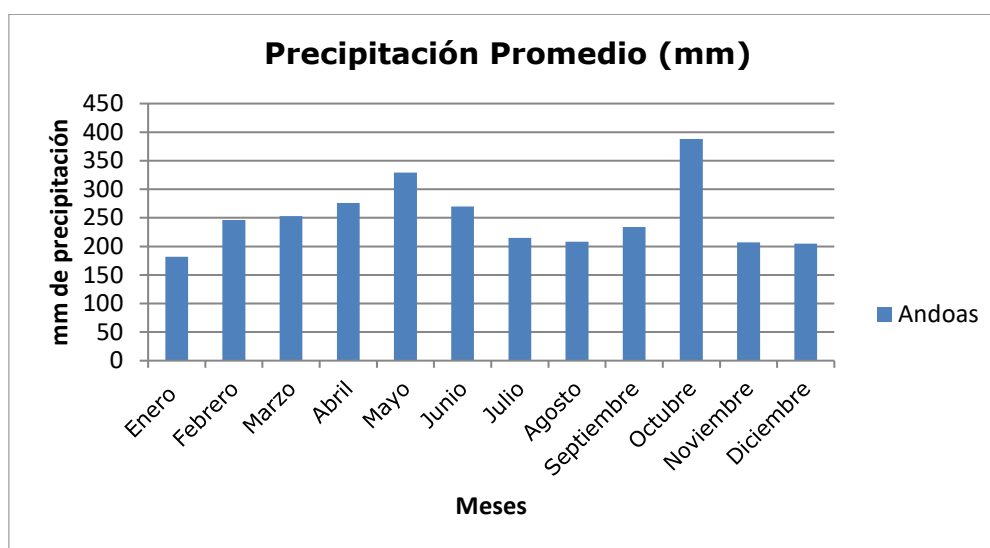


Figura 2-7. Precipitación Mensual en la Estación Meteorológica Andoas

Fuente: Niveles de río 2011-2018 y pluviómetro 2006 – 2018 por Frontera Energy 2018.

Además, se consultaron otros estudios de precipitación realizados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador (INAMHI) y la empresa Frontera Energy, los cuales que se presentan en la **Figura 2-8**.

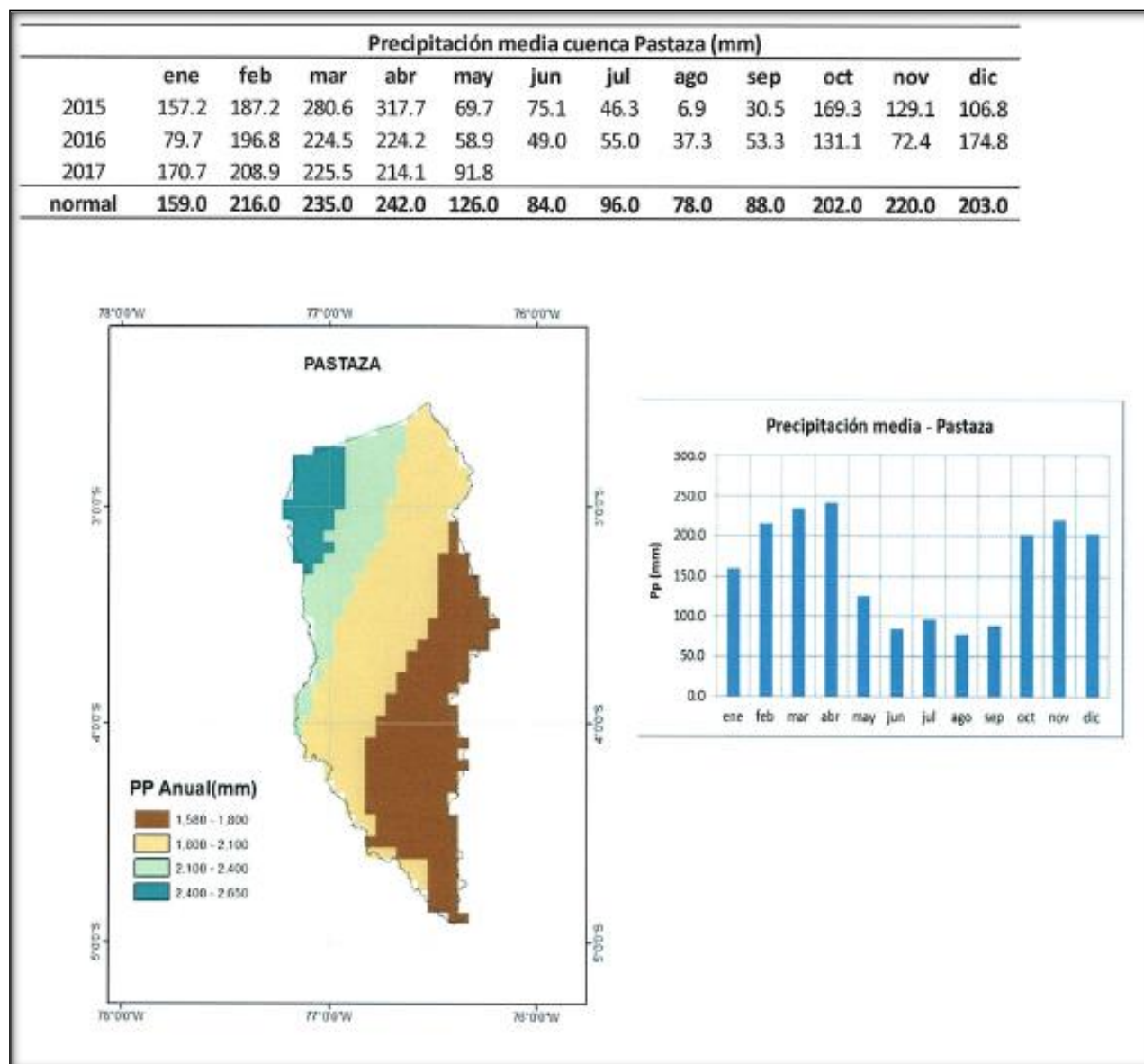


Figura 2-8. Distribución Espacial y Temporal de la Climatológica de Precipitación en la Cuenca Pastaza

Fuente: Informe Técnico: Régimen Hidrometeorológico y comportamiento de las precipitaciones en las cuencas de los ríos Tigre - Pastaza y Maraón para los años 2015,2016 y 2017, SENAMHI 2017.

En la **Figura 2-9**, se presenta la precipitación media multianual de la Estación Andoas, en la **Figura 2-10**, se presenta la comparación estación Soplin y estación PP247 Pastaza y en la **Figura 2-11**, se presenta la precipitación media multianual de la Estación Rocafuerte.

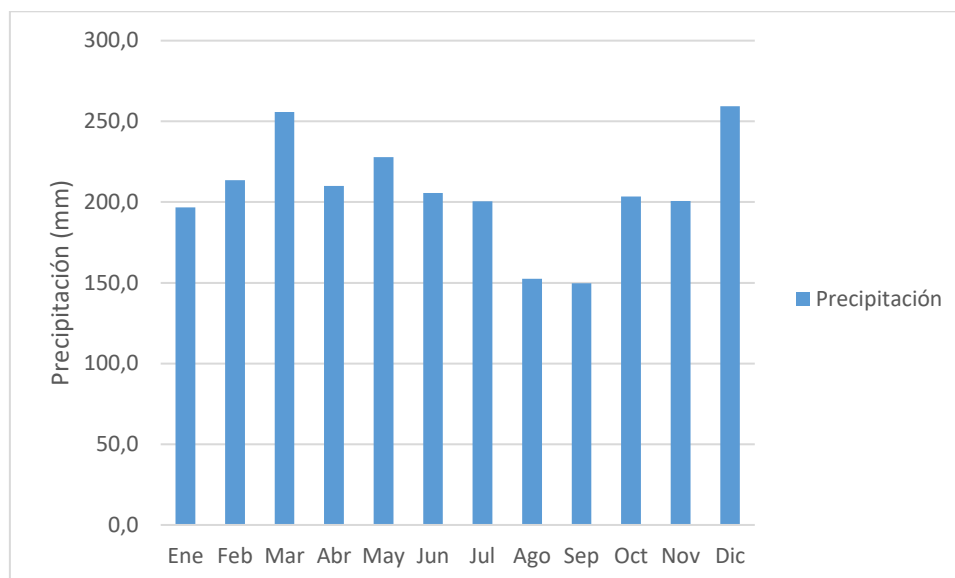


Figura 2-9. Precipitación Media Multianual Estación Andoas 2007-2017

Fuente: Niveles de río 2011- 2018 y pluviómetro 2006 – 2018 por Frontera Energy 2018.

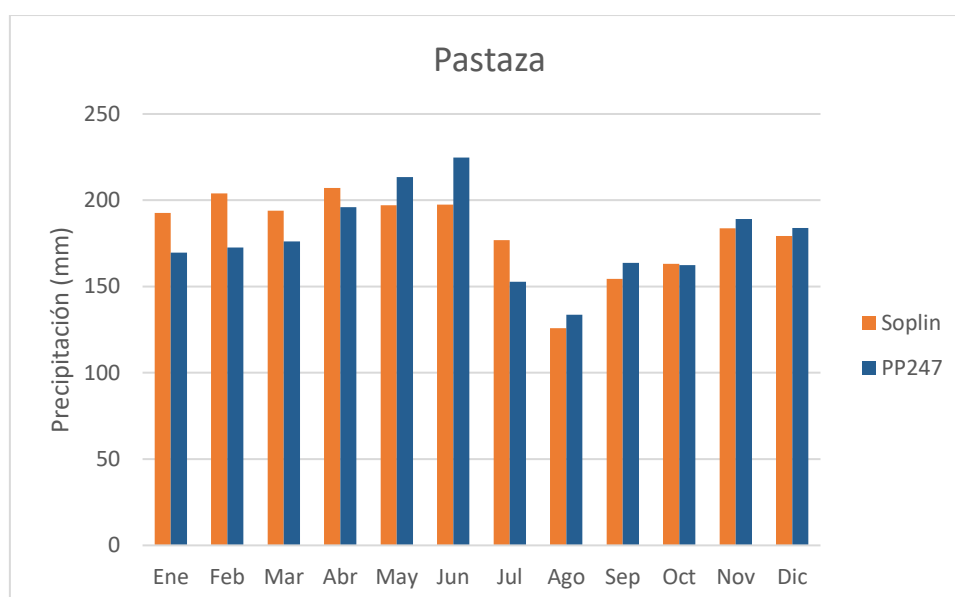


Figura 2-10. Precipitación Mensual Multianual Pastaza

Fuente: Determinación de los períodos húmedos y secos en función del régimen pluviométrico en las provincias de datem del Maraón y Alto Amazonas, Dirección Regional SENAMHI Loreto, Marzo 2012.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

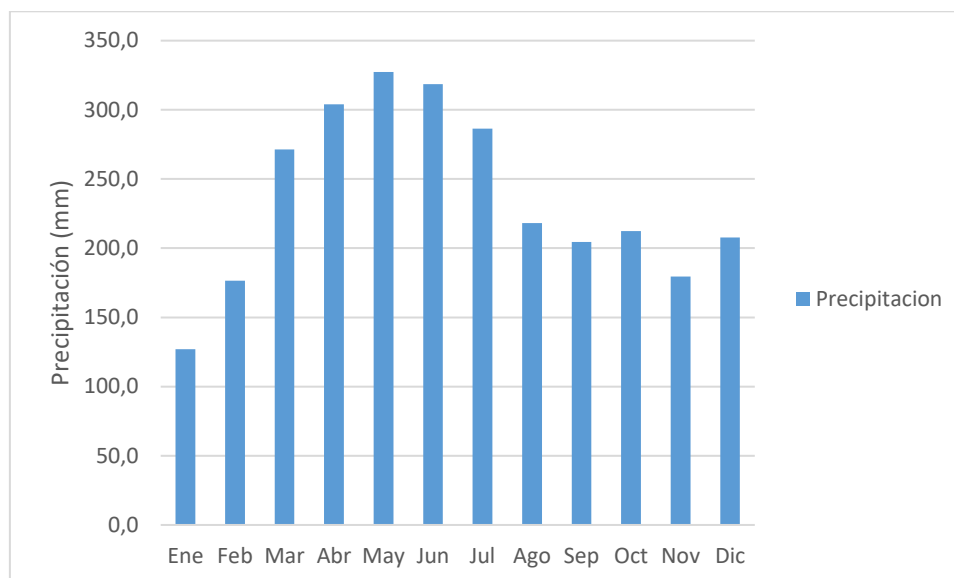


Figura 2-11. Precipitación Media Multianual Estación Nuevo Rocafuerte

Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012.

De acuerdo a los resultados presentados en las figuras anteriores, se observa que en la mayoría de estudios y estaciones el periodo de lluvia se presenta entre los meses de abril a junio, únicamente en el estudio realizado por el SENAMHI en los años 2015 y 2017, arrojo que el máximo periodo de lluvias ocurre en marzo, sin embargo, estos registros son limitados. Además, según la información analizada la época menos húmeda (registros de menor precipitación), se presenta en el periodo entre agosto y septiembre.

La temperatura en esta zona de estudio, se caracteriza por presentar poca variabilidad mensual y anual, donde la temperatura promedio anual corresponde a 25°C. Los valores mínimos de temperatura corresponden a 23°C, por lo cual se puede observar que las temperaturas tienen escasa oscilación, lo cual es ideal para el desarrollo de actividades agropecuarias en el área de estudio.

Considerando los registros de las estaciones meteorológicas del SENAMHI, el promedio anual de humedad relativa presenta valores similares entre sí, los cuales ascienden a 88,59%. Los registros demuestran que la humedad relativa es alta y constante durante todo el año; registrándose los valores máximos durante los meses de abril (90,10%), mientras que los valores mínimos se registran en el mes de agosto (86,9%).

En el área de estudio, los vientos son generalmente débiles todo el año, predominando las denominadas brisas suaves y calmas. En esta zona dominan los procesos de convergencia de vientos de los hemisferios norte y sur (vientos alisios). Esta faja funciona como una depresión donde convergen los vientos alisios de ambos hemisferios, consecuentemente, durante el verano, cuando la ZCIT (Zona de Convergencia Intertropical) está desplazada hacia el sur, los vientos que ingresan a la región proceden generalmente del NE; durante el invierno, en cambio; en la situación opuesta, los vientos predominantes proceden del SE.

Para el comportamiento de los vientos, se tuvieron en cuenta los datos suministrados por la Estación Trompeteros perteneciente al SENAMHI, la cual es la más cercana al área de estudio. En la **Tabla 2-3**, se presentan los datos de dirección y velocidad media del viento de la estación, se observan frecuentes datos de calmas (0 m/s), representando el 75% de los datos y las velocidades oscilan entre 1 y 2 m/s, cada una con diferentes direcciones, cabe mencionar que los datos presentados corresponden a los años de 1998-2002.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 2-3. Dirección y Velocidad Media de los Vientos en la Estación Trompeteros

Año	Dir./Vel.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1998	Dirección	C	C	WNW	WSW	C	C	C	C	E	C	C	C
	Velocidad	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1999	Dirección	N	WSW	C	ENE	C	C	C	C	Set	C	ENE	C
	Velocidad	1	2	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0
2000	Dirección	C	N	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Velocidad	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	Dirección	C	C	S/D	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Velocidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	Dirección	NNW	C	C	C	C	C	WNW	E	WSW	WSW	C	C
	Velocidad	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0

Fuente: Dirección Regional SENAMHI Loreto, 2012.

En la **Figura 2-12**, se observan las direcciones y velocidades promedios del viento, éstas según la escala de Beaufort, se clasifican como ventolinas y vientos flojos.

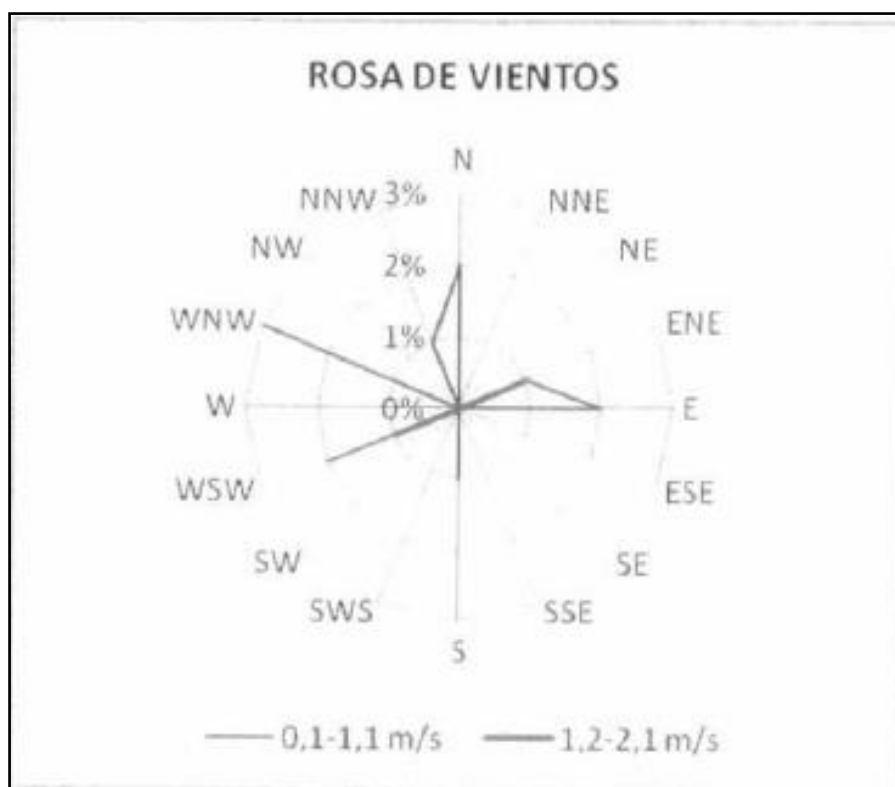


Figura 2-12. Dirección Predominante del Viento Promedio en la Estación Trompeteros

Fuente: Dirección Regional SENAMHI Loreto, 2012.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

2.2.6. Características del Suelo

Según la clasificación de la Capacidad de Uso Mayor del Suelo del ONERN-MINAM desarrollada en el año 1981, el suelo que se encuentra en el área del sitio, corresponde a tierra apta para producción forestal de limitado drenaje, calidad agrológica media y baja, el cual tiene una codificación **F3w – X**. Ver **Figura 2-13**.

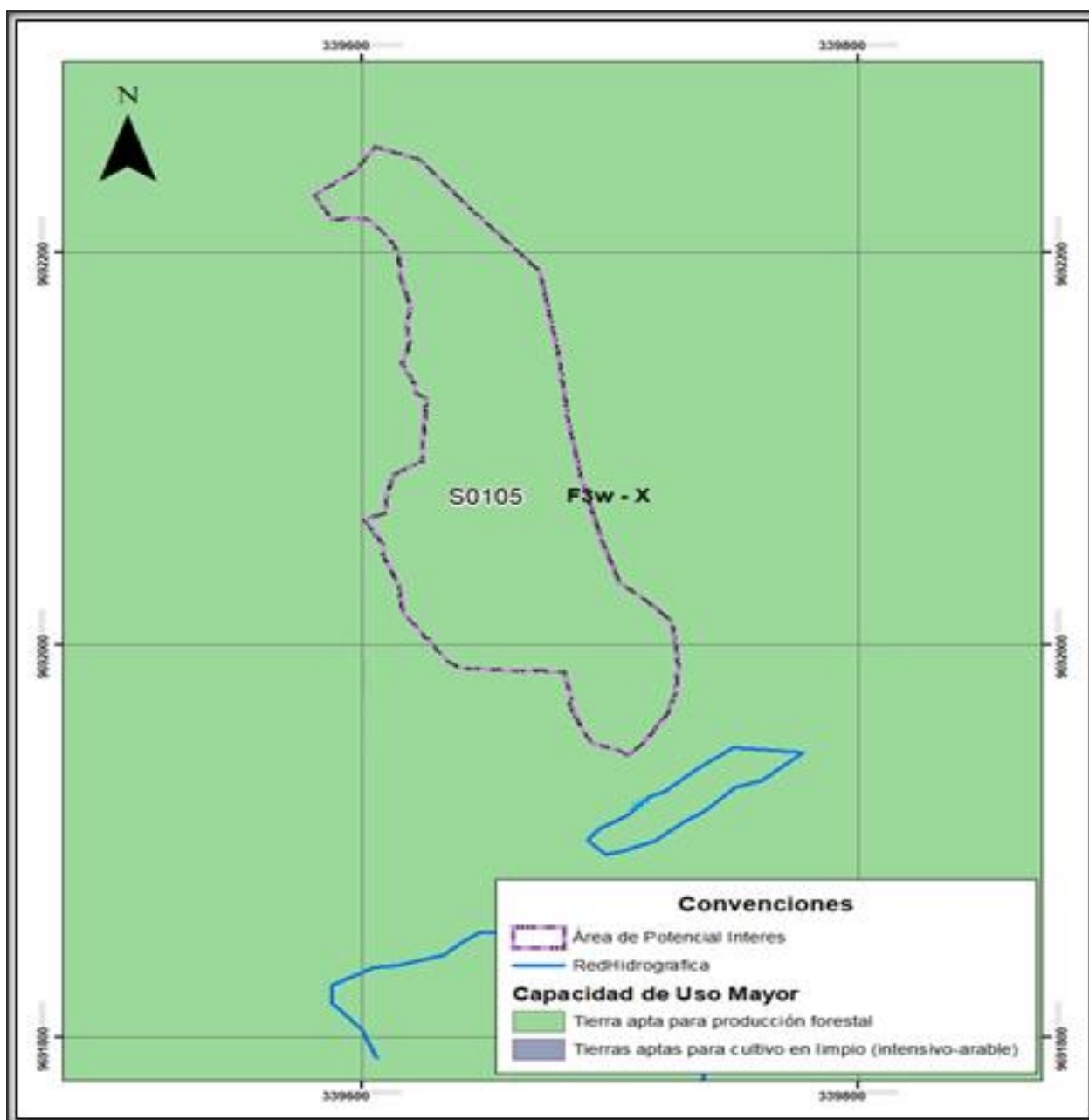


Figura 2-13. Capacidad de Uso Mayor del Suelo

Fuente: Tomado del ONERN-MINAGRI, 1981.

2.2.7. Cobertura Vegetal

Según el mapa nacional de coberturas vegetales de MINAM del año 2015, la cobertura vegetal se clasifica como selva baja o bosque de la región amazonia tropical, se configura como bosque abierto alto con estado sucesional de vegetación secundaria alta. El paisaje general es ondulado con

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

pendientes entre 2 y 7 % con vegetación pionera y heliofita, también se presentan también bajos inundables en la zona. En el **Anexo 6.1**, se encuentra el mapa de cobertura Vegetal con la ubicación del sitio S0105 (Botadero CS-32).

De acuerdo a lo observado en la etapa de reconocimiento se configuran los siguientes tipos de cobertura:

- **Bosque de colina baja:** Esta unidad de cobertura vegetal involucra a los bosques desarrollados en dos tipos de geoformas (colinas bajas y lomadas), en cuanto al bosque ubicado en las colinas bajas, cuya superficie es mucho mayor que el de las lomadas, se desarrolla en tierras originadas por acumulación fluvial muy antigua y que se presenta con diferentes grados de disección o erosión.
- **Bosque de terraza baja (Btb):** Según el mapa nacional de coberturas vegetales del MINAM, este tipo de cobertura boscosa se ubica en la llanura aluvial de la selva baja ocupando las terrazas bajas tanto recientes como sub-recientes (inundables) y las terrazas antiguas o terrazas medias (no inundables). Por lo general se ubican por debajo de los 5m. de altura respecto al nivel de las aguas y con pendiente de 0-2 %, formadas por sedimentos aluviónicos provenientes de los materiales acarreados por los ríos y quebradas que discurren depositados en el Cuaternario.

En lo que se refiere a la composición florística las principales familias identificadas fueron Euphorbiaceae con predominancia de la especie *Aparisthium cordatum* (Aparisthium), Annonaceae con predominancia de la especie *Guatteria* sp. 1 (*Carahuasca*), Melastomataceae con predominancia a la especie *Miconia* sp (cainillo) y de la familia Fabaceae con predominancia de la especie *Inga* sp. (Guaba).

En la **Figura 2-14**, se muestra la ubicación del área del sitio S0105 (Botadero CS-32), en el mapa ecológico del Perú desarrollado por ONERN en el año 1995, donde se observa que el sitio se ubica en una zona de vida correspondiente a bosque muy húmedo Premontano Tropical (transicional a bosque).

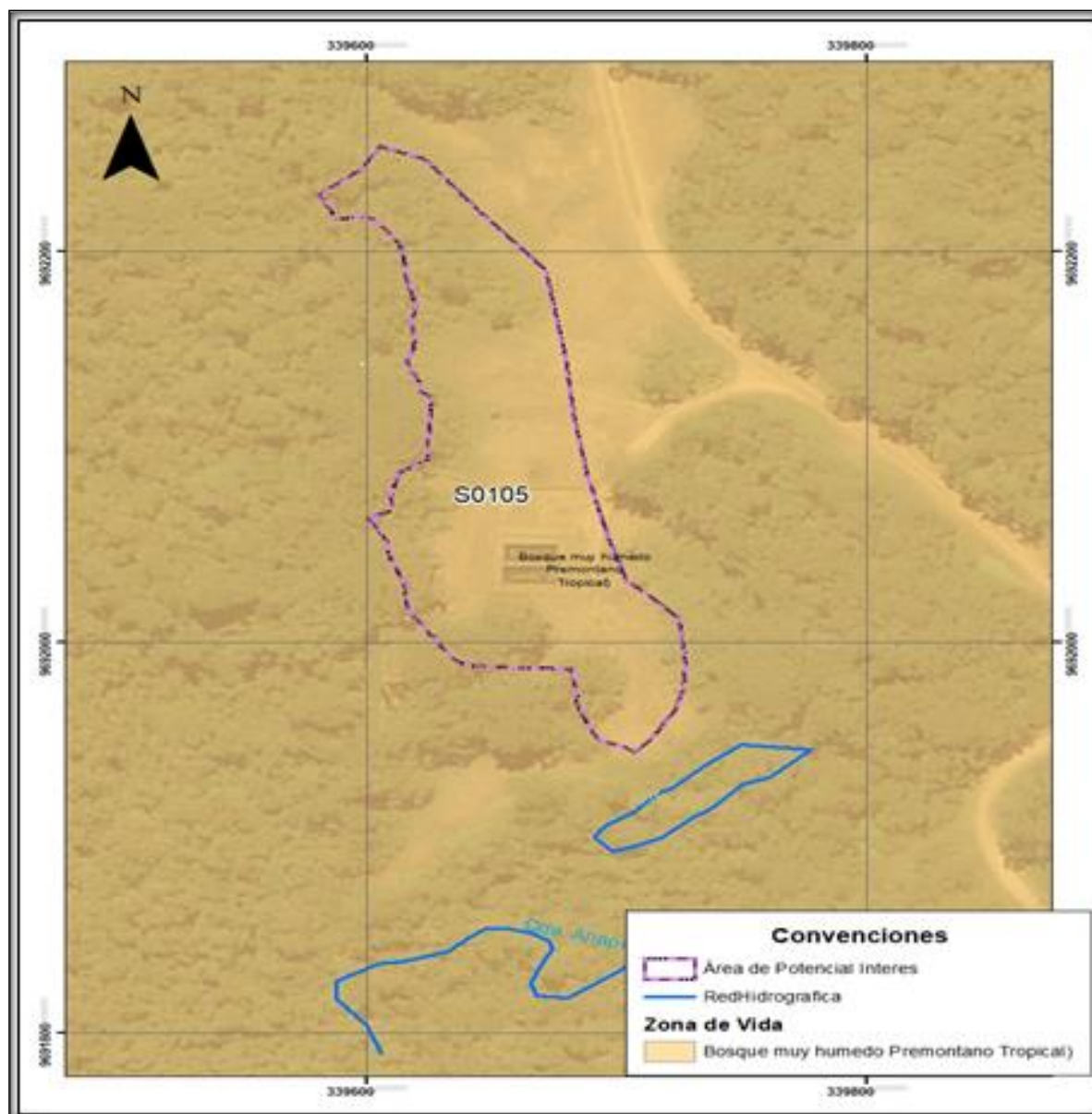


Figura 2-14. Zonas de Vida en el Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Fuente: Tomado del Mapa Ecológico del Perú y adoptado por Consorcio Ecodes – Varichem CEV, 2018 - Elaborado para FONAM – Fondo de Contingencia

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

2.3. Grupos de Interés (Actores Sociales y Claves)

En la actualidad las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, mantienen pendiente definir el área de terreno en el cual se ubica el Sitio S0105 (Botadero CS-32), debido a este inconveniente, ambas localidades reclaman este Sitio como parte de su jurisdicción. Por nuestra parte y para fines del presente documento, consideraremos a las CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, para el desarrollo del estudio del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir se encuentran ubicadas en el distrito de Andoas, provincia de Datem del Marañón, departamento y región de Loreto, al margen del río Pastaza.

Nuevo Andoas, está reconocida como Comunidad Nativa por el Ministerio de Cultura mediante Resolución Directoral N° 227-2007-GRL-DRA-L, desde el 17 de agosto del 2007. Perteneció a etnia quechua. Su territorio es el más extenso de las cuatro comunidades del estudio en la Cuenca del río Pastaza, aunque la localidad aún no cuenta con título de propiedad.

Por su parte, Nuevo Porvenir está reconocida como Comunidad Nativa por el Ministerio de Cultura mediante Resolución Directoral N° 306-098-MINAG-DRA. Perteneció a la etnia quechua y su territorio se encuentra saneado con el título de propiedad N° 007-2014-GRL-DRA-L, otorgado por la Dirección Regional de Agricultura de Loreto.

2.3.1. Metodología del Levantamiento de la Información Social

La recolección de información social se desarrolló mediante la aplicación de cuatro (4) herramientas de carácter cualitativo y participativo, nos referimos a la entrevista, ficha comunal, mapa parlante y talleres o reuniones con los pobladores. El objetivo de la aplicación de estas herramientas era recabar información de fuentes primarias correspondientes al ámbito social, económico, cultural, geográfico entre otros que nos permitan conocer, analizar e interpretar la realidad social de las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, así como también divulgar e informar sobre las actividades a realizar y los resultados de estas una vez fueron culminadas.

A continuación, se presentan las variables que consideraron las herramientas para el relevamiento de la información del componente social.

2.3.1.1. Ficha Comunal

Se elaboró un formato de relevamiento de información del componente social el cual contenía los siguientes aspectos:

- Datos generales.
- Características de la comunidad.
- Religión.
- Características de la vivienda.
- Servicios básicos.
- Servicios públicos.
- Trabajos colectivos.
- Medios de comunicación.
- Vías de acceso a la comunidad.
- Infraestructura pública y productiva.
- Zona de interés público.
- Actividades económicas.
- Organización comunal.
- Otros aspectos.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

En la **Tabla 2-4**, se presenta el contenido de la ficha comunal que se aplicó con las comunidades durante las actividades de campo y en el **Anexo 6.12** la ficha diligenciada correspondiente.

Tabla 2-4. Contenido Ficha Comunal

Ítem	Preguntas Semiestructuradas
Datos generales	¿Cuál es el nombre de la comunidad? ¿A qué pueblo indígena u originario pertenece la comunidad? ¿Qué lenguas se hablan en la comunidad? ¿Cuál de ellas se habla con más frecuencia (poner en orden)? ¿A cuál federación pertenece la comunidad? Anexos o sectores ¿Cómo se organiza la comunidad?, ¿Qué anexos o sectores tiene la comunidad? ¿Cuántas familias / personas viven en la comunidad? ¿Cuántos comuneros hay en la comunidad? ¿Cuántas familias no son indígenas?
Características de la comunidad	Año de creación ¿En qué año se creó la comunidad? Situación jurídica actual Tenencia de la tierra ¿Cómo se distribuye la tierra?
Religión	Evangélica, católica, adventista, ¿Otra?
Características de la vivienda	Paredes Techos Pisos
Servicios básicos	Agua para consumo Desagüe Energía eléctrica Manejo de residuos
Servicios públicos	Tipo de establecimiento (posta, centro educativo, botiquín comunal) Ubicación (en la comunidad o el más cercano) Estado Principales enfermedades en la comunidad Registro civil, Juzgado de paz
Trabajos colectivos	Nombre del trabajo Tipo de trabajo Actividades realizadas Frecuencia
Comunicaciones	Teléfono, Radio, TV, Internet
Vías de acceso a la comunidad	Localidad Tipo de vía Tipo de transporte Distancia
Infraestructura pública y productiva	Tipo Cantidad Frecuencia de uso
Zona de interés público (lugares de importancia con valor cultural y social)	Tipo y nombre Ubicación Uso Estado
Actividades económicas	Agricultura Ganadería Caza Pesca Comercio y servicios Empresas comunales
Organización comunal	Nombre de la autoridad principal Pueblo indígena Tiempo de gestión

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Ítem	Preguntas Semiestructuradas
	Tiempo de renovación

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.1.2. Entrevistas

Para recolectar información de fuente primaria, se realizaron entrevistas en campo, dichas entrevistas estaban basadas en una serie de preguntas guía, (Ver **Anexo 6.12**) con el objetivo de relevar información general sobre la comunidad e identificar la percepción de los entrevistados sobre la problemática existente y la ejecución del proyecto. Previamente con la información recolectada con el APU se identificaron a los actores claves principales de la comunidad tales como la Madre Indígena, el Teniente Gobernador y el Agente Municipal, así mismo otras personas con diferentes roles en la comunidad (encargado puesto de salud o comerciante), a quienes se les realizó dicha entrevista (Ver **Fotografía 2-1 Nuevo Andoas y Fotografía 2-2 Nuevo Porvenir**); así mismo, se realizaron otras entrevistas a pobladores de la comunidad y monitores ambientales, en la fase de reconocimiento cuya la información se registró por medio de un formato respectivo. Estos soportes se encuentran en el **Anexo 6.12**.



Fotografía 2-1. Entrevista con el Encargado Puesto de Salud y Comerciante

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.



Fotografía 2-2. Entrevista con el APU y Junta Directiva

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

2.3.1.3. Mapas Parlantes

Se desarrolló la técnica del mapa parlante con la participación de las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, por separado, esta técnica permitió que los pobladores participantes expresen y plasmen por si mismos toda la información necesaria de su comunidad respectiva y su entorno, lo cual nos permitió representar gráficamente a cada comunidad y sus recursos, así como la información socioeconómica, cultural, entre otras. En mayor detalle, se pudo obtener la percepción de los pobladores respecto a la problemática ambiental, su relación con el entorno y el sitio impactado, logrando así ubicar espacialmente aquellas zonas de importancia para las comunidades (zonas de caza, pesca, localización de zonas agrícolas y chacras, puntos de referencia), ubicación de infraestructura petrolera y la influencia que existe entre el sitio impactado y cada Comunidad Nativa. Durante el ejercicio se logró recolectar información que posteriormente fue documentada para el proyecto.

De otra parte, es importante resaltar que los talleres realizados en ambas comunidades, la participación en las charlas de seguridad, la participación en las charlas del código de conducta y otros espacios en los cuales participamos, representaron una fuente importante de información social; estas actividades se realizaron en la visita de reconocimiento en ambas comunidades, en la etapa de muestreo de la época húmeda y en la etapa de muestreo de la época seca (menos húmeda). En dichos espacios se identificaron las percepciones de ambas comunidades sobre el trabajo a realizar y se recolectaron sus dudas o aportes.

2.3.1.4. Talleres y Reuniones Informativas

En las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo porvenir se llevaron a cabo dos (2) Talleres de Difusión y dos (2) Reuniones Informativas respectivamente, las cuales en orden cronológico se describen a continuación, relacionando los principales objetivos de cada espacio. Así mismo en el **Anexo 6.12** se encuentra el registro fotográfico de estas actividades de divulgación e información con la comunidad, así como también en el **Anexo 6.13** se encuentran las respectivas actas generadas.

- En el mes de enero del año 2018, se realizó la primera Reunión Informativa para dar inicio a la fase de reconocimiento, en la cual se realizó la presentación del grupo técnico del Consorcio CEV a la comunidad y se explicaron cada una de las actividades a desarrollar consistentes en el levantamiento de información primaria de cada uno de los sitios impactados y su relación con la Comunidad Nativa.
- En el mes de abril de 2018, se desarrolló el Taller de Ingreso, previo al muestreo de época húmeda, el cual consistió en dividir el auditorio en cuatro (4) grupos por cada área técnica (una de suelo y Sondeo Eléctrico Vertical, otra de perforación y agua subterránea, otra para agua superficial y otra para fauna y flora), en los cuales se explicaban sus actividades paso a paso con diagramas plasmados en papelotes construidos en equipo; posteriormente un líder comunero de cada grupo, divulgó al resto de los asistentes de la comunidad, los principales aspectos que realizaría cada frente de trabajo en cada uno de los componentes a muestrear de los sitios impactados.
- El tercer espacio llevado a cabo en el mes de agosto de 2018, fue la Reunión Informativa desarrollada para divulgar los resultados del muestreo de época húmeda e informar las actividades propias de la siguiente fase correspondiente al muestreo de época seca.
- En el mes de Julio de 2019, se llevó a cabo el Taller de Salida, que consiste en la socialización de los resultados finales de la caracterización del sitio impactado y la presentación oficial de la alternativa de remediación definida, conformando así la divulgación del Plan de Rehabilitación.

Otros espacios de participación con la comunidad fueron las charlas diarias de seguridad, la actividad lúdica por la celebración del día de trabajo y en general las actividades propias relacionadas con las

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

labores diarias de cada frente de trabajo, los cuales generan una interacción entre comuneros y grupo técnico sirviendo también como fuente importante de información social.

2.3.2. Demografía y población

Se realizó la recopilación de la información demográfica de las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, obteniéndose la siguiente información relevante de cada comunidad.

Según el documento Directorio Nacional de Centros Poblados del INEI, el cual compila Los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la Comunidad Nativa Nuevo Andoas reconocida como tal por Resolución Directoral N° 227-2007-GRL-DRA-L; registra una población censada de 825 habitantes, de la cual 422 son mujeres y 403 son varones, distribuidos en 255 viviendas. Por nuestra parte y según la ficha comunal aplicada durante nuestra visita de campo, la Comunidad Nativa Nuevo Andoas registra una población estimada de 1598 habitantes; la diferencia entre ambos datos puede deberse a migraciones o ausencias temporales de algunos pobladores, por lo que se considera que ambos datos deben tenerse en cuenta para fines del presente documento.

Según el sistema de consultas de centros poblados del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir registra una población censada de 300 habitantes, distribuidos en 50 viviendas. Por nuestra parte y según la ficha comunal aplicada durante nuestra visita de campo, registramos la cantidad de 300 habitantes. Nuevo Porvenir está reconocida como Comunidad Nativa por el Ministerio de Cultura mediante la Resolución Directoral N° 306-098-MINAG-DRA. Su territorio se encuentra saneado con el título de propiedad N° 007-2014-GRL-DRA-L, otorgado por la Dirección Regional de Agricultura de Loreto. La Comunidad Nativas Nuevo Porvenir pertenece a la etnia quechua.

En la **Tabla 2-5**, se muestran las distancias entre el Sitio S0105 (Botadero CS-32) y la Comunidad Nativa Nuevo Andoas.

En el **Anexo 6.2**, se encuentra el mapa con la ubicación de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas cercana al Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 2-5. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nativa Nuevo Andoas

Ubicación Del Sitio en Relación a la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas				
N°	Nombre del Sitio Impactado - FONAM	Código del Sitio Impactado- OEFA	Distancia en Línea Recta a la CC.NN. Nuevo Andoas	Distancia por Acceso Terrestre a la CC.NN. Nuevo Andoas
1	Botadero CS-32	S0105	3,1 km Dirección Suroeste	7,7 km

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 2-6**, se muestran las distancias entre el Sitio S0105 (Botadero CS-32) y la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir.

En el **Anexo 6.2**, se encuentra el mapa con la ubicación de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir cercana al S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 2-6. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nuevo Porvenir

Ubicación del Sitio en Relación a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir				
N°	Nombre del Sitio Impactado - FONAM	Código del Sitio Impactado- OEFA	Distancia en Línea Recta a la CC.NN. Nuevo Porvenir	Distancia Por Acceso Terrestre a la CC.NN. Nuevo Porvenir
1	Botadero CS-32	S0105	3,5 km Dirección Suroeste	7,7 km

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

2.3.2.1. Información General de la Comunidad

La información referente a las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, se generó mediante la intervención directa en campo como fuentes primarias, mientras que como fuentes secundarias se empleó la búsqueda de información existente en documentos de consulta e internet.

Nuestra intervención se basó en la Guía de Relaciones Comunitarias, Sub Sectores Electricidad, Hidrocarburos y Minería del Ministerio de Energía y Minas, en los cuales se establecen los procedimientos de acercamiento recomendable respecto a una comunidad o población, los cuales se desarrollaron con éxito para el acopio de información social, visitas y entrevistas a las autoridades comunales y otros de interés del proyecto que nos permitieron generar la siguiente información:

- **Pueblo Indígena:** Quechua
- **Grupo étnico:** Quechua
- **Lengua indígena:** Quechua
- **Organización:** FEDIQUEP – Federación Indígena Quechua del Pastaza.
- **Situación jurídica:** La Comunidad Nativa Nuevo Andoas fue fundada en el 1971 (poblado), posee reconocimiento como Comunidad Nativa otorgado mediante R.D. Nº 227- 2007-GRL-DRA-L; desde el 17 de agosto del 2007 (No tiene Título de Propiedad).
La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir está reconocida como Comunidad Nativa por el Ministerio de Cultura mediante la Resolución Directoral Nº 306-098-MINAG-DRA. Posee título de propiedad Nº 007-2014-GRL-DRA-L, otorgado por la Dirección Regional de Agricultura de Loreto
- **Ubicación:** Las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, se ubican en el distrito de Andoas, provincia de Datem del Marañón, departamento y región Loreto.
- **Población:** C.N. Nuevo Andoas.
Fuente: INEI - Directorio Nacional de Centros Poblados 2017.- 825 habitantes.
Fuente: Ficha comunal - Censo interno. - 1598 habitantes.
C.N. Nuevo Porvenir.
Fuente: INEI, Sistema de Consultas de Centros Poblados. - 300 habitantes.
Fuente: Ficha Comunal – Censo interno: 300 habitantes.
- **Tradiciones:** Ambas comunidades practican técnicas ancestrales y tradicionales de caza y pesca, así como la medicina tradicional con plantas curativas.
- **Religión:** En ambas Comunidades Nativas se profesa las religiones católica y evangélica, prueba de ello es la existencia de un templo católico y uno evangélico.

2.3.3. Espacios Educativos

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas existen tres Instituciones Educativas en las cuales se imparte la educación básica regular. En todas las Instituciones Educativas se ha implementado el programa Educación Intercultural Bilingüe, es por ello que la UGEL – Alto Amazonas, ubicada en la ciudad de San Lorenzo, capital de la provincia del Datem del Marañón, designa maestros quechuas para los tres niveles de educación básica regular.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

La educación de nivel inicial-jardín que se imparte en la I.E.I. N° 64 “Nuevo Andoas” es de género mixto y registra una población estudiantil de 123 alumnos y 5 docentes. En la I.E.P. N° 62155 se imparte la educación primaria en la cual se registra una población escolar de 187 alumnos y 8 docentes. En la I.E. “Nuevo Andoas – CEBA” de nivel Secundaria se registran 148 alumnos y 8 docentes. Algunos estudiantes de Nuevo Andoas cuentan con medios económicos para trasladarse a Iquitos o Lima a estudiar la secundaria y/o estudios superiores.

El Programa Alimentario Escolar Qali Warma, está presente en las Instituciones Educativas de los tres niveles, donde provee de desayunos y almuerzo a los escolares de la Comunidad Nativa, por su parte los padres de familia afirman que existen problemas con la calidad de los productos y la insuficiencia de los mismos. Al interior de la comunidad se identificó el Club de Madres, organización encargada de la preparación y conservación de los recursos entregados por el programa Qali Warma, las mujeres integrantes se organizan diariamente para turnarse en la cocina y brindar la alimentación a los niños, factor que estimula la asistencia regular a clases. Todas las escuelas cuentan con Asociación de Padres de Familia (APAFA), quienes reciben los alimentos en la comunidad y son responsables de su disposición final.

Respecto al programa de Educación Intercultural Bilingüe (EIB), existe un cierto malestar en la gran parte de los padres de familia con relación a los docentes o maestros quechuas que designa la UGEL– Alto Amazonas, quienes en su mayoría son “mestizos” pues no son originarios de su etnia o cultura.

Respecto al programa de Educación Intercultural Bilingüe (EIB), existe un cierto malestar en parte de los padres de familia con relación a los docentes o maestros quechuas que designa la UGEL– Alto Amazonas, quienes en su mayoría son “mestizos” pues no son originarios de su etnia o cultura.

Respecto a la infraestructura y funcionamiento de las Instituciones Educativas se puede informar que hacen uso de aulas multigrado en el cual “juntan” dos o más grados; existe un notorio hacinamiento, el caso más saltante se registró en la I.E.P. N° 62155 “Nuevo Andoas”, en el cual deben organizarse en dos turnos, por falta de aulas, metodología que en la práctica acorta las horas de aprendizaje.

De acuerdo a la opinión general de padres de familia y docentes, se verifica que los resultados de la educación del ámbito de diagnóstico son deficientes. Las principales causas identificadas asociadas al problema del aprendizaje en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas son: desnutrición crónica, número de profesores reducido con respecto a la población estudiantil, infraestructura inadecuada y útiles escolares deficientes.

En la **Tabla 2-7**, se relacionan los de la población escolar distribuida en las instituciones educativas en la comunidad nativa de Nuevos Andoas el número de estudiantes y profesores por niveles se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 2-7. Distribución de Población Escolar y Características de Instituciones Educativas

Comunidad	Nivel	N° de Alumnos	N° de Profesores	Característica	Bilingües	Tipo de Infraestructura
CC.NN. Nuevo Andoas	Primaria	187	8	Polidocente Multigrado	Si	Material Noble
	Inicial – Jardín	123	5			
	Secundaria	148	8			

Nota: Consultado en enero 2019 en http://escale.minedu.gob.pe/uee/-/document_library_display/GMv7/view/5139631

Fuente: Tomado de Estadística de la Calidad Educativa - Escale, 2018.

Respecto a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, ubicamos la Institución Educativa N° 601529, en la cual se imparte la educación en los niveles inicial y primaria, registra una población estudiantil de 53 alumnos y 3 docentes. En el nivel inicial se contabilizan 22 alumnos y un docente, mientras que en el nivel primaria se contabilizan 31 alumnos y dos docentes, ambos niveles son de género mixto. Los alumnos que acceden al nivel secundaria deben trasladarse hasta la comunidad vecina de Nuevo Andoas, algunos estudiantes de la Comunidad que cuentan con medios económicos, se trasladan hasta las ciudades de Iquitos o Lima para estudiar la secundaria y/o estudios superiores.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

El Programa de Educación Intercultural Bilingüe está presente en la Institución Educativa N° 601529, es por ello que la UGEL – Alto Amazonas, ubicada en la ciudad de San Lorenzo, capital de la provincia del Datem del Marañón, designa maestros bilingües (castellano-quechua) para ambos niveles.

El Programa Alimentario Escolar Qali Warma, está presente en la Institución Educativa N° 601529, donde provee de desayunos y almuerzo a los escolares. Por su parte los padres de familia afirman que existen problemas con la calidad de los productos y la insuficiencia de los mismos. Al interior de la Comunidad se identificó el Club de Madres, organización encargada de la preparación y conservación de los recursos entregados por el programa Qali Warma, las mujeres integrantes se organizan diariamente para turnarse en la cocina y brindar la alimentación a los niños; factor que estimula la asistencia regular a clases. La escuela cuenta con Asociación de Padres de Familia (APAFA), quienes reciben los alimentos en la comunidad y son responsables de su disposición final.

Respecto a la infraestructura y funcionamiento de la Institución Educativa se puede informar que hacen uso de aulas multigrado en el cual existe un notorio deterioro de las instalaciones.

Así mismo de acuerdo a la opinión general de padres de familia y docentes, se verifica que los resultados de la educación del ámbito de diagnóstico son deficientes. Las principales causas identificadas asociados al problema del aprendizaje en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir son: desnutrición crónica, número de profesores reducido con respecto a la población estudiantil, infraestructura inadecuada y útiles escolares deficientes.

En la **Tabla 2-8**, se relacionan los de la población escolar distribuida en las instituciones educativas en la comunidad nativa de Nuevos Porvenir el número de estudiantes y profesores por niveles se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 2-8. Características en la Educación en la Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir

Comunidad	Nivel	N° de Alumnos	N° de Profesores	Característica	Bilingües	Tipo de Infraestructura
CC.NN. Nuevo Porvenir	Primaria	31	2	Polidocente Multigrado	Si	Material Noble
	Inicial - Jardín	22	1			

Nota: Consultado en enero 2019 en http://escale.minedu.gob.pe/uee/-/document_library_display/GMv7/view/5139631

Fuente: Tomado de Estadística de la Calidad Educativa- Escala, 2018.2018.

Con respecto a la transmisión indígena del conocimiento, el cual es un aprendizaje vivencial que parte de los conocimientos colectivos que cada individuo incorpora, se puede afirmar que la educación indígena tradicional se basa en experiencias vividas, por lo tanto, se transmite principalmente a partir del aprender haciendo (Mayor Aparicio & Bodmer, 2009)², es por esto que los padres transmiten las enseñanzas ancestrales a sus hijos desde muy temprana edad, en un primer momento desde los cero a los seis años están bajo el abrigo de la madre, quien les dotara de los conocimientos de las tareas de la casa y ayudar en las tareas hogareñas y de las actividades de siembra y cosecha en la chacra. Luego pasan al abrigo del padre, quien transmite las habilidades de caza, pesca y en general destrezas relacionadas con la vivencia en selva, invitando al niño a acompañarlo a estas actividades, con el fin que se interioricen de forma práctica.

Este traslado de conocimiento ancestral o de destrezas de la vivencia en selva, es integro como, por ejemplo, el conocer cómo identificar una buena vara de yuca, hasta como reconocer plantas medicinales, arboles maderables y frutales, tipos de pescados, animales de monte, formas de tránsito en bosque y río, además de fomentar valores para su vida cotidiana, así como también cual debe ser su comportamiento al interior de la comunidad para evitar exponerse a una sanción. (Rafael Karsten, Segunda edición 2000).

² Pueblos Indígenas de la Amazonia Peruana, Pedro Mayor Aparicio – Richard Bodmer, 2009.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

2.3.4. Salud

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas existe 01 Puesto de Salud, perteneciente a la Microred de Salud y Red de Salud Datem del Maraón - San Lorenzo, con categoría I-I); este establecimiento cuenta con un (1) médico y dos (2) enfermeras. También hay un centro de salud la cual es la Unidad Médica de la empresa operadora la cual atiende solo a emergencias, ubicada en las instalaciones del Lote 192 (Ex lote 1AB), que actualmente apoya de manera limitada. Por otro lado, la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir no cuenta con un establecimiento de salud, los pobladores que desean acceder a este servicio, se deben trasladar al Puesto de Salud "Nuevo Andoas" por ser el más cercano a su comunidad dentro de la cuenca del río Pastaza.

La Comunidad no cuenta con una hidroambulancia, para lo cual se recurre al operador del lote o alguna empresa contratista para las evacuaciones de emergencia médica. También se presentan casos por problemas infecciosos del grupo IRA (Infecciones Respiratorias Agudas) y EDA (Enfermedades Diarreicas Agudas), en niños menores de cinco (5) años; esta última podría estar asociada a factores del entorno (disposición inadecuada de residuos y/o presencia de vectores) y el consumo de agua no tratada, como también a posibles deficiencias en la higiene de preparación de alimentos y/o lavado de manos, asociado a la ausencia de un eficiente sistema de desagüe y tratamiento de aguas residuales domésticas.

La situación relacionada con las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), fue evidenciada en el año 2014 con la Declaratoria de Emergencia Sanitaria, Decreto Supremo No. 006-2014-SA, formulada para las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre, que evidencio la carencia de sistemas de abastecimiento de agua apta para el consumo humano en diversas localidades dentro del ámbito territorial o que, contando con dichos sistemas, no estaban funcionando adecuadamente, lo que conlleva a que la población consumiera agua que mostraba valores que no cumplían los límites máximos permisibles para el consumo humano, de conformidad con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

En las poblaciones indígenas la relación entre salud y enfermedad ha estado vinculada a procesos curativos efectuados por curanderos, chamanes y especialistas locales con conocimiento en el uso de plantas medicinales. Así mismo, son las madres y las abuelas quienes manejan un conocimiento de plantas y otros recursos curativos para enfermedades no tan graves y cotidianas (PNUD, 2018)³.

En la **Tabla 2-9**, se presentan las enfermedades que se tratan en el puesto de salud Nuevo Andoas.

Tabla 2-9. Enfermedades Tratadas en Puesto de Salud "Nuevo Andoas"

Puesto De Salud Nuevo Andoas	
Ítem	Descripción
Morbilidad	- IRAs, EDAs, Malaria, VIH, Sífilis, Hepatitis B. el índice de desnutrición alcanza el 80% en niños. - Se registraron casos de diarreas severas por ingesta de pescado contaminado.
Salud infantil	- Gracias al Programa Juntos, las madres acuden de manera regular al control de rutina de sus niños. - Alta desnutrición y anemia infantil; alimentación rica en carbohidratos (yuca), poca carne y verduras.

Nota: Consultado durante la visita a campo en época húmeda abril, 2018.

Fuente: Información recabada del Puesto de Salud "Nuevo Andoas".

2.3.5. Servicios Básicos

2.3.5.1. Características de las viviendas

Las características de las viviendas entre las comunidades de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, presentan diferencias significativas por todo lo observado e identificado durante nuestra visita de

³ Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.10 Salud, 2018.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

campo. A continuación, se especifican las características de las viviendas en las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir.

Las viviendas ubicadas en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, en su gran mayoría son de material noble (ladrillo y concreto), pero aún se pueden identificar viviendas que hacen uso de la madera como materia prima para la construcción de paredes y pisos, nos referimos a las viviendas que se ubican cercanas al río, las cuales se caracterizan por presentar pisos altos o elevados con relación al nivel del suelo, esto es con el fin de protegerse de las crecidas del río y otros factores climáticos. Las viviendas ubicadas en las zonas céntricas de la comunidad (plaza y principales calles) tienen en su gran mayoría techos y paredes de concreto. El interior se caracteriza por un espacio amplio ubicado a la entrada de la vivienda, los pisos están hecho a base de acabos de cerámicas y losetas. Seguido se ubican las habitaciones de los pobladores; los servicios higiénicos y cocina son espacios independientes ubicados al exterior del área de dormitorios.

De acuerdo con la información recolectada se observó que los materiales de construcción de mayor uso en las viviendas son:

- **Paredes:** Las paredes son de concreto, una minoría cuenta con paredes de madera.
- **Techos:** Los techos son de concreto, una minoría tiene techos de calamina y hojas de palmera.
- **Pisos:** Los pisos de las viviendas en su mayoría son de cerámica y loseta, una minoría presenta pisos de madera con elevación en relación al nivel del suelo (cercanos al río).

Para el caso de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, predomina el uso de la madera, como materia prima principal para la construcción de las paredes, techos y pisos de las viviendas. Una característica general que presentan la totalidad de las viviendas, es la elevación de sus pisos con relación al nivel del suelo, en la cual se puede notar una altura aproximada de hasta un (1) metro, los pobladores indican que esta es una medida preventiva para protegerse de las crecidas de ríos u otros factores del clima. Los techos de las viviendas son generalmente de calaminas, hojas de palmeras o madera. El interior se caracteriza por presentar un espacio amplio ubicado al ingreso o entrada de la vivienda, la cual en su mayoría se utiliza como almacén de alimentos no perecibles, herramientas, entre otros. Seguido se ubican las habitaciones y en espacios independientes encontramos los servicios higiénicos y la cocina, que están más relacionados con las huertas de las viviendas, donde realizan el lavado de prendas.

De acuerdo con la información recolectada se observó que los materiales de construcción de mayor uso en las viviendas son:

- **Paredes:** Elaboradas en su mayoría de madera.
- **Techos:** En su mayoría son cubiertos por planchas de calamina, hojas de palmera o madera.
- **Pisos:** Son de madera, elevado con relación al nivel del suelo.

Si bien las viviendas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir carecen de ciertos servicios básicos, la provisión permanente de electricidad facilita el uso masivo de televisores con antena de cable y radios utilizados para escuchar música, ya que la sintonía de emisoras es de baja calidad y celulares.

Cabe destacar que dentro del concepto indígena la vivienda no se limita específicamente al conjunto habitacional; este se extiende al territorio de la comunidad en general, el cual es su “vivienda” donde se desarrollan sus actividades cotidianas y de interacción con demás pobladores y elementos del entorno.

Para las poblaciones indígenas amazónicas, los territorios constituyen hábitats integrales donde el medio ambiente y las prácticas culturales se articulan para su subsistencia. Ellas dependen directamente de las tierras para desarrollar sus diferentes actividades productivas y simbólicas. Para

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

los indígenas Quechua, Achuar y Kichwa del Pastaza, Corrientes y Tigre, los territorios donde habitan y han habitado están intrínsecamente relacionados con sus modos de vida y cosmovisión⁴.

Para los indígenas el territorio es el embrión que dio origen a la existencia de pueblos con culturas e identidad propia. Si no tienen territorio, se consideran pueblos indígenas sin vida y, por tanto, sentenciados a ser exterminados (Mayor Aparicio & Bodmer, 2009)

2.3.5.2. Agua y Saneamiento

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas el sistema de saneamiento básico carece de conexiones de desagüe y disposición de residuos, por lo que las servidas son directamente vertidas al río Pastaza. Además, cuenta con un punto de agua tratada instalado por la empresa INCLAM en el año 2015, en el marco del Programa de Saneamiento Rural (PNSR) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. La captación de agua es del río Pastaza, el cual se bombea hacia la planta de tratamiento operada por INCLAM, y esta a su vez, destinada el agua tratada a la comunidad a través de piletas de agua.

La Municipalidad Distrital de Nuevo Andoas está gestionando el proyecto para la instalación de los servicios de agua potable, saneamiento y tratamiento de aguas residuales, para las localidades y Comunidades pertenecientes a la jurisdicción de Nuevo Andoas.

Las entrevistas realizadas en la Comunidad nos permitieron identificar las fuentes de abastecimiento de agua de las familias en Nuevo Andoas, muchas familias obtienen el agua de pozos artesianos ubicados en sus viviendas, del cual hacen uso para su consumo, lavado de servicios de cocina y otros; para consumir el agua vierten cloro y dejan asentar durante cuatro (4) días, luego de este plazo recién hacen uso del agua. Los comerciantes o quienes tienen más recursos, cuentan con pozos tubulares y hacen el mismo sistema de tratamiento en el pozo (uso de lejía); en algunos casos de familias cercanas hacen uso del agua del Punto de Abastecimiento Andoas 1 (Picachu).

Los desagües de las viviendas están conectados mediante tuberías que desembocan directamente al río Pastaza, la mayoría de las viviendas cuentan con servicios higiénicos en sus domicilios, mientras que la minoría con silos.

En la **Tabla 2-10**, se muestra la ubicación de abastecimiento y tratamiento de Agua en Nuevo Andoas.

Tabla 2-10. Ubicación de Abastecimiento y Tratamiento de Agua

Nombre	Coordenadas (UTM) WGS84 Zona 18 S		Altitud (m)
	Este	Norte	
Bomba de Agua INCLAN Andoas 1	337299	9689780	215
Captación de Agua INCLAN Andoas 1	337291	9689778	210
Desagüe Andoas 1	337281	9689787	211
Abastecimiento Andoas 1 (Picachu)	337282	9689838	221
Planta de Agua INCLAN Andoas 1	337293	9689897	236
Tanque Elevado Andoas	337370	9689915	214
Fuente de Agua Andoas	337222	9689832	214
Pozo Artesiano Andoas	337507	9689905	235
Quebrada división Andoas/Porvenir	337143	9689841	215
Pileta 1 (no funciona)	337223	9689837	214

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

⁴ Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.4 Comunidad y Territorio, 2018.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

En el caso de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, el sistema de saneamiento básico carece de conexiones de agua potable, desagüe y sistema de disposición de residuos. La falta de tratamiento al agua destinada para el consumo humano (preparación de alimentos y aseo personal), fomenta la alta incidencia en enfermedades gastrointestinales.

La comunidad cuenta con un punto de agua tratada instalado por la empresa INCLAM el año 2015, en el marco del Programa de Saneamiento Rural (PNSR) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. La captación de agua es del río Pastaza, el cual se bombea hacia la planta de tratamiento operada por INCLAM, esta a su vez es destinada como agua tratada a la población a través de piletas de agua.

Las familias de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir manifestaron que cuentan con agua para consumo humano, la cual obtienen directamente desde las piletas cercanas a sus domicilios, estas son empleadas para el lavado de servicios de cocina y otros de uso doméstico, algunas familias realizan el consumo directo de la fuente y solo algunos usan desinfección del agua mediante la aplicación de cloro.

Los desagües de las viviendas están conectados mediante tuberías que desembocan directamente al río Pastaza, la mayoría de las viviendas cuentan con servicios higiénicos en sus domicilios, mientras que la minoría con silos.

2.3.5.3. Electrificación

Las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, durante el periodo de permanencia de la empresa Pluspetrol, se abastecía de energía mediante un generador independiente, la instalación y conexiones domiciliarias fueron realizadas por el Gobierno Regional de Loreto. Los comerciantes locales (tiendas, bodegas o establecimientos) pagaban un monto de 10 soles mensuales por consumo de energía, mientras que los moradores de las viviendas aportaban 5 soles, estos pagos se destinaban al mantenimiento del sistema o red.

En la actualidad las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, se abastecen de energía eléctrica las veinticuatro (24) horas del día a través del sistema eléctrico de la Empresa Operadora del Lote 192 (Ex lote 1AB). Este servicio solo beneficia a las comunidades de Nuevo Andoas, Nuevo Porvenir y Los Jardines. En el Sitio S0105 (Botadero CS-32) no se cuenta con energía eléctrica.

2.3.6. Comunicación

La Comunidad Nativa Nuevo Andoas cuenta con señal celular óptima de los operadores Claro y Movistar. Alrededor de un 80% de familias cuentan con equipos de radio, televisor y comunicación celular. En la comunidad se pueden encontrar un negocio local que brinda servicio de cabinas de internet de velocidad limitada, el negocio cuenta actualmente con dos (2) computadoras, además el local municipal (sede) también cuenta con servicio de internet.

La Comunidad Nativa Nuevo Andoas cuenta con una antena repetidora mediante el cual acceden al servicio de internet. Este beneficio es posible, debido a un acuerdo o convenio que la comunidad tiene con la empresa operadora del Lote 192 (Ex lote 1AB).

En la **Tabla 2-11**, se presenta información acerca de las opciones o infraestructura de comunicación en la comunidad.

Tabla 2-11. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas

Comunidad Nativa	Comunicaciones			
	Señal de Celular (voz)	Internet	Radio	Televisión
CC.NN. Nuevo Andoas	1. Movistar 2. Claro	- Internet móvil: Movistar	Se sintoniza RPP Noticias.	Se sintoniza con cable Direct TV.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Comunidad Nativa	Comunicaciones			
	Señal de Celular (voz)	Internet	Radio	Televisión
		- Internet fijo: Cabina y local de municipalidad distrital; velocidad limitada.	La mayoría de viviendas tienen equipo de radio.	La mayoría de viviendas tienen televisores.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir cuenta con señal celular óptima de los operadores Claro y Movistar. La mayoría de familias cuenta con equipos de radio televisor y comunicación celular, no cuentan con acceso a internet.

A continuación, en la **Tabla 2-12**, se presenta información acerca de las opciones o infraestructura de comunicación en la comunidad.

Tabla 2-12. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir

Comunidad Nativa	Comunicaciones			
	Señal de celular (voz)	Internet	Radio	Televisión
CC.NN. Nuevo Porvenir	1. Movistar 2. Claro	No	Se sintonizan RPP Noticias. Mayoría de familias tienen equipo (música con USB).	Se sintoniza con cable Direct TV. Mayoría tienen equipo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.7. Vías de Transporte

Las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, cuentan con las siguientes vías de transporte:

- **Vía Aérea:** El aeropuerto, que forma parte de las instalaciones del Lote 192 (Ex lote 1AB), está ubicado en la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas. En la actualidad la empresa operadora Frontera Energy contrata con la Aerolínea LCP Perú, la salida de dos vuelos semanales, programado los días lunes y viernes, para el traslado de su personal. Conforme a los acuerdos firmados con las comunidades del área de influencia directa, la empresa otorga cupos de vuelo gratuitos a la población local, en coordinación con las autoridades comunales en casos fortuitos.

La unidad aérea parte de la ciudad de Lima con destino a la Comunidad Nativa Nuevo Andoas en un viaje que dura dos (2) horas de vuelo aproximadamente, luego se dirige a la ciudad de Iquitos en un viaje que dura una (1) hora de vuelo aproximadamente, luego retorna a la comunidad de Nuevo Andoas, y finalmente a la ciudad de Lima.

Los pobladores de las Comunidades Nativas de Nuevo Porvenir, Los Jardines y Titiyacu, también hacen uso del aeropuerto ubicado en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas.

- **Vía Fluvial:** Es la principal vía de conexión al distrito Andoas y a la capital de la provincia de San Lorenzo, así como a las ciudades de Yurimaguas e Iquitos. El eje principal está formado por los ríos Marañón y Pastaza, navegables durante todo el año. El tiempo de navegación entre San Lorenzo y Andoas es de 9 horas en un deslizador de motor 150HP a 200HP, y de hasta 3 días en un motor tipo peque de 15HP.

Durante la época húmeda (creciente), la cual inicia en abril-mayo, se inundan extensas áreas de selva baja, su cauce es inestable, con frecuencia abandona antiguos cauces, abriendo otros

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

nuevos. Los cauces abandonados fomentan lagos en formas de herraduras, tienen abundante caudal garantizando la navegación.

Durante la época seca (menos húmeda – vaciante) que corresponden a los meses de julio/septiembre, las condiciones de navegación en los ríos es variable y estacional, cuando se presentan restricciones significa mayores costos, sea por pérdida de tiempo en navegación, posibles daños a las naves, pérdida de profundidad en los canales de acceso a los puertos, etc.

Ambas comunidades hacen uso de estas opciones y medios de comunicación fluvial en la zona.

- Vía Terrestre:** Existen vías terrestres, carreteras y caminos que conectan a las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, así mismo; estas se conectan con otras comunidades mediante las trochas, carreteras afirmadas u otros similares, las cuales fueron construidas por las empresas operadoras para el acceso a las instalaciones industriales tales como baterías y locaciones o pozos. Las condiciones de dichas vías se ven deslucidas con el alto tráfico de vehículos maquinaria pesada o las condiciones climáticas, pues en época húmeda en algunos sectores no se puede transitar o en el mejor de los casos se dificulta el tránsito. Desde la Comunidad Nativa Nuevo Andoas hasta la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, se puede acceder vía terrestre en un tiempo de 15 a 20 minutos. Adicionalmente existe una vía nacional que comunica las cuencas Pastaza, Corrientes y Tigre con sus respectivas comunidades. Desde Nuevo Andoas hasta la comunidad de Olaya existen una distancia de 58 km, y hasta la comunidad del 12 de octubre existe una distancia de 119 km. Esta vía no es transitable durante todo el año, en época húmeda y no es posible el tránsito de vehículos en ciertos sectores de la vía.

2.3.8. Aspectos económicos

Las principales actividades económicas desarrolladas por las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir son:

2.3.8.1. Agricultura y ganadería

Una de las actividades a la que se dedican las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir es la agricultura, que brinda a las familias el abastecimiento de alimentos de sustento.

La agricultura es la actividad económica de mayor importancia realizada por los pobladores de ambas comunidades. La importancia de esta actividad radica en que brinda a las familias locales los principales insumos que forman parte de su alimentación diaria, siendo, además, una actividad que les genera ingresos económicos cuando comercializan sus productos. Sin embargo, por el método de apertura de las áreas para cultivo, se producen impactos negativos por la constante práctica del "tumba, roce y quema" de árboles y arbustos con el fin de ampliar los terrenos para el cultivo.

Los principales productos agrícolas que se recolectan son: Yuca, plátano, maíz y tomate. Entre los frutales cultivados también destacan: Plátano, limón, toronja, cocona y papaya. De todos ellos la yuca y el plátano, que crecen casi de manera silvestre, resultan ser el alimento base de la mayor parte de las poblaciones de ambas comunidades, sobre todo, de aquellas familias de bajos recursos. La mayor parte de la producción está destinada al autoconsumo y en algunos casos para su comercialización; en este último caso, los productos y subproductos que se comercializan se efectúan en las comunidades de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir.

Cabe resaltar, que, para ambas Comunidades Nativas, los terrenos de cultivo no se encuentran dentro del Sitio S0105 (Botadero CS-32), generalmente sus cultivos están cerca a sus viviendas y en algunos casos en la carretera, en terrenos distante al sitio impactado.

Otra actividad predominante en ambas comunidades es la ganadería (vacas y chanchos) y la crianza de animales menores, principalmente aves de corral como: Pollos, patos y gallinas; orientada

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

esencialmente al autoconsumo y en ciertos casos al comercio dentro de las mismas comunidades y entre ellas.

La actividad ganadera que se practica en las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir es limitada. Los bajos precios y la difícil accesibilidad a los mercados, hacen que esta actividad no sea rentable.

El Fondo de Cooperación para el Desarrollo – FONCODES, el cual es un programa perteneciente al Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social - MIDIS, está presente en las comunidades nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir desde el año 2014, ejecutando el programa especial Noa Jayatai, que significa “vamos a crecer”, a través de este programa se ha favorecido a muchas familias en condiciones de pobreza y extrema pobreza, dotándolas de animales menores o aves de corral (gallinas y patos), cabezas de ganado vacuno, proyectos agrícolas, emprendimiento y otros conocimientos relacionados con la actividad económica.

PEDAMAALC inicia sus actividades en las comunidades nativas de Nuevo Porvenir y Nuevo Andoas en el año 2015, con la implementación del proyecto “Mejoramiento De La Productividad Agropecuaria Mediante El Fortalecimiento De Capacidades Y Transferencia Tecnológica En 35 Comunidades Nativas De Las Cuencas De Los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes Y Marañón De La Región Loreto”, proyecto que la fecha sigue en ejecución, mediante la dotación de cabezas de ganado vacuno, capacitaciones, habilitación de áreas de cultivos, transferencia tecnológica y otros aspectos relacionados a la forestación y reforestación en las comunidades involucradas.

La crianza de animales menores como pollos, gallinas y patos es una actividad que se practica de manera particular por las familias para asegurar la fuente de alimento, es destinada para el autoconsumo, sin embargo, en algunas oportunidades son destinados para la venta constituyendo una fuente de ingreso complementario.

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas la crianza de animales se realiza dentro del área de la comunidad, distantes de al Sitio S0105 (Botadero CS-32); el ganado se encuentra en corrales y los animales menores (gallinas, patos) en la huerta de sus viviendas.

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir la crianza de animales se realiza dentro del área de la comunidad, distantes de al Sitio S0105 (Botadero CS-32); el ganado se encuentra en corrales y los animales menores (gallinas, patos) en la huerta de sus viviendas.

2.3.8.2. Caza

En las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, otra actividad que se realiza es la caza de animales de monte, destinada a obtener carne para la alimentación familiar. Los animales que acostumbran cazar son: Monos, sajino, venado, majas o picuro y aves.

Las principales zonas para la actividad de caza son las áreas de bosques de la carretera central, que abarcan para la caza desde el km 4 hasta el km 22. La mayoría tiene que trasladarse hacia zonas lejanas (adentrarse en el monte – carretera principal) lo cual implica un mayor tiempo y energía a emplear.

Por otro lado, la actividad de la caza es realizada para abastecerse de carne que complementa la dieta alimenticia de las familias de ambas comunidades. Los principales instrumentos empleados para cazar son: La flecha, la retrocarga y la trampera. En la zona impactada del sitio S0105 (Botadero CS-32), si se realiza la actividad de caza por parte de la comunidad.

Se resalta el hecho que, en los últimos años, tanto la caza como la pesca se han convertido en actividades complementarias para la economía de las familias.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

2.3.8.3. Pesca

La actividad de la pesca en ambas Comunidades Nativas se desarrolla de una manera artesanal, esta práctica se desarrolla principalmente para autoconsumo, las herramientas tradicionales utilizadas son el anzuelo, atarraya y red. Por otra parte, algunos pobladores minoritarios que se dedican a esta actividad en ambas comunidades, utilizan el barbasco (veneno natural para los peces) como método de pesca muy efectivo, el uso del barbasco lo hacen en las cochas de la zona, los moradores son conocedores que este método de pesca no es apropiado, sin embargo, el porcentaje del uso de este veneno es mínimo, no afectando la mortalidad de otras especies. Por esta razón, no genera desequilibrio en el ecosistema ya que es una planta natural.

De acuerdo a la información suministrada por los monitores ambientales de las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, la cuenca donde los comuneros practican la pesca es el río Pastaza. Uno de los monitores ambientales es el Señor Saulo Cachay Ramírez, monitor ambiental de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, quien afirma que el río Pastaza es la principal cuenca de donde los comuneros obtienen sus alimentos ricos en proteínas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, en los últimos años, según lo comentado por el monitor ambiental, la cantidad de especies de peces han disminuido considerablemente, debido al impacto producto de la actividad petrolera en las zonas de pesca.

Las actividades de pesca son realizadas por los comuneros, en los espacios diferentes a los que se trabajan en la empresa comunal.

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), no se identifican cuerpos de agua; por lo tanto, se infiere en que no existen labores de pesca.

2.3.8.4. Recolección

En las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir se realiza la colecta de hojas, flores, raíces, tallos, cortezas y frutos silvestres para la preparación remedios y se administran en forma de infusiones, cocimiento, frotaciones y emplastos; por ejemplo se emplean como expectorante el limón, ajo y otros; como sudorífico la zarza parrilla; diuréticos como la cola de caballo y mate de cebada tostada; los reguladores de la bilis son la alcachofa, diente de león, romero y otros; estimulantes como la coca; alucinógenos como el floripondio, ayahuasca, etc. Las especies de plantas medicinales son silvestres por lo tanto estas crecen naturalmente, en base a las entrevistas y avistamientos en campo, se constató que existen especies de plantas medicinales en áreas cercanas al Sitio S0105 (Botadero CS-32).

2.3.8.5. Comercio

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas se realiza el comercio mediante la venta de abarrotes y la venta de comida. La Comunidad Nativa de Nuevo Andoas centraliza la actividad del comercio, esta concentra los establecimientos comerciales y tiendas multiservicios que ofrecen productos como: Abarrotes en general, víveres, cerveza, cigarros, bebidas gasificadas, agua, ropa, alimentos balanceados para aves, entre otros productos.

Los pobladores de las comunidades cercanas venden sus productos (agrícolas, de caza, de pesca) a los comerciantes de Nuevo Andoas. La actividad del comercio está tomando especial importancia en Andoas, La Localidad es el centro comercial que abastece de insumos y víveres a los pobladores de las CC.NN. aledañas.

Los comerciantes de Nuevo Andoas (en su totalidad mestizos venidos de otras ciudades y provincias) comercializan productos de algunas ciudades de la costa (por ejemplo, Chiclayo) y sierra norte (por ejemplo, Cajamarca), o cercanas como Yurimaguas y San Lorenzo. Este flujo comercial tiene mayor dinámica cuando el Lote 192 (Ex lote 1AB) está en operación.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Los precios de los productos comercializados son altos por el elevado costo de transporte, debido a la lejanía de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas y las dificultades de acceso a la zona. Varios pequeños restaurantes de comida y bares ubicados en la plaza y cercanías, están cerrados temporalmente por la baja actividad económica y comercial.

Según lo manifestado en el Estudio Técnico Independiente – ETI, las poblaciones nativas comienzan a asentarse de manera más permanente cerca de las áreas de operaciones petroleras (campamentos y baterías de producción), a fin de tener acceso a bienes manufacturados, empleos esporádicos y servicios. Así se configura una concentración moderada de población en sitios como Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, conformando centros poblados y comunidades nativas (PNUD, 2018)⁵.

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir el comercio es otra actividad resaltante, dándose principalmente la venta de abarrotes y la venta de comida.

Los pobladores de las comunidades cercanas, incluyendo la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, venden sus productos (agrícolas, de caza, de pesca), a los comerciantes de Nuevo Andoas.

Los comerciantes locales de las comunidades cercanas se trasladan por el río Pastaza hacia la Comunidad Nativa Nuevo Andoas en embarcaciones pequeñas con motor 15HP, para la comercialización de productos, no se transita por el Sitio Impactado S0105 (Botadero CS-32).

2.3.8.6. Empresas Comunales

La Comunidad Nativa Nuevo Andoas cuenta con dos empresas comunales, empresa Comunal de Servicios Petroleros de Responsabilidad Limitada (ECOSEP) y con la nueva empresa comunal (ECOMNAP), las cuales generan puestos de trabajo para los moradores, y en algunos casos para terceros.

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir cuenta con la Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada (ECOPOR), que genera puestos de trabajo para los moradores y en algunos casos para terceros.

Las empresas están conformadas por socios y son administradas por una gerencia encargada de realizar las gestiones para la celebración de los contratos de servicios con la empresa. En el caso de los contratos laborales para las CC.NN., estos tienen una duración de 28 días y pueden ser renovables, estos puestos laborales son rotativos entre todos los moradores. Las principales actividades a las que se dedican son: El chaleo (cultivos de malezas), mantenimiento de áreas con malezas, soldadura de unidades vehiculares y tala de árboles de las áreas donde tienen actividad de hidrocarburos.

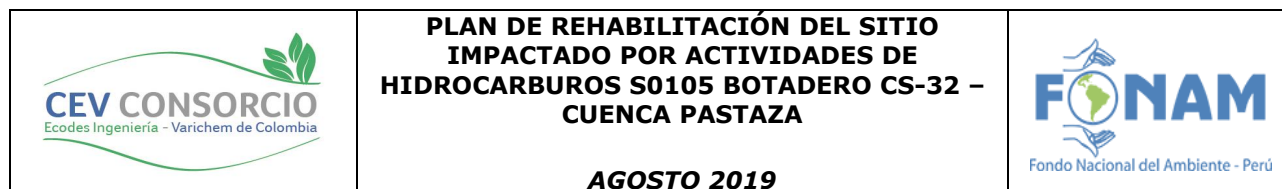
2.3.9. Prácticas Culturales

La Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural de la UNESCO define cultura como "*conjunto de rasgos distintivos espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan a una sociedad o a un grupo social y que abarca, además de las artes y las letras, los modos de vida, las maneras de vivir juntos, los sistemas de valores, las tradiciones y las creencias*".

A partir del concepto de cosmovisión, la cultura es el conjunto de pensamientos, creencias, y prácticas que un grupo maneja para organizar su existencia y orientar su destino. (Pedro Mayor Aparicio – Richard Bodmer, 2009).

Así entonces en la Comunidad Nativa la riqueza cultural, radica en los mitos y leyendas que en los comuneros más ancianos se mantienen y con respecto a los valores morales y éticos, la relación con la tierra, sus cultivos, los bosques, los animales y las creencias son reconocibles entre los comuneros. Esto se evidenció a partir de las entrevistas desarrolladas y en lo observado en las semanas de trabajo

⁵ Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.4 Comunidad y Territorio, 2018.



e interacción con la comunidad, así como también en la relación laboral con los trabajadores comuneros que hicieron parte de cada grupo técnico.

También se evidencio que una práctica común dentro de la economía solidaria de la comunidad es la labor que realizan por medio de la *minga*, que consiste en realizar un trabajo compartido para el bien común de la comunidad o de la familia y tiene carácter voluntario y recíproco (ETI – Numeral 4.6 Comunidad y Territorio, 2018). Las *mingas* las realizan o para la limpieza de algún sector de la comunidad o construir y/o reparar alguna estructura. Esta actividad comunal, así como las reuniones familiares, pueden venir acompañadas de una práctica cultural importante para los comuneros que es la preparación y consumo en grupo del *masato*; bebida fermentada a partir de la consecución de yuca, más ciertas cantidades determinadas de agua.

Con respecto a los cantos, músicas y bailes ancestrales, se evidencio que en cierta medida en los jóvenes principalmente, han venido desapareciendo, por el ingreso de los ritmos occidentales, así como los ritos y tradiciones, los cuales han sido en la actualidad cristianizados.

Por otro lado, la diversidad cultural de la comunidad está relacionada con los espacios naturales, lo que a su vez se responde a las modalidades económicas que han venido incorporando las comunidades, teniendo en cuenta la agricultura, ganadería, caza, pesca, recolección y comercio. A pesar de que la influencia de estos nuevos sistemas socio-económicos ha provocado en las sociedades indígenas un cambio en su cultura y su patrón de vida, la relación esencial entre estas comunidades y la biodiversidad de la selva amazónica continúa siendo de vital importancia para su cultura y sus modelos socio-económicos (Moran, 1993)

Por último, otra práctica que hace parte de la cultura de las comunidades y se mantiene actualmente es el transito fluvial que conectan las comunidades, siendo la navegación de los ríos una de las principales prácticas ancestrales. Estas actividades fluviales sirven de integración y son comunes entre comunidades y en algunos casos para compra de materiales, comercio e intercambio de productos de pan llevar cuando hay escases de alimentos. Por esto se afirma que la hidrografía de la cuenca, “es un factor muy importante en el desarrollo cultural de la zona, especialmente por el establecimiento de redes o circuitos de intercambio de bienes que, aprovechando estas rutas de comunicación fluvial, conectaron no solo a los grupos humanos de la Amazonía, sino también entre los grupos de las sociedades de los Andes y la costa con la Selva, en todas las direcciones” (Rivas Panduro, Medina Mendoza, Abanto Llaque, & Rios Zumaeta, 2008)

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), no se desarrollan las actividades de pesca, pero si se desarrolla la actividad de caza mencionadas en el numeral **2.3.8.2** y **2.3.8.3**. Durante el estudio se observó que no se realizan actividades recreativas y culturales en el sitio, aunque tal vez en algún otro momento se haya podido llevar a cabo.

2.3.10. Grupo de interés

2.3.10.1. Identificación de Actores Sociales

Los actores sociales están constituidos por: Representantes municipales, los cuales están acreditados por la actual gestión, dirigentes de comunidades nativas (APU, agente municipal, teniente gobernador) afiliados en su mayoría a federaciones indígenas representadas por sus presidentes y asesoradas por profesionales técnicos y legales externos.

En la comunidad nativa Nuevo Andoas se desarrolla continuamente la asamblea comunal, en el que se convoca a todos los moradores, esta actividad se celebra “por oportunidad / ocasión”; en especial a la partida o llegada del viaje de sus autoridades para la rendición de las gestiones realizadas o por organización de algún evento particular (faenas para inicio de clase, aniversario de la comunidad, llegada de alguna autoridad estatal).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Además de los actores sociales representantes del MIDIS, GOREL y MINAGRI, quienes buscan articular en conjunto las principales estrategias nacionales en materia de inclusión social y desarrollo hacia la Comunidad de Nuevo Andoas.

En la **Figura 2-15**, se presenta la relación entre los actores sociales de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas.

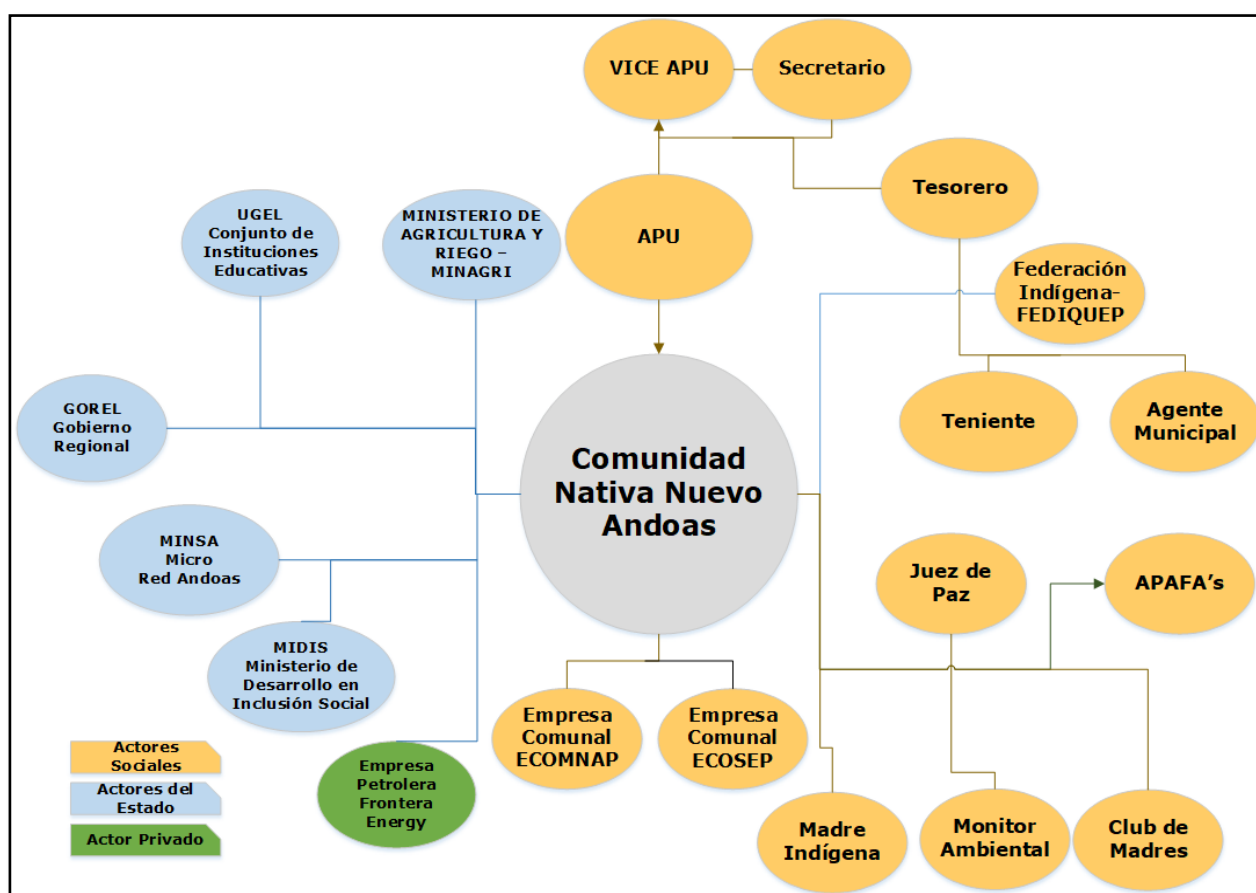


Figura 2-15. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad de Nuevo Andoas

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 2-16**, se presenta la relación entre los actores sociales de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir; además del grado de influencia.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

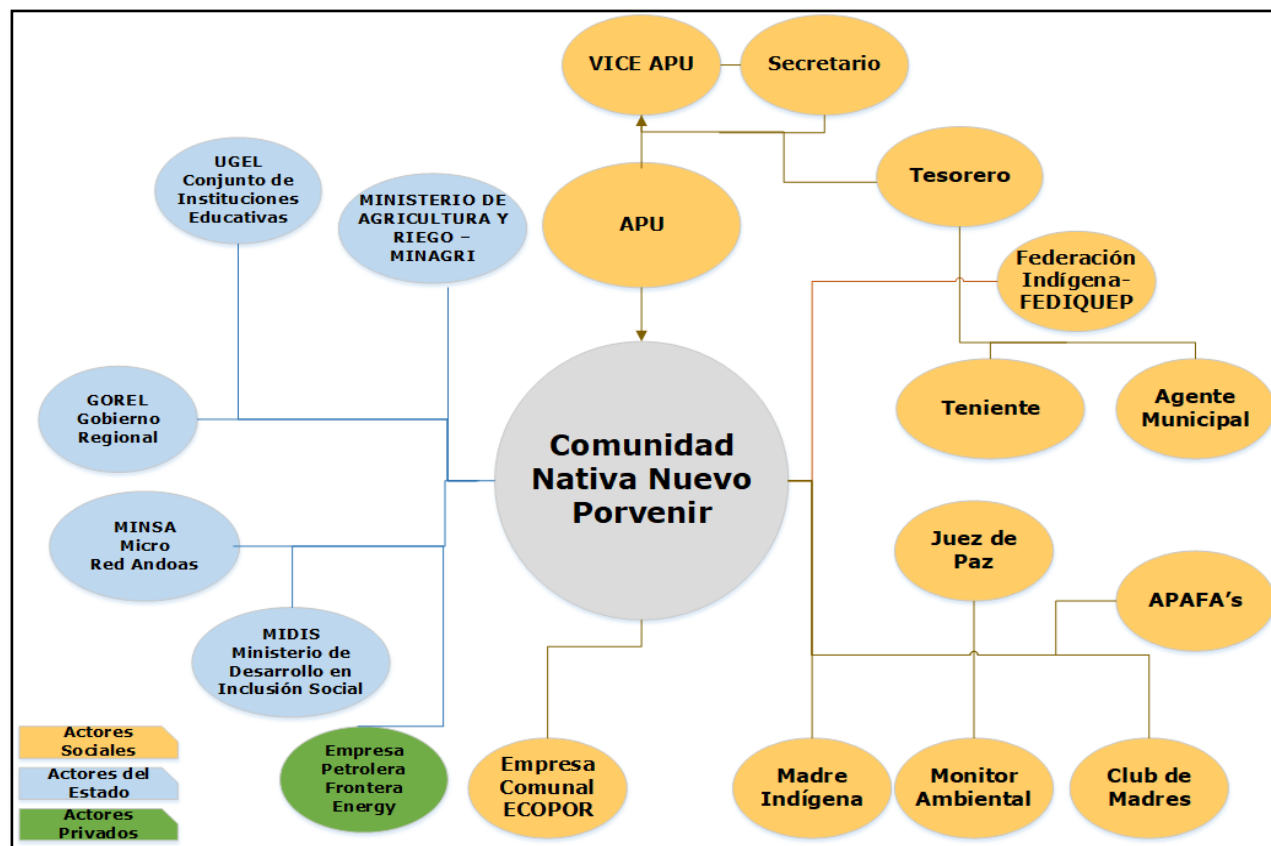


Figura 2-16. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad de Nuevo Porvenir

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A continuación, se describen las diferentes instituciones públicas o privadas que están presentes en la comunidad nativa de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, ya sea por medio de programas o de forma directa.

- **Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social – MIDIS.**

En el año 2014 se creó la Comisión Multisectorial de carácter temporal denominada “Desarrollo de las Cuenkas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, del departamento de Loreto”, con la finalidad de proponer medidas que permitan mejorar las condiciones sociales y ambientales de las poblaciones de esta zona⁶. Es en este contexto que el MIDIS inicia su intervención en la comunidad nativa Nuevo Andoas, en la cual implementa los programas; Juntos, Qali Warma, Pensión 65 y FONCODES, involucrando a las demás poblaciones de los distritos de Tigre, Andoas, Pastaza, Trompeteros, Urarinas y Parinari.

A continuación, se describe brevemente los programas a través de los cuales el MIDIS se hace presente en la comunidad nativa Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir. Es conveniente precisar que algunos de estos programas son de carácter permanente de tipo asistencial y otros de carácter temporal de tipo productivo.

⁶ Fuente: MIDIS, Memoria Institucional 2011 – 2016.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- **FONCODES (MIDIS):**

El Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social – FONCODES, tiene presencia en las poblaciones de las Cuatro cuencas (Tigre, Pastaza, Corrientes y Marañón) desde el año 2014, inicia su intervención con un total de 34 Proyectos Noa Jayatai, que significa “vamos a crecer”, la comunidad nativa Nuevo Porvenir es una de las poblaciones beneficiarias de este programa especial, que cuenta con cuatro componentes: fortalecimiento de los sistemas de producción familiar, cocinas mejoradas, negocios rurales y educación financiera.

Actualmente el programa especial Noa Jayatai, se encuentra vigente en las comunidades de las Cuatro cuencas, incluyendo la comunidad nativa Nuevo porvenir, en la cual se viene trabajando proyectos agrícolas priorizando los productos locales, entrega o dotación de aves de corral (gallinas y patos) y vacunos a familias en condición de pobreza y pobreza extrema. La finalidad del programa es complementar y variar la dieta alimenticia y promover la autonomía económica sostenible de los hogares rurales en situación de pobreza y pobreza extrema, generando oportunidades económicas para muchas familias que no tienen posibilidades de generar actividades de emprendimiento o negocios locales.

Es pertinente mencionar que FONCODES - Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social, es uno de los programas exitosos del MIDIS.

- **Programa Juntos (MIDIS):**

El programa Juntos en el año 2016, intervino en los seis distritos que conforman las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, con un registro de 6,590 hogares afiliados con 17,779 miembros objetivos entre gestantes, niños, adolescentes y jóvenes hasta 19 años de edad. De este total de afiliados se pudo realizar la transferencia del incentivo monetario a 5,616 hogares. Juntos también atiende a centros poblados con comunidades indígenas en los seis distritos usuarios que corresponden a Tigre, Trompeteros, Urarinas, Parinari, Andoas y Pastaza.⁷

El programa Juntos opera desde el año 2016 en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, otorgando prestaciones de salud y educación, orientadas a asegurar la salud preventiva materno – infantil y la escolaridad sin deserción, con la participación y compromiso voluntario de las familias beneficiadas, dándose cumplimiento a los compromisos de equidad del Acuerdo Nacional y los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

- **Qali warma:**

Qali Warma inicia sus operaciones en los seis distritos que conforman las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, en el año 2014, específicamente en los seis distritos usuarios que corresponden a Tigre, Trompeteros, Urarinas, Parinari, Andoas y Pastaza.

En ese mismo año, el Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma, llega hasta la Comunidad Nativa Nuevo Andoas⁸, con finalidad brindar un servicio de calidad cumpliendo los siguientes objetivos: Garantizar el servicio alimentario durante todos los días del año escolar a los usuarios del Programa de acuerdo a sus características y las zonas donde viven; Contribuir a mejorar la atención de los usuarios del Programa en clases, favoreciendo su asistencia y permanencia; Promover mejores hábitos de alimentación en los usuarios del Programa.

Entre el 2014 y julio del 2016 atendió a 71,288 estudiantes de instituciones educativas en los seis distritos ubicados en la zona, con un presupuesto ejecutado de S/ 31'381,430.93.⁹

⁷ Fuente: Memoria Institucional MIDIS, 2011 – 2016.

⁸Fuente: Entrevistas y Ficha Comunal – Trabajo de Campo, época seca, marzo 2018.

.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- **Pensión 65:**

Pensión 65 atiende en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir desde el año 2014, beneficiando a los adultos mayores en condiciones de abandono, discapacidad y otros factores sociales que puedan determinar su inclusión al programa.

- **Unidad de gestión educativa local – alto Amazonas (MINEDU):**

La UGEL – Alto Amazonas, perteneciente al Ministerio de Educación – Loreto, tiene presencia en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, a través de las Instituciones Educativas: Inicial-jardín, I.E.I. N.º 64 “Nuevo Andoas”, nivel primario I.E.P. N.º 62155 y el nivel secundario en la I.E. “Nuevo Andoas – CEBA”.

Las tres Instituciones Educativas son de género mixto y cuentan con el Programa de Educación Intercultural Bilingüe – EIB.

La UGEL – Alto Amazonas, perteneciente al Ministerio de Educación – Loreto, tiene presencia en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, a través de la Instituciones Educativa N.º 601529, en la cual se imparte la educación en los niveles inicial y primaria, es de género mixto y cuentan con el Programa de Educación Intercultural Bilingüe – EIB.

- **Microrred Andoas – red de salud Datem del Marañón (MINSA):**

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas existe 01 Puesto de Salud, perteneciente a la Microrred de Salud Andoas, ubicada en el distrito del mismo nombre y Red de Salud Datem del Marañón, ubicada en la localidad de San Lorenzo. Está calificada con la categoría I-I, este establecimiento cuenta con un médico y dos enfermeras.

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, acude al Puesto de Salud ubicado en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas por ser la más cercana, perteneciente a la Microrred de Salud Andoas, ubicada en el distrito de Andoas y Red de Salud Datem del Marañón, ubicada en la localidad de San Lorenzo. Está calificada con la categoría I-I, este establecimiento cuenta con un médico y dos enfermeras.

- **Gobierno regional de Loreto – (GOREL):**

El Gobierno Regional de Loreto es el cuerpo administrativo del Departamento de Loreto. Está conformado por el Presidente Regional y un consejo regional. El GOREL conforma uno de los 25 Gobiernos Regionales del Perú establecidos para realizar la regionalización del país, tiene la responsabilidad en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, de llevar a cabo diversos proyectos e inversiones en los sectores educación, salud, infraestructura entre otros, también se presenta como un actor importante en el aspecto político dentro de la cuenca, ya que formalmente se podrían canalizar y ejecutar obras de infraestructura o servicios básicos en mejora de las condiciones de vida de las comunidades.

- **Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI.**

El MINAGRI se hace presente en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas Nuevo Porvenir a través del Programa PEDAMAALC, el cual es un Proyecto Especial adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego- MINAGRI, que depende del Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego, tiene por objeto identificar, promover, formular y ejecutar actividades y proyectos del Sector Agricultura y Riego, que incluye lo forestal y de reforestación con enfoque en la inclusión de las familias menos favorecidas dentro de su ámbito de intervención. Sus Ciclas significan; Proyecto Especial Datem del Marañón, Alto Amazonas, Loreto, Condorcanqui.

PEDAMAALC inicia sus actividades en la comunidad nativa Nuevo Andoas en el año 2015, con la implementación del proyecto “Mejoramiento De La Productividad Agropecuaria Mediante El Fortalecimiento De Capacidades Y Transferencia Tecnológica En 35 Comunidades Nativas De Las

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Cuencas De Los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes Y Maraón De La Región Loreto”, proyecto que la fecha sigue en ejecución, mediante la dotación de cabezas de ganado vacuno, capacitaciones, habilitación de áreas de cultivos, transferencia tecnológica y otros aspectos relacionados a la forestación y reforestación en las comunidades involucradas.

2.3.10.1.1. Organizaciones Indígenas: Federaciones

Uno de los actores sociales que articula las alianzas políticas de las dirigencias y demás actores comunales, son las federaciones indígenas, las cuales establecen alianzas con las autoridades municipales e incluso regionales. En muchos casos, los vínculos familiares hilan el entramado de alianzas políticas entre autoridades o candidatos municipales y regionales, y dirigentes de comunidad.

Estas federaciones reciben asesoría de agentes foráneos (abogados, antropólogos y profesionales técnicos), que a su vez gestionan y reciben respaldo y financiamiento de organizaciones internacionales (ONG's, institutos de investigación), con plataformas de defensa ambiental e indígena.

Las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir están afiliadas a la Federación Indígena Quechuas del Pastaza (FEDIQUEP), creada el 09 de noviembre de 1992 e inscrita bajo la partida registral N° 11500674, según la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP).

En la **Tabla 2-13**, se muestra la identificación del consejo directivo con la federación de (FEDIQUEP).

Tabla 2-13. Consejo Directivo FEDIQUEP

Cargo	Representante	Periodo y Elección
Presidente	Aurelio Chino Pahua	28/05/2017 - 28/05/2020
Vicepresidente	David Chino Dahua	
Secretario	Raul Americo Cariajano	
Secretario de salud	Oliver Butura Chino	
Secretario de mujer indígena	Estefita Pizango Tangoa	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.10.1.2. Asamblea Comunal

Las comunidades están dirigidas políticamente por una planilla de autoridades locales: APU, Segundo APU, Agente Municipal, Teniente Gobernador y Madre Indígena; adicionalmente, se incorpora en la gestión administrativa de la comunidad al presidente de APAFA y a la presidenta del Club de Madres.

Las Asambleas comunales, en que se convoca a todos los moradores, son celebradas “por oportunidad”; en especial a la partida o llegada del viaje de sus autoridades para la rendición de las gestiones realizadas o por organización de algún evento particular (faenas para inicio de clase, aniversario de la comunidad y llegada de alguna autoridad estatal).

En la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas las asambleas comunales se toma lista de asistencia a cargo del Agente Municipal. La participación de las mujeres es activa y tienen voz y voto en la vida de la comunidad, por lo que, en comparación de la forma antigua, ya no ocupan los lugares apartados en la asamblea comunal, más aún están en las líneas delante de los moderadores de la asamblea.

Con respecto a la Comunidad de Nuevo Porvenir en las Asambleas comunales se toma igual lista de asistencia a cargo del Agente Municipal. En cambio, la participación de las mujeres es limitada; en términos de disposición espacial, la mayoría de mujeres suele ubicarse voluntariamente a los márgenes del salón comunal y algunas participan activamente, por lo general, con voz y voto.

En la **Tabla 2-14**, se encuentra el resumen de las funciones y Roles de las Autoridades y Líderes indígenas de la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Los APU's y los otros miembros de la junta directiva de las comunidades son elegidas directamente por los comuneros, por un periodo de tres (3) años, a través de una Asamblea comunal.

Tabla 2-14. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas

Cargo	Representante	Funciones
APU	Teddy Maca Cariajano	a) El APU de la comunidad, es la autoridad máxima de la Junta Directiva y cumple las funciones de representante legal de la comunidad para todos los actos que la comprometan en lo económico, judicial y administrativo. Es el encargado de convocar y dirigir las reuniones de la junta directiva y las asambleas generales, resolver los conflictos y controversias que se originen entre los miembros de la comunidad, así como las fallas que se cometan. Conduce la gestión comunal. b) El APU se encarga de colaborar y solucionar los problemas que se presenten en la comunidad.
Vice APU	Gilber Guardia Carajiano	El Vice APU reemplazara al APU de la comunidad, en caso de ausencia o impedimento (sea justificada o no). Organiza y coordina las comisiones que requiera la comunidad
Secretario	Por elegir en asamblea	El secretario es el encargado de conducir, conservar y actualizar el libro de actas, el registro de comuneros y otros documentos de la comunidad, suscribiendo conjuntamente con el APU los documentos de trámite administrativo.
Tesorero	Por elegir en asamblea	El tesorero es el responsable del manejo y conservación de los fondos, bienes y libros contables de la comunidad, suscribiendo los documentos contables conjuntamente con el APU.
Agente Municipal	Arminda Rengifo Villacorta	Fomentar la participación comunal en las actividades que realiza a Comunidad. Orientar a la comunidad sobre la gestión de los servicios que brinda la comunidad. Las demás que le sean delegadas por el APU.
Segundo Agente	Quilder Gonzales Kurinique	El segundo agente, reemplazará al agente municipal de la comunidad, en caso de ausencia o impedimento (sea justificada o no).
Teniente Gobernador	Yony Díaz Saavedra	Atiende las necesidades de la comunidad, depende administrativa y funcionalmente del APU.
Monitor Ambiental	Elmer Hualinga	Realizar el monitoreo y vigilancia ambiental en la comunidad y sitios de influencia directa al lugar, a fin de hallar las fuentes de contaminación en el área.
Juez de Paz	Flor de María Servellon Lagos (Distrital) Tito Zamora Flores (Local-Comunidad)	Solucionar conflictos mediante la conciliación y en caso que ésta no pueda producirse, expedir sentencia. Dictar medidas cautelares, ordenar detención de algunas personas hasta por 24 horas (dependiendo el caso) e imponer sanciones comunitarias. Denunciar por delito de resistencia a la autoridad y otras funciones más y a fines.
APAFA	Inicial: Yony Díaz Saavedra. Primaria: Teodosio Curitima Shuje.	Colaborar con las actividades que realicen las instituciones educativas en función del Proyecto Educativo Institucional. Denunciar, ante las autoridades competentes, a los integrantes del APAFA y personal educativo en caso de que incurran en irregularidades.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Cargo	Representante	Funciones
	Secundaria: Tito Zamora Flores.	
Club de Madres	Wilma Chino Dahua	Velar por las condiciones de vida de los niños, de las madres y de la comunidad en general.
Madre Indígena	Por elegir en asamblea	La mujer indígena es quien conserva y transmite las tradiciones de los pueblos indígenas, las mujeres para la comunidad indígenas son tierra, y la tierra es madre y territorio; esa relación natural trasciende en la complementariedad con el hombre y el universo, según sus creencias

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 2-15**, se encuentra el resumen de las funciones y Roles de las Autoridades y Líderes indígenas de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir.

Los APU's y los otros miembros de la junta directiva de las comunidades son elegidas directamente por los comuneros en asamblea general y tienen un periodo de mandato de tres (3) años.

Tabla 2-15. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir

Cargo	Representante	Funciones
APU	Juan José Chumbico Salinas	a) El APU de la comunidad, es la autoridad máxima de la Junta Directiva y cumple las funciones de representante legal de la comunidad para todos los actos que la comprometan en lo económico, judicial y administrativo. Es el encargado de convocar y dirigir las reuniones de la Junta Directiva y las asambleas generales, resolver los conflictos y controversias que se originen entre los miembros de la comunidad, así como las fallas que se cometan. Conduce la gestión comunal. b) El APU se encarga de colaborar y solucionar los problemas que se presenten en la comunidad.
Vice APU	Juan Richard Dahua	El Vice APU reemplazara al APU de la comunidad, en caso de ausencia o impedimento (sea justificada o no). Organiza y coordina las comisiones que requiera la comunidad
Secretario	Por Elegir En Asamblea	El secretario es el encargado de conducir, conservar y actualizar el libro de actas, el registro de comuneros y otros documentos de la comunidad, suscribiendo conjuntamente con el APU los documentos de trámite administrativo.
Tesorero	Adelmar Salazar Vilches	El tesorero es el responsable del manejo y conservación de los fondos, bienes y libros contables de la comunidad, suscribiendo los documentos contables conjuntamente con el APU.
Agente Municipal	Malquia Dahua Mucushua	Fomentar la participación comunal en las actividades que realiza la Comunidad. Orientar a la comunidad sobre la gestión de los servicios que brinda la comunidad. Las demás que le sean delegadas por el APU
Teniente Gobernador	Pendiente	Atiende las necesidades de la comunidad, depende administrativa y funcionalmente del APU.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Cargo	Representante	Funciones
Juez de Paz	Flor de María Servellon Lagos (Distrital)	Solucionar conflictos mediante la conciliación y, en caso que ésta no pueda producirse, expedir sentencia. Dictar medidas cautelares, ordenar detención de algunas personas hasta por 24 horas e imponer sanciones comunitarias. Denunciar por delito de resistencia a la autoridad y otras funciones más y a fines.
Club de Madres	Pendiente	Velar por las condiciones de vida de los niños, de las madres y de la comunidad en general.
APAFA	Pendiente	Colaborar con las actividades que realicen las Instituciones Educativas en función del Proyecto Educativo Institucional. Denunciar, ante las autoridades competentes, a los integrantes del APAFA y personal educativo en caso de que incurran en irregularidades.
Monitor Ambiental	Saulo Cachay Ramirez	Realizar el monitoreo y vigilancia ambiental en la comunidad y sitios de influencia directa al lugar, a fin de hallar las fuentes de contaminación en el área.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.10.2. Empresa Comunal

La comunidad de Nuevo Andoas, cuenta con dos Empresas Comunales; 1) Empresa Comunal de Servicios Petroleros de Responsabilidad Limitada (ECOSEP), y 2) la Empresa Comunal de Nuevo Andoas de Pastaza (ECOMNAP); ambas empresas comunales generan puestos de trabajo para los moradores y en algunos casos para terceros.

La Empresa Comunal Nuevo Andoas de Pastaza (ECOMNAP), fue creada recientemente en agosto del 2018, en Asamblea General de la Comunidad, presidida por el APU de Nuevo Andoas; dentro de sus principales funciones tiene la contratación de mano de obra y otros, tiene la exclusividad de los trabajos con la Empresa Operadora del Lote.

En la **Tabla 2-16** y **Tabla 2-17**, se presenta la información general de la empresa comunal ECOMNAP y ECOSAEP.

Tabla 2-16. Información de la Empresa Comunal ECOMNAP

Número de R.U.C.	20603372523 - Empresa Comunal de Nuevo Andoas Pastaza de Responsabilidad Limitada - "ECOMNAP" Ltda.
Tipo Contribuyente	Comunidad Campesina, Nativa
Fecha de Inscripción	10/07/2018
Fecha de Inicio de Actividades	01/08/2018
Dirección del Domicilio Fiscal	Cal. Alfonso Ugarte N° 210, Bar. La Favorita (a media cuadra de Reniec), Yurimaguas – Alto Amazonas - Loreto
Gerente	Rolin zuñiga mucushua
Socios	285
N° de Inscripción - Registros Públicos	11032296

Fuente: SUNARP, 2019.

Tabla 2-17. Información de la Empresa Comunal ECOSEP

Número de R.U.C.	20528114815 - Empresa Comunal de Servicios Petroleros de Responsabilidad Limitada - "ECOSEP" Ltda.
Tipo Contribuyente	Comunidad Campesina, Nativa

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Fecha de Inscripción	28/08/2008
Fecha de Inicio de Actividades	15/10/2008
Dirección del Domicilio Fiscal	Cal. Monitor Huáscar N° 627 (Costado hosped. Ibeth Trujillo y Abancay), Punchana – Maynas – Loreto
Presidente	Yonel Perea Acho
Gerente	Hugo Adán Sanchez Dahua
Socios	389
N° de Inscripción - Registros Públicos	11012608

Fuente: SUNARP, 2019.

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir ha conformado la Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada (ECOPOR), la cual genera puestos de trabajo para los moradores y en algunos casos para terceros.

En la **Tabla 2-18**, se presenta la información general de la empresa comunal (ECOPOR).

Tabla 2-18. Información de la empresa Comunal ECOPOR

Número de R.U.C.	20567181252 - Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada – “ECOPOR” Ltda.
Tipo Contribuyente	Comunidad Campesina, Nativa
Fecha de Inscripción	21/01/2014
Fecha de Inicio de Actividades	1/02/2014
Dirección del Domicilio Fiscal	Cal. Maynas N° 14 (cruce de las Av. Maynas y Yavari) Iquitos – Maynas - Loreto
Presidente	Richard Dahua Mucushua
Gerente	Porfirio Gayas curitima
N.º Inscripción-Registros Públicos	11017838

Fuente: SUNARP, 2019.

2.3.10.3. Representantes de la Empresa Operadora

Para el caso de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, la empresa operadora entabla relaciones con la comunidad a través de sus relacionistas comunitarios; asimismo se han llegado a acuerdos en los aspectos relacionados a la contratación de mano de obra calificada y no calificada, para las actividades propias y de los contratistas; estos aspectos son coordinados principalmente con el APU y generalmente discutidos y definidos en Asamblea Comunal. También hay acuerdos para la asignación de cupos de vuelo, suministro semanal de combustible y la contratación de bienes y servicios.

Para el caso de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, la empresa operadora entabla relaciones con la comunidad a través de relacionistas comunitarios. La administración de cupos de vuelo, reparto de combustible y otros beneficios que la empresa ha acordado con las comunidades visitadas, se efectúa a través de las autoridades comunales, principalmente con el APU.

2.3.11. Aspectos Territoriales que Pueden Afectar la Ejecución del Plan de Rehabilitación

Las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir se encuentran en gestiones para definir los límites territoriales de ambas comunidades, amparados en la Ley de creación y organización territorial. En estas gestiones intervienen actores como: DISAFILPA, Empresa Operadora, Comunidades, Ministerio de Energía y Minas, PCM.

La diferencia de trabajos en conjunto de ambas comunidades podría generar interrupciones en la ejecución de los planes de rehabilitación, en el caso del Sitio Impactado S0105 (Botadero CS-32), ya que ambas comunidades manifiestan estar presentes en el sitio de interés. Ambas comunidades transitan libremente y realizan actividades de caza, pesca, recolección de frutos, madera y otros en toda la cuenca del Pastaza; sin embargo, cuando se realicen trabajos con Empresas y/o proyectos,

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

las autoridades de las comunidades podrían diferir, ocasionando que se presenten interrupciones en las actividades.

En diálogo con el APU de la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas manifiesta que los trabajos del proyecto se pueden ejecutar sin inconveniente siempre y cuando se tenga en cuenta personal local para los Sitios impactados ubicados en la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas. Así mismo, el APU de la Comunidad de Nuevo Porvenir, quien manifiesta que, en el título de propiedad, se encuentra definida el área total de la comunidad, por lo que se percibe que existe una diferencia de límites territoriales.

En acuerdo con ambos APUS, se acordó realizar trabajos conjuntos en el Sitio Impactado S0105 (Botadero CS-32) que se considere dentro de los límites territoriales. Las relaciones entre las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, con relación al proyecto son satisfactorias, se logró gestionar el entendimiento de la importancia del proyecto en toda la cuenca del Pastaza y el beneficio para todas las comunidades. Además, cabe mencionar que para la contratación local se identifican a tres empresas comunales, dos corresponden a la Comunidad Nativa Nuevo Andoas y una a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, con las que pueden realizar la subcontratación de personal local.

2.3.10.1. Posibles Limitaciones para la Ejecución de un Plan de Rehabilitación

- El acceso por carretera con maquinaria pesada es posible en verano, se debe tener en cuenta que para ingresar al sitio impactado se altera el medio ambiente (caída de árboles y otros).
- En temporada húmeda el acceso se dificulta para unidad vehiculares, debido al mal estado de las vías o carreteras, producto de las lluvias.
- Solo ingresa la telefonía móvil de los operadores Claro y Movistar con señal media a baja, no se cuenta con servicio de internet. Ingresa comunicación con teléfono satelital.
- Posibles diferencias por los límites territoriales entre las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, que implicarían interrupciones en la ejecución del plan de rehabilitación en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), aunque durante los diálogos llevados a cabo con los APUS, se consiguieron buenos términos para que el proyecto funcione, contratando personal de ambas comunidades.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

3. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO IMPACTADO

3.1. Antecedentes históricos del sitio impactado por las actividades de hidrocarburos (incluye todos los documentos ambientales).

En la **Tabla 3-1**, se relacionan cronológicamente los eventos importantes relacionados con las actividades industriales desarrolladas en el área de interés.

Tabla 3-1. Antecedentes Históricos

Año	Eventos importantes relevantes de las actividades industriales	Documento de referencia
1971	Se da inicio a las operaciones de explotación del crudo en el Lote 192 (Ex lote 1AB), por la empresa Occidental Petroleum Corporation of Peru (Oxy). Durante las operaciones de OXY, se realizaron diversos proyectos de producción y exploratorios, los cuales contaron con instrumentos ambientales aprobados por la Dirección General de Hidrocarburos, entre estos el PAMA (Programa de Adecuación y Manejo Ambiental).	Decreto Supremo N°003-71-ED/DS
1978	Inicio de operaciones en el Lote 192 (Ex lote 1AB), por OXY	Decreto Supremo N° 004-78-EM/DGH,
1978-1979	Posible vuelvo de los fluidos de perforación a base de baritina de los pozos CAPS-18, CAPS-19D y CAPS-20D en el sector de la cocha, durante la operación de OPCP (Occidental Petroleum Corporation del Perú), previa a actual operación de PPN (Pluspetrol Norte). Lo anterior, corresponde a los antecedentes del sitio Impactado SHANSHOCOCHA ubicado a 0,87km del Sitio S0105 (Botadero CS-32).	Informe de Identificación del Sitio SHANSHOCOCHA ubicado en el Lote 192 (Ex lote 1AB) ,, operado por Pluspetrol Norte S.A.
1979-2000	Posibles derrames de crudo y/o vuelvo del tanque sumidero de los pozos CAPS-18, CAPS-19D y CAPS-20D, durante sus operaciones. Los Pozos CAPS-18 y CAPS-20D se encuentran inactivos desde el año 200. Lo anterior, corresponde a los antecedentes del sitio Impactado SHANSHOCOCHA ubicado a 0,87km del Sitio S0105 (Botadero CS-32).	Informe de Identificación del Sitio SHANSHOCOCHA ubicado en el Lote 192 (Ex lote 1AB), operado por Pluspetrol Norte S.A.
1986	Ambos lotes se fusionan y forman el Lote 192 (Ex lote 1AB), Contrato de Servicios de Explotación por Hidrocarburos en el Lote 192 (Ex lote 1AB), que celebran Petróleos del Perú S.A. Occidental Peruana Inc, Sucursal del Perú.	Decreto Supremo N° 006-86-EM
2000	El 08 de mayo, Occidental Petroleum Corporation of Peru (Oxy) cedió el total de las actividades de explotación en el Lote 192 (Ex lote 1AB), a favor de Pluspetrol Perú Corporation S.A. que fue aprobada por el Decreto Supremo DS N°007-2000-EM y con el Contrato de Licencia para explotación de hidrocarburos (DS N°022-2001-EM) que venció el 29 de agosto del año 2015	Informe de Plan de Abandono del Lote 192 (Ex lote 1AB), Pluspetrol Norte S.A., 2016.
2003	Se suscribe el Contrato de Licencia para la explotación de Hidrocarburos en el Lote 192 (Ex lote 1AB), que celebran Perupetro S.A. y Pluspetrol Norte S.A.	Decreto Supremo N° 048-2002-EM
2013	Del 23 de abril al 08 de mayo de 2013, durante el recorrido programado en el marco de la DEA de la cuenca del río Pastaza para la identificación de sitios contaminados en las locaciones del Lote 192 (Ex lote 1AB). bajo responsabilidad de la empresa Pluspetrol Norte S.A., el OEFA verificó la existencia de una serie de botaderos con residuos sólidos de distinta naturaleza y	Informe de Adjuntía N 001 2014 DP AMASPP

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Año	Eventos importantes relevantes de las actividades industriales	Documento de referencia
	condición, los cuales se encontraban desperdigados y sin ningún tipo de protección y almacenamiento correspondiente.	
2018	Se realizó una entrevista con el Monitor Ambiental, Elmer Hualinga, quien manifiesta que, desde hace 10 años, se ha realizado el desmonte del área y el movimiento de tierras para la adecuación de la locación, manifiesta que se han producido procesos de erosión, cambios morfológicos y paisajísticos en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).	Anexo 6.12. Formatos Visita de Reconocimiento Código: VAR-PR Fecha: 02/02/2018

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.1.1. Estudios Previos Consultados

Para la caracterización del Sitio S0105 (Botadero CS-32), el cual está ubicado en el Lote 192 (Ex lote 1AB), en donde Opera la empresa Frontera Energy, se tuvieron en cuenta los siguientes Informes:

En la tabla **Tabla 3-2**, se exponen las características y condiciones naturales del sitio estudiado.

Tabla 3-2. Estudios Previos Consultados

Documento	Distancia al Sitio Impactado (m)	Información relevante
Informe 00015-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI	0	En el informe que se realizó en el área del botadero, se registró excedencias de Cd y Ba al ECA para suelo industrial, a una profundidad de 0,4m.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-3**, se presentan los resultados de los muestreos realizados por la OEFA. En el **Anexo 6.4**, se presenta el mapa con los puntos muestreados ubicados en la zona y en el **Anexo 6.8**, se encuentran los resultados obtenidos para el Informe 326-2013-OEFA DE SDCA y los demás estudios previos consultados mencionados anteriormente.

Tabla 3-3. Resultados Obtenidos en el Informe 015-2017-OEFA DE SDCA

Matriz	Punto de muestreo	Profundidad	Unidad	Resultados						
				F2 (C10-C28)	F3 (C28-C40)	As	Ba	Cd	Hg	Pb
SUELO	BOT-CS32-SU01	0,4	mg/kg	<5,0	<5,0	<0,4	402	6,229	<0,03	35,8
	BOT-CS32-SU02	0,4	mg/kg	<5,0	<5,0	28	257	6,243	<0,03	121
	BOT-CS32-SU03	0,4	mg/kg	<5,0	<5,0	<0,4	117	5,315	<0,03	21,7
	BOT-CS32-SU04	0,4	mg/kg	<5,0	<5,0	<0,4	172	6,534	<0,03	18,8
	BOT-CS32-SU05	0,4	mg/kg	<5,0	<5,0	<0,4	453	3,767	<0,03	20
	Supera ECA suelo agrícola									

Fuente: Informe 015-2017-OEFA DE SDCA, 2017.

3.2. Uso Actual del Área

El área de influencia directa del Sitio S0105 (Botadero CS-32), en épocas pasadas fue utilizada para realizar la inadecuada disposición de residuos orgánicos y residuos industriales.

Según la clasificación de la Capacidad de Uso Mayor del Suelo del ONERN-MINAM desarrollado en el año 1981, las tierras del sitio son consideradas aptas para producción forestal de limitado drenaje y de calidad agrológica media baja.

Los parámetros de referencia tomados en consideración para realizar la caracterización fisicoquímica del suelo del área impactada, corresponden a los parámetros reglamentados en los Estándares de Calidad Ambiental para suelos de uso agrícola.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Las actividades productivas que se realizan en el área de interés y en las áreas de influencia, están especificadas en el numeral **2.3.8**.

En la **Tabla 3-4**, se presenta el área de potencial interés del Sitio S0105 (Botadero CS-32), que inicialmente fue proporcionada por FONAM y el área definitiva considerada como área de interés.

Tabla 3-4. Área de Potencial Interés del sitio S0105 (Botadero CS-32)

Parámetro	Área (ha)	Observación
Área Referencial FONAM	1,47	Área referencial inicial después del reconocimiento de OEFA
Área Reconocida en Campo	1,95	Área identificada en el mes de febrero de 2018, en la fase de reconocimiento.
Área actual	1,95	Área final.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.3. Características del Entorno fuentes asociados a las actividades de hidrocarburos, focos, vías de propagación, otros aspectos relevantes del entorno de los sitios impactados y el listado de residuos existentes (entiéndase equipos obsoletos, restos de equipos o tuberías y similares).

El Sitio S0105 (Botadero CS-32), está ubicado en una zona plana, este sitio fue utilizado para realizar la disposición de residuos generados por la industria petrolera; a 311 m, de distancia hacia el sureste se encuentra el pozo CS-32; los elementos catalogados como fuentes y focos de contaminación son los siguientes:

- **Fuentes asociadas a los contaminantes de preocupación:** Las fuentes están asociadas a los residuos industriales de diferente tipo y naturaleza que fueron dispuestos en el costado occidental, en tres (3) celdas recubiertas con geomembrana de las siguientes dimensiones: A: 4 m x L: 7 m x H: 3 m, dos celdas contienen residuos como piezas metálicas, plásticos, caucho, etc. Una celda contiene materia orgánica en descomposición y una celda está vacía. Adicionalmente hay residuos industriales dispersos superficialmente.
- **Fuentes Asociadas a las Actividades de Hidrocarburos:** A una distancia de 311 m, hacia el sureste se encuentra el pozo CS-32.
- **Focos:** Los residuos metálicos que se encuentran enterrados en las celdas recubiertas con geomembrana, dependiendo de su naturaleza y de las aleaciones con las que han sido fabricados, como consecuencia de procesos de deposición y lixiviación están aportando al suelo que está contenido dentro de la celda, metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb).
- **Vías de propagación:** Los contaminantes de potencial preocupación de naturaleza inorgánica, pueden propagarse a través de los sustratos de suelo por procesos de absorción y lixiviación, pero al estar confinados en celdas recubiertas con geomembrana, su movilización hacia los sustratos inferiores está siendo restringida. En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), hay sectores que son anegables e inundables, hacia el sur se encuentra la quebrada Anapaza, el cauce de esta quebrada, forma parte del área de influencia directa del Sitio S0100 (Sitio 22).

En el **Anexo 6.3**, se encuentra el mapa con la ubicación de las fuentes de contaminación, focos de contaminación y los elementos del entorno correspondientes al sitio S0105 (Botadero CS-32).

En la **Figura 3-1** se presentan las características del entorno del sitio S0105 (Botadero CS-32).

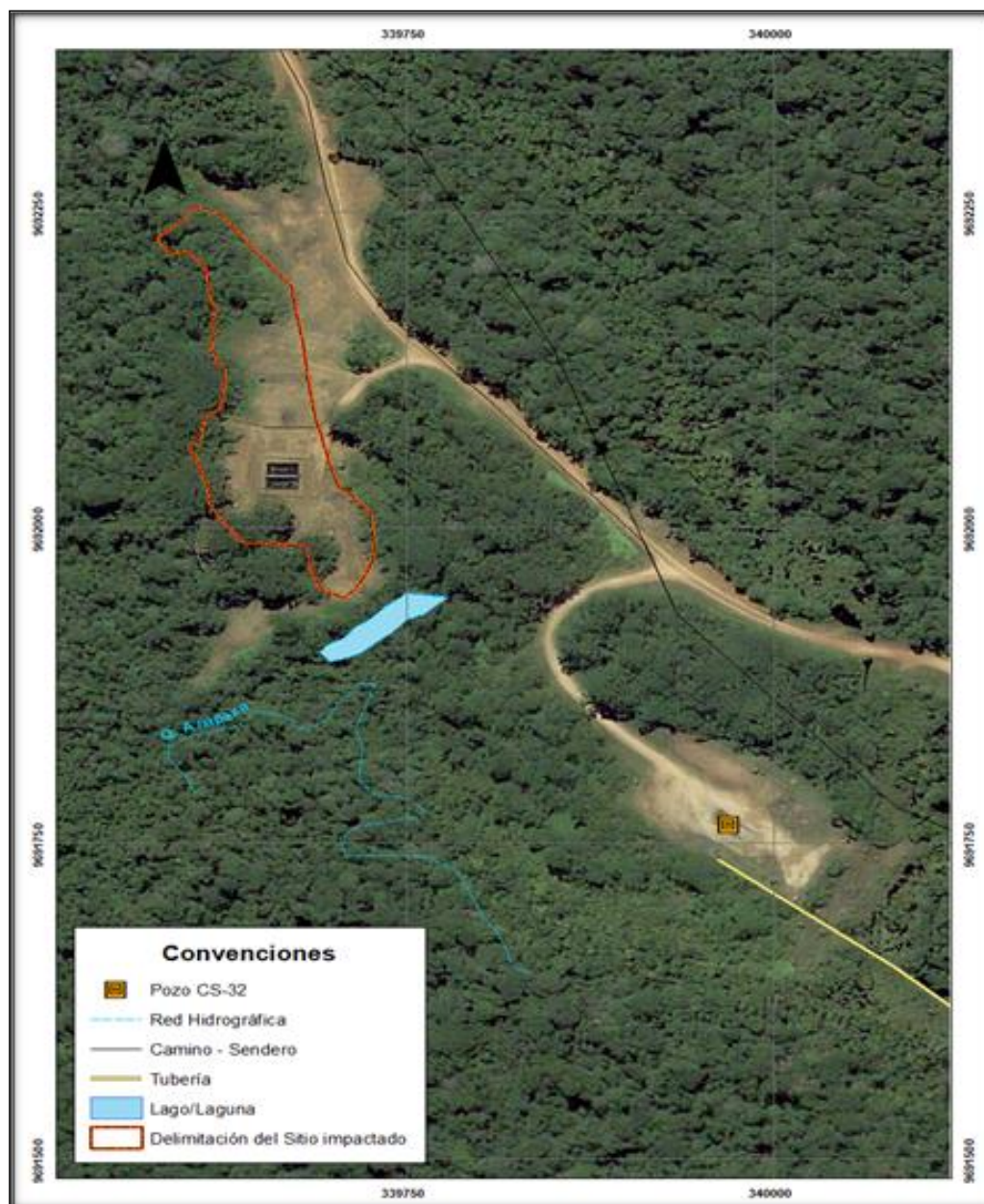


Figura 3-1. Panorámica de las Características del Entorno

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-5**, se relaciona la infraestructura petrolera que está ubicada en el área de influencia indirecta del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 3-5. Características del Entorno

Fuentes	Posibles Focos	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Distancia al Sitio Impactado (m)*	Observaciones
		Este	Norte		
Línea de Flujo	Suelo	339868	9691838	187,23	Tubería de 8"
Pozo CS-32	Suelo	339969	9691765	310,94	Pozo petrolero activo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.4. Fuentes de contaminación asociadas a fugas, derrames visibles, zonas de tanques de combustibles, insumos químicos, pozos, tuberías, pozas de lodos petroleros, áreas de almacenamiento de sustancias, residuos y otras fuentes, productos de las actividades de hidrocarburos e identificación de aspectos que contribuyen a la degradación ambiental.

Se denomina también “fuente primaria de contaminación”, y comprende cualquier componente, instalación o proceso de actividades antrópicas, que puede liberar contaminantes al medio ambiente. (D.S. N° 012-2017-MINAM).

Las fuentes identificadas fueron las siguientes:

- **Áreas de almacenamiento de sustancias y residuos:** En dos celdas recubiertas con geomembrana se dispusieron piezas metálicas, plásticas, desechos de vidrio, en una celda se enterraron residuos orgánicos y existe una celda impermeabilizada con geomembrana sin ningún tipo de residuos.
- **Fugas y derrames visibles:** En la fase de reconocimiento y muestreo no se identificaron fugas ni derrames visibles que afecten a las matrices de suelo, agua y sedimentos. En el área de influencia directa no hay infraestructura petrolera.
- **Zonas de tanques de combustibles, insumos químicos:** No hay.
- **Drenajes:** No se están realizando descargas hacia el sitio impactado.
- **Zonas de Carga y Descarga:** No existen zonas de carga y descarga.

En la **Tabla 3-6**, se presentan las coordenadas de las fuentes identificadas.

Tabla 3-6. Fuentes de Contaminación que Contribuyen a la Degradación Ambiental

Fuente	Coordenadas (UTM) WGS84 Zona 18 S	
	Este	Norte
Celda de residuos impermeabilizada con geomembrana	339668	9692068
Caja de madera con Geotextil	339675	9692067
Codo metálico de 6 Pulgadas	339600	9692245
Plástico	339591	9692241
Envase de electrodos de soldadura	339589	9692232
Manguera de 4"	339623	9692190
Lata de Pintura	339628	9692114
Sunchos metálicos, plástico	339611	9692085
Cilindro Metálico	339609	9692065
Tubo de PVC	339602	9692062

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.4.1. Posibles Focos de Contaminación

Se denomina también “fuente secundaria de contaminación” o “hotspot”, y comprende los componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales. (D.S. N° 012-2017-MINAM).

En la **Tabla 3-7**, se presenta la relación de los posibles focos de contaminación identificados en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-7. Posibles Focos de Contaminación

N°	Foco	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
		Este	Norte
1	Suelo - Celda impermeabilizada con geomembrana	339672	9692047
2	Suelo - Celda impermeabilizada con geomembrana	339663	9692047
3	Suelo- Celda impermeabilizada con geomembrana	339672	9692061

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5. Método para la caracterización del Sitio Impactado

Con el fin de ampliar y precisar la información secundaria, se realizó una visita preliminar o de reconocimiento al campo con los siguientes propósitos:

- Identificar las fuentes de contaminación.
- Determinar en campo los posibles focos afectados por el vertimiento de hidrocarburos.
- Determinar los mecanismos de transporte de los contaminantes de preocupación.
- Georreferenciar los límites del área de potencial interés.
- Identificar las rutas de accesos terrestres o fluviales al sitio S0105 (Botadero CS-32).
- Realizar un reconocimiento de la infraestructura petrolera que pudo tener una incidencia directa o indirecta en la afectación del Sitio de potencial interés.
- Entrevistar a la comunidad nativa para conocer los antecedentes históricos.

Para realizar la Evaluación preliminar y el respectivo planeamiento estratégico de las siguientes fases del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- Georreferenciar los posibles puntos de muestreo dirigido, identificando en campo aspectos relevantes de cada uno de los componentes ambientales a muestrear.
- Identificar «*In situ*» las posibles fuentes de contaminación.
- Delimitar y georreferenciar las áreas impactadas por la dispersión del posible contaminante de preocupación.
- Realizar un modelo conceptual preliminar del sitio.
- Establecer datos cualitativos sobre el grado de concentración y dispersión del agente contaminante teniendo en cuenta las características organolépticas.
- Desarrollar los planes de muestreo, con revisión de la supervisión y posterior aprobación del FONAM.

En la **Tabla 3-8**, se presenta el modelo conceptual preliminar.

Tabla 3-8. Modelo Conceptual Preliminar

Fuente de contaminación	Foco de contaminación	Vías de Propagación	Vía de Exposición	Receptores
Residuos enterrados en celdas recubiertas con geomembrana.	Suelo	Suelo: absorción, dispersión; lixiviación; migración por escorrentía.	Contacto directo (dérmico), Ingestión por cadena trófica	Antrópico, flora y fauna
Residuos dispersos superficialmente en áreas perimetrales.	Suelo	Suelo: absorción, dispersión; lixiviación; migración por escorrentía	Contacto directo (dérmico), Ingestión por cadena trófica	Antrópico, flora y fauna

Fuente: Guía Para La Elaboración De Planes De Descontaminación De Suelos, MINAM, 2014.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.1. Diseño del Plan de Muestreo en Detalle y Alcance

A continuación, se describen los objetivos, metodologías, parámetros fisicoquímicos aplicables a las diferentes matrices y/o componentes, los procedimientos a desarrollar en campo para asegurar la calidad de los procesos, se relacionan también los planos elaborados para el desarrollo del plan de muestreo.

El plan de muestreo se elaboró antes de la ejecución de las actividades de muestreo, durante la ejecución de las actividades de campo por razones operativas el plan de muestreo sufrió algunas modificaciones, por ejemplo, se reubicaron las coordenadas de algunos puntos porque las áreas de muestreo estaban anegadas, se realizó la adición de parámetros químicos en algunos puntos de muestreo de suelo, para realizar una mejor caracterización de la naturaleza de los contaminantes de preocupación.

Los puntos realmente muestreados se encuentran en el numeral **3.5.2.**

3.5.1.1. Objetivos

3.5.1.1.1. Objetivo General

- Definir las tareas necesarias para obtener muestras representativas determinando el área y volumen (distribución horizontal y vertical) de los contaminantes en el medio. El plan de muestreo se desarrollará con la implementación de los procedimientos de muestreo de detalle en el cual se caracteriza, cuantifica y delimita las zonas de afectación y establece la dinámica de las plumas de propagación del agente contaminante a través del suelo, sedimentos, agua superficial y agua subterránea.
- Identificar los factores que influyen en la liberación, migración y comportamiento de los contaminantes a través de la delimitación y cuantificación de los focos, enfocándose también en la determinación de las probables rutas y vías de exposición.
- Asegurar la caracterización del Sitio S0105 (Botadero CS –32) y el muestreo de las matrices de suelo, sedimentos, hidrobiológicos, agua superficial y agua subterránea considerando el Marco Legal y Normatividad Nacional y/o Internacional vigente, cumpliendo con los Protocolos y Guías que apliquen para cada caso en particular.

3.5.1.1.2. Objetivos Específicos

- Documentar el procedimiento para la toma de muestra de las matrices de agua subterránea y subterránea, suelos, sedimentos e hidrobiológicos.
- Realizar la caracterización de flora, fauna e hidrobiología que puede estar siendo afectada en el sitio.
- Determinar el tipo de muestreo, estrategia de muestreo (aleatorio, estratificado, etc.), tipo de muestras (simple y compuesta), número de muestras y profundidad de muestreo.
- Definir las matrices a muestrear de acuerdo a los componentes identificados.
- Definir los parámetros a analizar por cada matriz.
- Evaluar los resultados en base a los estándares de calidad ambiental nacionales e internacionales.
- Instalar los piezómetros de acuerdo a los criterios establecidos en el procedimiento respectivo, para determinar la dirección del flujo y la calidad del agua subterránea.

3.5.1.2. Alcance

Las actividades descritas en este plan de muestreo aplican para el Sitio S0105 (CS-32), ubicado en la cuenca del río Pastaza. Los lineamientos definidos en este documento serán aplicables para las actividades que desarrollen el Consorcio Ecodes Varichem y el Laboratorio ALS LS Perú SAC.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.1.3. Vías de Acceso Al Sitio

Para arribar al Sitio S0105 (Botadero CS-32), partiendo desde Nuevo Andoas, se transita por la vía principal que conduce a Corrientes; en el kilómetro 3,8 hay un puente sobre la quebrada Anapaza, en el kilómetro 7, la vía se divide, el desvío hacia la derecha conduce hacia el Botadero del km 7, el desvío hacia la izquierda conduce hacia la Batería Capahurí norte, luego de pasar por este punto, se recorren 0,7 km, hasta llegar al Sitio S0105 (Botadero CS-32). (Ver **Figura 3-2**)

La vía es afirmada, tiene un arco de 10,5 m; en época húmeda y seca (menos húmeda) no existen restricciones para la movilización de vehículos y maquinaria pesada, por seguridad vial solo existen restricciones para el transporte de maquinaria pesada cuando llueve y el terreno de la vía se satura.

3.5.1.1.1 Tipo de Transporte a Usar

Para el transporte de personal y equipos, el plan de muestreo contempla el uso camionetas 4X4 que cumplan con el Reglamento Nacional de Tránsito y con los requerimientos de seguridad

El tiempo estimado para llegar al lugar de trabajo, teniendo como base a Nuevo Andoas, será de aproximadamente 60 minutos.

En el **Anexo 6.3**, se presenta los accesos al Sitio Impactado S0105 (Botadero CS-32).

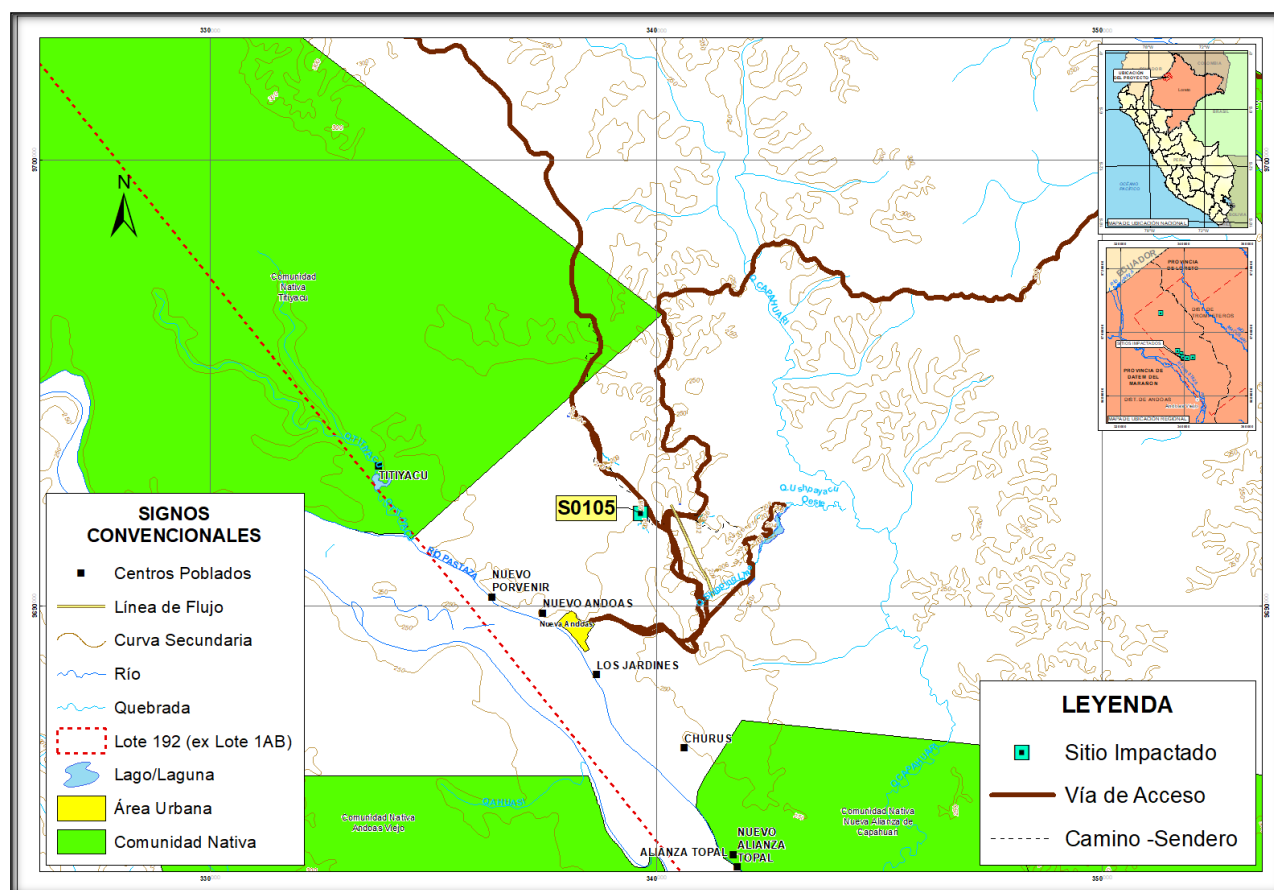


Figura 3-2. Acceso al sitio Impactado S0105 (Botadero CS-32)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.1.4. Marco Legal, Guías y Normas

En la **Tabla 3-9**, se describe la normatividad aplicable legal vigente para el proyecto.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-9. Marco Legal Nacional Vigente para el Proyecto

Norma	Entidad	Artículo	Contenido
Ley N° 30321	Congreso de la República	Toda la norma	Ley que crea el fondo de contingencia ambiental para remediación ambiental.
Decreto Supremo D.S. N° 004-2017-MINAM	Ministerio del Ambiente-MINAM	Toda la norma	Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para Agua y se establecen disposiciones complementarias.
Decreto Supremo D.S. N° 011-2017-MINAM	Ministerio del Ambiente-MINAM	Toda la norma	Aprueban estándares de calidad ambiental para suelo.
Decreto Supremo D.S. N° 012-2017-MINAM	Ministerio del Ambiente-MINAM	Toda la norma	Aprueban criterios para la Gestión de Sitios Contaminados.
Decreto Supremo D.S. N° 005-2012-TR	Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo	Toda la norma	Se aprueba el Reglamento de la Ley N°29783, sobre la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
Decreto Supremo D.S. N° 039-2014-EM	Ministerio de Energía y Minas- MINEM	Toda la norma	Donde se aprueba el Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos
Decreto Supremo D.S. N° 039-2016-EM	Ministerio de Energía y Minas- MINEM	Toda la norma	Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental
Resolución Jefatural R.J. N° 010-2016-ANA	Autoridad Nacional del Agua	Toda la norma	Aprobar el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales".
Resolución Ministerial R.M. N° 118-2017	Ministerio de Energía y Minas- MINEM	Toda la norma	Donde se aprueban "Lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación"
Resolución Ministerial R.M. N° 571-2014/MINSA	Ministerio de Salud - MINSA	Toda la norma	Modifican Documento Técnico "Protocolos de Exámenes Médico Ocupacionales y Guías de Diagnóstico de los Exámenes Médicos Obligatorios por Actividad", aprobado por R.M. N° 312-2011/MINSA
Decreto Supremo D.S. N° 006-2014-TR	Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo	Toda la norma	Modifican el Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y salud en el trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 005-2012-TR

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-10**, se describe el marco de referencia del proyecto.

Tabla 3-10. Marco de Referencia para el Proyecto

Documento	Entidad	Año	Contenido
<i>Environmental Quality Standards For Contaminated sites</i>	<i>Nova Scotia Environment (NSE)</i>	2014	Estándares de Calidad para Sitios contaminados, incluye análisis de TPH para sedimentos.
<i>EPA Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24</i>	<i>Federal Government United States of America</i>	2018	Concentración máxima de contaminante para las características de toxicidad de residuos peligrosos TCLP.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Documento	Entidad	Año	Contenido
<i>Soil remediation. Circular 2013. Version of July.</i>	Gobierno de Holanda	Toda la norma	Circular sobre Evaluación y Coordinación de los Reglamentos de Remediación de la Ley de Protección de Suelos
Manual de Buenas Prácticas en la Investigación de Sitios Contaminados Muestreo de aguas Subterráneas	Ministerio de Ambiente- MINAM	2016	Contiene la descripción de actividades y secuencia de etapas que se deben seguir para garantizar la calidad y reproductibilidad de los resultados del muestreo.
Manual de Lineamientos y Procedimientos para la Elaboración y Evaluación de Informe de Identificación de Sitios Contaminados	Ministerio de Ambiente- MINAM	2015	Contiene los lineamientos básicos para la estructura de los informes de Identificación de Sitios Contaminados en base de la normatividad vigente en Perú
Guía para el Muestreo de Suelos	Ministerio de Ambiente- MINAM	2014	Contiene la guía para el muestreo de suelos en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo
Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en Sitios Contaminados	Ministerio de Ambiente- MINAM Dirección General de Calidad Ambiental	2015	Contiene la guía para la elaboración de ERSA en el marco del Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo
Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos	Ministerio de Ambiente- MINAM	2014	Incluye los diferentes pasos de investigación en un sitio potencialmente contaminado, así como para el desarrollo de las acciones de remediación bajo el Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo
Glosario de Términos Sitios Contaminados	Ministerio de Ambiente- MINAM	2013	Estas definiciones han sido recopiladas de los siguientes documentos: 1. Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2. Guía para el muestreo de suelos 3. Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación 4. Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA) en sitios contaminados
Resolución de Consejo Directivo N° 028-2017-OEFA/CD	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA	2017	Aprueba la Directiva para identificación de sitios contaminados y metodología para la estimación de nivel de riesgo a la salud y al ambiente

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-11**, se describen las normas técnicas de referencia para el proyecto.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-11. Normas Técnicas de Referencia para el Proyecto

Documento	Entidad	Año	Contenido
ASTM D5092-90	ASTM International	Toda la norma	Práctica estándar para el diseño e instalación de pozos de monitoreo de aguas subterráneas en acuíferos.
ASTM D6452:1999	ASTM International	Toda la norma	Guía estándar para la purga de pozos para garantizar la calidad del agua subterránea
ASTM D4448:2001	ASTM International	Toda la norma	Guía estándar para monitoreo de agua subterránea
ASTM E1527-13	ASTM International	Toda la norma	Práctica estándar para evaluaciones ambientales del sitio: Fase I Proceso de evaluación del sitio ambiental
ASTM E1903 - 11	ASTM International	Toda la norma	Práctica estándar para evaluaciones ambientales del sitio: Fase II Proceso de evaluación del sitio ambiental

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.1.5. Muestreo de Suelos

Considerando las propiedades edafológicas y químicas del suelo, la micro y macro biodiversidad del entorno del Sitio S0105 (Botadero CS-32), que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, el estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo será aplicable para el correspondiente a Uso Agrícola.

3.5.1.5.1. Estándares Nacionales Aplicables: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Para el plan de muestreo, se adoptan los estándares de calidad indicados en el D.S. N° 011-2017-MINAM, "Estándares de calidad Ambiental para Suelo".

En la **Tabla 3-12**, se relacionan los contaminantes de preocupación para suelo y los cuales están directamente relacionados con la industria petrolera.

Tabla 3-12. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Parámetros mg/kg PS ¹⁰	Uso del Suelo
	Suelo Agrícola
Orgánicos	
Benceno	0,03
Tolueno	0,37
Etilbenceno	0,082
Xileno (comprende la suma de xilenos: o-xileno, m-xileno y p-xileno)	11
Hidrocarburos Poliaromáticos	
Naftaleno	0,1
Benzo(a) pireno	0,1
Hidrocarburos de Petróleo	
Fracción de hidrocarburos F1(C6-C10)	200
Fracción de hidrocarburos F2(>C10-C28)	1 200
Fracción de hidrocarburos F3(>C28-C40)	3 000
Compuestos Organoclorados	
Bifenilos policlorados - PCB ¹¹	0,5
Inorgánicos	
Arsénico	50
Bario total	750
Cadmio total	1,4
Cromo total	No aplica

¹⁰ Peso seco

¹¹ Suma de siete PCB indicadores: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 y PCB 180

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Parámetros mg/kg PS ¹⁰	Uso del Suelo
	Suelo Agrícola
Cromo VI	0,4
Mercurio	6,6
Plomo	70

Fuente: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Teniendo en cuenta que existe la probabilidad que, en el área de interés, se haya realizado la inadecuada disposición de lodos de perforación, aguas de producción y de compuestos que contienen Bario se analizará en la matriz de suelo la concentración de Bario Extraíble, en caso que el resultado analítico supere los estándares del ECA para suelos, se realizará el análisis de Bario extraíble.

Los valores estándar para los parámetros de Bario extraíble se presentan en la **Tabla 3-13**.

Tabla 3-13. Valores para Bario en Sitios con Presencia de Baritina

Parámetros mg/kg PS ¹²	Uso del Suelo
	Suelo Agrícola
Bario Extraíble (<i>Extratable Barium</i>)	250

Fuente: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

3.5.1.5.2. Parámetros de Muestreo y Metodologías Analíticas

La etapa de campo permitió determinar que en tres celdas recubiertas con geomembrana fueron enterrados residuos sólidos industriales de diferente naturaleza como residuos metálicos, plásticos, vidrios, bolsas de polipropileno, etc. No se encontraron evidencias de hidrocarburos dispersos a través del sustrato suelo, no obstante, se estimó necesario corroborar a través de métodos analíticos la ausencia de BTEX, fracciones F1, F2 y F3.

Considerando que se encontraron piezas metálicas fabricadas con diferentes materiales y aleaciones que como resultado de procesos de dilución, dispersión, filtración y arrastre por escorrentías y debido a reacciones químicas de óxido reducción, pueden dar lugar a la generación de lixiviados convirtiendo se así en focos de contaminación, que alteren las propiedades físicas y químicas del suelo, sedimentos, aguas superficiales y subterráneas, se realizarán pruebas analíticas de lixiviación.

Los residuos metálicos, plásticos, papeles, polímeros a base de policloruro de vinilo, textiles, empaques de productos químicos como consecuencia del proceso de dilución en el agua y formación de óxidos, pueden dar lugar a la formación de compuestos clorados (PCB), compuestos nitrogenados, compuestos azufrados y lixiviados que pueden dispersarse a diferentes velocidades a través del suelo, aguas superficiales y subterráneas; a través del procedimiento para determinar la característica de toxicidad por lixiviación (TCLP), cuantitativa y cualitativamente se definirán las características de este lixiviado.

A continuación, en la **Tabla 3-14**, se relacionan los parámetros a ser monitoreados, el método de análisis, el límite de detección empleado por los Laboratorios y los estándares de calidad para suelo.

Tabla 3-14. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad para Suelo

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Benceno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,004 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,03 mg/kg)
Tolueno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,012 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,37 mg/kg)
Etilbenceno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,008 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,082 mg/kg)

¹² Peso seco

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
m, p-xilenos	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,011 mg/kg	(a)
o-xileno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,008 mg/kg	(a)
Xilenos ¹³	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,019 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (11 mg/kg)
Granulometría ¹⁴	ASTM D422-63 Rev.2007	---	(b)
pH	EPA METHOD 9045 D, Rev. 4 2004	---	(b)
Fracción de hidrocarburos F1(C6-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,6 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (200 mg/kg)
Fracción de hidrocarburos F2(>C10-C28)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1200 mg/kg)
Fracción de hidrocarburos F3(>C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (3000 mg/kg)
Naftaleno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,009 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0.1 mg/kg)
Acenaftileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	(a)
Acenafteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	(a)
Fluoreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	(a)
Fenantreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	<i>Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)</i> (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	(a)
Fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	(a)
Pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	<i>Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)</i> (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(a)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	<i>Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)</i> (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Criseno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	(a)
Benzo(b)fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	<i>Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)</i> (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(k)fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	<i>Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)</i> (uso agrícola: 0,1 mg/kg)

¹³ Comprende la suma de xilenos: o-xileno, m-xileno y p-xileno.

¹⁴ La muestra de suelo deberá estar libre de hidrocarburos para no alterar los resultados analíticos

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
			1991) (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(a)pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,1 mg/kg)
Dibenzo(ah)ant raceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991) (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(ghi)peril eno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	(a)
Indeno(1,2,3-cd) pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991) (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Arsénico total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	3,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (50 mg/kg)
Bario total real	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,3 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (10 000 mg/kg)
Bario extraíble	Soil Remediation Guidelines for Barite: Environmental Health and Human Health, Alberta Environmental, Feb 2009.	5.0 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (250 mg/kg)
Cadmio total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1,4 mg/kg)
Cromo VI	DIN 19734. 1999	0.2 mg/Kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,4 mg/kg)
Cromo total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,9 mg/kg	No aplica de acuerdo a los ECA de suelo. (a)
Mercurio total	EPA 7471 B, Rev. 2, February 2007	0,01 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (6,6 mg/kg)
PCB ´s	EPA Method 8270 D Rev. 5	0,042 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,5 mg/kg)
Plomo total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	2,0 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (70 mg/kg)
Arsénico extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,02 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (5,0 mg/l)
Bario extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,0025 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (100,0 mg/l)
Cadmio extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,0015 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (1,0 mg/l)
Cromo extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,004 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (5,0 mg/l)

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Plomo extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,02 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (5,0 mg/l)
Mercurio extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 245 1, Revisión 3 (1994)	0,0001 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (0,2 mg/l)
PCB 's ¹⁵	EPA Method 8270D	0,042 mg/L	ECA, uso de suelo agrícola (0,5 mg/l)

(a) La legislación nacional no regula este parámetro. Este parámetro se comparará con los resultados del nivel de fondo.

(b) Parámetros que tienen influencia sobre la movilidad de los contaminantes en el suelo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las acreditaciones del laboratorio ALS LS Perú y del Laboratorio *Environmental Testing Laboratory* SAC se encuentran en el **Anexo 6.5.1**.

3.5.1.1.2 Tipo de Muestreo

Considerando que en el Sitio S0105 (CS-32), se identificaron zonas impactadas por la dispersión y disolución de hidrocarburos en agua y se encontraron suelos y sedimentos a través de los cuales a diferentes profundidades se han producido fenómenos de absorción e infiltración, se determinó en gabinete realizar un muestreo dirigido y un muestreo de Nivel de Fondo, mediante perforaciones manuales, semi mecánicas, mecánicas y/o excavaciones dependiendo el terreno y las condiciones del área.

3.5.1.5.3. Muestreo de Nivel de Fondo

La "Guía para el Muestreo de Suelos" del MINAM en el marco del D.S. N°002-2013 realizada en el año 2014, define que la concentración de las sustancias químicas reguladas por el ECA suelo, deberá monitorearse en sitios contiguos al área contaminada, fuera del área de influencia del contaminante, pero de características geográficas análogas. Para el sitio S0105 (Botadero CS-32), se tomarán tres submuestras para conformar una muestra compuesta nivel de fondo que cumpla con el criterio anteriormente mencionado.

Para el área del sitio impactado se ha considerado realizar tres (3) puntos de muestreo nivel de fondo, los cuales estarán ubicados fuera del área de potencial interés.

Los parámetros a evaluar en el muestreo nivel de fondo corresponden a todos los parámetros que serán colectados en el muestreo de suelo, incluye metales pesados, fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28 y F3 (>C28-C40).

A continuación, en la **Tabla 3-15**, se presenta la estación de muestreo de nivel de fondo.

¹⁵ Suma de siete PCB indicadores: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-15. Estación de Muestreo de Nivel de Fondo

Sitio S0105 (Botadero CS-32)		
Punto de Muestreo Nivel De Fondo Para Suelos		
Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
	Este	Norte
S0105-NF1	339607	9692118

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.4**, se presenta el mapa de ubicación del punto de muestreo nivel de fondo.

3.5.1.5.4. Tipo de Muestras

Para las calicatas del muestreo, se tomaron muestras simples y/o compuestas dependiendo de la forma y grado de dispersión del contaminante.

Teniendo en cuenta la forma del terreno y la composición de los suelos, se realizaron los muestreos mediante sondeo manual (barreno manual), con esto se obtienen muestras simples.

3.5.1.5.5. Patrón de Muestreo para Definir la Localización de Puntos de Muestreo en Suelos Impactados

La "Guía para el Muestreo de Suelos" del MINAM, elaborada dentro del marco del D.S. N°002-2013, establece los siguientes patrones de muestreo para definir la localización de los puntos de muestreo en suelos contaminados:

- Muestreo dirigido a juicio de expertos: muestreo que se lleva a cabo sobre puntos específicamente determinados, cuando se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y es evidente la extensión de la afectación.
- Muestreo estadístico: muestreo realizado de acuerdo a modelos matemáticos, se usa para comprobar de manera homogénea la presencia o ausencia y distribución de contaminantes en el suelo. El muestreo se realiza en toda el área posiblemente contaminada pudiendo hacerse de manera sistemática, aleatoria simple y aleatoria estratificada.

La revisión y análisis de la información secundaria, permitió obtener una primera caracterización sobre el tipo y naturaleza del agente contaminante.

El análisis y procesamiento de la información secundaria y de la información levantada en campo, permitió elaborar el modelo conceptual sobre la base del cual se desarrollará el plan de muestreo.

Tomando como referencia la información secundaria, el tipo de contaminante de preocupación, el mecanismo de dispersión y migración del contaminante, se desarrollará un **muestreo dirigido**.

El muestreo dirigido tiene como objetivo delimitar el perímetro del área de potencial interés, cuantificar el volumen de suelo contaminado, determinar la distribución espacial del agente contaminante de preocupación y a través de métodos analíticos de laboratorio determinar la concentración de los agentes contaminantes.

En el **Anexo 6.4**, se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo de suelos.

3.5.1.5.6. Número de Puntos de Muestreo

El número de puntos de muestreo está determinado por el tamaño del área de potencial interés, por el tipo, naturaleza y concentración del agente contaminante de preocupación, por la distribución

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

espacial del contaminante, el número de puntos de muestreo variará en función del medio que se pretende muestrear.

Para el Sitio S0105 (Botadero CS-32), se establecieron dieciséis (16) puntos de Muestreo, de los cuales doce (12) se encuentran en la zona perimetral y cuatro (4) se encuentran dentro del perímetro del área de potencial interés, para la determinación de estos puntos se tomó en cuenta la existencia de depósitos de acumulación de materiales que tienen el potencial de generar sustancias peligrosas como metales pesados, complejos catiónicos, óxidos de diferente naturaleza, lixiviados, etc.

Para determinar el número de muestreos se tiene en cuenta el reporte de campo CUC No 0001-01-2017-22 donde se realiza la visita de reconocimiento de los botaderos y sitios impactados en las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre – Lote 192 (Ex lote 1AB), del 26 de enero al 9 de febrero de 2017 con esta información secundaria se tiene referencia para complementar los puntos de muestreo del Sitio S0105 (Botadero CS-32), y establecer el grado de concentración del(os) agente(s) contaminante(s) (hidrocarburos, metales pesados, lixiviados).

En el **Anexo 6.4**, se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo de suelos en los cuales se indica también los que corresponden a calicata/perforación manual y sondeo/perforación con equipo.

3.5.1.5.7. Localización y Muestreo de Suelos en Época Húmeda

Con el objeto de realizar la caracterización del área de potencial interés del Sitio S0105 (Botadero CS-32), que permita determinar por métodos analíticos la concentración del agente contaminante, la pluma y grado de dispersión del contaminante, en época húmeda se realizará un análisis de los parámetros físico químicos de suelo en el 16% del total de los Puntos de muestreo (5 Puntos de muestreo).

Cabe mencionar que el contenido de humedad de una muestra de suelo puede ser un problema en el análisis de la concentración de las fracciones de hidrocarburos, ya que un alto contenido de humedad puede alterar la variabilidad del análisis, debido a que dificulta obtener submuestras representativas debido a un mal proceso de homogenización y secado de la muestra, además de generar una pobre interacción entre el solvente y las superficies hidratadas del suelo.

Los porcentajes de desviación de los resultados de los análisis analíticos de la fase de muestreo en época húmeda, serán ajustados a través de la caracterización de suelos que se llevará a cabo en época seca (menos húmeda).

A continuación, en la **Tabla 3-16**, se relacionan las cinco (5) estaciones de muestreo de suelo para época húmeda.

Tabla 3-16. Puntos de Muestreo de Suelo para Época Húmeda

Sitio S0105-Botadero CS-32				
Puntos De Muestreo De Suelos - Época Húmeda				
No.	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Tipo De Sondeo
		Este	Norte	
1	S0105-S003	339628	9692114	Calicata/Sondeo Manual
2	S0105-S004	339621	9692184	Calicata/Sondeo Manual
3	S0105-S005	339590	9692232	Calicata/Sondeo Manual
4	S0105-S012	339631	9691995	Calicata/Sondeo Manual
5	S0105-S014	339672	9692061	Calicata/Sondeo Manual

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

*Nota: Inicialmente se tiene establecido hacer los muestreos con calicata y sondeo manual, en campo se define la necesidad de hacer la excavación profunda con equipos o retroexcavadora.

En el **Anexo 6.4**, se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo de suelos en los cuales se indica también los que corresponden a calicata/perforación manual y sondeo/perforación con equipo.

3.5.1.5.8. Localización y Muestreo de Suelos en Época Seca

Con el objeto de realizar la caracterización del área de potencial interés del Sitio S0105 (Botadero CS-32), que permita determinar por métodos analíticos la concentración del agente contaminante, la pluma y grado de dispersión del contaminante en época seca (menos húmeda) se realizará un análisis de los parámetros físico químicos de suelo en once (11) estaciones de muestreo de las dieciséis (16) estaciones de muestreo de suelo planteadas, en esta etapa de muestreo se tomarán las muestras faltantes de época húmeda y las programadas de época seca (menos húmeda), es decir que se tomaran muestreos en los límites y parte central del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

A continuación **Tabla 3-17**, se relacionan las once (11) estaciones de muestreo de suelo para época seca (menos húmeda).

Tabla 3-17. Puntos de Muestreo de Suelo para Época Seca

Sitio S0105-Botadero CS-32				
Puntos De Muestreo De Suelos Época Seca				
No.	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Tipo De Sondeo*
		Este	Norte	
1	S0105-S001	339656	9692019	Sondeo / Perforación con equipos
2	S0105-S002	339610	9692066	Calicata/Sondeo Manual
3	S0105-S006	339601	9692245	Calicata/Sondeo Manual
4	S0105-S007	339666	9692108	Sondeo / Perforación con equipos
5	S0105-S008	339671	9692189	Calicata/Sondeo Manual
6	S0105-S009	339725	9692010	Calicata/Sondeo Manual
7	S0105-S010	339707	9691942	Calicata/Sondeo Manual
8	S0105-S011	339681	9691985	Calicata/Sondeo Manual
9	S0105-S013	339629	9692022	Calicata/Sondeo Manual
10	S0105-S015	339693	9692126	Sondeo / Perforación con equipos
11	S0105-S016	339689	9692017	Sondeo / Perforación con equipos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

*Nota: Inicialmente se tiene establecido hacer los muestreos con calicata y sondeo manual.

En el **Anexo 6.4**, se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo de suelos en los cuales se indica también los que corresponden a calicata/perforación manual y sondeo/perforación con equipo.

3.5.1.5.9. Profundidad de Muestreo de Suelos

En cada punto de muestreo se tomaron muestras superficiales y a diferentes profundidades. Para establecer la profundidad de muestreo, se tomó en consideración el grado de dispersión de los contaminantes y de una manera referencial los resultados arrojados por el Equipo PID.

En la **Tabla 3-18**, se detallan los parámetros a monitorear en función de la profundidad.

Tabla 3-18. Número Total de Muestras por Parámetro de Suelo en Función a la Profundidad

Código	Tipo	Profundidad (m)	Cantidad de Muestras	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Parámetros										
						Inorgánicos			Orgánicos						Físicos	
									* metales totales	Cromo vi	Hg total	Btex (10%)	F1 (10%)	F2 (10%)		
S0105-NF1	Calicata/Sondeo	-	1	339607	9692118	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
S0105-S001	Sondeo / Perforación con equipos	1er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1	339656	9692019	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S002	Calicata/Sondeo	1er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		2do Nivel	1	339610	9692066	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S003	Calicata/Sondeo	1er Nivel	1			1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1	339628	9692114	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S004	Calicata/Sondeo	1er Nivel	1			1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
		2do Nivel	1	339621	9692184	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
		3er Nivel	1			1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1
S0105-S005	Calicata/Sondeo	1er Nivel	1			1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1	339590	9692232	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S006	Calicata/Sondeo	1er Nivel	1			1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1	339601	9692245	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S007	Sondeo / Perforación con equipos	1er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1	339666	9692108	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S008	Calicata/Sondeo	1er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1	339671	9692189	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S009	Calicata/Sondeo	1er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1	339725	9692010	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S010	Calicata/Sondeo	1er Nivel	1	339707	9691942	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Código	Tipo	Profundidad (m)	Cantidad de Muestras	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Parámetros											
						Inorgánicos			Orgánicos						Físicos		
									* metales totales	Cromo vi	Hg total	Btex (10%)	F1 (10%)	F2 (10%)			F3 (10%)
		2do Nivel	1			1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
		3er Nivel	1				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1er Nivel	1				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
S0105-S011	Calicata/Sondeo	2do Nivel	1	339681	9691985	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
		3er Nivel	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		1er Nivel	1	1		1	0	1	1	1	1	1	1	0	0		
S0105-S012	Calicata/Sondeo	2do Nivel	1	339631	9691995	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	
		3er Nivel	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		1er Nivel	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S013	Calicata/Sondeo	2do Nivel	1	339629	9692022	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		3er Nivel	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		1er Nivel	1	1		1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
S0105-S014	Calicata/Sondeo	2do Nivel	1	339672	9692061	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	
		3er Nivel	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1er Nivel	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S015	Sondeo / Perforación con equipos	2do Nivel	1	339693	9692126	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
		3er Nivel	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1er Nivel	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0105-S016	Sondeo / Perforación con equipos	2do Nivel	1	339689	9692017	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		3er Nivel	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1er Nivel	1	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			46			46	10	13	5	6	8	8	7	7	5	5	
% PORCENTAJE			100%			100%	22%	28%	11%	13%	17%	17%	15%	15%	11%	11%	

Dónde:

F1: Fracción de Hidrocarburos F1
F2: Fracción de Hidrocarburos F2
F3: Fracción de Hidrocarburos F3
BTEX: Benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos
PAHs: Hidrocarburos Poliaromáticos.
TCLP: Toxicity Characteristic Leaching Procedure

(a) En caso de presentar resultados de Barrio por encima de los Estándares de Suelo para uso agrícola, se procederá a analizar Barrio total real y Barrio extraíble.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.1.5.10. Caracterización De Residuos Enterrados

La caracterización del Sitio S0105 (Botadero CS-32) se realizará de la siguiente manera:

- En la explanada del sitio se realizó un sondeo mecánico con Retroexcavadora para determinar o descartar la existencia de residuos enterrados a una profundidad estimada de 5,0 metros.
- En los taludes y partes bajas del Sitio se realizaron sondeos manuales con un barreno helicoidal que permitirá alcanzar una profundidad de 5 metros, en caso de requerirse un mayor nivel de detalle del tipo de residuos que estén enterrados se procederá a realizar calicatas de A: 1,0 x L: 1,0 x H: 1,20 metros, la profundidad de la perforación se podrá ampliar con un equipo de perforación helicoidal hasta 8,0 metros, el análisis el núcleo permitirá determinar el tipo de residuos enterrados.
- Si se requiere un mayor nivel de detalle del tipo, naturaleza y cantidad de los residuos que están enterrados se realizarán excavaciones hasta una profundidad de 3,0 metros siempre y cuando las condiciones del entorno lo permitan (espacio suficiente para realizar la excavación, estabilidad del suelo, condiciones de seguridad para realizar la excavación y ampliar la profundidad, suelos no saturados).
- En el sitio S0105 (Botadero CS-32) el plan de muestreo contempla el uso de Georradar que consiste en la emisión electromagnética de pulsos transitorios (duración limitada) que penetran el subsuelo y permiten la recepción de los rebotes de onda para generar una imagen radar (Radagramas), cuya definición es en función del comportamiento de la señal emitida que interactúa con los distintos objetos, estructuras, componentes y condiciones del suelo que alcanza a su paso. Se realiza con el fin de reducir la incertidumbre de la disposición de los residuos enterrados en el área impactada.

En el **Anexo 6.11.1**, se especifica el estudio del Georradar.

De acuerdo al artículo 31 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Perú, los residuos sólidos se clasifican, según su peligrosidad en peligrosos y no peligrosos y según la autoridad competente para su gestión en municipales y no municipales.

Para dar cumplimiento a lo establecido en la norma, se diligenció en campo un formato que permita identificar, clasificar y caracterizar el tipo y naturaleza de los residuos que se encuentran en el sitio S0105 (Botadero CS-32). Ver **Anexo 6.5.2**.

3.5.1.5.11. Toma de Muestras

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento de toma de muestra en campo para suelo.

3.5.1.5.12. Procedimientos, Medidas y Custodia para el Aseguramiento de la Calidad

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan los procedimientos, las medidas y las custodias para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

3.5.1.6. *Muestreo de Aguas Subterráneas*

El muestreo de agua subterránea tiene como objetivo principal determinar el impacto generado por el sitio a la calidad del agua subterránea. Así mismo, este muestreo busca determinar el grado de afectación y/o migración de los contaminantes de preocupación hacia los estratos subsuperficiales y/o la zona saturada.

Nota: Dentro del área de potencial interés en donde existen evidencias de la dispersión del contaminante, no se construirán piezómetros, debido a que durante su construcción se pueden realizar cortes hidráulicos que propicien la migración del agente contaminante hacia los acuíferos.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.1.6.1. Consideraciones Previas

Los criterios técnicos para determinar la ubicación de los piezómetros son:

En Gabinete:

- Revisión de la información geológica disponible para reconocer las principales formaciones existentes en la zona de estudio y perfiles litológicos de la carta geológica nacional.
- Revisión de los estudios previos de Sísmica de la zona para reconocer los perfiles litológicos de los puntos a visitar.
- A partir de esta información se desarrollaron planos de referencia según imagen satelital para ubicación preliminar de los piezómetros.

En campo:

- Reconocimiento del área de estudio para realizar la identificación preliminar de la ubicación de puntos de muestreo. (1era. Visita).
- Se determinará el parámetro de distribución de resistividad en diferentes profundidades del suelo mediante la inyección de corriente eléctrica en el subsuelo – Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).
- Instalación de un pozo arriba del punto impactado (pseudo pozo). Este pozo permitirá conocer el perfil litológico en campo del sitio impactado ubicado en la parte superior con la cota más elevada y pendiente arriba del inicio del área impactada.
- Análisis de la geomorfología del sitio para definir la ubicación y profundidad de los piezómetros teniendo en cuenta la dirección del flujo del agua subterránea, dirección de la escorrentía y la influencia del cuerpo de agua principal. Se tendrá en cuenta que los cuerpos de agua superficiales pueden actuar aportando o recibiendo las aguas subterráneas.
- En los sitios impactados por el derrame de hidrocarburos, los piezómetros se construirán en el perímetro externo a la zona de potencial afectada para evitar la posible migración del agente contaminante hacia los sustratos inferiores y/o hacia los acuíferos.
- En los botaderos los piezómetros se construirán y desarrollarán en las zonas de escorrentía.
- Nivelación topográfica de los piezómetros con estación total.

Conceptualmente se define que para el Sitio S0105 (Botadero CS-32) la construcción de los dos (2) piezómetros busca determinar el mecanismo de flujo del acuífero (por fracturas o poros), la dinámica de flujo y los gradientes hidráulicos del acuífero.

Entonces uno (1) de los piezómetros se construirá en la parte alta según la pendiente del área y la dirección estimada del agua subterránea, en donde no existe probabilidad que el contaminante se haya dispersado, este pozo servirá para identificar el perfil litológico del área.

3.5.1.6.2. Estándar Aplicable

Debido a que en la legislación peruana no se cuenta con estándares de calidad ambiental para agua subterránea, la normativa a aplicar será la norma holandesa denominada Soil Remediation Circular 2013, versión de julio 2013.

En la **Tabla 3-19**, se describen los estándares de calidad ambiental aplicables para agua subterránea.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-19. Estándares de Calidad Ambiental para Agua Subterránea de la Norma Holandesa

Parámetros	Unidad	Valores Objetivo	Valores De Intervención
Parámetros de Campo			
Potencial de Hidrógeno	pH	---	---
Temperatura del agua	°C	---	---
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	---	---
Oxígeno (O ₂)	mg/l	---	---
Potencial Oxido-Reducción	mV	---	---
Turbidez	NTU	---	---
Hidrocarburos			
Hidrocarburos Totales de Petróleo ¹ (C9-C40)	µg/L	50	600
Hidrocarburos poliaromáticos			
Naftaleno	µg/L	0,01	70
Benzo(a) pireno	µg/L	0,0005	0,05
Acenaftileno	µg/L	---	---
Acenafteno	µg/L	---	---
Fluoreno	µg/L	---	---
Fenantreno	µg/L	0,003	5
Antraceno	µg/L	0,0007	5
Fluoranteno	µg/L	0,003	1
Pireno	µg/L	---	---
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,0001	0,5
Criseno	µg/L	0,003	0,2
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	---	---
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,0004	0,05
Dibenzo(ah)antraceno	µg/L	---	---
Benzo(ghi)perileno	µg/L	0,0003	0,05
Indeno(1,2,3-cd) pireno	µg/L	0,0004	0,05
BTEX			
Benceno	µg/L	0,2	30
Tolueno	µg/L	7	1000
Etilbenceno	µg/L	4	150
xilenos	µg/L	0,2	70
Inorgánicos			
Arsénico total	µg/L	10	60
Bario total	µg/L	50	625
Cadmio total	µg/L	0,4	6
Cromo total	µg/L	1	30
Mercurio total	µg/L	0,05	0,3
Plomo total	µg/L	15	75

Fuente: Soil Remediation Circular 2013, version of July 2013

¹ Este parámetro será comparado con Mineral Oil (C9-C40)

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

3.5.1.6.3. Parámetros de Muestreo y Metodologías Analíticas

Los parámetros a muestrear, el método de referencia, el límite de detección y los estándares de comparación se indican en la siguiente **Tabla 3-20**.

Tabla 3-20. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad de Agua Subterránea

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Potencial de Hidrógeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Temperatura del agua ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Conductividad Eléctrica ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Oxígeno Disuelto ⁽¹⁾	EPA 360.1 1971	-----	-----
Potencial Oxido-Reducción ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2580 B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Mineral Oil	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007		Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,600 mg/L
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl- B, 22nd Ed. 2012	0,5 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 100 mg/L
Benceno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,030 mg/L
Tolueno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 1 mg/L
Etilbenceno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,150 mg/L
O-xilenos	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
M, p-xileno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,004 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
Xilenos	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,006 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
Naftaleno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
Benzo(a) pireno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
acenaftileno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Acenafteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	-----
Fluoreno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	-----
Fenantreno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,005 mg/L
Antraceno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,005 mg/L

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Fluoranteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,001 mg/L
Pireno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	-----
Benzo(a)antraceno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,0005 mg/L
Criseno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,0002 mg/L
Benzo(b)fluoranteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	-----
Benzo(k)fluoranteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Dibenzo(ah)antraceno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	-----
Benzo(ghi)perileno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Indeno(1,2,3-cd) pireno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Arsénico total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,060 mg/L
Bario total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,625 mg/L
Cadmio total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,006 mg/L
Cromo total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,030 mg/L
Mercurio total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,0003 mg/L
Plomo total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,075 mg/L
Arsénico disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	(a)
Bario disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	(a)
Cadmio disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L	(a)
Cromo disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	(a)
Mercurio disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	(a)
Plomo disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	(a)

(1) Parámetros de medición inmediata (*in situ*)

(a) Este parámetro se considera para evaluar la disolución de los metales en el agua subterránea

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las acreditaciones del laboratorio ALS LS Perú y del Laboratorio *Environmental Testing Laboratory* SAC se encuentran en el **Anexo 6.5.1**.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.1.6.4. Tipo de Muestras

Las muestras a coleccionar serán simples o puntuales.

3.5.1.6.5. Construcción del Piezómetro

Teniendo en cuenta el numeral **3.5.1.6.1**, consideraciones previas, los piezómetros se construirán en época húmeda y época seca (menos húmeda) con el objetivo de realizar el monitoreo de las aguas subterráneas de ambas épocas. Después de determinar el nivel freático, el pozo se profundizará 2,00 m. adicionales (aproximadamente) por debajo de este nivel. Una vez finalizado se realizará la instalación del prefiltro (gravilla), tubo ranurado (filtro), tubería de PVC, bentonita y concreto. En la parte superficial se instalará una tubería metálica de protección con un candado.

Se realizará el análisis del perfil litológico para determinar la granulometría, permeabilidad, plasticidad, color de acuerdo con la tabla Munsell, el espesor de cada unidad de suelo identificada, ensayos *in-situ* para la determinación de COVs en el suelo mediante el PID y las características organolépticas (olor y presencia de iridiscencia). Se llevará el registro en el formato establecido.

El nivel de los acuíferos depende del grado de permeabilidad de los suelos y de la época estacional, la dinámica de flujo, el curso y el nivel de estos acuíferos puede cambiar de una época estacional a otra, por lo tanto, para el piezómetro que se construya en época húmeda, se deberá verificar su operatividad en época seca (menos húmeda).

La visita de reconocimiento permitió establecer que el tipo de suelo que predomina de los sitios impactados es limo arcilloso y arcilloso, este tipo de suelos se caracteriza por su alta plasticidad, fuerte adhesividad, granulometría fina, alta capacidad de retención de agua, estas propiedades físicas permiten concluir ir en primera medida que las capas de suelo limo arcilloso y arcilloso están actuando como una película sellante y de impermeabilización que está reteniendo y/o haciendo más lento el proceso de migración de los agentes contaminantes. Cabe mencionar que a una mayor profundidad se puede encontrar una combinación de otros tipos de suelos, tales como arcilla-arena. Esto se corrobora en campo con el pseudo pozo y el análisis (SEV).

Tomando en consideración lo anteriormente referenciado, cada piezómetro se construirá a una profundidad determinada, se analizará el perfil litológico, la granulometría del suelo, se analizarán evidencias organolépticas sobre la posible percolación de sustancias contaminantes a mayor profundidad dependiendo del espesor y de la resistividad del estrato.

El nivel freático y la interfase aceite-agua se determinará con un Medidor de Nivel Freático e Interfase que tiene un rango de uso hasta 30 m de profundidad. El equipo permite detectar los líquidos livianos (flotantes) de fase no acuosa (LNAPL); en caso que se detecte presencia oleosa, se extraerá una muestra con el tubo *bailer*¹ y la fase no acuosa se llevará a laboratorio para análisis, separada de la muestra acuosa.

El tiempo de la purga del pozo necesario para estabilizar el piezómetro se calculará tomando como referencia la profundidad del pozo, la velocidad de bombeo y la conductividad hidráulica, se realizarán mediciones de Oxígeno disuelto, PH, temperatura, conductividad eléctrica del agua bombeada; las muestras del acuífero se tomarán solo hasta después que no se registren variaciones significativas de estos parámetros.

La toma de la muestra de agua subterránea se realizará ocho (8) días después de terminar el pozo y realizar la purga y limpieza.

¹ Según ASTM D5521 *Development of Ground-Water Monitoring Wells in Granular Aquifers*, el *bailer* es un dispositivo tubular largo y angosto, con la parte superior abierta y una válvula de retención en la parte inferior que se utiliza para eliminar el agua y los sedimentos

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Para el Sitio S0105 (Botadero CS-32), se definieron preliminarmente dos (2) sitios para la construcción de los piezómetros considerando la geomorfología del sitio, la topografía de la zona y el área de la zona de interés.

La localización y el número de puntos de muestreo se presentan en la **Tabla 3-21**.

Tabla 3-21. Puntos de Muestreo de Agua Subterránea

Código	Tipo	Cantidad De Muestras	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
			Este	Norte
S0105-ASub001	Puntual	1	339744	9692010
S0105-ASub002	Puntual	1	339607	9691988

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.4**, se presentan el mapa de la ubicación de las muestras de agua subterránea.

3.5.1.6.6. Desarrollo y Purga Del Pozo

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento para el desarrollo y purga del pozo.

3.5.1.6.7. Medición Del Nivel Freático

El nivel freático y la interfase aceite-agua se determinará con un Medidor de Nivel Freático e Interfase que tiene un rango de uso hasta 30 m. de profundidad. El equipo permite determinar los líquidos livianos (flotantes) de fase no acuosa (LNAPL) y de líquidos densos (que se hunden) de la fase no acuosa.

La medición del nivel freático se realizará siempre previo al muestreo de agua, previo desarrollo del pozo o previo a la purga de este.

3.5.1.6.8. Toma de Muestras

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento de Toma de muestra en campo para aguas subterráneas.

3.5.1.6.9. Procedimientos, Medidas y Custodia para el Aseguramiento de la Calidad

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan los procedimientos, las medidas y las custodias para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

3.5.1.6.10. Consideraciones Generales De Conservación y Transporte

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el Acondicionamiento y transporte de muestras.

3.5.1.7. *Muestreo de Aguas Superficiales*

En la visita de reconocimiento del Sitio S0105 (Botadero CS-32) realizada el 02 de febrero de 2018, se identificó que dentro del área de potencial interés no existen cuerpos de agua como ríos, quebradas, arroyos y/o cochas, por lo tanto, no se realizará la caracterización de aguas superficiales en este sitio.

3.5.1.8. *Muestreo de Sedimentos*

No se realizará el muestreo de sedimentos debido a que en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), no hay cuerpos de agua superficiales.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.1.9. Muestreo de Hidrobiológicos

3.5.1.9.1. Ecosistemas Acuáticos

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), no se realizará colecta de identificación y análisis de plancton, perifiton, bentos y peces.

3.5.1.10. Muestreo Componente Biótico – Componente Fauna

El Sitio S0105 (Botadero CS-32), en la cuenca de Pastaza se caracteriza por ser un área de tierras firmes y bajos inundables, en la cual se han arrojado residuos sólidos y derrames de crudo.

El muestreo de fauna por su parte se definió basándose en la metodología propuesta por “La guía de inventario de la Fauna Silvestre” publicada por el MINAM en 2015 y aprobada mediante RM N° 057 de 2015, la cual fue adaptada a las características del área de estudio y al alcance del proyecto de la siguiente forma:

- Se seleccionaron dos zonas de 0,3 ha cada una para un total de muestreo de 0,6 ha en las cuales se llevarán a cabo todas las técnicas de muestreo para los grupos de herpetofauna, avifauna y mastofauna. Una de las áreas incluirá el “sitio contaminado” y la otra incluirá un área que se presume “no afectada” con el fin de identificar las características faunísticas de cada una de ellas y establecer complementos entre ellas.
- En cada zona (sitio contaminado y sitio no afectado) se realizará al menos un transecto de 100 m x 2 m para herpetofauna, 100 m x 10 m para mamíferos y 100 m x 20 m para aves en los cuales se registrarán datos relacionados con identificación taxonómica, hábitat y/o cobertura donde se encontró estrato vertical y horizontal y número de individuos. Adicionalmente, se realizarán registros fotográficos en caso de ser posible y se tomarán datos morfométricos y de salud de los individuos en caso de ser capturados.
- Se llevarán a cabo recorridos de observación libres en y alrededor de las demás áreas de cada punto con el fin de levantar la mayor cantidad de información posible. Estos recorridos serán registrados en la cartografía final.

Adicionalmente se llevarán a cabo las siguientes técnicas de muestreo por grupo taxonómico:

• Herpetofauna

Es la técnica de búsqueda por encuentro visual (VES) en toda el área la cual se verá reflejada en cartografía dentro de la técnica de transectos lineales y se instalarán al menos dos (2) parcelas de 5 m x 5 m removiendo hojarasca y tierra en búsqueda de individuos en horario diurno (12:00-13:00) y nocturno (16:00-19:00) para un esfuerzo de muestreo de 2 horas - hombre. La actividad será desarrollada por el biólogo encargado y el personal de apoyo de la zona para un esfuerzo de muestreo total de 4 horas-hombre por día (ver **Figura 3-3**).

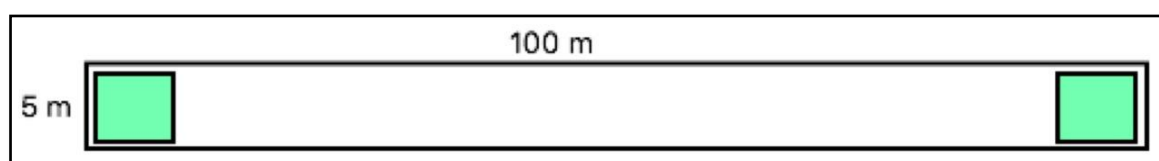


Figura 3-3. Transecto Herpetofauna y Parcelas
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

• Avifauna

Se instalan cuatro (4) redes de niebla de 10 m cada una para un total de 40 m lineales, las cuáles son operadas de 6:00 a 9:00. Lo anterior indica que el esfuerzo de muestreo es de aproximadamente 10 horas/red por día. Adicionalmente, se realizan dos transectos de 0,2 ha en cada zona escogida (contaminada y no contaminada) con el fin de hacer un levantamiento de información de avifauna por medio de registros visuales y auditivos. Para esta técnica se emplearán unos binoculares Nikon Prostaff 7 de 10 x 50 mm y una cámara fotográfica Nikon P900 de 83x (**Figura 3-4**).

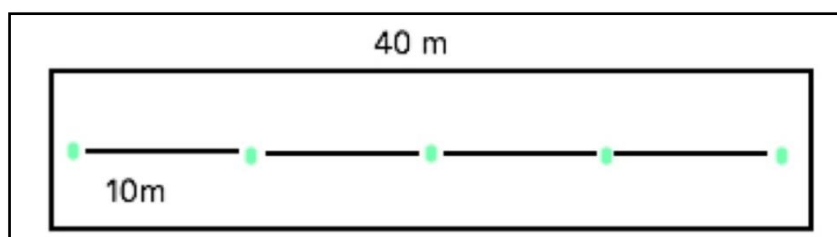


Figura 3-4. Distribución Redes de Niebla por Área Muestreada
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las redes de niebla se instalarán cerca de uno de los transectos de franja fija con el fin de lograr que ambas técnicas sean complementarias.

• Mastofauna

Para el caso de los mamíferos pequeños se instalarán diez (10) trampas Tomahawk trampas por noche de muestreo. Cada trampa estará separada entre 5 y 10 m de distancia de cada una, se camuflarán con vegetación y se usarán cebos recomendados en la guía del inventario de la fauna silvestre (MINAM, 2015). En la **Figura 3-5**, se distribución de las tramas Tomahawk.

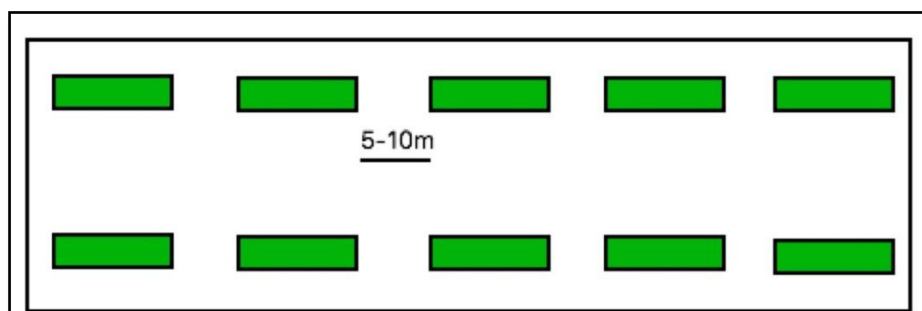


Figura 3-5. Distribución Trampas Tomahawk por Área Estudiada
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el caso de los Mamíferos medianos y grandes se instalarán cuatro (4) cámaras trampa por noche de muestreo con el fin de identificar las especies que por allí se desplacen.

Todos los grupos taxonómicos estudiados y las especies e individuos registradas son reportados en un formato de campo y/o libreta de campo y se les tomarán datos relacionados como: Ubicación geográfica, identificación taxonómica, hábitat, evidencia encontrada, actividad realizada por el individuo y/o estado de la evidencia, se tomará un registro fotográfico y en caso de la captura de algún individuo vivo se realizará toma de medidas morfométricas y del estado de salud del individuo para finalmente liberarlos sin ser afectados.

Las trampas Tomahawk y las cámaras están instaladas muy cerca de alguno de los transectos de ancho fijo que sean seleccionados en el área de estudio con el fin de complementar la información que arrojen las técnicas de muestreo utilizadas y den un mejor resultado en el análisis.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

A continuación, en la **Tabla 3-22**, se muestran las coordenadas de los vértices de los transectos que serán muestreados y de los puntos proyectados para la instalación de trampas, en la **Tabla 3-23**, se muestran las coordenadas de técnicas de referencia para el muestreo de Fauna.

Tabla 3-22. Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna

N°	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S			
				Inicio		Final	
				Este	Norte	Este	Norte
1	S0105	Transectos de referencia fauna	S0105-FAU-TRAF-01	339714	9692088	339713	9691974
2			S0105-FAU-TRAF-02	339598	9692188	339626	9692087
3			S0105-FAU-TRL-01	339641	9692312	339537	9691883

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 3-23. Técnicas de Referencia para el Muestreo de Fauna

N°	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
				Este	Norte
1	S0105	Fauna Parcelas Herpetofauna	S0105-FAU-HER-PAR-01	339838	9691863
2			S0105-FAU-HER-PAR-02	339806	9691828
3		Fauna Redes	S0105-FAU-AVI-RED-01	339609	9692217
4			S0105-FAU-AVI-RED-02	339601	9692229
5		Fauna Cámaras Trampa	S0105-FAU-MAS-CAM-01	339608	9692185
6			S0105-FAU-MAS-CAM-02	339596	9692127
7			S0105-FAU-MAS-CAM-03	339781	9692047
8			S0105-FAU-MAS-CAM-04	339800	9692048
9	S0105	Fauna Trampa Mamíferos	S0105-FAU-TRAM-01	339623	9692129
10			S0105-FAU-TRAM-02	339602	9692158
11			S0105-FAU-TRAM-03	339608	9692176
12			S0105-FAU-TRAM-04	339611	9692185
13			S0105-FAU-TRAM-05	339602	9692194
14			S0105-FAU-TRAM-06	339608	9692185
15			S0105-FAU-TRAM-07	339751	9692090
16			S0105-FAU-TRAM-08	339757	9692097
17			S0105-FAU-TRAM-09	339756	9692114
18			S0105-FAU-TRAM-10	339781	9692047

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.4**, se presenta el mapa de muestreo de Fauna.

- **Entrevistas Semiestructuradas:**

Para complementar esta información se consultará con los pobladores la importancia cultural, económica y ambiental de cada organismo identificado y se determinará que otras especies no registradas son importantes para su cultura. Finalmente se buscará identificar si alguna especie en categoría de amenaza según UICN o CITES pudiera verse eventualmente en el área afectada, para lo cual se utilizarán libros o cualquier herramienta visual para que los pobladores puedan reconocerlos.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.1.11. Muestreo Componente Biótico – Componente Flora

La metodología empleada es una adaptación de la Guía de inventario de la flora y vegetación definida por el MINAM (2015), a las condiciones del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

La cobertura es de Bosque de terraza alta con vegetación secundaria presente, la cual requiere de un tamaño mínimo muestral de 0,5 ha, en este caso serán distribuidas en 5 parcelas o transectos de un décimo de hectárea (100 m x 10 m) para alcanzar el total esperado, al interior de esta se censan todos los individuos arbóreos (Categoría de tamaño fustales) con más de 10 cm de DAP (Diámetro a la altura del pecho).

Dentro de las parcelas se censan todos los individuos arbóreos consignando los datos en los formatos de campo destinados para tal fin, las variables registradas son: DAP (Diámetro a la altura del pecho medida en metros), altura total y altura comercial (altura del fuste hasta la primera ramificación) medidas en metros, para la primera variable se utilizará la cinta métrica y se medirá a una altura de 1,30 metros de la base de los árboles, la segunda se hará por estimación. Cada árbol medido será marcado con pintura roja y un consecutivo numérico, esto con el fin de facilitar posibles mediciones futuras de control por parte de las autoridades ambientales competentes o la supervisora del proyecto.

• Forma y Tamaño de la Parcela

Con las unidades florísticas predefinidas, se precisarán las características de las unidades muestrales a utilizar en campo para recopilar la información en cada una de las comunidades vegetales al igual que para el muestreo estadístico. De acuerdo al tipo de comunidad se trabajará con parcelas rectangulares y cuadradas dependiendo del estado sucesional de las diferentes unidades florísticas.

En la **Figura 3-6**, se relaciona el tamaño de las parcelas tipo a utilizar en las unidades de coberturas que son uno de los insumos principales en la definición de las unidades florísticas, y como tal estas unidades de coberturas serán las que definen la forma y el tamaño de las unidades muestrales a levantar en cada unidad florística. Para coberturas boscosas se realizarán parcelas de 100 x 10 m (0,1 ha) de acuerdo a Melo y Vargas (2003)¹; Para la vegetación secundaria baja se realizarán unidades de 100 m² acorde a lo recomendado CATIE (2001)², debido al tamaño de los elementos arbóreos y a la homogeneidad esperada en estructura y composición florística; para los brinzales el área será de 4 m².

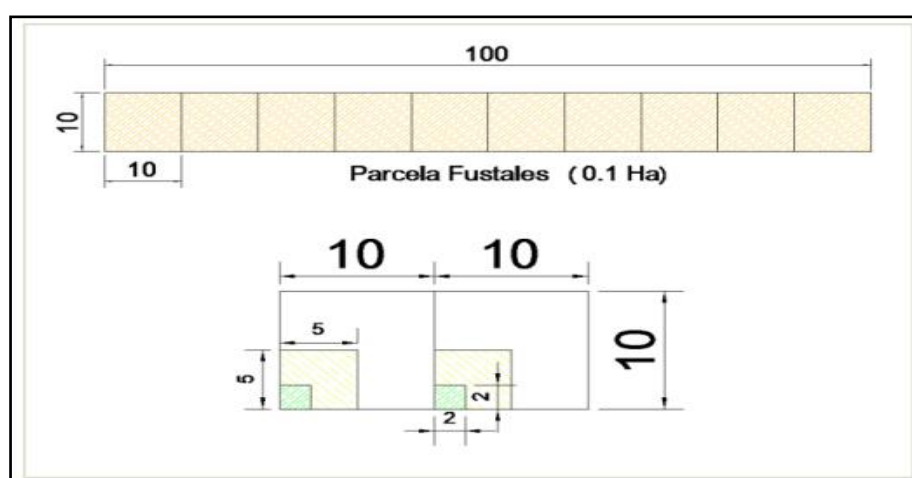


Figura 3-6. Modelo de las Parcelas de Muestreo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

¹ MELO, C. & RÍOS, V. R. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué, Colombia. 2003. 222 pp.

² CATIE. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Ed. CATIE. Costa Rica. 2002. 265 pp.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Las formas y tamaños anteriormente expuestos son utilizadas para la caracterización de las diferentes unidades florísticas presentes en el área de estudio.

A continuación, se presenta a continuación la metodología para la caracterización de la vegetación en el área del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

- **Eta****p****a de campo**

Para el estudio se procederá a realizar un recorrido en campo para abarcar todas las posibles variables que influirán en la caracterización y muestreo estadístico (estados sucesionales de las unidades de cobertura, accesos viales y topografía), definiendo con precisión todas las unidades de cobertura con puntos de control a fin de complementar el mapa de coberturas vegetales.

- **Selección de Sitios de Muestreo**

De acuerdo a las condiciones propias que se han observado en el área de estudio, se procederá a ubicar las unidades muestréales para fustales, latizales y brinzales de manera aleatoria en aquellos sitios más representativos en términos dasométricos.

Las parcelas de caracterización se establecerán en los parches más representativos garantizando la disminución del efecto de borde en las coberturas identificadas en campo y distribuyéndolas de forma regular dentro del área de estudio.

- **Personal de Apoyo**

Se contará con la colaboración de personas de la comunidad indígena Los Jardines, para el reconocimiento de las especies vegetales, apertura de senderos o trochas y efectuar el montaje de las parcelas de caracterización, la medición y marcaje de los individuos inventariados. Como se observa en la **Fotografía 3-1**.



Fotografía 3-1. Colaborador de la Comunidad Nativa

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Instalación y marcación de parcelas**

Con la definición de las áreas de muestreo para la caracterización, se georreferenciarán las unidades muestréales en campo para posteriormente definir las en el mapa de coberturas vegetales;

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Posteriormente se procederá a levantar la información relacionada con la identificación de las especies, medición de atributos y numeración y/o marcación de los individuos.

El procedimiento para la toma de los datos y la marcación de los elementos arbóreos será igual para todos los tamaños y formas de las parcelas. A continuación, se presenta el método de tomar información en el tipo de cobertura bosques a partir de este procedimiento, se desprende el levantamiento de la información primaria en las comunidades vegetales de acuerdo a lo anterior para el bosque de galería se fija un eje de 100 m. con cinco (5) metros, a cada lado en donde se instala la parcela y las subparcelas de la siguiente manera:

- Una parcela de 100 m x 10 m para fustales, los cuales se marcan en el terreno con números consecutivos y con pintura de aceite roja.
- Diez (10) subparcelas de 5m x 5m para latizales.
- Diez (10) subparcelas de 2m x 2m para brinzales.

La secuencia lógica de la operación en campo, así como el equipo de medición e insumos se detallan en la **Figura 3-7**. Respecto a los individuos presente en los bordes de la parcela se incluirán únicamente los individuos enraizados dentro de la parcela a excepción de los individuos arbóreos de gran tamaño que tuvieron por lo menos la mitad del tallo dentro de los límites de la misma.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

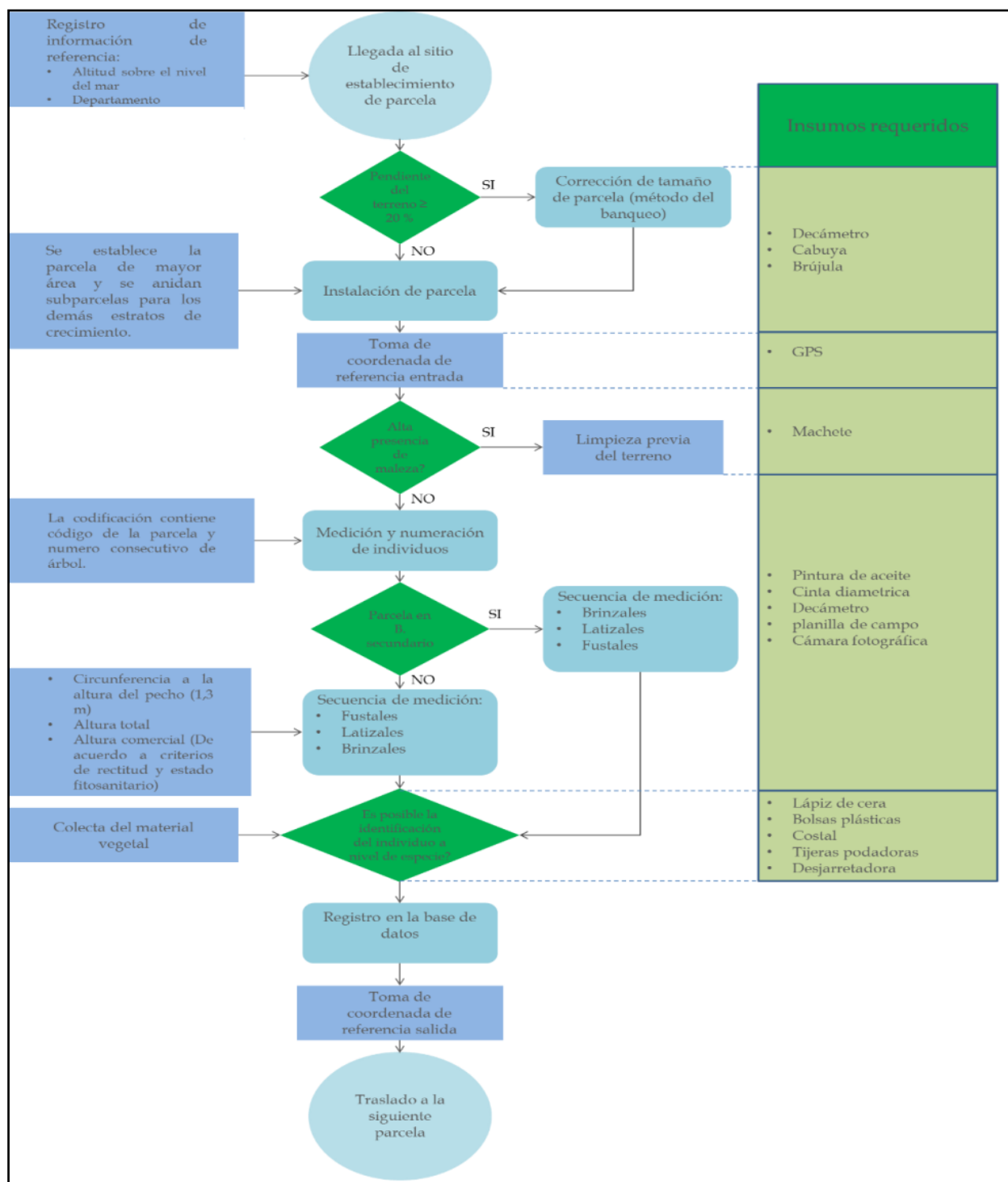


Figura 3-7. Secuencia Lógica para Toma de Datos en la Fase de Campo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Adicionalmente a la información consignada en la anterior figura, se registrará la presencia de árboles caídos, torcidos o bifurcados, de igual manera se compilarán características específicas de cada individuo (estado fenológico, colores, olores, material reproductivo si lo hay, características de la corteza, presencia de látex, etc.). Los individuos con más de un tallo (bifurcaciones) serán medidos

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

siempre y cuando la bifurcación se encuentre por debajo de 1,3 m con el objetivo de obtener el diámetro promedio cuadrático del individuo.

• **Registro de atributos**

El registro de la información y las mediciones serán realizadas por el Ing. Forestal, mediante el uso de formatos de campo donde se consignan generalidades como nombre del proyecto, número de parcela, coordenadas, altura sobre el nivel del mar, fecha, predio, propietario y la ubicación de acuerdo a las unidades territoriales. También se procederá a realizar la medición de variables dasométricas las cuales corresponden a la circunferencia a la altura del pecho (CAP), se estimará la altura comercial o altura a la base de la copa y la altura total de los individuos.

Para la categoría de fustales se registrarán todos los individuos que presenten un CAP igual o superior a 31,5 cm, (10 cm de DAP), el número del árbol, bifurcación, nombre común de la especie inventariada; en general las variables dasométricas tomadas en el inventario de fustales son:

- Número de árbol
- Nombre común o regional
- CAP (cm) o PAP (cm)
- Altura total (m)
- Altura comercial (m)
- Altura al inicio de la copa (m)
- Usos
- Observaciones

En base en la información a recopilar, se plantea manejar la planilla de registro de datos en campo como se aprecia en el **Anexo 6.5.2**, donde se encuentran los formatos de campo del plan de muestreo.

Durante la fase de campo es común encontrar inconvenientes en la toma de los datos debido a la posición de los árboles, la topografía del terreno o las características morfológicas, los casos más comunes se relacionan en la **Figura 3-8**, donde se expone la manera adecuada de registrar la información.

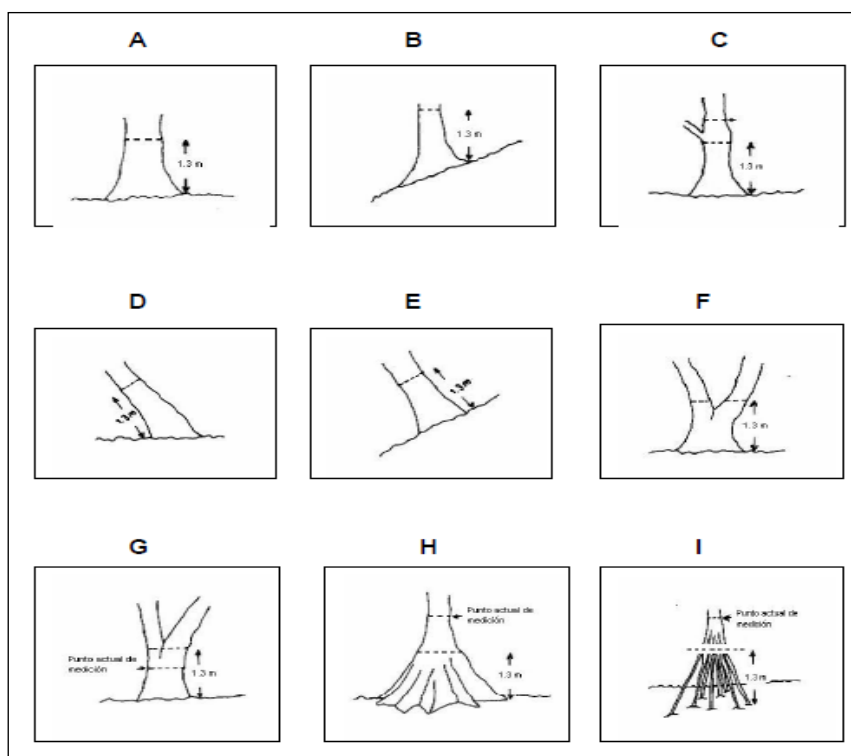


Figura 3-8. Recomendaciones para la Medición del Diámetro en Árboles Deformados, Bifurcados e Inclínados

Dónde: A: Diámetro normal. B: Árbol ubicado sobre pendiente. C: Árbol con presencia de nudos y ramificaciones. D: Árbol inclinado sobre terreno plano. E: Árbol inclinado sobre pendiente. F: Árbol bifurcado por debajo de los 1,30 m. G: Árbol bifurcado por encima de los 1,30 m. H: Árbol con presencia de contrafuertes. I: Árbol con raíces fulcreas.

Fuente: Adaptado de Condit (1995)¹, Dallmeier *et al.*, (2000)² y FAO (2001)³.

Para los individuos de regeneración natural se registra el número, nombre común de la especie y categoría de acuerdo a la clasificación de la siguiente **Tabla 3-24**.

Tabla 3-24. Categorías Regeneración Natural

Nombre de Clase	Categoría de Tamaño	DAP
Latizal alto	Ct1	>5 cm
Latizal bajo	Ct2	>2,5 < 5 cm
Brinzal	Ct3	<2,5 cm

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

¹ CONDIT R. Research in large, long-term tropical forest plots. *Tree*. 1995. 10(1):10-22 pp.

² DALLMEIER, F., J.A. COMISKEY Y O. HERRERA-MACBRYDE. Evaluación y Monitoreo para la Conservación y Manejo Adaptativo en Reservas de la Biosfera: Cómo Apoyar la Contribución de la Estación Biológica del Beni. 2000. En: Biodiversidad, Conservación y Manejo en la Reserva de la Biosfera. Estación Biológica del Beni, Bolivia (editado por O. Herrera-MacBryde, F. Dallmeier, B. MacBryde, J.A. Comiskey y C. Miranda), 1-20 pp. SI/MAB Series No. 4, Smithsonian Institution/UNESCO. Washington.

³ FAO. 2001. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000 – informe principal. Estudio FAO: Montes Núm. 140. Roma, Italia. (Disponible también en: www.fao.org/forestry/site/7949/en/).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- **Identificación de Especies Endémicas, en Veda, en Categorías de Amenaza, o de Importancia Ecológica, Económica y Cultural**

Se identifican las especies vegetales registradas en la caracterización y el muestreo estadístico que se encuentran en peligro o amenaza según la literatura y normatividad expedida.

Para identificar las especies vegetales de importancia ecológica, económica y cultural se cuenta con la cartera de campo donde se consultan los usos e información relevante que se anotan en la columna de observaciones, así como otros criterios que los materos conocedores de las especies de la zona suministren.

- **Recolección de Muestras**

Se recolecta las muestras botánicas para ser identificadas posteriormente por personal calificado una vez esté el permiso de investigación científica. La recolección se hace debido a la diversidad y complejidad florística que presentan las coberturas; para este procedimiento se lleva a cabo la siguiente metodología.

En muchos casos el éxito y la buena calidad del material colectado depende de tener los implementos necesarios, estos son:

- Alcohol al 95% diluido en agua hasta el 75%.
- Bolsas plásticas transparentes, de 60 x 75 cm, de calibre grueso, y un costal.
- Lápiz de cera o marcador.
- Papel periódico.
- Podadora de extensión, con una cuchilla cortadora.
- Podadora de mano.
- Rollo de cuerda para amarrar los paquetes de plantas.

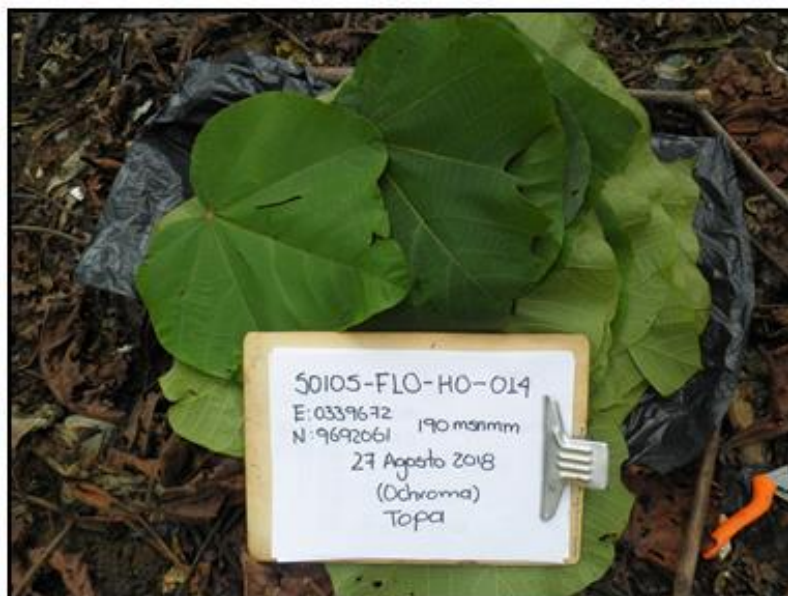
- **Métodos de Recolección**

Se llevan a cabo dos (2) métodos para coleccionar el material vegetal, uno manual y otro empleando una podadora de extensión. El método manual consiste en coleccionar las muestras directamente, siempre y cuando las plantas no superaran la altura de una persona, por otro lado, el método que emplea la podadora de extensión se utiliza para especies arbóreas o epífitas que se encuentran en alturas no superiores a 10 m ¹.

En la **Fotografía 3-2**, se observa los métodos de recolección de muestras foliares.

¹ HERBARIO UDBC. Guía para la recolección y preservación de muestras botánicas en campo. Ed. Herbario UDBC Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. 2008.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	



Fotografía 3-2. Recolección Manual de Muestra para Herbario

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-3**, se observa el método de recolección de muestras foliares.



Fotografía 3-3. Recolección con Extensión Telescópica de Muestra para Herbario

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

• **Notas de Campo**

La información registrada para cada ejemplar, contendrá la localización de la muestra (coordenadas, departamento, provincia, distrito) e información de las características del individuo arbóreo, que no serán evidentes una vez la muestra esté seca, como el hábito, colores de flores, frutos (en caso de encontrarse en estado fértil), y olor. Para la colección de briófitas, en caso de necesitarse, se registrará el sustrato, la altura del árbol, olor y el color ya que este podría cambiar.

• **Preparación del Material en Campo**

Una vez recolectadas las muestras en campo, se procederá a disponerlas en un periódico, teniendo la precaución que sus partes no sobresalgan, para cumplir con las normas científicas y estéticas de presentación; este procedimiento hace la labor de recolección más lenta, pero asegura un material completo y de mejor calidad.

Como regla general se deberá asegurar que el material este completo, que se observe la disposición y tipo de hojas, características del haz y del envés (nervaduras, pubescencia), y flores y/o frutos expuestos, adicionalmente en la esquina del borde del periódico se deberá escribir el número de colección de cada muestra.

• **Preservación en Campo y Transporte**

Para preservar el material se utilizará alcohol de 95% diluido en una proporción de 71% de alcohol y 29% de agua. Esta solución se agregará a las muestras que han sido previamente envueltas en papel periódico, la solución de alcohol se aplicará por aspersión hasta que el papel este totalmente húmedo, luego de lo cual las muestras se introducirán en bolsas plásticas, finalmente se cierra la bolsa herméticamente de manera que los vapores del alcohol no se escapen. El transporte de las bolsas se debe realizar con precaución cuidando de no ocasionar perforaciones o la destrucción de las muestras.

• **Secado y Cuarentena**

Una vez seleccionado el material que ingresará al herbario, se someterá al proceso de secado, en el cual, las muestras se extraen de las bolsas e ingresan a la prensa, previamente etiquetadas, donde cada espécimen es individualizado por láminas de cartón o de papel secante y láminas de corrugados de aluminio. La prensa se ingresa al secador por 36 horas con una temperatura constante de 80°C.

El proceso de cuarentena tiene como fin descontaminar todo el material seco y evitar la contaminación de la colección general del herbario; esto se efectuará introduciendo el material en un congelador a una temperatura de -20°C.

• **Determinación**

Este proceso se refiere a la asignación del nombre científico (género y especie) y se llevará a cabo de diferentes formas: en primera instancia por medio de un especialista o botánico y en segunda, mediante la comparación entre especímenes existentes en una colección de herbario. La clasificación de las especies estará basada en el sistema de clasificación APG¹ para angiospermas.

La identificación taxonómica de las especies se realizará mediante observación de características fisiológicas de cada uno de los individuos en pie (objeto de caracterización), así como de elementos presentes en el dosel del bosque, en el suelo y en el sotobosque, tales como ramas, hojas, frutos, flores caídas y/o presencia de rebrotes y renuevos, en los cuales se evalúa la presencia de puntos traslúcidos y lepidotos, patrones de nerviación, presencia de estípulas, entre otros.

¹ APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society. 2009. 161: 105-121 pp.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Adicionalmente, se observará la apariencia de la corteza y raíces (tablares, con bambas, agujones, espinas púas, etc.) y se revisarán las características organolépticas como el olor de algunas partes del árbol, presencia y color de látex si hay, lo cual aportara información valiosa para el reconocimiento de los individuos muestreados en todo este trabajo de observación, se complementará con la ayuda de uso de claves botánicas en campo, personal de la zona y registro fotográfico.

A continuación, en la **Tabla 3-25**, se presentan las coordenadas del eje de las parcelas que serán muestreadas en Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 3-25. Transectos de Referencia de Muestreo Flora

N°	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S			
				Inicio		Final	
				Este	Norte	Este	Norte
1	S0105	Colecta de especies	S0105-FLO-PAR-16	339655	9692184	339576	9692246
2			S0105-FLO-PAR-17	339615	9692153	339600	9692054
3			S0105-FLO-PAR-18	339675	9692005	339578	9691982
4			S0105-FLO-PAR-19	339677	9692283	339581	9692311
5			S0105-FLO-PAR-20	339717	9692191	339677	9692283

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.4**, se presenta el Mapa de muestreo de Flora.

- **Toma de Muestras**

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento de Toma de muestra en campo para el muestreo de tejidos vegetales.

- **Análisis de Bioacumulación en Flora**

Uno de los componentes que conforman la problemática de la contaminación ambiental en la selva peruana es la acumulación de metales pesados, los cuales son elementos que se presentan en el ambiente por procesos geológicos o por actividades industriales entre las que se destaca la explotación de hidrocarburos. Para analizar esta situación se propone diseñar un esquema de muestreo que permita identificar la acumulación de metales en organismos vivos como plantas y animales desde el punto de vista de biodisponibilidad de los contaminantes, su magnificación y biotransferencia incluyendo análisis de cadenas tróficas (Parra Ochoa, 2014).

Para diseñar este esquema, durante el presente estudio se ha decidido tomar como punto de referencia práctico el componente flora debido a que el tamaño de las áreas es muy reducido en casi todos los casos y posiblemente las plantas que se encuentren allí sean el mejor indicador de bioacumulación. Debido a lo anterior se emplearán los siguientes criterios para definir las especies, géneros y/o familias de plantas que serán estudiadas:

1. Plantas usadas por el ser humano y la fauna silvestre para consumo.
2. Plantas que sean abundantes en el área estudiada.
3. Plantas que por su fenología presenten frutos en el momento de ser estudiadas.
4. Herbáceas de consumo para fauna silvestre.
5. Plantas que crezcan cerca a sectores en donde por medios analíticos se ha identificado la presencia de metales pesados.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Esta información, de preferencia será tomada en zonas impactadas y en zonas de control con el fin de identificar si existen diferencias en la concentración de metales pesados que puedan ser atribuidas a la contaminación causada por las actividades hidrocarburíferas realizadas años atrás.

En esta fase de diseño de los planes de rehabilitación no se tendrán en cuenta especímenes de fauna silvestre debido a que el rango de distribución de los vertebrados terrestres presentes en cada área afectada podría ser mayor, por lo tanto, los datos arrojados en este tipo de análisis no serían concluyentes. Sin embargo, una vez se identifiquen los metales pesados fijados en las plantas estudiadas, su concentración y las estructuras de las plantas donde sean hallados, será posible determinar los grupos taxonómicos de fauna silvestre que serán recomendados para ser estudiados en la siguiente fase del proyecto relacionada con la implementación de dichos planes de rehabilitación.

Para el desarrollo del muestreo en campo se coordinó con el equipo de muestreo de suelos para determinar el área de toma de las muestras requeridas para el análisis foliar, el cual se desarrollará durante la salida de la época húmeda donde se ajustarán y definirán criterios y posteriormente en la época seca (época húmeda) se procederá con la toma de muestras. Se espera que con los resultados de bioacumulación pueda establecerse una relación al menos descriptiva entre los parámetros a que se evalúen en el componente suelos y los obtenidos en las plantas analizadas.

Para la recolección de la muestra, es importante seguir el siguiente procedimiento:

- Muestrear preferentemente las plantas que se encuentren en fase de plena producción y/o aquellas que sean sospechosas de tener problemas nutricionales o fisiológicos.
- La toma de muestras se hará cuando el contenido de elementos dentro de la hoja sea constante (hoja madura) y debe hacerse referencia a algún estado fenológico de la planta muestreada (floración, fructificación, etc.).
- Las hojas a muestrear se obtendrán de la zona media de las ramas, así como los brotes de los que se tomen las muestras tienen que encontrarse en diversas direcciones.
- Las hojas recogidas tendrán que encontrarse a una altura media, entre 1.5 y 10.5 metros, tienen que tomarse de la parte externa del árbol. Las hojas muestreadas tendrán que tener pecíolo y ser verdes, sin lesiones y estar completas.
- Las muestras tomadas tendrán un total de 50 a 100 hojas, lo que dará un peso seco de alrededor de 100 gramos.

Se debe tomar muestras foliares de herbáceas y arbóreas, al menos una por cada hábitat. En el caso de las arbóreas se seleccionará la especie más abundante que sea de consumo humano y animal, se tomará la muestra proveniente de diversos individuos de la misma especie.

Generalmente de 50 a 100 gramos de material vegetal empacado en bolsas bien ventiladas de papel absorbente que es una cantidad suficiente para llevar a cabo el análisis foliar. Se secarán las muestras al aire libre durante un día entero (a temperatura menor a 50°C) y posteriormente se enviarán al laboratorio en bolsas perforadas. Estas bolsas son de un papel ligeramente absorbente que permiten el movimiento del aire y un cierto grado de secado durante el tránsito.

Según ERSA 2015 *"Cabe mencionar que los objetivos de la remediación no deben basarse solamente en el cálculo de concentraciones de contaminantes bajo criterios ecotoxicológicos, sino deben considerar también otros aspectos, como el impacto que tendrán las acciones de remediación al ecosistema, por ejemplo, la necesidad de perturbar el ecosistema de un cuerpo de agua para remover sedimentos contaminados o el impacto generado por el desbosque para excavar suelos contaminados"*.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

3.5.1.12. Recursos Asignados

Para el desarrollo del Plan de Muestreo, se deberá contar con el siguiente personal. Ver **Tabla 3-26**.

Tabla 3-26. Recurso Humanos Necesarios

Recurso	Época Húmeda	Época Seca
Personal Especialista	Jefe de Equipo, Responsable de campo, Profesional de relaciones comunitarias, Ing. Forestal, Biólogo, Geólogo, Ing. Geofísico, Topógrafo, Perforador, Cuadrilla de perforación de pozos, Auxiliar de topografía, Hidrobiólogo, Muestreadores de laboratorio, Coordinador de logística.	Jefe de Equipo, Responsable de campo, Profesional de relaciones comunitarias, Ing. Forestal, Biólogo, Geólogo, Especialista en Georradar, Topógrafo, Auxiliar de topografía, Hidrobiólogo, Muestreadores de laboratorio, Coordinador de logística.
Personal Médico	Doctor o profesional del área de la salud.	Doctor o profesional del área de la salud.
Monitor Ambiental Comunal	Monitores Ambientales para realizar el acompañamiento al muestreo de suelos, agua superficial, agua subterránea, muestreo hidrobiológico.	Monitores Ambientales para realizar el acompañamiento al muestreo de suelos, agua superficial, agua subterránea, sedimentos, muestreo hidrobiológico.
Especialista comunal en fauna	Montaraz para acompañar al biólogo	Montaraz para acompañar al biólogo
Especialista comunal en flora	Matero para acompañar al Ing. Forestal	Matero para acompañar al Ing. Forestal
Trabajadores Locales	Quince (15) trabajadores locales (aprox.), serán necesarios para realizar las siguientes actividades: muestreo de suelo, muestreo de agua superficial, construcción de piezómetros, muestreo de agua subterránea, levantamiento topográfico, registro SEV, muestreo hidrobiológico, muestreo de flora, muestreo de fauna.	Quince (15) trabajadores locales (Aprox.), serán necesarios para realizar las siguientes actividades: muestreo de suelo, muestreo de agua superficial, muestreo de agua subterránea, muestreo de sedimentos, muestreo hidrobiológico, muestreo de flora, muestreo de fauna.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los recursos logísticos necesarios para el desarrollo del plan de muestreo, se listan en la **Tabla 3-27**.

Tabla 3-27. Recurso Logísticos Necesarios

Recurso	Época Húmeda	Época Seca
Camionetas 4x4	Cuatro camionetas 4x4, para el transporte de personal	Cuatro camionetas 4x4, para el transporte de personal
Restaurante	Al personal local se le suministrará desayuno y almuerzo.	Al personal local se le suministrará desayuno y almuerzo.
Alojamiento	El personal de foráneo se alojará en el hotel de la comunidad Nuevo Andoas, El personal local pernoctará en su domicilio	El personal de foráneo se alojará en el hotel de la comunidad Nuevo Andoas, El personal local pernoctará en su domicilio

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

3.5.2. Descripción del Trabajo de Campo

3.5.2.1. Componente Suelo

3.5.2.1.1. Periodos de realización de Muestreo de Detalle

Siguiendo la evaluación climatológica indicada en el ítem **2.2.5**, el muestreo de época húmeda se realizó entre los días dos (2) y cuatro (4) de mayo del 2018 donde se tomaron (5) cinco puntos perimetrales y centrales.

Así mismo se realizó en época seca (menos húmeda), en los días catorce (14), quince (15) de mayo del 2018 y el dieciséis de septiembre del 2018, se tomaron once (11) puntos cumpliendo con la totalidad de los puntos propuestos de acuerdo al sitio identificado por la OEFA. Se toma muestra de (1) un nivel de fondo.

En la **Tabla 3-28**, se relacionan las coordenadas de los cinco (5) puntos de muestreo ejecutados en época húmeda.

Tabla 3-28. Puntos de Muestreo de Suelo realizados en Época Húmeda

Nº	Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Técnica	Época
		Este	Norte		
1	S0105-S003	339628	9692114	Sondeo Manual con Barreno	Húmeda
2	S0105-S004	339621	9692184	Sondeo Manual con Barreno	Húmeda
3	S0105-S005	339590	9692232	Sondeo Manual con Barreno	Húmeda
4	S0105-S012	339631	9691955	Sondeo Manual con Barreno	Húmeda
5	S0105-S014	339672	9692061	Calicata	Húmeda

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-29**, se relacionan las coordenadas de los once (11), puntos de muestreo ejecutados en época seca (menos húmeda).

Tabla 3-29. Puntos de Muestreo de Suelo realizados en Época Seca

Nº	Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Descripción	Época
		Este	Norte		
1	S0105-S001	339656	9692045	Calicata 1,5x1,5x1,5	Seca
2	S0105-S002	339590	9692232	Sondeo Manual con Barreno	Seca
3	S0105-S006	339609	9692209	Sondeo Manual con Barreno	Seca
4	S0105-S007	339672	9692062	Retroexcavadora	Seca
5	S0105-S008	339663	9692047	Retroexcavadora	Seca
6	S0105-S009	339701	9692054	Calicata	Seca
7	S0105-S010	339720	9692002	Sondeo Manual con Barreno	Seca
8	S0105-S011	339677	9691995	Sondeo Manual con Barreno	Seca
9	S0105-S013	339622	9692023	Sondeo Manual con Barreno	Seca
10	S0105-S015	339676	9692076	Retroexcavadora	Seca
11	S0105-S016	339662	9692096	Retroexcavadora	Seca

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Se hace el punto de nivel de fondo S0105-NF1 18S E: 0339451 N: 9692045 en la parte Noroeste del sitio impactado, es una muestra compuesta con 3 submuestras en un área con condiciones similares de suelo.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.2.1.2. Técnicas de Muestreo

En el plan de muestreo se contempló realizar el análisis de los parámetros físico químicos de los contaminantes de preocupación a nivel superficial, a nivel intermedio y a una tercera profundidad en donde se encuentren sustratos de secuencias de arcilla compactas y continuas no contaminadas.

Considerando que el suelo predominante de la cuenca del río Pastaza, es limo arcilloso y arcilloso y teniendo en cuenta los parámetros físico químicos a muestrear para el componente suelo, se determinó realizar el muestreo de suelo con un barreno manual (Auger). Tal como se aprecia en la **Fotografía 3-4**.



Fotografía 3-4. Muestreo con Barreno Manual

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el S0105 (Botadero CS-32), en la parte central se encuentran residuos enterrados acumulados en celdas, se realiza excavación por medio mecánico con máquina retroexcavadora (**Fotografía 3-5**), debido a que el acceso era posible para tener una mejor caracterización del sitio impactado.

Para la labor de las excavaciones por medio de retroexcavadora se tomaron todas las medidas de seguridad para evitar accidentes durante la ejecución del trabajo.

Las especificaciones técnicas de la maquina modelo Caterpillar 420F son las siguientes:

- Profundidad de excavación 4,3 m.
- Brazo extensible retraído 4,4 m.
- Capacidad del cucharón 0,96 m³.
- Rotación del cucharón 205 grados.
- Tracción en cuatro ruedas 160 kg.
- Contrapesos 115 Kg.
- Fuerza de cucharón 62,66 kN.



Fotografía 3-5. Excavación con Retroexcavadora

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El sitio S0105 (Botadero CS-32) por ser un botadero se hizo necesario realizar excavaciones de calicatas (**Fotografía 3-6**), de dimensiones de 1,5 m de ancho x largo y de profundidad de 1,5 m en promedio, las herramientas utilizadas fueron pico y pala para tomar muestras representativas en las paredes o en el fondo en sitios donde se evidencio un alto volumen de residuos enterrados y posteriormente muestreo con barreno manual (Auger).



Fotografía 3-6. Muestreo de Suelo en Calicata

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

3.5.2.1.3. Número y Listado de las Muestra tomadas

La determinación del número de muestras y su ubicación espacial está en concordancia con lo definido en el plan de muestreo; las profundidades de muestreo dependen del grado de migración de los contaminantes identificados. En la **Tabla 3-30**, se presenta la relación del listado de muestras tomadas.

Tabla 3-30. Muestras Tomadas para Suelo

Número Puntos de Muestreo	Epoca de Muestreo	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Estación de muestreo con Profundidad (m)
		Este	Norte	
1	Seca	339656	9692045	S0105-S001-0,25
				S0105-S001-0,75
				S0105-S001-2,00
2	Seca	339604	9692089	S0105-S002-0,00
				S0105-S002-1,00
				S0105-S002-2,25
3	Humeda	339628	9692114	S0105-S003-0.40
				S0105-S003-2.45
4	Humeda	339621	9692184	S0105-S004-0.40
				S0105-S004-1.40
				S0105-S004-2.10
5	Humeda	339590	9692232	S0105-S005-0.60
				S0105-S005-1.40
				S0105-S005-3.40
6	Seca	339609	9692209	S0105-S006-0,00
				S0105-S006-1,00
				S0105-S006-2,25
7	Seca	339672	9692062	S0105-S007-1,50
				S0105-S007-1,50-DUP
				S0105-S007-2,50
8	Seca	339663	9692047	S0105-S007-3,50
				S0105-S008-2,00
				S0105-S008-3,00
9	Seca	339701	9692054	S0105-S008-4,00
				S0105-S009-0,25
				S0105-S009-2,50
10	Seca	339720	9692002	S0105-S010-0,25
				S0105-S010-1,75
				S0105-S010-2,25
11	Seca	339677	9691995	S0105-S011-0,25
				S0105-S011-1,00
				S0105-S011-1,75
12	Humeda	339631	9691955	S0105-S012-0.30
				S0105-S012-1.20
13	Seca	339622	9692023	S0105-S013-0,25
				S0105-S013-0,50
				S0105-S013-1,75
14	Humeda	339672	9692061	S0105-S014-0.40
				S0105-S014-1.10
15	Seca	339676	9692076	S0105-S015-0,80
				S0105-S015-2,00
16	Seca	339662	9692096	S0105-S016-1,50
				S0105-S016-3,00

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-9**, se representa la distribución de los puntos muestreados en la época seca (menos húmeda) y húmeda).

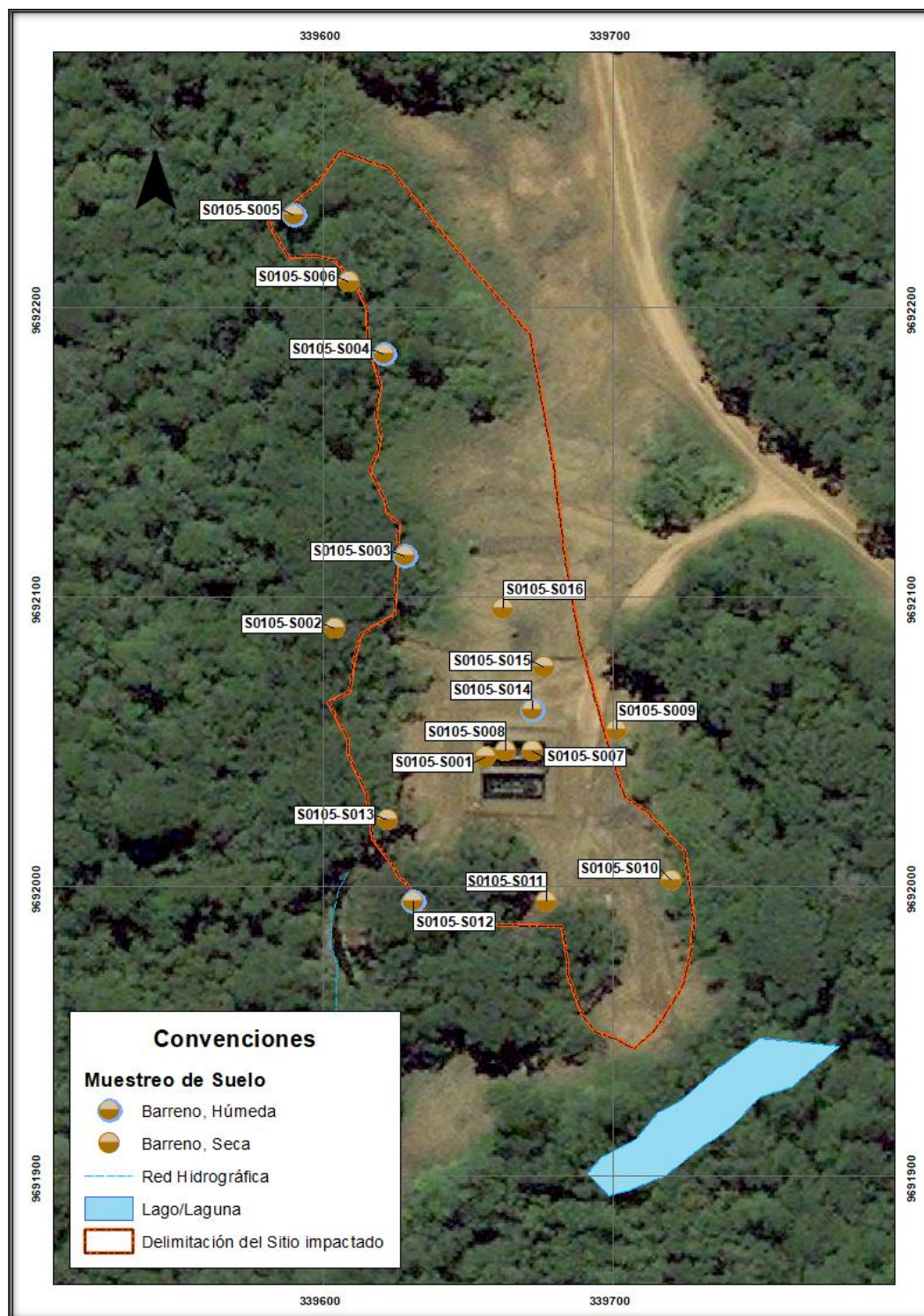


Figura 3-9. Puntos de Muestreo de Suelo realizados en Época Seca y Húmeda

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

3.5.2.1.4. Registros de Campo

Los trabajos de perforación en campo fueron supervisados por el Jefe de Campo y los perfiles litológicos de cada estación de muestreo fueron descritos por un Ingeniero Geólogo. Siguiendo lo indicado en la guía de muestreo de suelo, los perfiles de todos los puntos fueron registrados en un formato en campo, los mismos que se presentan en el **Anexo 6.5.2**.

3.5.2.1.5. Justificación de Modificación de Plan de Muestreo

Por consideraciones técnicas y geomorfológicas observadas durante las etapas de muestreo en campo se generaron modificaciones en la ubicación, parámetros y/o adición de puntos de muestreo del sitio S0105 (Botadero CS-32), estas modificaciones se encuentran sustentados en un acta de orden de cambio en el **Anexo 6.5.2**.

- **Modificación de Coordenadas de Puntos de Muestreo**

La modificación de las coordenadas de los puntos con respecto al plan de muestreo depende a criterios técnicos de los profesionales encargados del muestreo, como son: suelo anegado, características geomorfológicas y zonas impactadas, estos criterios permitieron la reubicación de los siguientes (9) nueve puntos de muestreo establecidos previamente en gabinete.

En la **Tabla 3-31**, se relaciona la modificación de coordenadas de las muestras de suelo.

Tabla 3-31. Muestras Modificadas para la Matriz de Suelo

Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Justificación
	Este	Norte	
S0105-S011	339677	9691995	El punto de muestreo se reubica en la parte sur del sitio impactado en un sitio que presenta mejores condiciones geomorfológicas a las establecidas en gabinete.
S0105-S010	339720	9692002	El punto de muestreo se reubica en la parte sur del sitio impactado en un sitio que presenta mejores condiciones geomorfológicas a las establecidas en gabinete.
S0105-S009	339701	9692054	Se realiza una calicata en el punto reubicado por ser más representativo para realizar la técnica de muestreo.
S0105-S006	339609	9692209	Punto de muestreo ubicado en la parte norte, porque se encuentra un drenaje artificial de la zona impactada.
S0105-S001	339656	9692045	Se reubica la calicata en la parte central por evidenciarse residuos enterrados cercanos a las celdas y ser más representativo para el muestreo.
S0105-S008	339663	9692047	Se reubica en la parte central por considerarse un punto más representativo para las técnicas de muestreo que el postulado en gabinete.
S0105-S007	339672	9692047	Se reubica en la parte central por considerarse un punto más representativo para las técnicas de muestreo que el postulado en gabinete.
S0105-S015	339676	9692076	Se reubica en la parte (este) perimetralmente para demarcar el sitio impactado.
S0105-S016	339662	9692096	Se reubica en la parte central por considerarse un punto más representativo para las técnicas de muestreo que el postulado en gabinete.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

- Toma de Muestra de Parámetros Adicionales**

En el desarrollo de la etapa de campo del muestreo de época seca (menos húmeda) en las excavaciones de las calicatas se identificaron residuos de diversa naturaleza y composición como baterías o residuos de hidrocarburos donde se hace necesario incluir nuevos parámetros que no estaban establecidos en el plan muestreo con el objetivo de tener una completa caracterización de la zona impactada en ciertos puntos específicos descritos en la siguiente **Tabla 3-32**.

Tabla 3-32. Parámetros Adicionales para Suelo

Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Parámetros
	Este	Norte	
S0105-S010	339720	9692002	No se toma BTEX, porque se evidencia residuos metálicos enterrados.
S0105-S001	339451	9692045	No se toma F1, porque se evidencia residuos metálicos enterrados.
S0105-S008	339663	9692047	F2, F3 (Una profundidad)
S0105-S015	339676	9692076	F2, F3 Metales TCLP (una profundidad)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Modificación de Coordenadas de Puntos de Nivel de Fondo**

Por consideraciones técnicas se hizo la modificación en la ubicación de un (1) punto de nivel de fondo en áreas geomorfológicamente iguales de suelo natural que no hayan tenido ningún tipo de alteración por el sitio impactado y que no se encuentre en zonas inundables, a continuación, se describe las nuevas coordenadas en la **Tabla 3-33**.

Tabla 3-33. Muestras Modificadas para Nivel de fondo

Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Justificación
	Este	Norte	
S0105-NF1	339451	9692045	Se reubica el punto de nivel de fondo en un área de donde se identificó suelo autóctono.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las muestras de nivel de fondo son compuestas (tres submuestras) que ocasiona que al momento de hacer la homogenización del suelo los compuestos volátiles se liberen, por tal razón no se toma la fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10), por ser un compuesto muy volátil.

3.5.2.1.6. Mediciones en Campo

- Metodología Aplicada**

In situ se realizó la medición de los Compuestos Orgánicos Volátiles con un equipo de fotoionización portátil, la metodología aplicada fue la establecida en la *EPA SW 846 Method 3815*.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- **Dispositivos Usados para Medición en Campo**

Durante los trabajos de campo se usó el equipo de Fotoionización denominado comúnmente como PID. Este equipo permite determinar la concentración de Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) en una muestra de suelo.

Para asegurar que el equipo reporte un resultado confiable se utilizó un equipo calibrado (ver certificado de calibración en el **Anexo 6.5.1**), así como ajustes del equipo de manera diaria con el gas patrón Isobutylene, el mismo que se registraba en el formato respectivo el que se presenta en el **Anexo 6.5.2**.

- **Parámetros Evaluados**

El parámetro evaluado con el equipo PID fueron los Compuestos Orgánicos Volátiles, en el rango que mide el equipo como se describe en la **Tabla 3-34**.

Tabla 3-34. Parámetro Evaluado con Equipo PID

Parámetro	Rango de medición (ppm)	Resolución (ppm)
Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)	0,1 - 15000	0,1

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Técnica de Medición**

Para realizar la medición de los compuestos orgánicos volátiles, se debe introducir la bolsa con cierre (tipo ziploc o similar), al coleccionar la muestra no desalojar el aire al cerrarla.

Dejar reposar 10 a 15 minutos para completar la volatilización, se perfora la bolsa con la sonda de muestreo del equipo PID, posteriormente registrar el valor obtenido en el formato indicado.

En la siguiente **Fotografía 3-7**, se muestra cómo se realizó la medición con equipo PID.



Fotografía 3-7. Medición de COVs con Equipo PID

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.2.1.7. Mediciones en Campo - Georradar

Metodología Aplicada

- Rastreo con GEO-Radar: Este rastreo se realizó con la utilización del equipo GPR Marca MALA, que es una herramienta tecnológica que emite y recibe ondas electromagnéticas por debajo de la superficie del terreno para localizar conducciones subterráneas y determinar la profundidad de las mismas por ensayo no destructivo.
- El sistema GPR también se usa para detectar objetos enterrados, representar capas de suelo en mapas y determinar la parte superior de la capa freática de agua o de la superficie de roca viva.

Dispositivos Usados para Medición en Campo

Equipos Georradar:

- Un radar de subsuelo GEORADAR - MALA
- Una antena apantallada de frecuencia central 100 MHz.
- Un carro portador de la antena, equipado con un odómetro.
- 01 estación total leica y accesorios.
-

3.5.2.2. Agua Subterránea

3.5.2.2.1. Periodos de realización de Muestreo

Los trabajos en campo para el hallazgo de agua subterránea se basaron en el estudio para la determinación de Napa freática que pudiera ser afectada por el sitio S0105 (Botadero CS-32), se realizaron el día treinta (30) de abril 2018. Por ello se plantearon trabajos de:

- Sondeo Eléctrico Vertical (SEV)
- Perforación con equipo mecánico (perforación Helicoidal).

Después de la perforación con equipo mecánico no se encontró napa freática para realizar la construcción de los piezómetros, por tal motivo no se toma muestra de agua subterránea.

• **Sondeos Eléctricos Verticales (SEV)**

El método de Resistividad Eléctrica se aplica por medio de un doble dipolo de electrodos. El primer dipolo es el circuito transmisor de la corriente eléctrica, por medio de unos electrodos (A – B) contruidos de metal lo más resistente posible para penetrar a suelos duros desde una fuente de corriente continua. El segundo dipolo es el circuito receptor o de potencial conformado por los electrodos impolarizables MN donde se mide el potencial o caída de tensión eléctrica (ΔV) creada por el flujo de la corriente eléctrica.

Dada las características de la zona en estudio y los riesgos durante los trabajos de campo se ha visto conveniente llevar los equipos más ligeros que se dispone para este tipo de trabajos de campo siendo los siguientes:

- Resistivímetros 4 Flukes, fig. 1.0.
- Configuración de cables
- Fuente de poder de 180 Voltios.
- 3 electrodos de acero para emisión de corriente
- 04 electrodos de bronce para recepción (M, N).
- 01 GPS marca Garmin.
- 01 cámara fotográfica marca Lumix Panasonic.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- 01 Laptop y 02 PC de escritorio.
- Equipo estación Total para alinear las TME.

Los trabajos eléctricos verticales en campo estuvieron orientados a la determinación indirecta de napa freática en el área circundante del sitio S0105 (Botadero CS-32), los trabajos de (SEV) se realizaron en el perímetro para determinar la presencia de acuífero, de esta manera se evitaría realizar construcción de piezómetros dentro del área impactada (ya que podría facilitar la migración de contaminantes hacia el agua subterránea).

• **Perforación Mecánica (Helicoidal)**

Luego de efectuado los estudios de sondaje eléctrico vertical (SEV) se realizó una perforación mecánica confirmatoria usando para ello un equipo helicoidal. Los puntos de perforación fueron ubicados en coordinación con los resultados (SEV) y la ubicación en campo referente a ubicación adecuada y condiciones de seguridad.

En la **Fotografía 3-8**, se observa los trabajos de perforación helicoidal.



Fotografía 3-8. Perforación con Equipo Helicoidal

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La ubicación de la perforación de los pozos exploratorios se observa en la **Tabla 3-35**.

Tabla 3-35. Perforación Pozo Exploratorio

Puntos de Perforación de Pozos Exploratorio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
	Este	Norte
S0105-PZ-01	339744	9692010
S0105-PZ-02	339607	9691988

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la perforación del pozo 01 (S0105-PZ-01) del Sitio S0105 (Botadero CS-32) se encontraron secuencias definidas de limos con arcillas, limos con arcillas y arenas, arcillas con arenas y arcillas, hasta una profundidad de 10 metros, hasta donde llegó la perforación debido a la presencia de las arcillas.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

En la perforación del pozo 02 (S0105-PZ-02) del Sitio 105 (Botadero CS-32) se encontraron secuencias no definidas, disturbadas, removidas de limos con arcillas y arenas hasta una profundidad de 180 cm, seguidas de una capa de arcilla de 370 cm de espesor hasta donde llegó la perforación.

No se realizó la instalación del piezómetro debido a que no se encontró nivel freático, que cumplan las características recomendadas para su instalación.

3.5.2.2.2. Registros de Campo

La toma de muestras en campo fue efectuada por los analistas del laboratorio acreditado, el muestreo fue supervisado por el Jefe de equipo y el Responsable de campo. Los resultados de las mediciones *In situ* fueron registrados formatos de campo, los cuales se presentan en el **Anexo 6.5.1**.

3.5.2.2.3. Justificación de Modificación de Plan de Muestreo

No se realizó la instalación de ningún piezómetro debido a que no se encontró nivel freático que cumplan las características recomendadas para su instalación en los siguientes pozos exploratorios:

En S0105-PZ-01, la perforación se detuvo a una profundidad de 10 metros, debido a que se encontró una secuencia de arcilla de 100 cm de grosor, que, por ser un material impermeable funciona como sello, impidiendo la filtración de residuos lixiviados hacia capas inferiores.

En S0105-PZ-02, La perforación se detuvo a una profundidad de 4 metros con 40 centímetros, debido a que se encontró una secuencia de arcilla de 340 cm de grosor, que, por ser un material impermeable funciona como sello, impidiendo la filtración de residuos lixiviados hacia capas inferiores.

3.5.2.3. *Muestreo Componente Biótico – Componente Flora*

3.5.2.3.1. Periodos de realización de Muestreo – Época Húmeda

El levantamiento de información del Sitio S0105 (Botadero CS-32) en época húmeda (abril - mayo 2018) para el caso de Flora, se desarrolló con la metodología adaptada de la Guía de inventario de la flora y vegetación definida por el MINAM (2015).

3.5.2.3.2. Puntos y técnicas de Muestreo, Número y Listado de Muestras Tomadas – Época Húmeda

La cobertura evaluada es la de bosque amazónico o selva baja intervenida, la cual requiere de un tamaño mínimo muestral de 0,5 ha y en este caso serán distribuidas en 5 parcelas o transectos de un décimo de hectárea (100 m x 10 m) para alcanzar el total esperado, al interior de esta se censarán todos los individuos arbóreos (Categoría de tamaño fustales) con más de 10 cm de DAP (Diámetro a la altura del pecho).

Dentro de las parcelas se censaron todos los individuos arbóreos, consignando los datos en los formatos de campo destinados para tal fin; las variables registradas serán PAP (Perímetro a la altura del pecho medida en metros), altura total y altura hasta la primera rama o altura comercial medidas en metros; para la primera variable se utilizará la cinta métrica y se medirá a una altura de 1,30 metros de la base de los árboles, la segunda se hará por estimación. Cada árbol medido fue marcado con pintura roja y un consecutivo numérico, esto con el fin de facilitar posibles mediciones futuras de control por parte de las autoridades ambientales competentes o la supervisora del proyecto.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- **Forma y tamaño de la parcela**

Se determinaron las características de las unidades muestrales a utilizadas en campo para recopilar la información en cada una de las comunidades vegetales al igual que para el muestreo estadístico. De acuerdo al tipo de comunidad se trabajará con parcelas rectangulares y cuadradas dependiendo del estado sucesional de las diferentes unidades florísticas.

En la **Tabla 3-36**, se presentan las coordenadas de localización de cada una de las parcelas de caracterización levantadas en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), durante la época húmeda.

Tabla 3-36. Localización Parcelas

Parcela	Coordenadas UTM WGS84 Zona18 S		Altura (msnm)
	Este	Norte	
P16 Inicial	339656	9692184	60 m
P16 Final	339577	9692245	221 m
P17 Inicial	339615	9692153	221 m
P17 Final	339600	9692055	224 m
P18 Inicial	339674	9692005	215 m
P18 Final	339578	9691982	223 m
P19 Inicial	339677	9692283	222 m
P19 Final	339584	9692310	226 m
P20 Inicial	339734	9692104	226 m
P20 Final	339789	9692026	241 m

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-9**, se aprecia la marcación y georeferenciación de la parcela 16 una de en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).



Fotografía 3-9. Parcela P16 Componente Flora

Fuente: Consorcio Ecodes – Varichem CEV, 2018.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.2.3.3. Periodos de realización de Muestreo – Época Seca

El levantamiento de información del Sitio S0105 (Botadero CS-32) en época seca (menos húmeda) (agosto-septiembre 2018) para el caso de Flora, se focalizo en la colecta de muestras de tejidos vegetales, para el análisis en laboratorio de acumulación de metales pesados.

3.5.2.3.4. Puntos y Técnicas de Muestreo, Número y Listado de Muestras Tomadas – Época Seca

Las instrucciones de muestreo fueron muy específicas en cuanto a la parte de la planta y la etapa de crecimiento ya que, se muestrearon preferentemente las especies de géneros que se encuentren en fase de plena producción y/o aquellas que sean sospechosas de tener concentraciones de metales pesados, esto determinado a partir de los resultados de los muestreos de suelos realizados en la anterior fase de campo.

La muestra colectada tenía un peso seco de alrededor de más de 200 gramos por especie. Las muestras foliares se secaron al aire libre durante más de un día entero (a temperaturas menores a 50° C) y con ayuda de ventilación constante, luego fueron embaladas en bolsa de papel, etiquetadas y embaladas para envío al laboratorio.

El paquete "estándar" de análisis foliares está conformado por las siguientes 14 determinaciones analíticas:

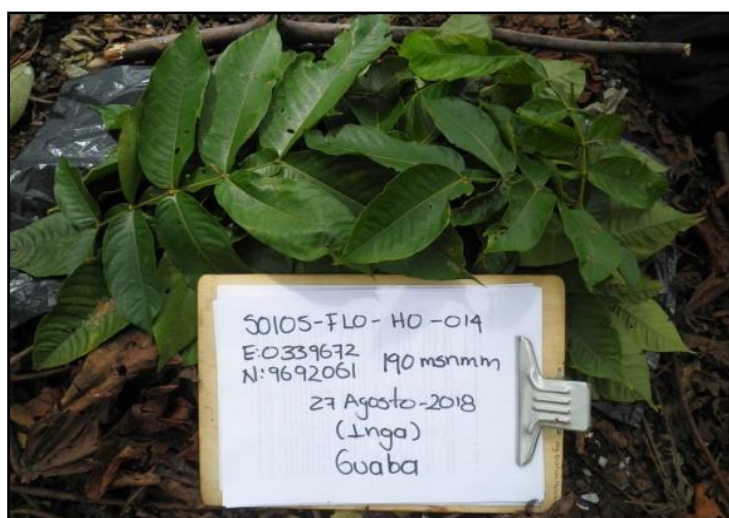
Macronutrientes: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre.

Micronutrientes: Hierro, Manganeso, Boro, Cobre, Zinc.

Elementos no esenciales: Sodio, Aluminio y metales pesados.

El reporte incluye la evaluación e interpretación del contenido de los 13 elementos, utilizando gráficas que muestran los rangos adecuados de valor para cada especie, así como la relación actual y la relación esperada de los mismos. Otros análisis individuales que se pueden agregar son: Arsénico, Cadmio, Cloro, Molibdeno, Plomo y metales pesados. Sera la prioridad el análisis de bioacumulación de metales pesados.

En la **Fotografía 3-10**, se presenta la geo-referenciación y colecta de tejido vegetal de la especie *Inga sp.* (Guaba), el tejido colectado es foliar.



Fotografía 3-10. Geo-Referenciación de la Colecta de Tejido Vegetal

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-10**, se representa la ubicación de las parcelas.

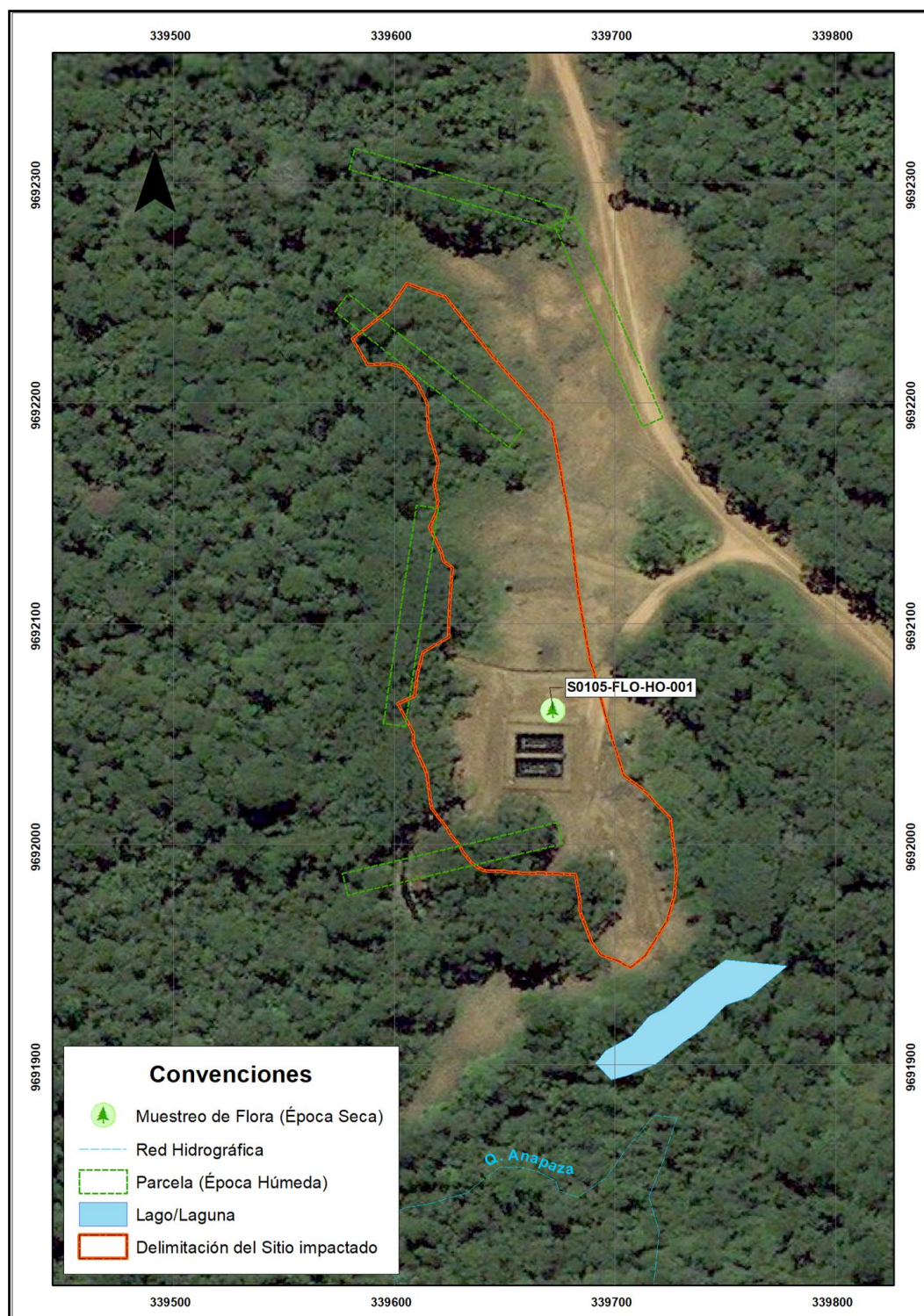


Figura 3-10. Parcelas Componentes Flora

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.5.2.4. Muestreo componente Biótico – Componente Fauna

3.5.2.4.1. Periodos de realización de Muestreo

Se realizaron tres salidas de campo, la primera en el mes de enero de 2018 con el fin de identificar, delimitar y definir metodologías de trabajo en el área de estudio, la segunda en mayo de 2018 para muestrear fauna en época húmeda y la tercera en septiembre de 2018 para la caracterización de fauna en época seca (menos húmeda).

3.5.2.4.2. Puntos y Técnica de Muestreo

El muestreo de fauna se definió basándose en la metodología propuesta por “La guía de inventario de la Fauna Silvestre” publicada por el MINAM en 2015 y aprobada mediante resolución ministerial # 057 de 2015, la cual fue adaptada a las características del área de estudio y al alcance del proyecto de la siguiente forma:

Se realizaron 4 transectos en época húmeda y 5 en época seca (menos húmeda) de mínimo 100 metros de largo para muestrear los grupos taxonómicos de herpetofauna, avifauna y Mastofauna. El ancho fijo cada uno fue de 100 m x 5 m para herpetofauna (Transecto de Banda Fija - TBF), 100 m x 10 m para mamíferos (Transecto de Ancho Fijo) y 100 m x 20 m para aves (Transecto de franja fijo). La distancia total recorrida en ambas épocas con dichos transectos fue de 1,8 km. Se definió realizar transectos cortos y no uno único en el sitio S0105 (Botadero CS-32), con el fin de poder estandarizar el muestreo teniendo en cuenta otros sitios que son de tamaños diferentes. Durante el levantamiento de información se registraron datos relacionados con identificación taxonómica, hábitat y/o cobertura donde se encontró el ejemplar, estrato vertical (sotobosque, estrato medio y dosel) y horizontal (borde, interior) y número de individuos. Adicionalmente, se hicieron registros fotográficos y se tomaron datos morfométricos y de salud de los individuos capturados.

Como técnica complementaria se realizaron recorridos de observación libre (Transectos lineales) para los tres grupos taxonómicos, en los cuales se registraron individuos detectados por observación directa o indirecta (cantos), rastros, nidos, madrigueras y huellas entre otros.

En la **Fotografía 3-11**, se muestra la observación directa de fauna en el sitio impactado S0105 (Botadero CS-32).



Fotografía 3-11. Observación Directa de Fauna

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• **Entrevistas Semiestructuradas:**

El área de estudio no se encuentra habitada, pero pudo identificarse por el personal de apoyo del estudio que reconoció el área como zona de importancia para las actividades de caza por lo cual se consultó con ellos la importancia cultural, económica y ambiental de cada organismo identificado, se determinó que otras especies no registradas son importantes para su cultura. Finalmente se buscó identificar si alguna especie registrada se encuentra en categoría de amenaza según UICN o CITES pudiera verse eventualmente en el área afectada utilizando libros o cualquier herramienta visual para que los pobladores pudieran reconocerlos. En la **Figura 3-11**, se representa la ubicación de los transectos.

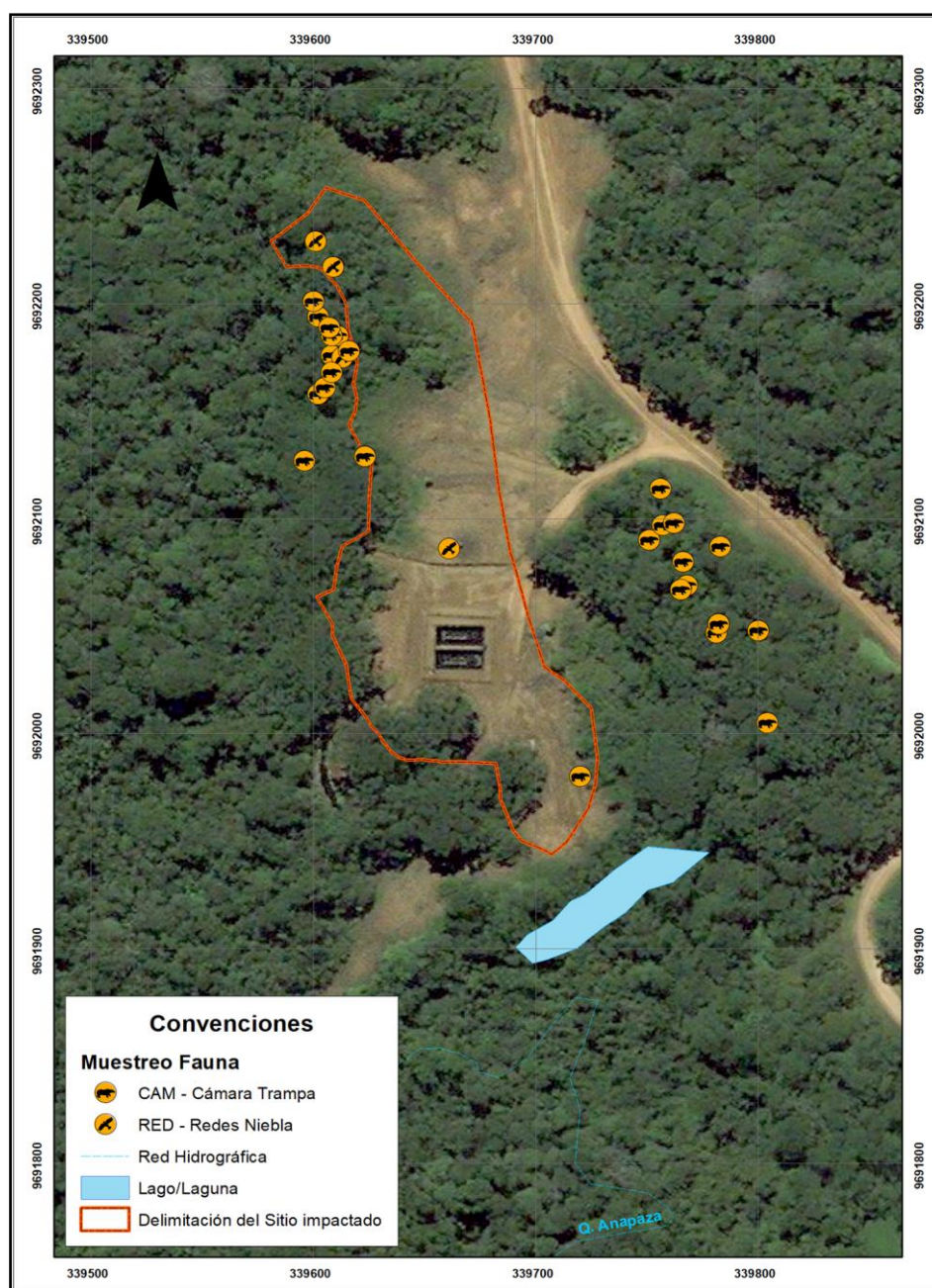


Figura 3-11. Transectos Componentes Fauna
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

3.5.3. Materiales y Aspectos Logísticos

3.5.3.1. Descripción Logística para Muestreos

La logística que se llevó a cabo para efectuar los trabajos de campo empezó en fechas anteriores a la salida oficial. Para este ítem se tuvo particular atención al movimiento de personal, movimiento de materiales y equipos, contratación de personal local, exámenes médicos, etc. que son vitales para llevar a cabo los trabajos.

Para los trabajos de campo se emplearon personal especializado y no especializado, siendo el personal especializado principalmente foráneo y el personal no especializado de la comunidad de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir.

En el **Anexo 6.5.2**, se encuentran los formatos utilizados en el desarrollo del muestreo de época seca (menos húmeda).

3.5.3.1.1. Materiales y Equipos Usados

Para los trabajos de campo se usaron los materiales enumerados en la **Tabla 3-37**.

Tabla 3-37. Materiales usados en las dos épocas

Descripción	No. Materiales Época Húmeda	No. Materiales Época Seca
Palas	2	4
Cavador manual	1	1
Picos	2	4
Bandejas	6	6
Coolers	80	36
Congelantes (ice packs)	250	800
Bolsa Ziploc	400	900
Redes de pesca	2	2
Pinza	1	1
Binoculares	1	1

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los equipos que se usaron para los trabajos de campo se enumeran en la **Tabla 3-38**.

Tabla 3-38. Equipos usados en las dos épocas

Descripción	No. Equipos época húmeda	Nº equipos época seca
Barrenos manuales	1	3
Equipos de Fotoionización	1	3
Equipo de lavado (hidrolavadora)	0	2
Equipo Multiparámetro	1	1
Medidor de profundidad	0	1
Medidor de interfase	1	1
Equipo de perforación helicoidal	1	0
Resistivímetros 4 Flukes (estudio SEV)	1	0
GPS	11	10
Conservadoras	1	1
Conservadoras (Ushpayacu)	1	1
Conservadoras (Iquitos)	1	1
Termómetro digital laser	2	2
Trampas Tomahawk	10	10
Redes de Niebla	4	4
Gancho Herpetológico	1	1
Cámaras trampa	4	4
Cámaras digitales	11	10

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Descripción	No. Equipos época húmeda	N° equipos época seca
Teléfonos satelitales	3	3

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-12**, se presenta la embarcación de transporte de muestras.



Fotografía 3-12. Embarcación Transporte de Muestras

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-13**, se presenta la embarcación de transporte de muestras.



Fotografía 3-13. Dispositivo Medición de Temperatura e Ice Pack

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la siguiente **Fotografía 3-14**, se presenta la los equipos utilizados para mantener la T° de muestras.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	



Fotografía 3-14. Conservadora y Refrigeración

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.3.1.2. Descripción Logística para Transporte de Muestras

Las Coordinaciones logísticas para el traslado de las muestras en época húmeda se realizaron de manera conjunta entre los coordinadores, de Nuevo Andoas CC.NN. – Ushpayacu Nauta – Iquitos y Lima.

Además, se contó con el acompañamiento de los monitores ambientales de la comunidad Nativa de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, para la verificación de los registros de temperatura y el manejo adecuado de las muestras obtenidas en campo para su traslado desde la zona donde se efectuó la toma de muestra hasta el laboratorio en Lima.

En época seca (menos húmeda), el traslado de las muestras del Sitio S0105 (Botadero CS-32), perteneciente a la comunidad Nuevo Andoas se hace por la cuenca del Tigre anexándose a la logística establecida desde la comunidad de 12 de octubre, este movimiento se hace debido a las condiciones de niveles de profundidad del río Pastaza que limitaban el desplazamiento de las embarcaciones por el bajo calado de este río.

Las muestras han sido trasladadas en dos tramos.

- **Primer tramo.** Corresponde desde la CC. NN 12 de octubre hasta la localidad de Intuto.
- **Segundo tramo.** Desde la localidad de Intuto hasta la ciudad de Nauta.

Las coordinaciones para el traslado de las muestras, se realizaron previos al envío de las muestras, con el objetivo principal que las dos embarcaciones se encuentren en la localidad de Intuto, para el transbordo de los coolers.

En la **Tabla 3-39** y **Tabla 3-40**, se identifican las fechas de los movimientos de las muestras del proceso de logística de las temporadas húmeda y seca (menos húmeda).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Tabla 3-39. Fechas Relevantes en el Proceso de Logística – Época Húmeda

Sitio Impactado	Matriz	Fecha de Toma de la muestra	Fecha Salida de Ushpayacu	Fecha de Entrada a Laboratorio
Botadero CS-32	Suelo	2,3 y 4/05/2018	11/05/2018	13/05/2018

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 3-40. Fechas Relevantes en el Proceso de Logística - Época Seca

Sitio Impactado	Matriz	Fecha de Toma de la muestra	Fecha Salida de Ushpayacu y/o Intuto	Fecha de Entrada a Laboratorio
Botadero CS-32	Tejido Vegetal	27/08/2018	05/09/2018	07/09/2018
	Suelo	14, 15 y 16/09/2018	18/09/2018	21/09/2018
	Agua Purificada	15/09/2018	18/09/2018	21/09/2018

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.4. Custodia y Procedimientos de Aseguramiento de la calidad de los resultados, aplicando las guías, protocolos emitidos por las autoridades respectivas.

Para asegurar la calidad en los procesos y garantizar que las labores se desarrollen con criterios que cumplan con lo definido en guías, protocolos y normas nacionales e internacionales se tiene un plan de aseguramiento de la calidad que incluye lo siguiente:

- **Procedimientos de trabajo:** Describen, teniendo en cuenta las guías y normas nacionales e internacionales, cómo ejecutar cada etapa del servicio, quien es responsable de ejecutarla y cuando debe ejecutarla.

La descripción detallada de los métodos de muestreo; el uso, calibración y control de calidad de los instrumentos y equipos; la preservación, almacenamiento, transporte y cadena de custodia de las muestras están documentados y forman parte del sistema de calidad.

- **Registro de la información:** Los registros son la evidencia de como se ha desarrollado el proceso y de su trazabilidad. Cada etapa desarrollada para la caracterización del Sitio impactado es documentada y registrada en medio físico y magnético. Se cuenta con los manuales y procedimientos de calibración de los equipos utilizados en campo para las mediciones *in situ*.
- **Analítica de control de Calidad:** Se realizan los controles de calidad de las muestras tomadas en campo con las técnicas analíticas de los componentes ambientales de cada parámetro con su metodología de acuerdo al criterio establecido en el plan de muestreo. Las Técnicas analíticas se presentan en el **Anexo 6.5.1**.

En la **Tabla 3-41**, se presentan los controles de calidad ejecutados en campo descrito como blancos de equipo, blancos de campo, blanco de viaje y duplicados.

Tabla 3-41. Controles de Calidad

Control de Calidad	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Tipo de muestra
		Este	Norte	
Blanco de equipo	BK-EQUIPO-S0105-S006	339609	9692209	Agua Purificada
Blanco de campo	BK-CAMPO-S0105-S006	339609	9692209	Agua Purificada

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Control de Calidad	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Tipo de muestra
		Este	Norte	
Duplicado	DUP-S0105-S007	339672	9692047	Aguas superficiales Envirotest

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El Manual de calidad, los procedimientos de trabajo y los registros son codificados con un código cuyas letras y números indican el tipo de documento, después de su elaboración la documentación es revisada por el Coordinador del proyecto y aprobada por el director del proyecto y tanto las copias impresas como en formato electrónicos son controladas y guardadas bajo la responsabilidad del personal asignado para ello.

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan la información general sobre los procedimientos aplicables a los muestreos.

3.6. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio

3.6.1. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Suelos

Las muestras de suelos fueron recolectadas siguiendo los lineamientos indicados en el plan de muestreo, el cual se estructuró tomando como referencia la información histórica del lugar y las directrices definidas en la Guía para Muestreo de Suelos del MINAM.

In situ se realizó la descripción del perfil litológico de cada punto de muestreo y se hizo la medición de compuestos orgánicos volátiles con un Detector de Fotoionización (PID).

La clasificación de suelos se efectuó siguiendo los lineamientos y normas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS (*Unified Soil Classification System-USCS*).

En laboratorio se realizó el análisis de los parámetros fisicoquímicos del suelo.

3.6.1.1. Descripción de Resultados de Campo de los Niveles de Fondo

Para el sitio S0105 (Botadero CS-32), la muestra Nivel de fondo, acorde a lo indicado en la Guía de muestreo, está constituida por tres (3) submuestras, las cuales se toman en un área aproximada de 1000 m², se mezclan y homogenizan para tener una sola muestra compuesta.

En la muestra Nivel de fondo se analizaron las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40). En la **Tabla 3-43**, se presenta la concentración de estas fracciones de hidrocarburos.

Adicionalmente en la muestra Nivel de fondo se analizaron los metales considerados como contaminantes de preocupación. En la **Tabla 3-44**, se presentan la concentración del Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb).

Los perfiles litológicos de los niveles de fondo y su descripción se presentan en el **Anexo 6.5.2**.

3.6.1.2. Descripción de los Resultados de Campo para Suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

3.6.1.2.1. Descripción de los Resultados de Suelo

Para determinar la concentración de los contaminantes de preocupación, establecer los mecanismos de dispersión, migración de los contaminantes y caracterizar el perfil litológico, en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), se realizó el muestreo en dieciséis (16) puntos.

Es importante aclarar que en campo no se efectuaron análisis de parámetros seleccionados, solamente se realizó la descripción del perfil litológico del punto de muestreo.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Los resultados de campo están asociados a la descripción litológica del perfil del punto de muestreo, para ello se representaron en formatos los perfiles estratigráficos del punto de muestreo, desde el nivel de terreno hasta la profundidad objetivo final.

La descripción de los perfiles litológicos de cada punto de muestreo se puede consultar el **Anexo 6.5.2.**

3.6.1.2.2. Medición con Equipo de Fotoionización PID

Durante los trabajos de campo se realizó *in situ*, la medición de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) con el Equipo PID (Detector de Fotoionización) en cada punto de muestreo.

La lectura de la concentración de los COV's y las características organolépticas identificadas en cada punto de muestreo se analizaron e interpretaron para realizar la colecta de las muestras representativas de los estratos evaluados.

La concentración de los COV's está en el rango de 0,00 ppm hasta 28,9 ppm, los valores registrados son bastantes bajos, no se encontraron variaciones significativas en las mediciones realizadas.

En la **Tabla 3-42**, se presenta la medición de los Compuestos Orgánicos Volátiles realizada con el Equipo PID.

Tabla 3-42. Valores de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) en Suelo, Medidos *in situ*

Estación de Muestreo	Fecha Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Profundidad (m)		Medición PID (ppm)
		Este	Norte		Inicial	Final	
S0105-S001-0,25	15/09/2018	339656	9692045	Seca	0,00	0,25	28,9
S0105-S001-0,75					0,75	1,00	4,6
S0105-S001-2,00					2,00	2,25	0
S0105-S002-0,00	14/09/2018	339604	9692089	Seca	0,00	0,25	0,5
S0105-S002-1,00					1,00	1,25	4,7
S0105-S002-2,25					2,25	2,5	1,6
S0105-S003-0,40	02/05/2018	339628	9692114	Húmeda	0,00	0,4	0,9
S0105-S003-2,45					2,25	2,45	0,1
S0105-S004-0,40	03/05/2018	339621	9692184	Húmeda	0,00	0,4	1,5
S0105-S004-1,40					1,2	1,4	0
S0105-S004-2,10					1,9	2,1	7
S0105-S005-0,60	03/05/2018	339590	9692232	Húmeda	0,4	0,6	2
S0105-S005-1,40					1,2	1,4	0
S0105-S005-3,40					3,2	3,4	4,3
S0105-S006-0,00	15/09/2018	339609	9692209	Seca	0,00	0,25	11,6
S0105-S006-1,00					1,00	1,25	0
S0105-S006-2,25					2,25	2,5	6,6
S0105-S007-1,50	16/09/2018	339672	9692047	Seca	1,00	1,5	0
S0105-S007-2,50					2,5	2,8	0
S0105-S007-3,50					2,8	3,5	0
S0105-S008-2,00	16/09/2018	339663	9692047	Seca	0,00	2,00	0
S0105-S008-3,00					2,00	3,00	0

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Estación de Muestreo	Fecha Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Profundidad (m)		Medición PID (ppm)
		Este	Norte		Inicial	Final	
S0105-S008-4,00					3,00	4,00	0
S0105-S009-0,25	15/09/2018	339701	9692054	Seca	0,25	0,5	1
S0105-S009-2,50					2,5	2,75	0,1
S0105-S010-0,25	15/09/2018	339720	9692002	Seca	0,25	0,5	5,5
S0105-S010-1,75					1,75	2,00	3,5
S0105-S010-2,25					2,25	2,5	2
S0105-S011-0,25	14/09/2018	339677	9691995	Seca	0,25	0,5	0,5
S0105-S011-1,00					1,00	1,25	0
S0105-S011-1,75					1,75	2,00	0
S0105-S012-0,30	02/05/2018	339631	9691995	Húmeda	0,00	0,3	0
S0105-S012-1,20					1,00	1,2	0,4
S0105-S013-0,25	14/09/2018	339622	9692023	Seca	0,25	0,5	1,5
S0105-S013-0,50					0,5	0,75	1
S0105-S013-1,75					1,75	2,00	0,3
S0105-S014-0,40	04/05/2018	339672	9692061	Húmeda	0,00	0,4	3,5
S0105-S014-1,10					0,9	1,1	6,4
S0105-S015-0,80	16/09/2018	339676	9692076	Seca	0,00	0,8	0
S0105-S015-2,00					0,8	2,00	0
S0105-S016-1,50	16/09/2018	339662	9692096	Seca	0,00	1,5	0
S0105-S016-3,00					3,00	3,1	0
S0105-NF1-0,25	14/09/2018	339451	9692045	Seca	0,00	0,5	3,7
					0,00	0,5	5,8

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los resultados de los perfiles representativos y los valores del PID se presentan en el formato de muestreo de suelos incluido en el **Anexo 6.5.2**.

3.6.1.3. Descripción de los Resultados de Laboratorio de los Niveles de Fondo

Para el sitio S0105 (Botadero CS 32), se consideraron las muestras de nivel de fondo del sitio S0104 (Botadero Km 2) y el sitio S0106 (Botadero Km 4), por la similitud en las características del suelo. De acuerdo con lo anterior para la interpretación de los resultados de metales pesados en suelo y las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), se correlacionaron los resultados de la concentración de metales pesados registrada en la muestra nivel de fondo S0105-NF1-0.25, la muestra del nivel de fondo S0104-NF1-0.25 y la muestra del nivel de fondo S0106-NF1-0.50.

En las muestras de Nivel de Fondo, se analizaron las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), la concentración registrada se presenta en **Tabla 3-43**.

Por otro lado, en las muestras de Nivel de fondo se analizaron los metales considerados como contaminantes de preocupación y que están regulados por el ECA. En la **Tabla 3-44**, se presenta la concentración del Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-43. Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) en el Nivel de Fondo

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							1200	3000
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS	
		Inicial	Final	Este	Norte		F2	F3
S0105-NF1-0,25	14/09/2018	0,25	0,50	339451	9692045	Seca	18,2	48,1
S0104-NF1-0,25	12/09/2018	0,25	0,50	339125	9692978	Seca	< 1,0	27,9
S0106-NF1-0,25	07/09/2018	0,25	0,50	338278	9694155	Seca	< 1,0	< 1,0

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informe de ensayo 52944, 52943 y 51252 de Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 3-44. Concentración de As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg Total en el Nivel de Fondo

ECA– Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							50	750	1,4	N/A	6,6	70
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS					
		Inicial	Final	Este	Norte		Arsénico (As)	Bario (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Mercurio Total (Hg)	Plomo (Pb)
S0105-NF1-0,25	14/09/2018	0,25	0,50	339451	9692045	Seca	< 3,5	110,8	< 0,5	83,2	17	0,14
S0104-NF1-0,25	12/09/2018	0,25	0,50	339125	9692978	Seca	< 3,5	71,7	< 0,5	160,1	23	0,17
S0106-NF1-0,25	07/09/2018	0,25	0,50	338278	9694155	Seca	< 3,5	44,8	< 0,5	13,4	< 2	0,12

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informe de ensayo 52944, 52943 y 51252 de Laboratorio ALS, 2018.

3.6.1.4. Descripción de los Resultados de Laboratorio para Suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Se realizó el análisis de los parámetros fisicoquímicos de los sustratos de suelo.

Los parámetros físicos que se analizaron en laboratorio fueron el pH y Granulometría al 10% del total de las muestras.

Los parámetros químicos que se analizaron en laboratorio fueron:

- Metales totales: el análisis se realizó al 100% de las muestras. Se definieron como contaminantes de preocupación al Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb).
- Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10): se analizó al 10% de las muestras.
- F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40): estas fracciones se analizaron al 25% de las muestras.
- Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos: el análisis se realizó al 7% de las muestras.
- Hidrocarburos aromáticos policíclicos: Acenafteno, Acenaftileno, Antraceno, Benzo (a) Antraceno, Benzo (a) Pireno, Benzo (b) Fluoranteno, Benzo (g,h,i) Perileno, Benzo (k) Fluoranteno, Criseno, Dibenzo (a,h) Antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Fluoreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno, Naftaleno. La concentración de estos compuestos se analizó al 10% del total de muestras.
- Otros contaminantes de preocupación: se analizó Cromo hexavalente al 10% de las muestras y los Bifenilos policlorados al 19% de las muestras.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

A continuación, se presentan los parámetros fisicoquímicos descritos en el plan de muestreo, los cuales se clasificaron en físicos y químicos y según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos, los resultados obtenidos se correlacionan con la época de muestreo y se comparan con el ECA de suelo D.S. N° 011-2017-MINAM o con Normativa internacional como la *Interin Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)*.

Todos los reportes de laboratorio se encuentran en el **Anexo 6.10**.

3.6.1.4.1. Granulometría

A continuación, en la **Tabla 3-45**, se presentan los resultados de granulometría de las muestras de suelo

Tabla 3-45. Resultados de Granulometría

Estación de Muestreo		S0105-S004-0,40	S0105-S004-1,40	S0105-S004-2,10	S0105-S013-0,50	S0105-S013-1,75
Época de Muestreo		Húmeda			Seca	
Fecha de Muestreo		03/05/2018			14/09/2018	
Coordenadas	Este	339621			339622	
	Norte	9692184			9692023	
Profundidad (m)	Inicial	0,00	1,2	1,9	0,5	1,75
	Final	0,4	1,4	2,1	0,75	2,00
Descripción (g/100)						
Grava (<64 mm - >4 mm)		0,78	0	0	0	0
Grava muy fina (<4 mm - >2 mm)		0,16	0,38	0	0,06	0
Arena muy gruesa (<2 mm - >1 mm)		0,27	0,06	0,01	0,04	0
Arena gruesa (<1 mm - >0,5 mm)		0,74	0,18	0,04	0,01	0
Arena media (<0,5 mm - >0,25 mm)		2,28	0,6	0,12	0,03	0,05
Arena fina (<0,25 mm - >0,125 mm)		2,12	0,46	0,09	0,02	0,05
Arena muy fina (<0,125 mm - >0,0625 mm)		2,44	0,55	0,11	0,04	0,04
Limo grueso (<0,0625 mm - >0,031 mm)		7,17	6,7	6,92	10,68	6,04
Limo mediano (<0,031 mm - >0,0156 mm)		4,2	2,57	3,92	10,82	13,98
Limo fino (<0,0156 mm - >0,0078 mm)		10,09	9,68	10,36	3,86	5,26
Limo muy fino (<0,0078 mm - >0,0039 mm)		6,76	7,65	11,28	1,48	5,64
Arcilla (< 0,0039 mm)		62,99	74,87	67,15	72,96	68,94

Fuente: Informe de ensayo 52874 y 24691 de Laboratorio ALS, 2018.

A continuación, se presenta la descripción de los resultados del análisis de granulometría de las muestras de suelo representativas para el Sitio S0105 (Botadero CS-32) que fueron tomadas en los puntos de muestreo S0105-S004- con profundidades de 0,40 1,40 y 2,10 metros y S0105-S013-a profundidades 0,5 y 1,75 metros.

Punto de muestreo S0105-S004: los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que, para este punto a la profundidad de 0,40 m, la secuencia está compuesta principalmente por arcillas con un porcentaje del 62,99%, limos con 28,22% y en menor porcentaje arenas con 5,41%; también se identifica la presencia de gravas en porcentajes menos representativos, esta secuencia se clasifica como suelo de textura arcillo limoso.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Punto de muestreo S0105-S004: los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que, para este punto a la profundidad de 1,40 m, la secuencia está compuesta principalmente por arcillas con un 73,35%, limos con un 26,6% y en menor porcentaje arenas con 1,79%; también se identifica la presencia de gravas en un porcentaje, esta secuencia se clasifica como suelo de textura arcillo limoso.

Punto de muestreo S0105-S010: los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que, para este punto a la profundidad de 2,10 m, la secuencia está compuesta principalmente por arcillas con un 67,15%, limos con un 23,97% y en menor porcentaje arenas con 0,37%, esta secuencia se clasifica como suelo de textura arcillo limoso.

Punto de muestreo S0105-S013: los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que, para este punto a la profundidad de 0,50 m, la secuencia está compuesta principalmente por arcillas con un 72,96%, limos con un 26,84% y en menor porcentaje arenas con 0,14%; esta secuencia se clasifica como suelo de textura arcillo limoso.

Punto de muestreo S0105-S013: los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que, para este punto a la profundidad de 1,75 m, la secuencia está compuesta principalmente por arcillas con un 68,94%, limos con un 39,92% y en menor porcentaje arenas con 0,14%; esta secuencia se clasifica como suelo de textura arcillo limoso.

3.6.1.4.2. Potencial de Hidrógeno (pH)

A continuación, se presentan en la **Tabla 3-46**, los resultados de pH.

Tabla 3-46. pH en Suelos

Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Valor pH
		Inicial	Final	Este	Norte		
S0105-S002-0,00	14/09/2018	0,00	0,25	339604	9692089	Seca	5,23
S0105-S006-1,00	15/09/2018	1,00	1,25	339609	9692209	Seca	5,06
S0105-S010-1,75	15/09/2018	1,75	2,00	339720	9692002	Seca	5,16
S0105-S011-1,00	14/09/2018	1,00	1,25	339677	9691995	Seca	4,47
S0105-S015-2,00	16/09/2018	0,8	2,00	339676	9692076	Seca	8,77

Fuente: Informe de Ensayo 52874, 52927, 52874 y 52937 de Laboratorio ALS, 2018.

Para el Sitio S0105 (Botadero CS-32) se analizó el pH en (5) cinco puntos de Muestreo, los valores del pH indican que se trata de un suelo ácido en la parte Perimetral y en la parte central se observa que el suelo es alcalino.

3.6.1.4.3. Fracciones de Hidrocarburos F1 (C6-C10), F2(>C10-C28) y F3 (>C28-C40)

En la **Tabla 3-47**, se presentan las concentraciones de las fracciones de hidrocarburos F1, F2, F3, las cuales fueron determinadas en laboratorio a través de la técnica analítica de cromatografía.

3.6.1.4.4. Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX)

Considerando que los BTEX son compuestos químicos altamente volátiles, se realizó el muestreo de BTEX al 10% del total de las muestras de suelo. La concentración de Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos determinada por cromatografía para las muestras de suelo, se presenta en la **Tabla 3-47**.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.6.1.4.5. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)

Los resultados de Benzo (a) Pireno y Naftaleno, cuya concentración en suelo está reguladas por el D.S. Nº 011-2017-MINAM, se presentan en la **Tabla 3-47**.

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos cuya concentración no está regulada en la legislación peruana, serán analizados según la norma internacional "*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)*". Los PAH's que se analizarán bajo esta normatividad son: Benzo (a) Antraceno, Benzo (a) Pireno, Benzo (b) Fluoranteno, Benzo (k) Fluoranteno, Dibenzo (a,h) Antraceno, Fenantreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno y Pireno.

En la **Tabla 3-48**, se presentan la concentración de los hidrocarburos aromáticos policíclicos regulados por la norma internacional "*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)*".

3.6.1.4.6. Bifenilos Policlorados Totales (PCB's)

El muestreo de PCB's constituyó el 15% del total de las muestras.

Los PCB's son compuestos químicos altamente persistentes, por lo que son considerados como contaminantes de preocupación. La concentración de los PCB's se presenta en la **Tabla 3-47**.

3.6.1.4.7. Metales Totales

Los metales considerados de preocupación para el Sitio S0105 (Botadero CS-32) son los siguientes: Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Cromo VI, Mercurio (Hg) y Plomo (Pb); en los casos en los que la concentración del Bario superó el estándar ECA se analizó el Bario extraíble. La concentración de estos metales en suelo está regulada por el D.S. Nº 011-2017-MINAM.

En la **Tabla 3-49**, se presenta la concentración de metales totales, la cual fue determinada en Laboratorio a través de la técnica analítica de "Ensayo de metales totales por ICP óptico".

3.6.1.4.8. Metales por Lixiviación (TCLP)

La concentración de Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) determinada por ensayo de metales por lixiviación (TCLP) para las muestras de suelo se presentan en la **Tabla 3-50**.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Tabla 3-47. Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA de Suelo

Estación de Muestreo	ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)					Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS										PCB Total
	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S			F1	F2	F3	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	Benzo (a) Pireno	Naftaleno		
		Inicial	Final	Este	Norte												
S0105-S001-0,25	15/09/2018	0,00	0,25	339656	9692045	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S001-0,75	15/09/2018	0,75	1,00	339656	9692045	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S001-2,00	15/09/2018	2,00	2,25	339656	9692045	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S002-0,00	14/09/2018	0,00	0,25	339604	9692089	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S002-1,00	14/09/2018	1,00	1,25	339604	9692089	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S002-2,25	14/09/2018	2,25	2,5	339604	9692089	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S003-0,40	02/05/2018	0,00	0,4	339628	9692114	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S003-2,45	02/05/2018	2,25	2,45	339628	9692114	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S004-0,40	03/05/2018	0,00	0,4	339621	9692184	Húmeda	< 0,6	< 0,9	< 0,9	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0142	
S0105-S004-1,40	03/05/2018	1,2	1,4	339621	9692184	Húmeda	N.A.	< 0,9	< 0,9	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0142	
S0105-S004-2,10	03/05/2018	1,9	2,1	339621	9692184	Húmeda	N.A.	< 0,9	< 0,9	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0142	
S0105-S005-0,60	03/05/2018	0,4	0,6	339590	9692232	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S005-1,40	03/05/2018	1,2	1,4	339590	9692232	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S005-3,40	03/05/2018	3,2	3,4	339590	9692232	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S006-0,00	15/09/2018	0,00	0,25	339609	9692209	Seca	< 0,6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S006-1,00	15/09/2018	1,00	1,25	339609	9692209	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S006-2,25	15/09/2018	2,25	2,5	339609	9692209	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S007-1,50	16/09/2018	1,00	1,5	339672	9692047	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
DUP-S0105-S007-1,50(a)	16/09/2018	1,00	1,5	339672	9692047	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S007-2,50	16/09/2018	2,5	2,8	339672	9692047	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S007-3,50	16/09/2018	2,8	3,5	339672	9692062	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	
S0105-S008-2,00	16/09/2018	0,00	2,00	339663	9692047	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)										Concentración en mg/kg MS				
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Época de Muestreo	200				11			
		Inicial	Final	Este	Norte		F1	F2	F3	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	Benzo (a) Pireno
S0105-S008-3,00	16/09/2018	2,00	3,00	339663	9692047	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S008-4,00	16/09/2018	3,00	4,00	339663	9692047	Seca	N.A.	394,6	633,3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S009-0,25	15/09/2018	0,25	0,5	339701	9692054	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S009-2,50	15/09/2018	2,5	2,75	339701	9692054	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S010-0,25	15/09/2018	0,25	0,5	339720	9692002	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S010-1,75	15/09/2018	1,75	2,00	339720	9692002	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S010-2,25	15/09/2018	2,25	2,5	339720	9692002	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S011-0,25	14/09/2018	0,25	0,5	339677	9691995	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S011-1,00	14/09/2018	1,00	1,25	339677	9691995	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104	N.A.
S0105-S011-1,75	14/09/2018	1,75	2,00	339677	9691995	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S012-0,30	02/05/2018	0,00	0,3	339631	9691995	Húmeda	< 0,6	< 0,9	< 0,9	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0006
S0105-S012-1,20	02/05/2018	1,00	1,2	339631	9691995	Húmeda	N.A.	< 0,9	< 0,9	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104	< 0,0006
S0105-S013-0,25	14/09/2018	0,25	0,5	339622	9692023	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S013-0,50	14/09/2018	0,5	0,75	339622	9692023	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S013-1,75	14/09/2018	1,75	2,00	339622	9692023	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S014-0,40	04/05/2018	0,00	0,4	339672	9692061	Húmeda	< 0,6	72,3	411,4	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104	< 0,0006
S0105-S014-1,10	04/05/2018	0,9	1,1	339672	9692061	Húmeda	< 0,6	174,6	789,7	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104	< 0,0006
S0105-S015-0,80	16/09/2018	0,00	0,8	339676	9692076	Seca	N.A.	41,8	146,7	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S015-2,00	16/09/2018	0,8	2,00	339676	9692076	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S016-1,50	16/09/2018	0,00	1,5	339662	9692096	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0105-S016-3,00	16/09/2018	3,00	3,1	339662	9692096	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

a: Duplicado de Envirotest.

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informe de Ensayo 52941, 52874, 24691, 52874, 24689, 52927, 52941, 52874, 24691, 24688 y 52937 de Laboratorio ALS, 2018.; e informe de ensayo 184437-05 de Laboratorio Envirotest, 2018.

		PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019

Tabla 3-48. Valores de los Parámetros Orgánicos de Suelo, Regulados por la Normas Internacionales

Punto de Muestreo		Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS					
			Inicial	Final	Este	Norte		Benzo (a) Antraceno	Benzo (b) Fluoranteno	Benzo (k) Fluoranteno	Dibenzo (a,h) Antraceno	Fenantreno	Indeno (1,2,3 cd) Pireno
S0105-S004-0,40		03/05/2018	0,00	0,4	339621	9692184	Húmeda	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0105-S004-1,40		03/05/2018	1,2	1,4	339621	9692184	Húmeda	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0105-S004-2,10		03/05/2018	1,9	2,1	339621	9692184	Húmeda	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0105-S012-0,30		02/05/2018	0,00	0,3	339631	9691995	Húmeda	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0105-S012-1,20		02/05/2018	1,00	1,2	339631	9691995	Húmeda	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0105-S014-0,40		04/05/2018	0,00	0,4	339672	9692061	Húmeda	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0105-S014-1,10		04/05/2018	0,9	1,1	339672	9692061	Húmeda	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informe de ensayo 24689, 24691 y 24688 de Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 3-49. Concentración de Metales Totales (As, Ba, Ba Extraíble, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Pb) en Suelo

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)										50	750	250	1,4	N/A	0,4	6,6	70
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS										
		Inicial	Final	Este	Norte		Arsénico (As)	Bario (Ba)	Bario Extraíble (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cromo Hexavalente (Cr)	Mercurio Total (Hg)	Plomo (Pb)			
S0105-S001-0,25	15/09/2018	0,00	0,25	339656	9692045	Seca	< 3,5	28,8	N.A.	< 0,5	74,4	N.A.	N.A.	22			
S0105-S001-0,75		0,75	1,00				< 3,5	323,5	N.A.	< 0,5	79,6	N.A.	N.A.	31			
S0105-S001-2,00		2,00	2,25				< 3,5	202,4	N.A.	< 0,5	51,5	N.A.	N.A.	22			
S0105-S002-0,00	14/09/2018	0,00	0,25	339604	9692089	Seca	< 3,5	188,1	N.A.	< 0,5	116,5	N.A.	N.A.	17			
S0105-S002-1,00		1,00	1,25				< 3,5	124,6	N.A.	< 0,5	89,3	N.A.	N.A.	19			
S0105-S002-2,25		2,25	2,5				< 3,5	233,9	N.A.	< 0,5	48,8	N.A.	N.A.	12			
S0105-S003-0,40	02/05/2018	0,00	0,4	339628	9692114	Húmeda	< 3,5	138,7	N.A.	< 0,5	97,7	N.A.	0,08	24			
S0105-S003-2,45		2,25	2,45				< 3,5	303,1	N.A.	< 0,5	38,5	N.A.	0,03	22			

				PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA															
				AGOSTO 2019															
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)										Concentración en mg/kg MS					
				Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18S		Época de Muestreo	Arsénico (As)	Bario (Ba)	Bario Extraíble (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cromo Hexavalente (Cr)	Mercurio Total (Hg)	Plomo (Pb)					
		Inicial	Final	Este	Norte														
		S0105-S004-0,40	03/05/2018	0,00	0,4												Húmeda	< 3,5	75,1
S0105-S004-1,40	1,2	1,4		339621	9692184	< 3,5	98,1	N.A.	< 0,5	89,4	< 0,2	0,13	19						
S0105-S004-2,10	1,9	2,1				< 3,5	96,2	N.A.	< 0,5	105	0,3	0,12	22						
S0105-S005-0,60	03/05/2018	0,4	0,6			Húmeda	< 3,5	79,7	N.A.	< 0,5	88,7	N.A.	0,12	24					
S0105-S005-1,40		1,2	1,4	339590	9692232		< 3,5	54,6	N.A.	< 0,5	92,3	N.A.	0,16	17					
S0105-S005-3,40		3,2	3,4				< 3,5	154,2	N.A.	< 0,5	111,9	N.A.	0,1	26					
S0105-S006-0,00	15/09/2018	0,00	0,25			Seca	< 3,5	186,5	N.A.	< 0,5	119	N.A.	N.A.	22					
S0105-S006-1,00		1,00	1,25	339609	9692209		< 3,5	137,2	N.A.	< 0,5	123	N.A.	N.A.	20					
S0105-S006-2,25		2,25	2,5				< 3,5	284,8	N.A.	< 0,5	141	N.A.	N.A.	24					
S0105-S007-1,50	16/09/2018	1,00	1,5			Seca	314,7	194	N.A.	4,9	70,4	N.A.	N.A.	1289					
DUP-S0105-S007-1,50-DUP(e)		1,00	1,5	339672	9692047		<2,21	173,4	N.A.	<0,04	<0,03	N.A.	N.A.	1234					
S0105-S007-2,50		2,5	2,8				307,4	207,9	N.A.	4,7	76,1	N.A.	N.A.	1045					
S0105-S007-3,50		2,8	3,5			< 3,5	174,7	N.A.	< 0,5	69,8	N.A.	N.A.	19						
S0105-S008-2,00	16/09/2018	0,00	2,00			Seca	156,3	174,6	N.A.	3	48,8	N.A.	N.A.	893					
S0105-S008-3,00		2,00	3,00	339663	9692047		152,9	189,9	N.A.	2,7	53	N.A.	N.A.	682					
S0105-S008-4,00		3,00	4,00				1335	466,1	N.A.	15,8	82,7	N.A.	N.A.	6013					
S0105-S009-0,25	15/09/2018	0,25	0,5	339701	9692054	Seca	< 3,5	219	N.A.	< 0,5	181,3	N.A.	N.A.	51					
S0105-S009-2,50		2,5	2,75				< 3,5	140,6	N.A.	< 0,5	38,1	N.A.	N.A.	13					
S0105-S010-0,25	15/09/2018	0,25	0,5			Seca	< 3,5	302,1	N.A.	< 0,5	157,6	N.A.	N.A.	55					
S0105-S010-1,75		1,75	2,00	339720	9692002		26,8	228	N.A.	< 0,5	105,2	N.A.	N.A.	23					
S0105-S010-2,25		2,25	2,5				< 3,5	356,4	N.A.	< 0,5	110	N.A.	N.A.	25					
S0105-S011-0,25	14/09/2018	0,25	0,5	339677	9691995	Seca	< 3,5	126,6	N.A.	< 0,5	123,4	N.A.	N.A.	31					

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)										Concentración en mg/kg MS						
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18S		Época de Muestreo	Arsénico (As)	Bario (Ba)	Bario Extraíble (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cromo Hexavalente (Cr)	Mercurio Total (Hg)	Plomo (Pb)		
		Inicial	Final	Este	Norte											
S0105-S011-1,00		1,00	1,25				< 3,5	163,9	N.A.	< 0,5	72,8	N.A.	N.A.	23		
S0105-S011-1,75		1,75	2,00				< 3,5	162,6	N.A.	< 0,5	55,5	N.A.	N.A.	22		
S0105-S012-0,30	02/05/2018	0,00	0,3	339631	9691995	Húmeda	< 3,5	157,7	N.A.	< 0,5	90	< 0,2	0,09	25		
S0105-S012-1,20		1,00	1,2				< 3,5	185,3	N.A.	< 0,5	133,4	0,2	0,04	22		
S0105-S013-0,25	14/09/2018	0,25	0,5			Seca	26,8	228	N.A.	< 0,5	105,2	N.A.	N.A.	23		
S0105-S013-0,50		0,5	0,75	339622	9692023		< 3,5	182,4	N.A.	< 0,5	64,7	N.A.	N.A.	23		
S0105-S013-1,75		1,75	2,00				< 3,5	210,6	N.A.	< 0,5	72,5	N.A.	N.A.	16		
S0105-S014-0,40	04/05/2018	0,00	0,4	339672	9692061	Húmeda	259,3	184,1	N.A.	4,3	55,2	< 0,2	0,06	1130		
S0105-S014-1,10		0,9	1,1				453,9	349,3	N.A.	6,7	54,6	< 0,2	0,19	2200		
S0105-S015-0,80	16/09/2018	0,00	0,8	339676	9692076	Seca	19,2	26,3	N.A.	< 0,5	10,1	< 0,2	N.A.	96		
S0105-S015-2,00		0,8	2,00				< 3,5	29,8	N.A.	< 0,5	20,2	< 0,2	N.A.	36		
S0105-S016-1,50	16/09/2018	0,00	1,5	339662	9692096	Seca	< 3,5	286,9	N.A.	< 0,5	126,6	N.A.	N.A.	33		
S0105-S016-3,00		3,00	3,1				< 3,5	161,5	N.A.	< 0,5	31,9	N.A.	N.A.	20		

a: Duplicado de Envirotest.

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informe de Ensayo 52941, 52874, 24691, 24689, 52927, 52941, 52874, 24691, 24688 y 52937 de Laboratorio ALS, 2018.; e informe de ensayo 184437-05 de Laboratorio Envirotest, 2018.

Tabla 3-50. Concentración de Metales por Lixiviación Regulados por Normas Internacionales de Suelo

Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)												
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18S		Época de Muestreo	Concentración en mg/L					
							Inicial	Final	Arsénico (As)	Bario (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)
		0.00	0.8	339676	9692076							
S0105-S015-0,80	16/09/2018											

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: Informe de ensayo 52937 de Laboratorio ALS, 2018.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.6.2. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Aguas Subterráneas

Para determinar la presencia de agua subterránea, se realizó un análisis de información secundaria a nivel de geología regional y local y puntualmente en la zona se realizaron perforaciones exploratorias con equipo mecánico helicoidal, acompañado de un estudio de Sondaje Eléctrico Vertical, direccionado según los estudios hidrogeológicos consultados a nivel regional y local.

El informe y los resultados de los Sondeos Eléctricos Verticales se encuentran en el **Anexo 6.11**, del presente documento.

3.6.2.1. Descripción de los Resultados de Campo

Se realizaron perforaciones exploratorias para determinar el perfil litológico del área de interés y establecer la probabilidad que los contaminantes de preocupación estén migrando hacia los sustratos inferiores.

Las perforaciones exploratorias se desarrollaron en el perímetro externo del área impactada, para minimizar el riesgo de migración de posibles contaminantes hacia el acuífero o hacia mayores profundidades a través de fracturas hidráulicas que se pudiesen generar durante la perforación.

El procedimiento que se siguió para llevar a cabo la búsqueda de agua subterránea en el perímetro del Sitio S0105 (Botadero CS-32) fue:

- a. Evaluación de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV)
- b. Perforación exploratoria

3.6.2.1.1. Evaluación de Estudio de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV)

Se determinó el parámetro de distribución de resistividad en diferentes profundidades del suelo, mediante la inyección de corriente eléctrica en el subsuelo – Sondeo Eléctrico vertical – SEV en cinco (5) puntos.

A continuación, en la **Tabla 3-51**, se relacionan las coordenadas de los Sondeos Eléctricos Verticales realizados en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 3-51. Coordenadas de los Sondeos Electricos Verticales - SEV

Sitio Impactado		SEV	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S	
CÓD. OEFA	FONAM		Este	Norte
S0105	Botadero CS-32	1	339677	9692318
		2	339668	9692259
		3	339676	9692187
		4	339649	9692101
		5	339677	9692017
		6	339717	9691983
		7	339707	9691904

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los informes de geología e interpretación y resultados de este Sondeo Eléctrico Vertical se encuentran en el **Anexo 6.11.2**, del presente documento.

A continuación, en la **Figura 3-12**, el mapa de ubicación de los Sondeos Eléctricos Verticales realizados en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

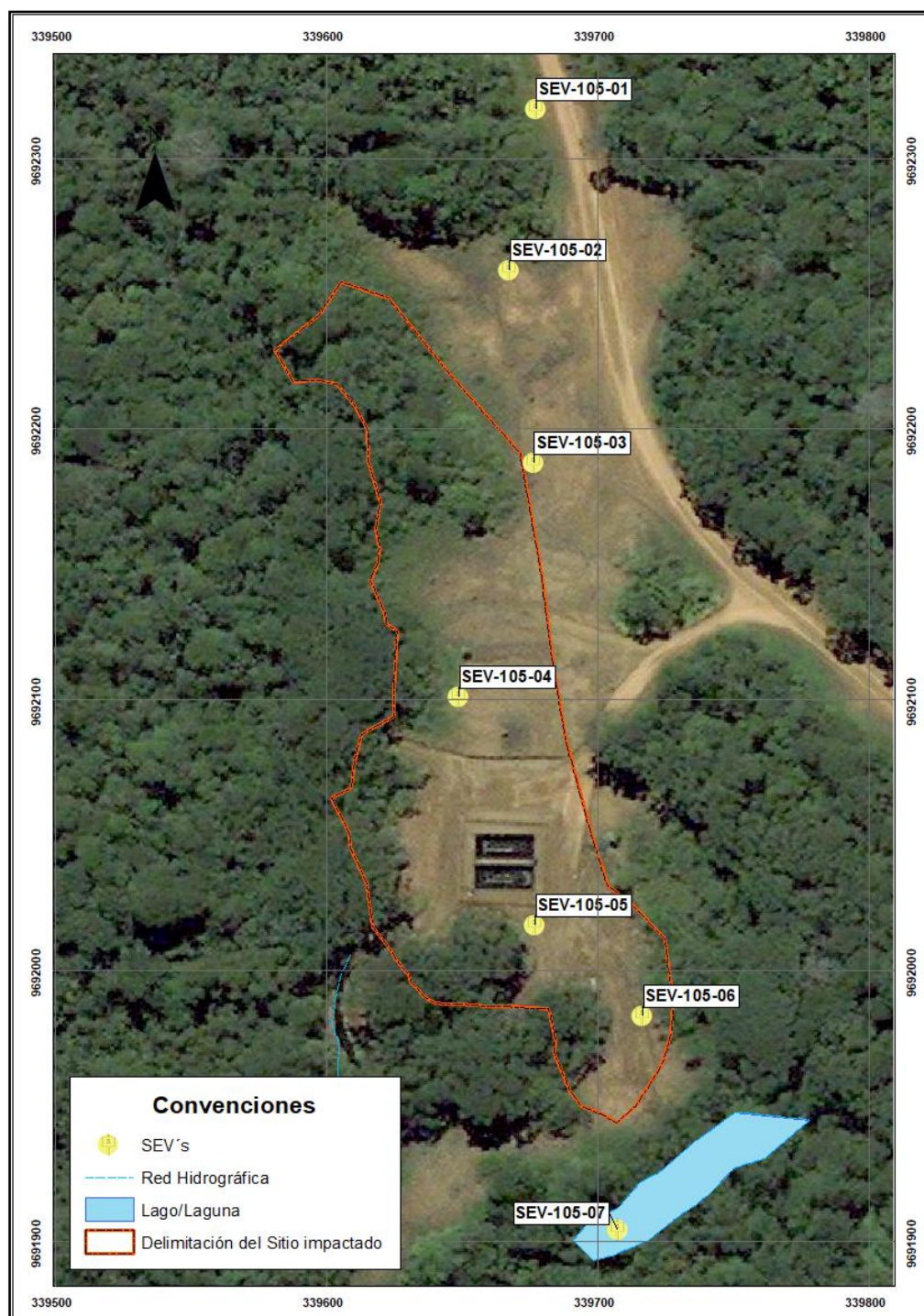


Figura 3-12. Mapa de Ubicación de los SEV

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.2.1.2. Perforación Exploratoria de Agua Subterránea

Utilizando la información de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) y verificando la topografía del área, se realizaron en campo las perforaciones exploratorias para confirmar la litología del suelo y determinar la posible afectación en la capa freática en el área del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Las perforaciones exploratorias se realizaron en época húmeda con un equipo de perforación helicoidal.

La ubicación, descripción y el perfil litológico de éstas se presenta en la **Tabla 3-52**.

Tabla 3-52. Datos de las Perforaciones Exploratorias

Sitio Impactado		Pozo Perforación	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Profundidad Total (m)	Cota de terreno (m.s.n.m.)	Observaciones
CÓD. OEFA	FONAM		Este	Norte			
S0105	Botadero CS32	S0105-PZ-01	339744	9692010	10	215	No se construye un piezómetro. se encontró una secuencia de arcilla de 100 cm de grosor.
S0105	Botadero CS32	S0105-PZ-02	339607	9691988	3,70	212	No se construye un piezómetro. se encontró una secuencia de arcilla de 370 cm.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La ubicación de los pozos exploratorios se presenta en la **Figura 3-13**.

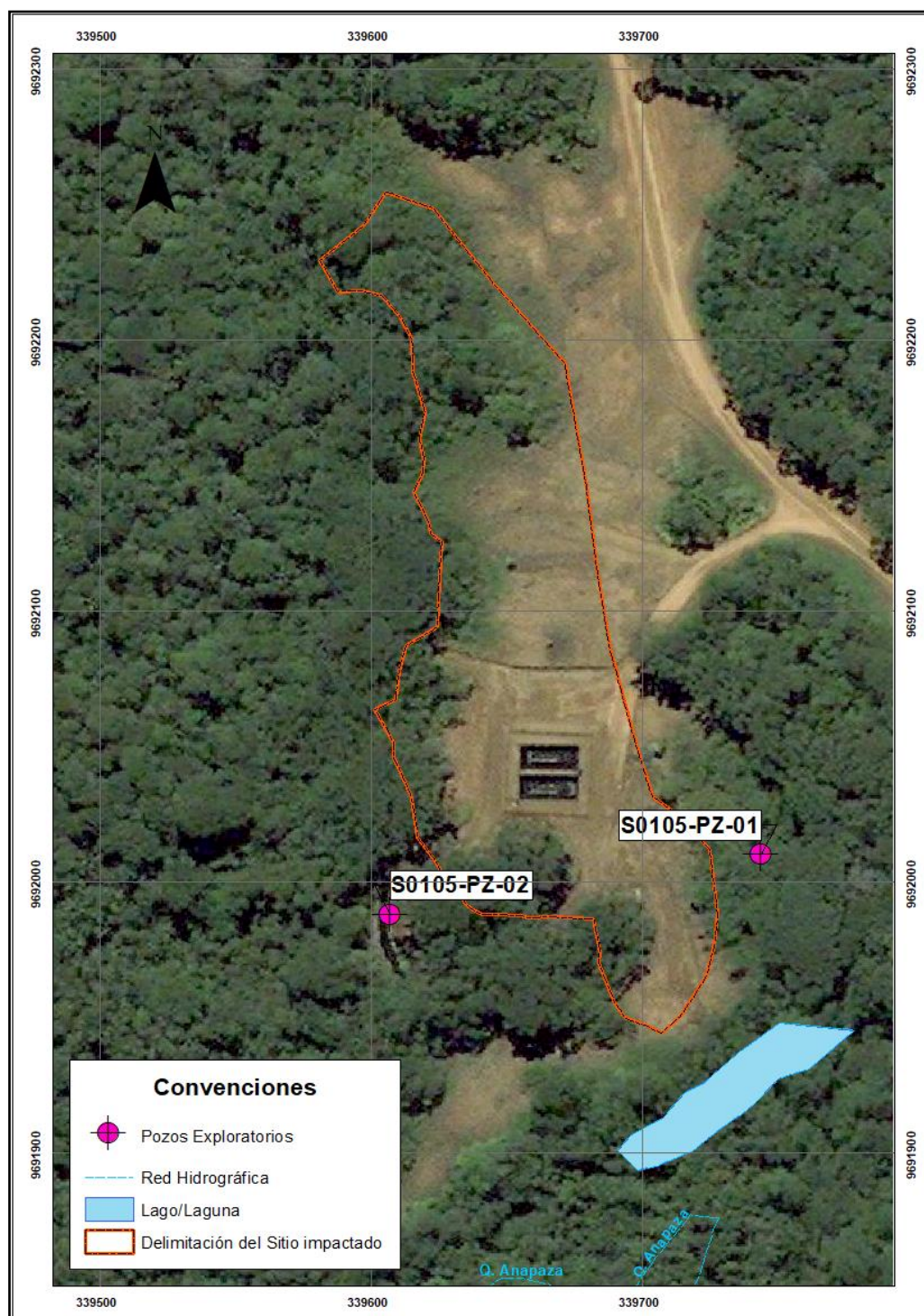


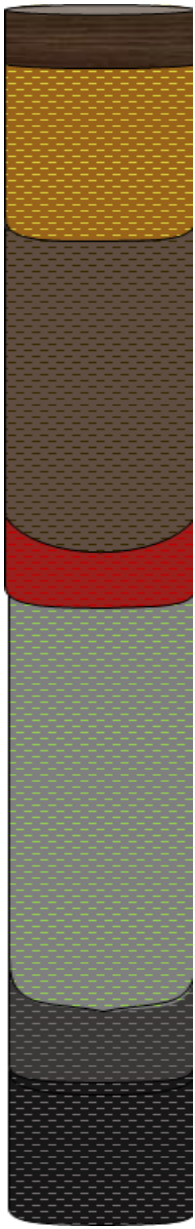
Figura 3-13. Ubicación de los pozos exploratorios en el Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-53** y la **Tabla 3-54**, se detallan las características y el perfil litológico de los pozos exploratorios S0105-PZ-01 y S0105-PZ-02.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

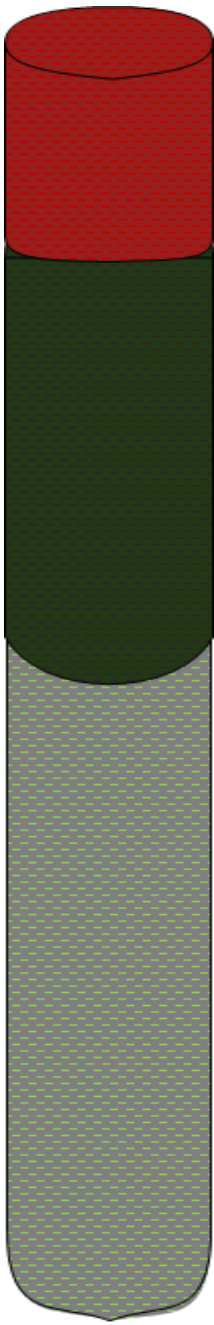
Tabla 3-53. Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0105-PZ-01

Profundidad (cm)	Espesor (cm)	Columna Litológica	Color	Descripción
0-40	40		7.5 YR-3/3 Dark Brown.	Top soil, material orgánico.
40-190	150		5 YR 5/6 Yellowish red	Secuencia de limos con arcillas ligeramente compactas, húmedas.
190-410	220		7.5 YR 4/2 Brown	Secuencia limos con arcillas y arenas, ligeramente compactas y húmedas.
410-440	30		2.5 YR 4/6 Red	Secuencia de arcillas, moderadamente compacta y húmeda.
440-880	440		Gley 1-8/1 Laight grayish green	Secuencia de arcillas, moderadamente compacta y húmedas.
880-900	20		Gley 1-5/1 grenish gray	Secuencia de arcillas con arenas, moderadamente compactas y húmedas.
900-1000	100		Gley 1-3/1 very dark greenish gray	Secuencia de arcilla, moderadamente compacta y húmeda.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-54. Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0105-PZ-02

Profundidad (cm)	Espesor (cm)	Columna Litológica	Color	Descripción
0-40	40		2.5 YR-4/6 Red	Secuencia de limos con arcillas ligeramente compactas, húmedas, se observan raíces.
40-180	140		5 Y 3/2 Dark olive gray	Secuencia limos con arcillas y arenas, sueltas, Se observa materia orgánica en descomposición, secuencia saturada de agua.
180-550	370		Gley 1-7/1 Laight greenish gray	Secuencia de arcillas, moderadamente compacta y húmeda.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cada perfil estratigráfico encontrado durante el desarrollo de las perforaciones exploratorias, se caracterizó. Se registraron en un formato los datos importantes de la perforación realizada como la profundidad, la descripción de la columna litológica, el tipo de suelo, etc.

Después de analizar las características geológicas de cada pozo construido y al encontrar capas continuas de arcilla y en el caso del pozo S0105-PZ-01 y S0105-PZ-02, al no identificar sustratos de suelo natural, se procedió a sellar los pozos, para los cual los sustratos de suelo se depositaron

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

nuevamente en el pozo en el mismo orden en que fueron removidos, clausurando de esta manera el pozo.

Estos datos obtenidos, así como el registro fotográfico se presentan en el **Anexo 6.7**

3.6.3. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Aguas Superficiales

En el sitio S0105 (Botadero CS-32), en el área de potencial interés no existen cuerpos de agua como ríos, quebradas, arroyos, cochas, por lo tanto, no se realizó la caracterización de aguas superficiales en este sitio.

3.6.4. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Sedimentos

No se realizó el muestreo de sedimentos debido a que en el Sitio S0105 (Punto Botadero CS-32), no hay cuerpos de agua superficiales.

3.6.5. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio del Componente Hidrobiológico

En la visita de reconocimiento del Sitio S0105 (Botadero CS-32), se identificó que dentro del área de potencial interés no existen cuerpos de agua como ríos, quebradas, arroyos, cochas, por lo tanto, no se realizó la caracterización del componente hidrobiológico.

3.6.6. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio del Componente Biótico

A continuación, se presentan los resultados de caracterización del medio biótico para el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

3.6.6.1. Descripción de Resultados en Campo de Flora

3.6.6.1.1. Identificación y Descripción de los Tipos de Cobertura Vegetal Asociados al Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Los tipos de cobertura vegetal presentes en el área de influencia del sitio S0105 (Botadero CS-32), se determinaron en base en estudios preliminares y la respectiva corroboración en visita a campo. Este estudio propone caracterizar y diagnosticar las diferentes coberturas vegetales que interactúan en el área de influencia del sitio S0105 (Botadero CS-32).

- **Unidades de Cobertura Terrestre Asociadas al Sitio S0105 (Botadero CS-32)**

La cobertura de la tierra comprende todos los elementos que se encuentran sobre la superficie del suelo ya sean naturales o creados por el ser humano, es decir, tanto la vegetación natural denominada cobertura vegetal, hasta todo tipo de construcción o edificación destinada para el desarrollo de las actividades del hombre para satisfacer sus necesidades (IGAC, 2007).

La cobertura vegetal comprende todas las formaciones vegetales que se encuentran sobre la superficie del suelo, incluyendo las naturales y las modificadas por el hombre (de origen antrópico). Es la expresión integral de la interacción entre los factores bióticos y abióticos sobre un espacio determinado; es decir, es el resultado de la asociación espacio-temporal de elementos biológicos vegetales característicos, los cuales conforman unidades estructurales y funcionales. El conocimiento de esta y del cambio de uso del suelo en un área dada, son importantes en la investigación de los recursos naturales, el desarrollo sostenible, la conservación del medio ambiente, la mitigación de los impactos de los procesos naturales o productivos y en la adaptación o prevención ante los desastres naturales, entre otros (Incon Et al, 2012); además se halla relacionada intrínsecamente con la fisiografía y las actividades humanas de la región.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Para el caso del Sitio S0105 (Botadero CS-32), la delimitación de las unidades de cobertura en el área de estudio, constituye un elemento básico para el análisis del estado actual de sus recursos, la distribución espacial tanto de las áreas productivas como de aquellas de importancia para la conservación ambiental.

A continuación, se describen las principales características de las unidades de cobertura presentes en el área de estudio del Sitio 105 (Botadero CS-32).

- **Bosques Secundarios de Terraza Baja**

Para la cobertura de bosques secundarios de Terraza de Sitio 105 (Botadero CS-32), se establecieron un total de 5 unidades de muestreo o parcelas de (100 x 10 m), cada una, para un total de 0,5 ha monitoreadas. La ubicación y geo-referenciación de las unidades de muestreo o parcelas se realizó empleando un GPS (sistema de posicionamiento global), de tal manera que pudieran ubicarse sobre la base cartográfica.

- **Composición Florística Bosques Secundarios de Terraza Baja**

Vale la pena aclarar que durante el trabajo de campo de época húmeda se recolectaron algunas especies para identificación taxonómica en el Herbarium Amazonense (AMAZ), en donde se realizó el secado y la identificación de especies.

El listado de las especies reportadas para el Sitio S0105 (Botadero CS-32), aparece en la **Tabla 3-55**.

Tabla 3-55. Composición Florística del Bosque Secundario de Terraza Baja

Familia	Nombre Científico	Nombre Vernáculo	Abundancia
Annonaceae	<i>Annona sp</i>	Anonilla	1
	<i>Guatteria sp. 1</i>	Carahuasca	3
	<i>Xylopia aromatica</i>	Xylopia aromatica	2
	<i>Xylopia cuspidata</i>	Espintana	1
Araliaceae	<i>Shefflera sp.</i>	Shefflera	34
Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	Cashapona	31
Bignoniaceae	<i>Jacaranda macrocarpa</i>	Jacaranda	59
Callophyllaceae	<i>Marila laxiflora</i>	Marila	3
Euphorbiaceae	<i>Alchorneopsis floribunda</i>	Coshamuyo	5
	<i>Aparisthmium cordatum</i>	Aparisthmium	12
	<i>Croton tessmannii</i>	Croton	2
	<i>Nealchornea yapurensis</i>	Nealchornea	1
Fabaceae	<i>Inga sp</i>	Guaba	25
	<i>Parkia sp.</i>	Pashaco	2
Humiriaceae	<i>Vantanea guianensis</i>	NN 2 P 20	1
Hypericaceae	<i>Vismia sp</i>	Pichirina	20
Indeterminada 1	<i>Indeterminada 1</i>	Indeterminada 1	1
Lauraceae	<i>Aniba sp</i>	Moena	28
Lecythidaceae	<i>Eschweilera albiflora</i>	Mashimango	5
Malvaceae	<i>Matisia bicolor</i>	Sapotilla	1
Melastomataceae	<i>Henriettea sp.</i>	Vacashahuindo	5
	<i>Miconia sp.</i>	cainillo	46

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Familia	Nombre Científico	Nombre Vernáculo	Abundancia
	<i>Miconia tomentosa</i>	Carachacaspi	1
Meliaceae	<i>Guarea sp</i>	Requia	13
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Renaquillo	2
	<i>Perebea guianensis</i>	Capinuri	1
Myristicaceae	<i>Virola sp</i>	Cumala	7
Myrtaceae	<i>Marliera cf. subulata</i>	Marliera	2
Polygonaceae	<i>Triplaris sp.</i>	Tangarana	2
Putranjivaceae	<i>Drypetes cf. amazonica</i>	Purmacaspi	19
Rubiaceae	<i>Palicourea lasiantha</i>	Palicourea	1
	<i>Warszewiczia cordata</i>	Manguana	3
Sapotaceae	<i>Pouteria sp. 1</i>	Quinilla	1
Urticaceae	<i>Cecropia sp.</i>	Cecropia	1
	<i>Pourouma guianensis</i>	Uvilla	1
Total, general			342

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El levantamiento de vegetación arroja un resultado en composición florística de 23 familias, 33 géneros y 35 especies. En la **Figura 3-14**, se visualiza la representatividad de cada una de las familias encontradas en el área de interés.

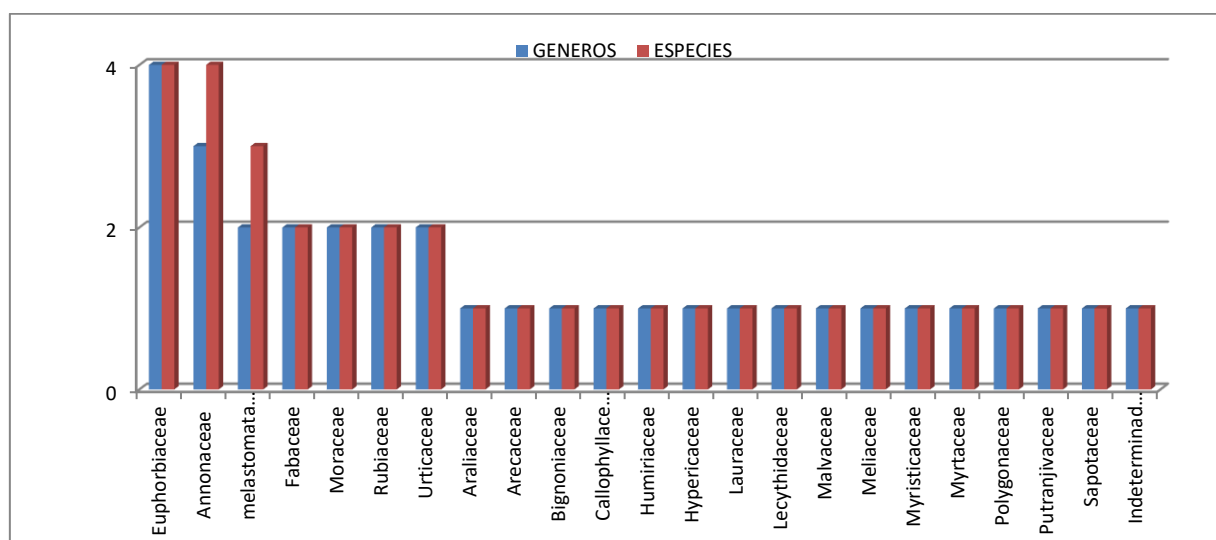


Figura 3-14. Representatividad de las Familias en los Bosques Secundarios de Terraza

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Como se puede apreciar, en las primeras 10 familias se agrupa más del 60% de los géneros del estudio y el más del 62% de las especies; las familias Euphorbiaceae y Annonaceae, son las de más diversidad, representadas con 3 o 4 géneros y 4 especies.

3.6.6.1.2. Estructura Vertical y Horizontal de los Bosques Secundarios de Terraza Baja

La dispersión de los individuos en los estratos para este levantamiento de vegetación se aprecia en la **Figura 3-15**, en donde se distinguen tres (3) estratos.

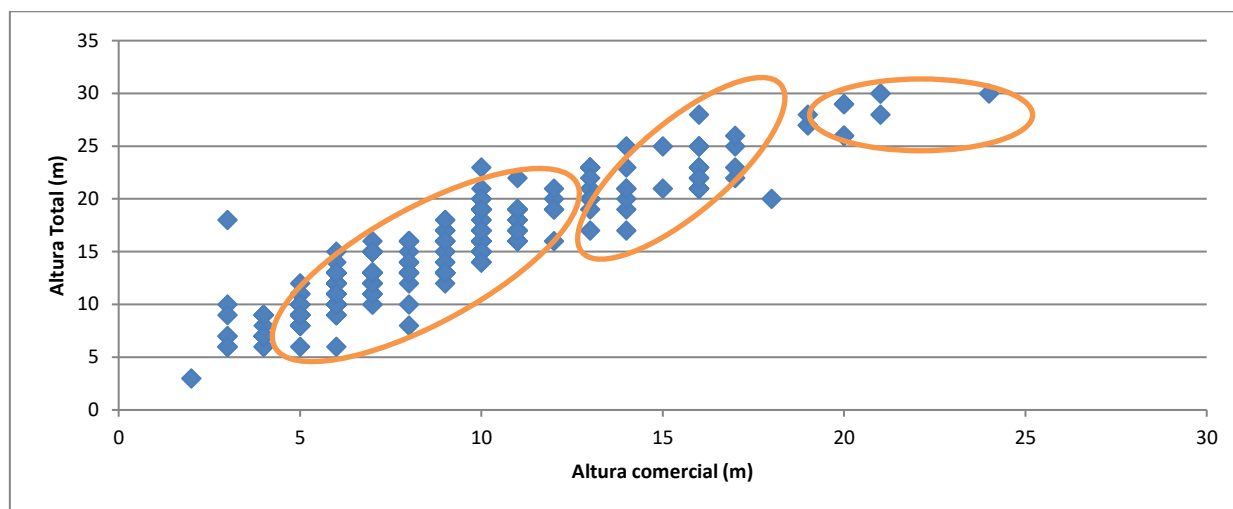


Figura 3-15. Estratificación de Ogawa en Bosques Secundarios de Terraza.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Si bien los bosques del S0105 (Botadero CS-32), son de carácter secundario presenta una distribución de alturas estratificada y con una fuerte competencia de los individuos arbóreos por la luz en el estrato arbóreo inferior.

3.6.6.1.3. Análisis de la Estructura Horizontal de los Bosques Secundarios de Terraza Baja

En la **Figura 3-16**, se pueden apreciar los valores de IVI de las 19 especies con mayor peso ecológico y las restantes especies se consideran como poco abundantes o raras y se agrupan en un solo ítem, la especie con mayor peso ecológico es el *Jacaranda macrocarpa* (Jacaranda) con IVI de 45,78% producto de sus valores de la dominancia 22,50%, la abundancia 17,25% y frecuencia de 6,02%, esto significa que la especie aparece con alto volumen de ocupación del espacio entendido con área basal, alta ocurrencia en la abundancia de individuos y en las parcelas de muestreo es alta su representatividad.

La siguiente especie con mayor peso ecológico es *Shefflera sp.* (Shefflera), que presenta una abundancia y frecuencia relevantes y un IVI de 35,41%. Luego le siguen el *Miconia sp.* (cainillo), *Aniba sp.* (Moena), *Inga sp.* (Guaba), *Socratea exorrhiza* (Cashapona), *Guarea sp.* (Requia), *Vismia sp.* (Pichirina) y *Drypetes cf. Amazónica* (Purmacaspi), con una importancia ecológica similar y superior al 10%.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA	
AGOSTO 2019		

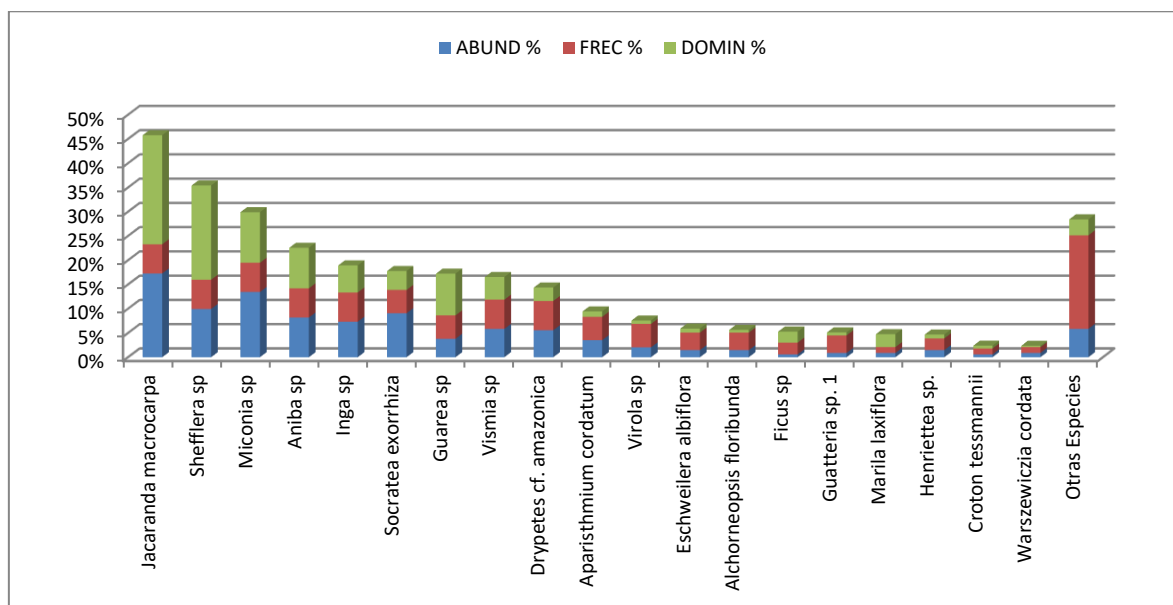


Figura 3-16. IVI en Bosques Secundarios de Terraza.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las primeras 19 especies agrupan el 71% del IVI, y repartido principalmente en las primeras 9 especies, lo que indica que el peso ecológico es aportado principalmente por pocas especies; las restantes especies en conjunto tienen un peso ecológico bajo e individualmente como taxa. Las especies con índices de valor de importancia más bajo y que se pueden catalogar como las más raras son *Xylopia cuspidata* (Espintana), *Perebea guianensis* (Capinuri), *Miconia tomentosa* (Carachacaspi); otras 13 especies, representan el 28% de IVI. Ver **Tabla 3-56**.

Tabla 3-56. Índices de Valor de Importancia para cada una de las Especies Reportadas en el Inventario de Bosques Secundarios de Terraza

Especies	Abundancia (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVI
<i>Jacaranda macrocarpa</i>	17,25%	6,02%	22,50%	45,78%
<i>Shefflera sp.</i>	9,94%	6,02%	19,44%	35,41%
<i>Miconia sp</i>	13,45%	6,02%	10,43%	29,90%
<i>Aniba sp</i>	8,19%	6,02%	8,35%	22,56%
<i>Inga sp.</i>	7,31%	6,02%	5,60%	18,94%
<i>Socratea exorrhiza</i>	9,06%	4,82%	3,90%	17,78%
<i>Guarea sp</i>	3,80%	4,82%	8,60%	17,22%
<i>Vismia sp</i>	5,85%	6,02%	4,67%	16,54%
<i>Drypetes cf. amazonica</i>	5,56%	6,02%	2,78%	14,36%
<i>Aparisthium cordatum</i>	3,51%	4,82%	1,11%	9,44%
<i>Virola sp</i>	2,05%	4,82%	0,70%	7,57%
<i>Eschweilera albiflora</i>	1,46%	3,61%	0,82%	5,90%
<i>Alchorneopsis floribunda</i>	1,46%	3,61%	0,57%	5,65%
<i>Ficus sp</i>	0,58%	2,41%	2,29%	5,28%
<i>Guatteria sp, 1</i>	0,88%	3,61%	0,62%	5,11%
<i>Marila laxiflora</i>	0,88%	1,20%	2,67%	4,75%
<i>Henriettea sp,</i>	1,46%	2,41%	0,80%	4,67%
<i>Croton tessmannii</i>	0,58%	1,20%	0,58%	2,37%
<i>Warszewiczia cordata</i>	0,88%	1,20%	0,27%	2,35%
<i>Triplaris sp,</i>	0,58%	1,20%	0,36%	2,15%
<i>Matisia bicolor</i>	0,29%	1,20%	0,61%	2,11%
<i>Parkia sp,</i>	0,58%	1,20%	0,25%	2,04%
<i>Marliera cf. subulata</i>	0,58%	1,20%	0,23%	2,01%

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Especies	Abundancia (%)	Frecuencia (%)	Dominancia (%)	IVI
<i>Pourouma guianensis</i>	0,29%	1,20%	0,48%	1,98%
<i>Xylopia aromatica</i>	0,58%	1,20%	0,17%	1,96%
<i>Pouteria sp, 1</i>	0,29%	1,20%	0,32%	1,82%
<i>Indeterminada 1</i>	0,29%	1,20%	0,17%	1,67%
<i>Cecropia sp.</i>	0,29%	1,20%	0,13%	1,62%
<i>Vantanea guianensis</i>	0,29%	1,20%	0,11%	1,61%
<i>Nealchornea yapurensis</i>	0,29%	1,20%	0,11%	1,60%
<i>Annona sp</i>	0,29%	1,20%	0,10%	1,60%
<i>Palicourea lasiantha</i>	0,29%	1,20%	0,08%	1,58%
<i>Xylopia cuspidata</i>	0,29%	1,20%	0,07%	1,56%
<i>Perebea guianensis</i>	0,29%	1,20%	0,06%	1,56%
<i>Miconia tomentosa</i>	0,29%	1,20%	0,05%	1,55%

Nota: NN = Especies que no fue posible su identificación taxonómica.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La estructura total del bosque secundario de Terraza, nos permite analizar la variabilidad en el número de árboles presentes en cada clase de diámetro y su distribución a través de un histograma ver **Figura 3-17**.

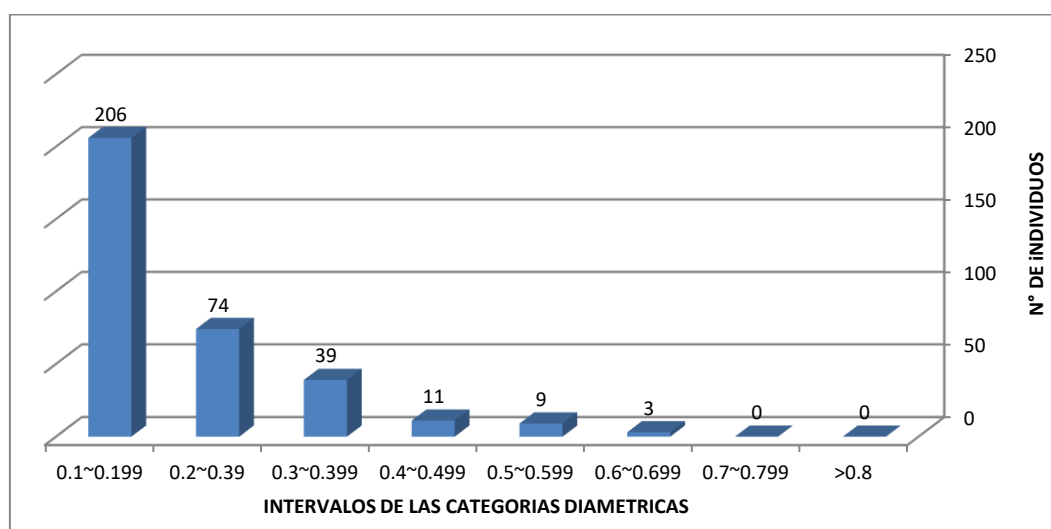


Figura 3-17. Distribución Diamétrica en Bosques Secundarios de Terraza.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los resultados arrojados en bosques secundarios de terraza alta de Sitio S0105 (Botadero CS-32) es similar a la tendencia de j invertida, ya que las primeras clases diamétricas agrupan 81% de los individuos. Las clases VII y VIII no presentan pocos individuos cada una y se puede explicar porque posiblemente el bosque sufrió de aprovechamiento forestal que removió la masa forestal, la cual está se está recuperando y se observa en estadios tempranos de la sucesión.

En la **Tabla 3-57**, se muestran las clases diamétricas, el número de individuos presentes en cada una de ellas, así como el volumen comercial y total para cada clase diamétrica.

La clase diamétrica que mayor biomasa presenta entendida como el volumen total es la III (0,3~0,39 m) con un total 46,62 m³. El volumen total por hectárea es de 359,77 m³.

Tabla 3-57. Distribución Diamétrica de los Bosques Secundarios de Terraza

Distribución Diamétrica									
Clase	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Distribución Diamétrica									
Rango	0,1~0,199	0,2~0,39	0,3~0,399	0,4~0,499	0,5~0,599	0,6~0,699	0,7~0,799	>0,8	
Frecuencia	206	74	39	11	9	3	0	0	342
VolT_m³	26,715	35,874	46,620	26,783	30,139	13,752	0	0	179,88
VolC_m³	15,704	21,134	30,651	18,585	18,352	8,453	0	0	112,88

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.1.4. Diversidad de los Bosques Secundarios de Terraza Baja

Para los Bosques secundarios de terraza del Sitio S0105 (Botadero CS-32), se inventariaron 342 individuos, quienes pertenecían a 35 especies. En este caso el coeficiente de mezcla es de 0,102.

$$CM = 35 / 342 = 1 / 9$$

Este resultado permite establecer que se trata de un bosque que presenta una composición florística relativamente heterogénea. El valor indica una relación de 1:9 lo que quiere decir que por cada 9 individuos reportados en el inventario es posible encontrar una especie diferente. Se presenta como una unidad de cobertura boscosa poco heterogénea en términos de cociente de mezcla.

En la **Tabla 3-58**, se exponen los resultados obtenidos en cuanto a riqueza específica y heterogeneidad para los bosques secundarios de terraza de Sitio S0105 (Botadero CS-32), el valor del índice de Margalef (5,827) y Menhinick (1,893), indica que esta cobertura es poco diversa con una abundante cantidad de individuos.

Tabla 3-58. Índices de Diversidad Bosque Secundarios de Terraza

Índices de Diversidad		
Riqueza	Índice de Menhinick	1,893
	Índice de Margalef	5,827
Heterogeneidad	Índice de Shannon - Wiener	2,76
	Índice de Simpson	0,089

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El índice de Shannon-Wiener (H'), es de 2,76 el cual mide la heterogeneidad de la comunidad, valores cercanos a cero indican pocas taxa, con la actual cobertura se presentan especies y el valor se aleja de cero y por ende es indicador que los individuos se distribuyen homogéneamente en una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes, interpretándose como una comunidad heterogénea.

El índice de Simpson (D), es de 0,089 y este representa que la comunidad en estudio es diversa ya que a medida que el índice se acerca a cero disminuye la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie. Lo que permite evaluar que no existe una dominancia de algunas especies comunes y por el contrario refleja una mayor riqueza de especies. En términos generales, para el área en estudio la probabilidad de tomar dos individuos de la misma especie es moderadamente baja.

3.6.6.1.5. Regeneración Natural y Dinámica Sucesional de los Bosques

El índice de regeneración natural determina la importancia de una especie según la presencia en los diferentes estratos del bosque. Para evaluar la regeneración natural se considerarán todos los ejemplares pertenecientes a las categorías de tamaño latizal y brinzal incluyendo 3 parámetros: abundancia absoluta y relativa ($Ar\%$), frecuencia absoluta y relativa ($Fr\%$) y categoría de tamaño absoluta y relativa ($Ct\%$).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

El parámetro de la regeneración natural relativo (RN%) para cada especie se obtendrá aplicando la siguiente ecuación:

$$RN\% = Ar\% + Fr\% + Ct\% / 3$$

En la **Tabla 3-59**, se presentan los resultados para los Índices de regeneración natural de los bosques asociados a Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 3-59. Índices de Regeneración Natural de los Bosques Asociados

Nombre científico	Total, Abun. %	Total, Fre. %	Total, Fre. %	Total, CT %	RN %
<i>Virola sp.</i>	27,6589147	10,679593	27,6589147	21,9991408	<i>Virola sp</i>
<i>Triplaris sp.</i>	13,0956072	12,7666533	13,0956072	12,9859559	<i>Triplaris sp.</i>
<i>Annona sp.</i>	14,9922481	8,11549046	14,9922481	12,6999955	<i>Annona sp</i>
<i>Cecropia sp.</i>	14,0361757	8,11549046	14,0361757	12,062614	<i>Cecropia sp</i>
<i>Nealchornea yapurensis</i>	13,8294574	8,11549046	13,8294574	11,9248017	<i>Nealchornea yapurensis</i>
<i>Alchorneopsis floribunda</i>	10,7700258	12,7666533	10,7700258	11,4355683	<i>Alchorneopsis floribunda</i>
<i>Xylopia aromatica</i>	9,60723514	14,5671034	9,60723514	11,2605246	<i>Xylopia aromatica</i>
<i>Miconia sp</i>	14,0361757	4,88968397	14,0361757	10,9873451	<i>Miconia sp</i>
<i>Perebea guianensis</i>	11,1989664	10,4410719	11,1989664	10,9463349	<i>Perebea guianensis</i>
<i>Miconia tomentosa</i>	10,0361757	10,679593	10,0361757	10,2506481	<i>Miconia tomentosa</i>
<i>Inga sp.</i>	7,71059432	13,0051744	7,71059432	9,47545435	<i>Inga sp.</i>
<i>Pourouma guianensis</i>	10,0361757	8,11549046	10,0361757	9,39594729	<i>Pourouma guianensis</i>
<i>Guatteria sp. 1</i>	9,60723514	8,11549046	9,60723514	9,10998691	<i>Guatteria sp. 1</i>
<i>Guarea sp</i>	9,60723514	8,11549046	9,60723514	9,10998691	<i>Guarea sp</i>
<i>Croton tessmannii</i>	7,71059432	10,679593	7,71059432	8,70026055	<i>Croton tessmannii</i>
<i>Henriettea sp.</i>	7,71059432	10,4410719	7,71059432	8,6207535	<i>Henriettea sp.</i>
<i>Parkia sp.</i>	8,87338501	8,11549046	8,87338501	8,62075349	<i>Parkia sp.</i>
<i>Aparisthmium cordatum</i>	8,3255814	8,11549046	8,3255814	8,25555108	<i>Aparisthmium cordatum</i>
<i>Vismia sp</i>	6,54780362	10,4410719	6,54780362	7,8455597	<i>Vismia sp</i>
<i>Matisia bicolor</i>	7,71059432	8,11549046	7,71059432	7,8455597	<i>Matisia bicolor</i>
<i>Marliera cf. subulata</i>	7,71059432	8,11549046	7,71059432	7,8455597	<i>Marliera cf. subulata</i>
<i>Warszewiczia cordata</i>	7,71059432	8,11549046	7,71059432	7,8455597	<i>Warszewiczia cordata</i>
<i>Pouteria sp. 1</i>	7,71059432	8,11549046	7,71059432	7,8455597	<i>Pouteria sp. 1</i>
<i>Socratea exorrhiza</i>	8,44444444	5,78990905	8,44444444	7,55959931	<i>Socratea exorrhiza</i>
<i>Aniba sp.</i>	5,38501292	10,4410719	5,38501292	7,0703659	<i>Aniba sp</i>
<i>Shefflera sp.</i>	9,38501292	2,32558141	9,38501292	7,03186908	<i>Shefflera sp</i>
<i>Jacaranda macrocarpa</i>	5,71059432	8,11549046	5,71059432	6,51222636	<i>Jacaranda macrocarpa</i>
<i>Palicourea lasiantha</i>	5,38501292	8,11549046	5,38501292	6,2951721	<i>Palicourea lasiantha</i>
<i>Eschweilera albiflora</i>	4,65116279	8,11549046	4,65116279	5,80593868	<i>Eschweilera albiflora</i>
<i>Marila laxiflora</i>	3,38501292	8,11549046	3,38501292	4,96183877	<i>Marila laxiflora</i>
<i>Vantanea guianensis</i>	3,38501292	7,45378654	3,38501292	4,74127079	<i>Vantanea guianensis</i>
<i>Xylopia cuspidata</i>	3,38501292	4,88968397	3,38501292	3,88656994	<i>Xylopia cuspidata</i>

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Nombre científico	Total, Abun. %	Total, Fre. %	Total, Fre. %	Total, CT %	RN %
<i>Drypetes cf. amazonica</i>	1,1627907	8,11549046	1,1627907	3,48035728	<i>Drypetes cf. amazonica</i>
<i>Ficus sp.</i>	2,3255814	4,88968397	2,3255814	3,18028225	<i>Ficus sp.</i>
<i>Indeterminada 1</i>	1,1627907	4,88968397	1,1627907	2,40508846	<i>Indeterminada 1</i>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-18**, se aprecia a *Virola sp* (*Virola*) como la especie que mayor índice de regeneración natural presenta, significa que esta especie está representada en las tres categorías de tamaño establecidas para el cálculo del índice.

Otras especies importantes en la regeneración natural son el *Triplaris sp* (*Tangarana*) y *Annona sp.* (*Anonilla*), estas especies son especies del gremio pionero y se encuentran representadas en más de una categoría de tamaño.

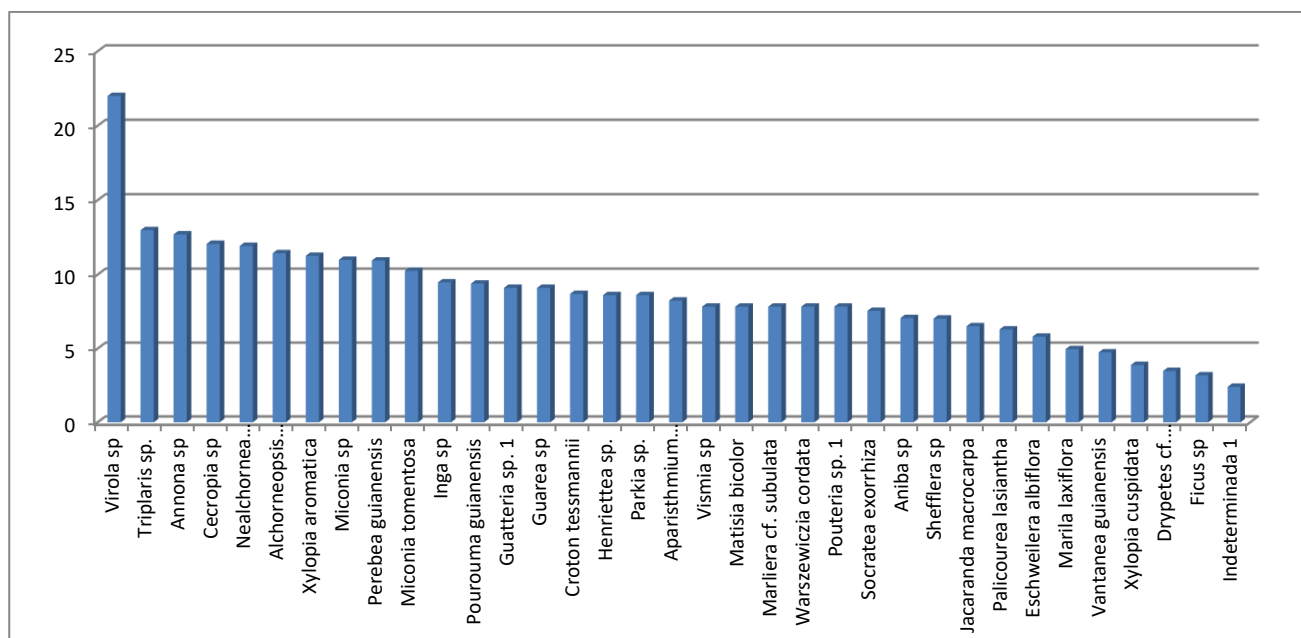


Figura 3-18. Índice de Regeneración Natural de los Bosques Asociados

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.1.6. Especies Endémicas, Amenazadas o en Peligro Crítico de los Bosques Asociados al área de Interés

En el área objeto de estudio no se presentan especies en grado de amenaza.

3.6.6.1.7. Epífitas Vasculares en los Bosques Secundarios Asociados al Sitio

Las epífitas vasculares presentaron tres grandes grupos de angiospermas, de Liliopsida (monocotiledóneas), Magnoliopsida (Dicotiledóneas) y Polypodiopsida (Helechos) entre estos tres se encontraron 34 especies.

Para la primera clase se encontró que existen 4 órdenes que representan 4 familias, distribuidas en 12 géneros y 23 especies, mientras que las dicotiledóneas epífitas solo se distribuyen en 2 órdenes, al igual de familias y géneros, con 3 especies.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Los helechos están organizados en (3) órdenes, (5) familias, (6) géneros y (8) especies como se observa en la **Tabla 3-60**.

Tabla 3-60. Especies de Epifitas Vasculares Encontradas

Clase	Orden	Familia	Especie
Polypodiopsida	Blechnales	Elaphoglossaceae	<i>Elaphoglossum sp.</i>
	Hymenophyllales	Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum sp.</i>
	Polypodiales	Dryopteridaceae	<i>Polybotrya osmundaceae</i>
			<i>Polybotrya sp.</i>
		Lomariopsidaceae	<i>Nephrolepis cordifolia</i>
			<i>Nephrolepis pectinata</i>
Liliopsida	Alismatales	Araceae	<i>Campyloneurum angustifolium</i>
			<i>Nipidium sp.</i>
			<i>Anthurium eminens</i>
			<i>Anthurium gracile</i>
			<i>Anthurium ptarianum</i>
			<i>Anthurium scandens</i>
			<i>Anthurium sp1.</i>
			<i>Anthurium sp2.</i>
			<i>Monstera adansonii</i>
			<i>Monstera spruceana</i>
			<i>Philodendron alliodorum</i>
			<i>Philodendron ornatum</i>
			<i>Philodendron tuerckheimii</i>
			<i>Philodendron sp.</i>
	Orchidiales	Orchidiaceae	<i>Rhodospatha wendlandii</i>
			<i>Epidendron sp.</i>
			<i>Octomeria deltoglossa</i>
			<i>Oncidium sp.</i>
	Pandales	Cyclanthaceae	<i>Palmorchis sp.</i>
			<i>Cyclanthus bipartitus</i>
	Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia complanata</i>
			<i>Tillandsia sp1.</i>
			<i>Vriesea didistichoides</i>
			<i>Vriesea sp.</i>
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	<i>Werauhia sanguinolenta</i>
	Ericales	Marcgraviaceae	<i>Gurania polypoda</i>
			<i>Marcgravia aff. rectifolia</i>
			<i>Marcgravia sp1.</i>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A continuación, en la **Fotografía 3-15, Fotografía 3-16, Fotografía 3-17, Fotografía 3-18 Fotografía 3-19 y Fotografía 3-20**; se presenta la riqueza de especies de flora del Sitio S0105 (Botadero CS-32).



Fotografía 3-15. Especies de liliopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Anthurium scandens*



Fotografía 3-16. Especie de liliopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Tillandsia complanata*



Fotografía 3-17. Especie de magnoliopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Gurania polypoda*



Fotografía 3-18. Especie de magnoliopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Marcgravia sp.*



Fotografía 3-19. Especie de polypodiopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Elaphoglossum sp.*



Fotografía 3-20. Especie de polypodiopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Polybrottya sp.*

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

3.6.6.1.8. Descripción Resultados de Laboratorio Flora

En la siguiente **Tabla 3-61**, se presentan los resultados de los análisis de tejidos vegetales para concentraciones de metales pesados, se muestran concentraciones altas de losm parámetros Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo y Plomo.

La concentración de Arsénico (As) en vegetales es regulado por el CODEX y también por la resolución del MERCOSUR, siendo esta última la más restrictiva y por lo tanto la de mayor protección. El Cadmio (Cd) en vegetales es regulado tanto por el MERCOSUR como por el CODEX y el reglamento de la Unión Europea, siendo los dos últimos los más restrictivos. La concentración de Cromo (Cr) en vegetales es regulado por el estándar de la república China. El Plomo (Pb) en los vegetales es regulado tanto por la Unión Europea, el CODEX y el MERCOSUR, presentado el mismo valor en las tres regulaciones.

Tabla 3-61. Resultados de los Análisis Foliare para Metales Pesados

Fecha de Muestreo		27/08/2018	27/08/2018	27/08/2018	NORMATIVIDAD			
Identificación		S0105-FLO-HO-001 <i>Inga (Guaba)</i>	S0105-FLO-HO-001 <i>Cecropia</i>	S0105-FLO-HO-001 <i>Ochroma</i>				
Coordenadas	Este	339672	339672	339672				
	Norte	9292061	9292061	9292061				
Época de Muestreo		Seca	Seca	Seca	UE ¹ (2006)	CODEX ² (1995)	MERCOSUR ³ (2011)	EST. REP. CHINA ⁴ (2017)
Parámetro	Unidad							
Arsénico (As)	mg/kg	2,5	3,1	1,2	N.A.	0,2	0,1	N.A.
Bario (Ba)	mg/kg	109,6	76,4	16,5	----	----	----	----
Cadmio (Cd)	mg/kg	< 0,02	< 0,02	0,05	0,1	0,1	0,2	N.A.
Cromo (Cr)	mg/kg	0,3	< 0,2	0,6	N.A.	N.A.	N.A.	0,5
Plomo (Pb)	mg/kg	0,95	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	N.A.

¹Reglamento (CE) N° 1831/2006 de la Comisión. Contenido Máximo de Determinados Contaminantes en los Productos Alimenticios.

²Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos del Codex Alimentarius, CXS 193-1995 (última enmienda 2018).

³Resolución N° 12/11 que aprueba el Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (2011).

⁴Estándar Nacional de la Republica China para la Seguridad de Alimentos - Límites de Contaminantes en Alimentos, GB 2762-2017.

Fuente: Informe de ensayo 49335 de Laboratorio ALS, 2018.

3.6.6.2. Descripción de los Resultados de Campo Fauna

3.6.6.2.1. Esfuerzo de Muestreo

Las técnicas de muestreo empleadas en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), fueron realizadas en un periodo de 2 días y 2 noches efectivas de muestreo en época húmeda y 3 días 2 noches en época seca (menos húmeda), estación húmeda). A continuación, en la **Tabla 3-62**, se resumen los esfuerzos de muestreo totales por técnica empleada.

Tabla 3-62. Esfuerzo de Muestreo Fauna Silvestre

Grupo Taxonómico	Técnica	Esfuerzo / Día	Esfuerzo / Total
Herpetofauna	VES		

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Grupo Taxonómico	Técnica	Esfuerzo / Día	Esfuerzo / Total
	Parcelas	6 horas – hombre	30 horas – hombre
	Transectos	1 hora - hombre 2-4 transectos x día con una distancia total de 4 km a una velocidad promedio de 2-3 km/h.	45 horas – hombre 10-20 transectos x 6 días con una distancia total de 6 km a una velocidad promedio de 2-3 km/h.
Avifauna	Transectos	2-4 transectos x día con una distancia total de 1 km a una velocidad promedio de 2-3 km/h.	10-20 transectos x 5 días con una distancia total de 20 km a una velocidad promedio de 2-3 km/h.
	Redes	26,4 hora – red por día	116,2 horas – red por 6 días
Mastofauna	Transectos	2-4 transectos x día con una distancia total de 1 km a una velocidad promedio de 2-3 km/h.	10-20 transectos x 5 días con una distancia total de 6 km a una velocidad promedio de 2-3 km/h.
	Cámaras Trampa	8 trampas - noche	16 trampas – noche
	TOMAHAWK	10 trampas - noche	40 trampas - noche

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.2.2. Representatividad

La representatividad para el grupo de anfibios osciló entre el 55 y el 86% según los estimadores de Jackknife 1 y Chao 1, Bootstrap. El grupo aves por su parte, mostró valores de representatividad de 51 a 78% con los estimadores de Bootstrap, Jackknife 1 y ACE Mean. La representatividad del grupo mamíferos se registró entre el 48 y el 78% basándose en los estimadores de Jackknife 1, Bootstrap y Jskknife 2.

En la **Figura 3-19**, se presenta la curva de acumulación de Anfibios.

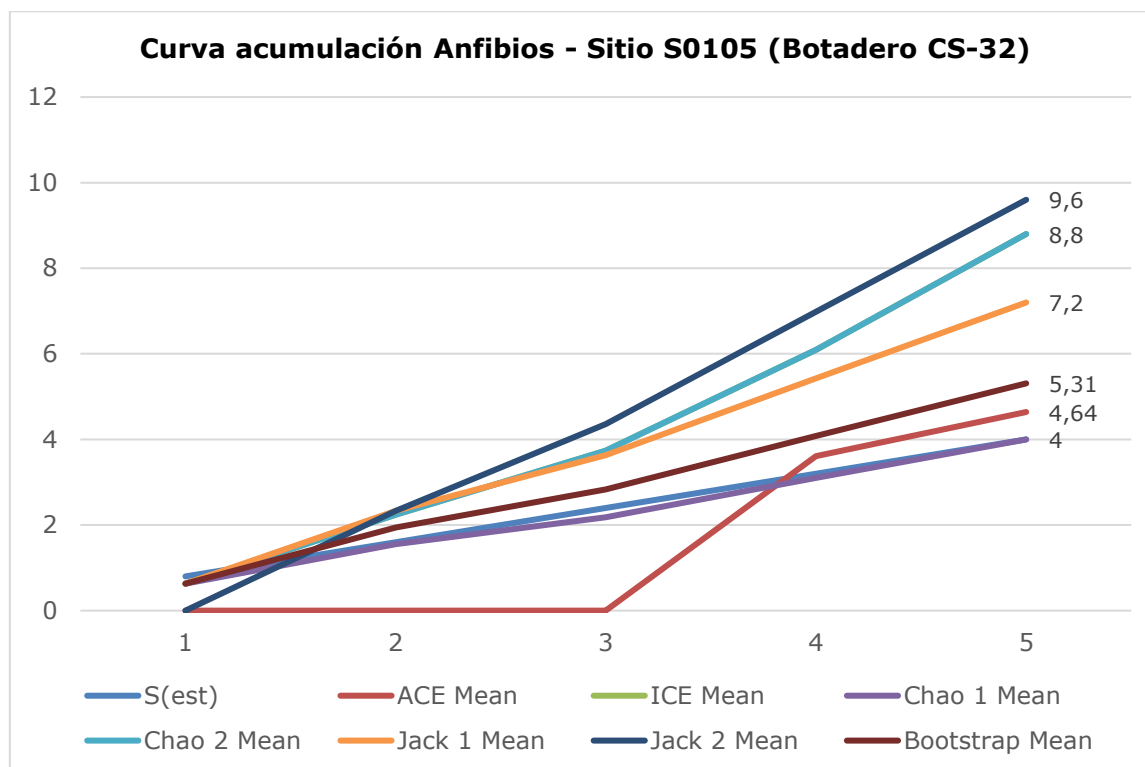


Figura 3-19. Curvas de acumulación de especies de Anfibios
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el grupo anfibios se encontró que los estimadores de Jackknife 1 y Jackknife 1 tuvieron valores de representatividad superiores al 8%, pero otros estimadores como ACE Mean, ICE Mean y Jackknife 2 estuvieron por debajo de este valor.

En la **Figura 3-20** se presenta la curva de acumulación de Aves.

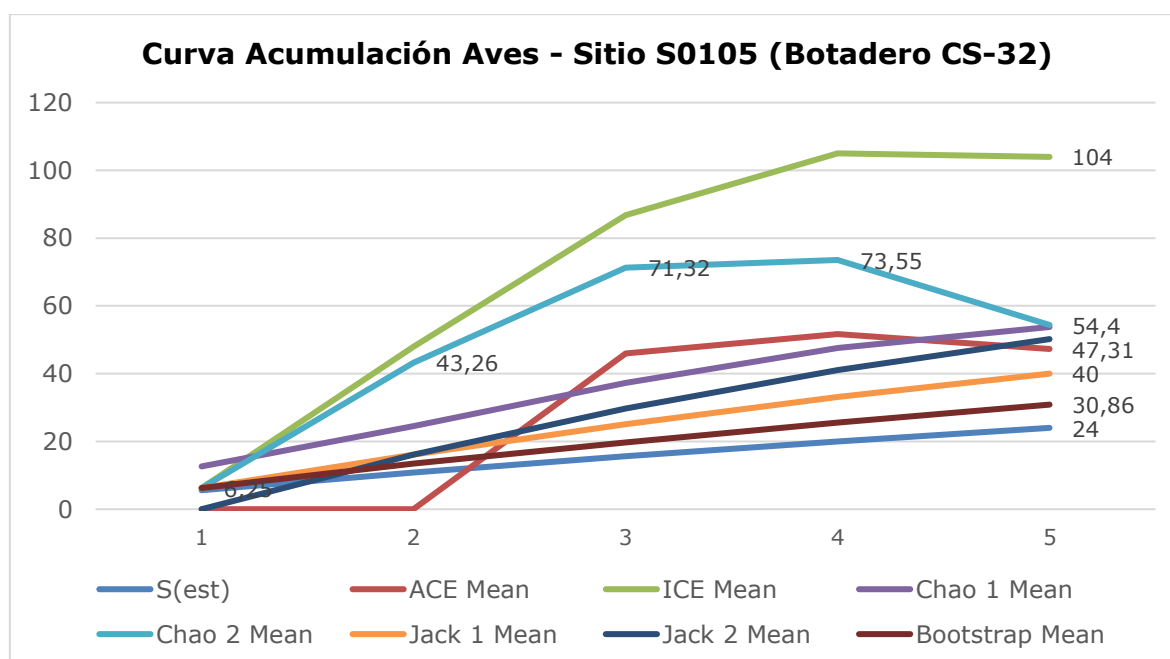
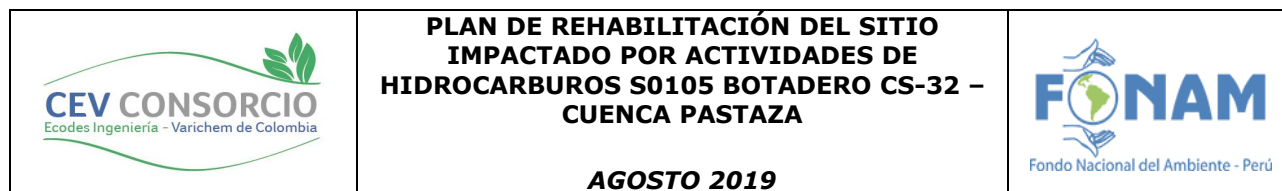


Figura 3-20. Curvas de acumulación de especies de Aves
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.



En cuanto al grupo Aves se encontró que la representatividad tiene valores superiores al 104% en el estimador de ICE Mean, para los estimadores de Chao 2, oscila entre 71% y 73%, cumpliendo por lo establecido por la guía de fauna silvestre (Ministerio del Ambiente, 2015), la cuál solicita que supere el 50%.

En la **Figura 3-21** se presenta la curva de acumulación de Mamíferos.

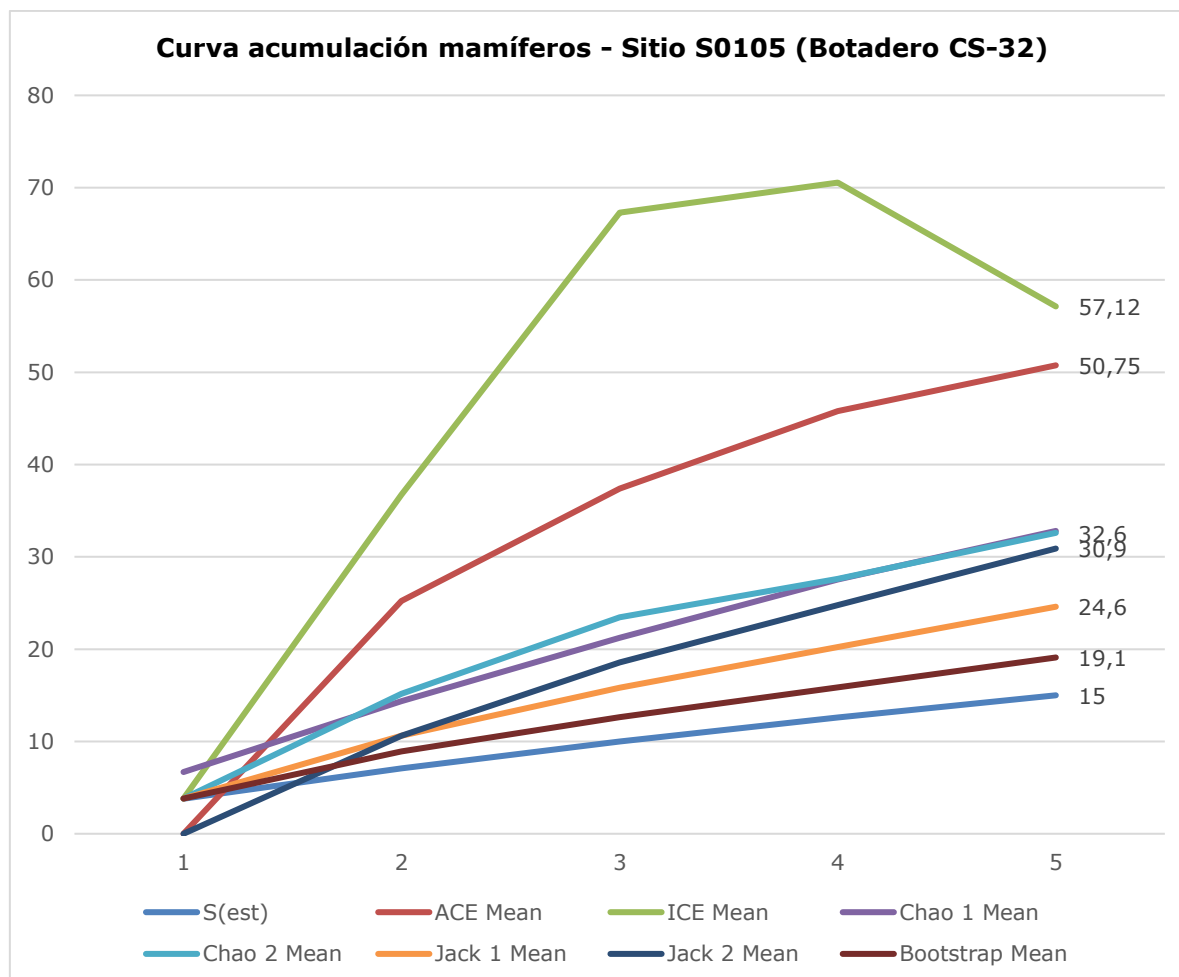


Figura 3-21. Curvas de acumulación de especies de Mamíferos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En cuanto al grupo Mamíferos se encontró que la representatividad tiene valores superiores al 70% en el estimador de ICE Mean, para los estimadores de Ace Mean, oscila se encuentra hasta 51%, cumpliendo por lo establecido por la guía de fauna silvestre (Ministerio del Ambiente, 2015), la cuál solicita que supere el 50%.

3.6.6.2.3. Composición y Estructura

Se registraron en total 44 especies de fauna silvestre de las cuales, 24 pertenecen al grupo de las aves (54%), 15 al de los mamíferos (34%), 4 al grupo de los anfibios (10%) y 1 a los reptiles (2%).

En la **Tabla 3-63**, se describen las especies de fauna silvestre encontradas en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-63. Especies de Fauna Silvestre Encontradas

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Amphibia	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates cf. trilineatus</i>	Rana
		Craugastoridae	<i>Pristimantis luscombei</i>	Sapo
		Hylidae	<i>Boana lanciformis</i>	Rana
			<i>Boana punctata</i>	Rana
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Paloma
			<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma
	Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Huankawi
	Galbuliformes	Bucconidae	<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	Golondrina / Monjita Rabiblanca
	Passeriformes	Emberizidae	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Arrocero
			<i>Oryzoborus angolensis</i>	Arrocero
		Fringillidae	<i>Euphonia lanirostris</i>	Tangara
		Furnariidae	<i>Glyphorynchus spirurus</i>	Trepatroncos
		Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Paucar
			<i>Psarocolius angustifrons</i>	Paucar
		Pipridae	<i>Machaeropterus regulus</i>	Saltarín
		Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Magpie tanager
			<i>Sporophila castaneiventris</i>	Arrocero
		Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Victor diez
			<i>Pitangas sulphuratus</i>	Victor diez
			<i>Tyrannus melancholicus</i>	Victor diez
	Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Carpintero
		Picuda	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero
		Ramphastidae	<i>Pteroglossus pluricinctus</i>	Pincha tabaquera
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionites melanocephalus</i>	Chirricler
			<i>Pyrrhura melanura</i>	Loro
	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	perdíz
			<i>Crypturellus soui</i>	perdíz
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama cf. nemorivaga</i>	Venado
			<i>Mazama nemorivaga</i>	Venado
		Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino
	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus sp.</i>	Tigrillo
	Cingulata	Dasyopodidae	<i>Dasypus cf. novemcinctus</i>	Carachupa

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
			<i>Dasyus novemcinctus</i>	Carachupa
	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Metachirus sp.</i>	Pericote de cuatro ojos
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo
	Primates	Callitrichidae	<i>Leontocebus lagonotus</i>	Pichico
			<i>Leontocebus nigricollis</i>	Pichico de barba blanca
		Pitheciidae	<i>Pithecia napensis</i>	Huapo
	Rodentia	Cricetidae	<i>Hylaeamys laticeps</i>	Sacha cui
			<i>Hylaeamys sp.</i>	Sachacui
		Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Majas
		Echimyidae	<i>Proechimys cf. cuvieri</i>	Sachacui
	Squamata	Gymnophthalmidae	<i>Potamites ecleopus</i>	Lagartija

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Herpetofauna

Se encontraron 4 especies de anfibios pertenecientes al orden Anura y a las familias, Aromobatidae, Hylidae y Craugastoridae. La familia Hylidae fue la más rica con 2 especies mientras que las demás estuvieron representadas por una sola especie.

A continuación, en la **Figura 3-22**, se presenta la riqueza de herpetofauna en fauna.

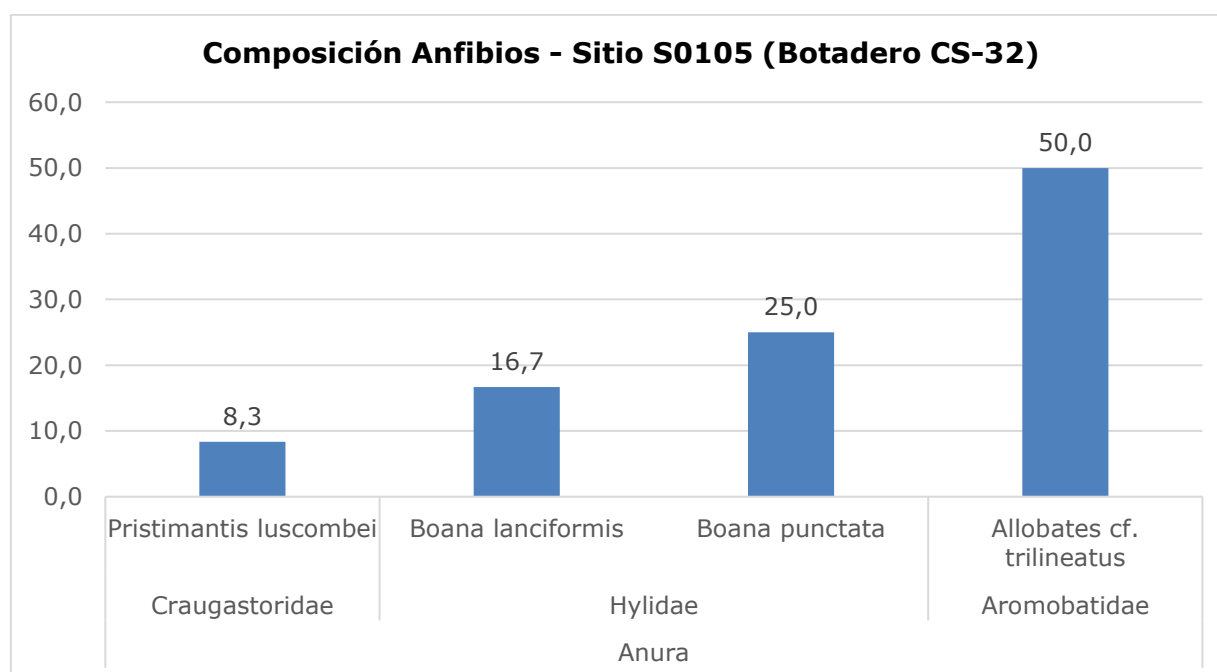


Figura 3-22. Composición de Riqueza de Herpetofauna

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En cuanto a los valores de abundancia se encontró que la *Allobates cf. trilineatus* (rana) fue la mejor representada con 6 individuos, seguida por las *Boana punctata* (Rana) con 3 (25%), *Boana lanciformis* (Rana) con 2 (16,7%) y *Pristimantis luscobei* (Rana) con un individuo (8,3%)

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

En cuanto al grupo de los reptiles solo se registró un individuo de *Potamites ecpleopus* (lagartija), la cual pertenece al orden Squamata y a la familia Gymnophthalmidae.

• **Avifauna**

Se registraron 24 especies de aves distribuidas en 8 órdenes y 15 familias, siendo el grupo de las aves canoras el más rico (Passeriformes) con 7 familias y 12 especies, lo cual quiere decir que el 50% de las aves registradas pertenecen a este grupo.

A continuación, en la **Figura 3-22**, se presenta la riqueza de Aves en fauna.

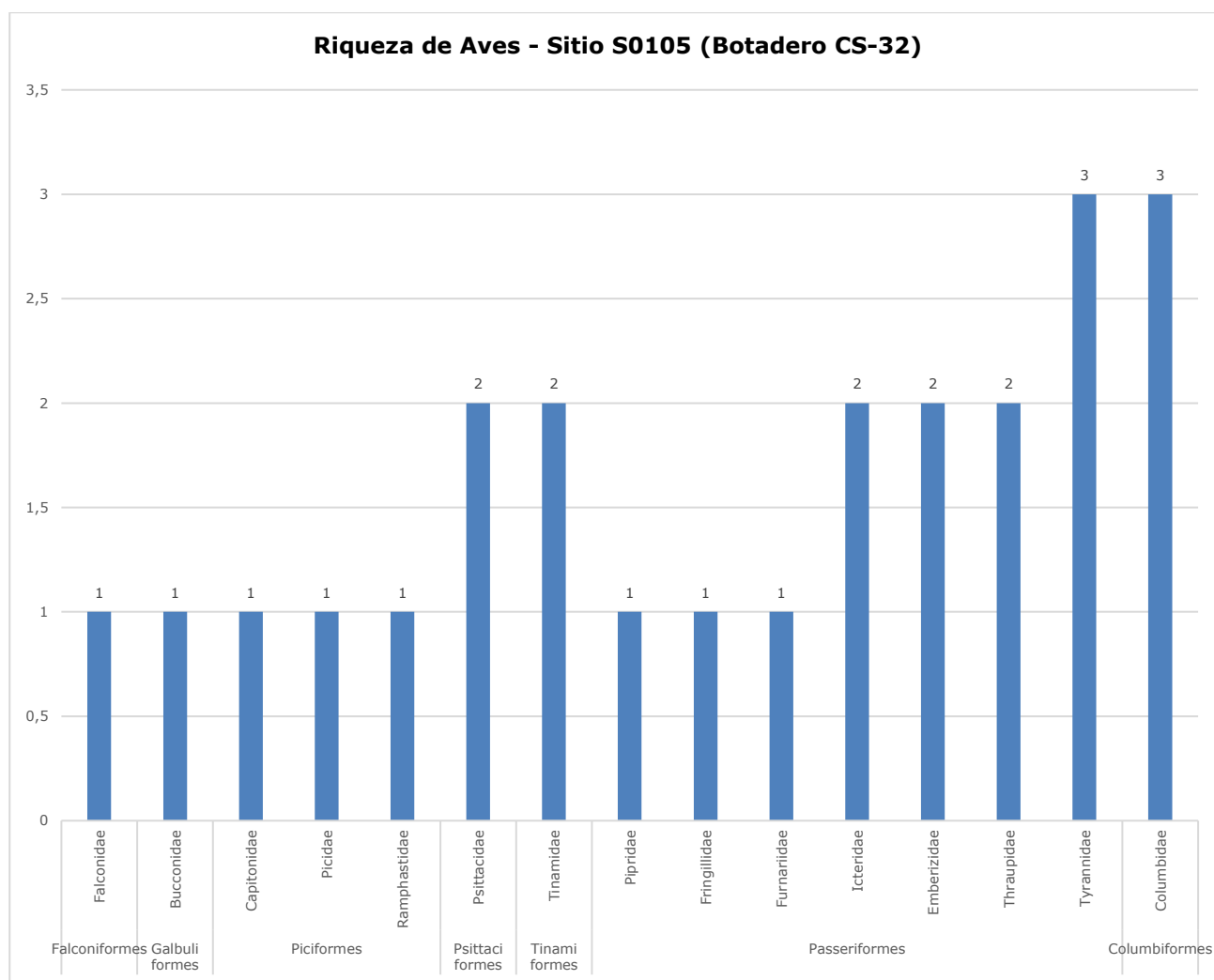


Figura 3-23. Composición de Riqueza de Aves
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En cuanto a la abundancia de aves encontradas en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), se registraron 54 individuos de los cuales, el *Cacicus cela* (paucar) con 9 individuos fue el más abundante (16,67%), seguido de los *Pyrrhura melanura* (Loro) y *Pionites melanocephalus* (Chirricler) con 5 individuos cada uno (9,26%). Las especies restantes se registraron con menos de 4 individuos.

A continuación, en la **Figura 3-24**, se presenta la Abundancia relativa de Aves en fauna.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

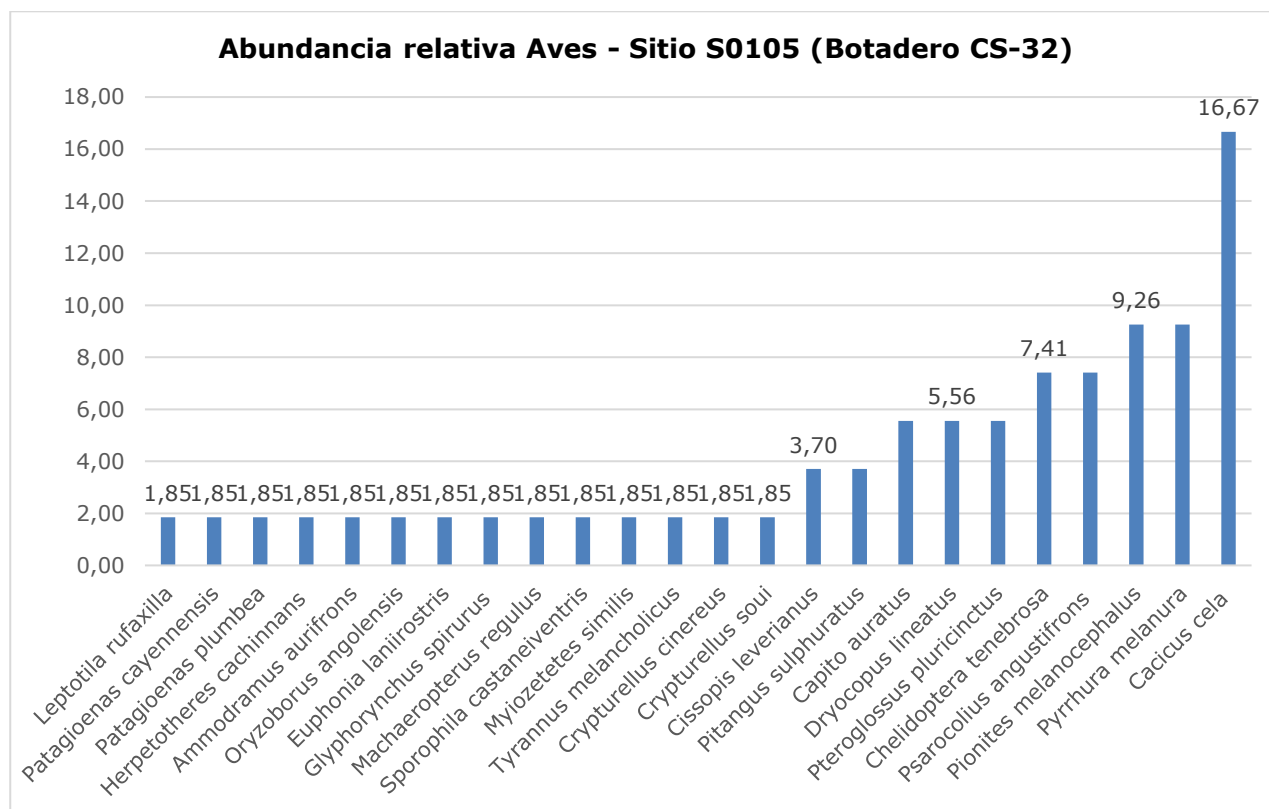


Figura 3-24. Abundancia Relativa de Aves

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• **Mastofauna**

Se registraron en total 15 especies de mamíferos distribuidos en 7 órdenes y 11 familias, siendo el más rico el de los Rodentia, (roedores) con tres familias y cuatro especies. El orden de los Primates (monos) estuvo representado por su parte por dos familias y 3 especies, al igual que el orden Ardiodactyla (Mamíferos). Los demás órdenes estuvieron representados por una familia y entre uno y dos especies cada una.

A continuación, en la **Figura 3-25**, se presenta la Riqueza de Mamíferos en fauna.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

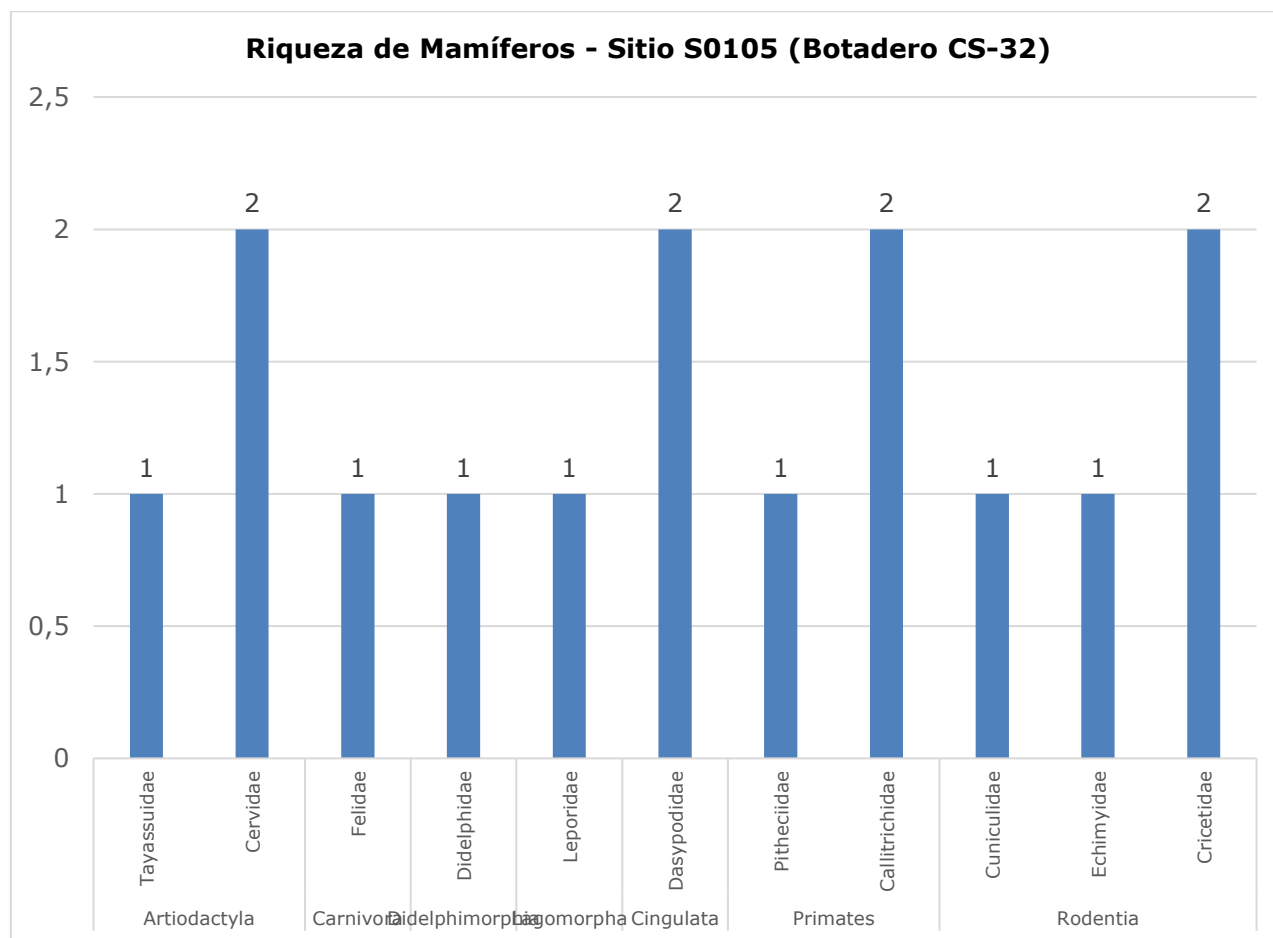


Figura 3-25. Riqueza de Mamíferos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La especie más abundante fue *Dasypus novemcinctus* (Carachupa) con 11 registros entre los que se destacan madrigueras, huellas, escarbaderos, entre otros. Lo sigue *Cuniculus paca* (el Majás) con 9 individuos y las especies restantes mostraron valores de abundancia que oscilaron entre 1 y 2 individuos.

A continuación, en la **Figura 3-26**, se presenta la Abundancia relativa de Mamíferos en fauna.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

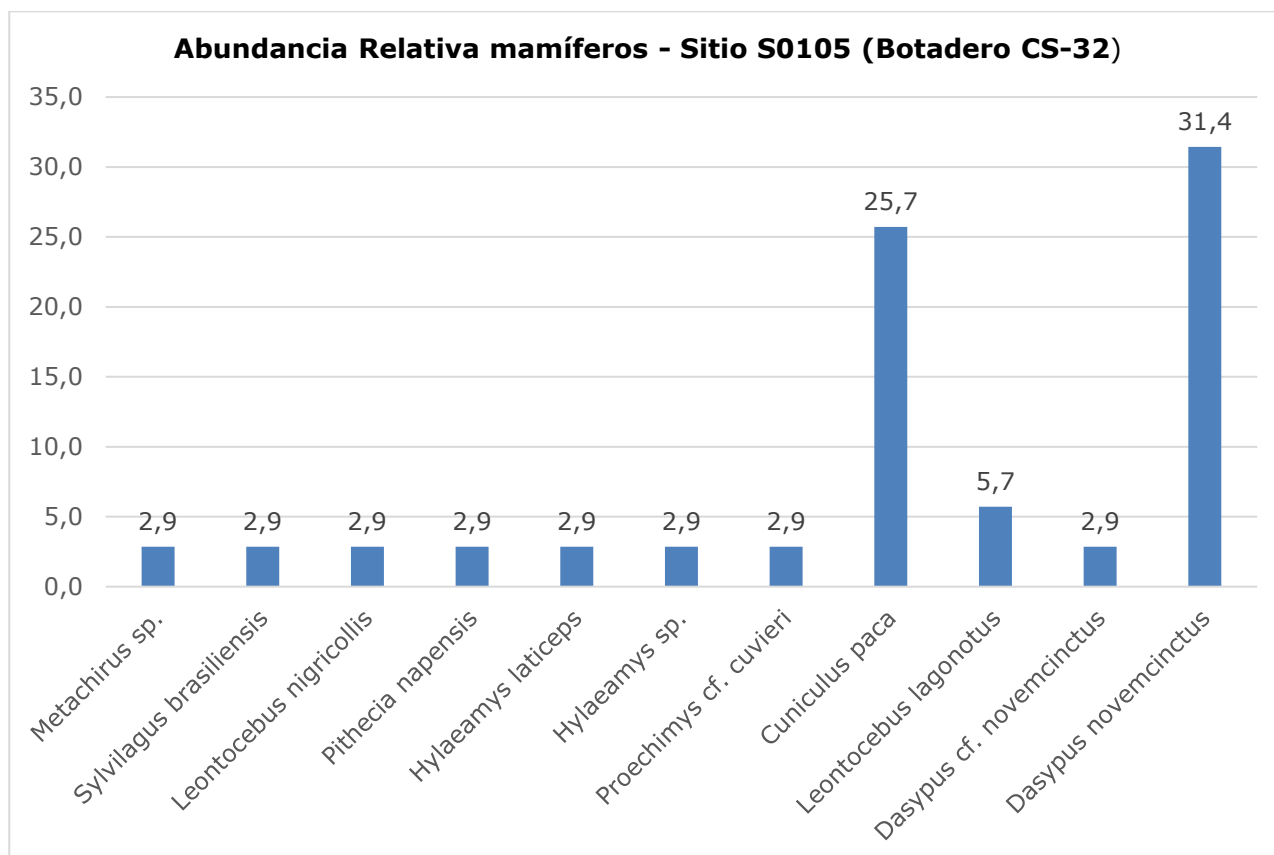


Figura 3-26. Abundancia Relativa de Mamíferos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.2.4. Diversidad

Se realizó el análisis de diversidad para cada grupo taxonómico con el fin de tener un valor de referencia que pueda ser comparado en otras etapas de la rehabilitación y ver cómo cambian estos valores en el tiempo.

A continuación, en la **Tabla 3-64**, se presenta la Abundancia relativa de Mamíferos en fauna.

Tabla 3-64. Especies de Fauna Silvestre Encontradas

	Anfibios			Mamíferos			Aves		
	Bt	Lower	Upper	Bt	Lower	Upper	Bt	Lower	Upper
Taxa_S	4	3	4	15	14	15	24	22	24
Individuals	12	12	12	35	35	35	54	54	54
Dominance_D	0,3472	0,2639	0,5972	0,18	0,097	0,2163	0,0727	0,06	0,09877
Simpson_1-D	0,6528	0,4028	0,7361	0,82	0,782	0,9029	0,9273	0,9	0,9444
Shannon_H	1,199	0,7215	1,358	2,158	2,086	2,512	2,885	2,74	3,015
Evenness_e^H/S	0,8291	0,5774	0,9721	0,577	0,547	0,8222	0,7459	0,67	0,8631
Brillouin	0,9103	0,541	1,044	1,727	1,659	2,034	2,386	2,27	2,498
Menhinick	1,155	0,866	1,155	2,535	2,366	2,535	3,266	2,99	3,266
Margalef	1,207	0,8049	1,207	3,938	3,656	3,938	5,766	5,26	5,766
Equitability_J	0,8648	0,6038	0,9796	0,797	0,775	0,9277	0,9078	0,87	0,9533

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

	Anfibios			Mamíferos			Aves		
	Bt	Lower	Upper	Bt	Lower	Upper	Bt	Lower	Upper
Fisher_alpha	2,101	1,284	2,101	9,944	8,648	9,944	16,56	13,8	16,56
Berger-Parker	0,5	0,3333	0,75	0,314	0,171	0,4286	0,1667	0,09	0,2407
Chao-1	4	3	7	33,33	16,25	42,5	54,33	24,9	50

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.2.5. Especies de importancia Ecológica, Económica y Cultural

• Especies Amenazadas y/o Endémicas

Se encontró que seis especies se encuentran mencionadas en el apéndice II del CITES (*Phaethornis superciliosus*, *Herpetotheres cachinnans*, *Pecari tajacu*, *Leontocebus sp*), lo cual quiere decir que, si bien estas especies no se encuentran en categoría de amenaza por su tamaño poblacional, si podrían llegar a estarlo de no controlarse su caza y comercialización. Adicionalmente, se encontró que ninguna especie se menciona en el D.S. 004 de 2014, pero el *Leopardus sp* (tigrillo), al no estar confirmado el epíteto específico podría estar catalogado como DD o datos deficientes según la UICN- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

A continuación, en la **Tabla 3-65**, se presenta la Abundancia relativa de Mamíferos en fauna.

Tabla 3-65. Especies Amenazadas

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Cites	D.s. 004 de 2014	Uicn
AMPHIBIA	Anura	Aromobatidae	<i>Allobates cf. trilineatus</i>	Rana	-	-	LC
		Craugastoridae	<i>Pristimantis luscombei</i>	Rana	-	-	LC
		Hylidae	<i>Boana lanciformis</i>	Rana	-	-	LC
			<i>Boana punctata</i>	Rana	-	-	LC
AVES	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Paloma	-	-	LC
			<i>Patagioenas cayennensis</i>	Paloma	-	-	LC
			<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma	-	-	LC
	Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Huankawi	II	-	LC
	Galbuliformes	Bucconidae	<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	Golondrina / Monjita Rabiblanca	-	-	LC
	Passeriformes	Emberizidae	<i>Ammodramus aurifrons</i>	Arrocero	-	-	LC
			<i>Oryzoborus angolensis</i>	Arrocero	-	-	LC
		Fringillidae	<i>Euphonia lanirostris</i>	Tangara	-	-	LC
		Furnariidae	<i>Glyphorynchus spirurus</i>	Trepatroncos	-	-	LC
		Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Paucar	-	-	LC
			<i>Psarocolius angustifrons</i>	Paucar	-	-	LC
		Pipridae	<i>Machaeropterus regulus</i>	Saltarín	-	-	LC
		Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Magpie tanager	-	-	LC
			<i>Sporophila castaneiventris</i>	Arrocero	-	-	LC

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Cites	D.s. 004 de 2014	Uicn
		Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Victor diez	-	-	LC
			<i>Pitangus sulphuratus</i>	Victor diez	-	-	LC
			<i>Tyrannus melancholicus</i>	Victor diez	-	-	LC
	Piciformes	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Carpintero	-	-	LC
		Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero	-	-	LC
		Ramphastidae	<i>Pteroglossus pluricinctus</i>	Pincha tabaquera	-	-	LC
	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionites melanocephalus</i>	Chirricler	II	-	LC
			<i>Pyrrhura melanura</i>	Loro	II	-	LC
	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	perdíz	-	-	LC
			<i>Crypturellus soui</i>	perdíz	-	-	LC
MAMMALIA	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama cf. nemorivaga</i>	Venado	-	-	LC
			<i>Mazama nemorivaga</i>	Venado	-	-	LC
		Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	-	-	LC
	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus sp.</i>	Tigrillo	-	DD	LC
	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus cf. novemcinctus</i>	Carachupa	-	-	LC
			<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa	-	-	LC
	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Metachirus sp.</i>	Pericote de cuatro ojos	-	-	LC
	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo	-	-	LC
	Primates	Callitrichidae	<i>Leontocebus lagonotus</i>	Pichico	II	-	LC
			<i>Leontocebus nigricollis</i>	Pichico de barba blanca	II	-	LC
		Pitheciidae	<i>Pithecia napensis</i>	Huapo	II	-	LC
	Rodentia	Cricetidae	<i>Hylaeamys laticeps</i>	Sacha cui	-	-	LC
			<i>Hylaeamys sp.</i>	Sachacui	-	-	LC
		Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Majas	-	-	LC
		Echimyidae	<i>Proechimys cf. cuvieri</i>	Sachacui	-	-	LC
REPTILIA	Squamata	Gymnophthalmidae	<i>Potamites ecpleopus</i>	Lagartija	-	-	LC

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Migratorias

Durante el presente estudio no se observaron especies migratorias en ninguna de las épocas muestreadas.

• Especies de Importancia Ecológica, Económica o Cultural

Se destacan las especies registradas en el Sitio S0105 (Botadero CS-32) que son consumidas por el ser humano como, el venado, la carachupa y el Majás. De las anteriores, sobresale la carachupa de la cual se reconocieron evidencias de uso del área más claras que las demás debido a que se hallaron

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

posibles madrigueras en o muy cerca de la zona afectada. Así mismo, la herpetofauna registrada adquiere igual importancia debido a que su capacidad de desplazamiento es más limitada y pueden llegar a ser buenos indicadores de contaminación para el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

3.7. Interpretación de Resultados

3.7.1. Interpretación de los Resultados de Suelos

A continuación, en la **Figura 3-27**, se muestra el resultado del muestreo de suelo en el Sitio S0105 (Botadero CS-32). En el **Anexo 6.4.1**, se encuentra el mapa de resultado del muestreo de suelos.

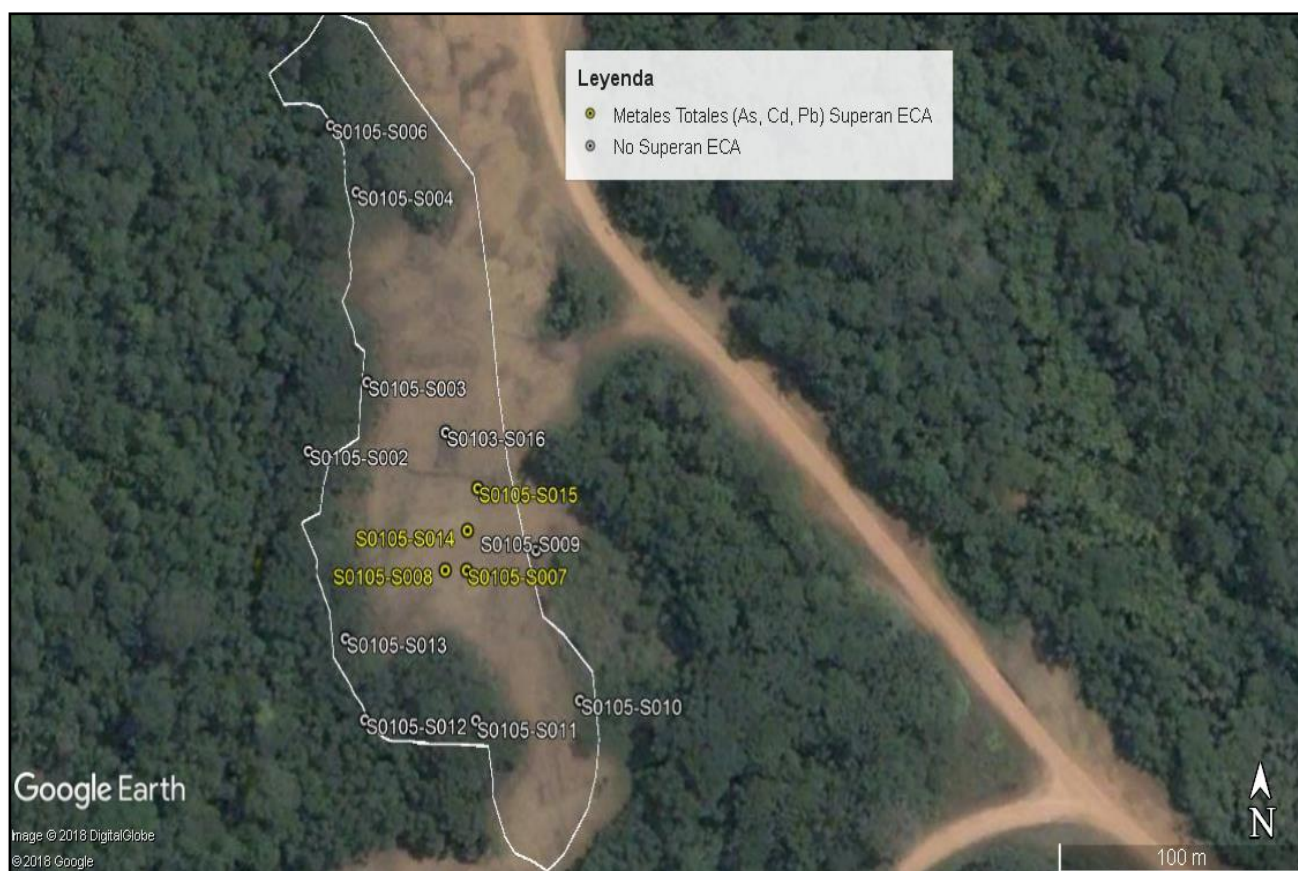


Figura 3-27. Resultado de Muestreo de Suelos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7.1.1. Fracciones de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) en Niveles de Fondo

A continuación, en la **Figura 3-28**, se muestra la gráfica de fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), en Nivel de Fondo para suelo.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

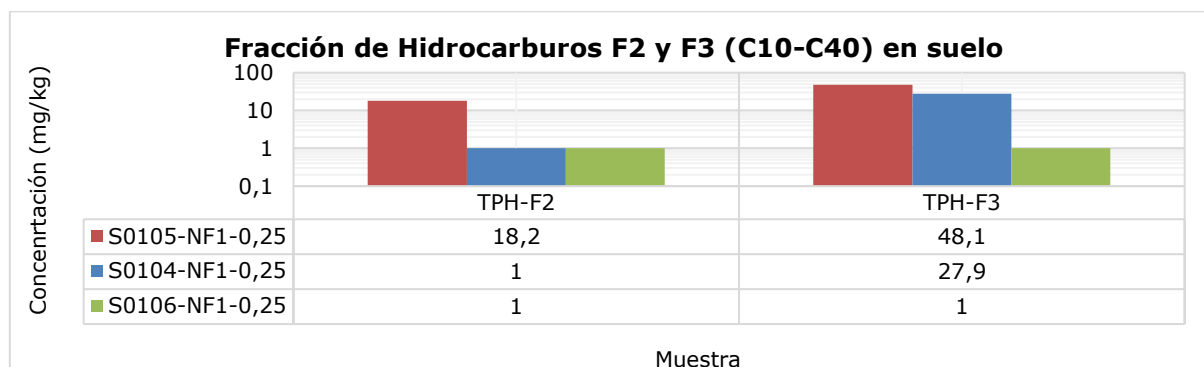


Figura 3-28. Concentración de Niveles de Fondo de HTP, F2 y F3 para Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la muestra Nivel de fondo S0105-NF1-0,25 la concentración de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) es igual a 18,2 mg/kg y la concentración de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) es igual a 48,1 mg/kg, aunque ambas fracciones de hidrocarburos presentan concentraciones por encima del límite de detección podría deberse a la presencia de material orgánico vegetal, de acuerdo a revisión bibliográfica, los autores Zhendhi Wang & Scott A. Stout en el libro *Oil Spill Environmental Forensics*, mencionan que los hidrocarburos naturales provenientes de residuos de plantas vasculares (ceras, terpenos, grasas, entre otros), aumentan las concentraciones de HTP en la muestra. En las muestras de nivel de Fondo S0106-NF1-0,25 se observa que la concentración de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía (LD<1), de la misma forma que para la muestra S0104-NF1-0,25 para F2; sin embargo, en el caso de F3 se reporta un valor de 27,9 mg/kg.

3.7.1.2. Metales Totales en Niveles de Fondo

A continuación, se muestra la **Figura 3-29**, la concentración de metales totales en la muestra Nivel de Fondo para suelo.

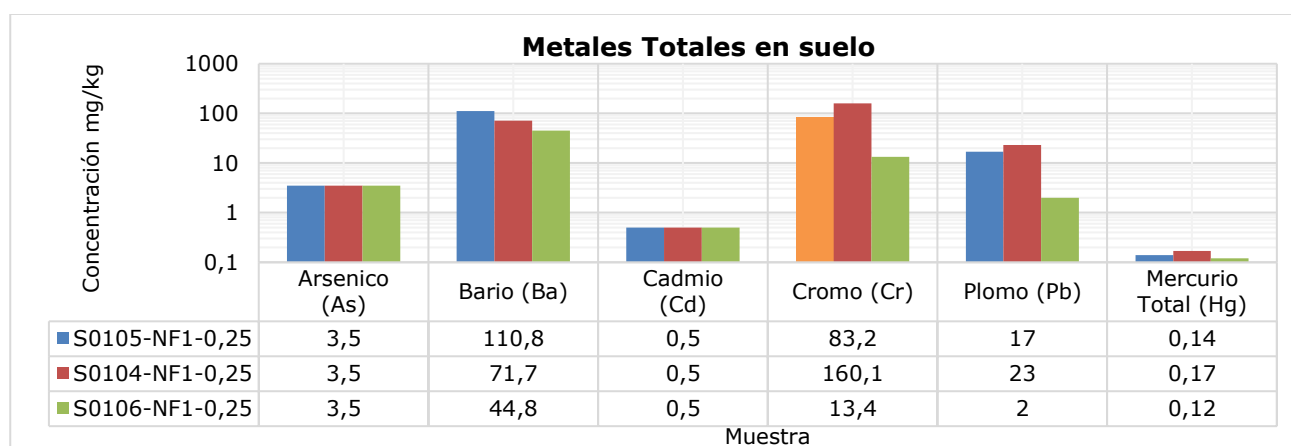


Figura 3-29. Concentración de Niveles de Fondo de Metales Totales en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Arsénico: la concentración de arsénico en la muestra Nivel de fondo es inferior al límite de detección (LD<3,5).

Bario: la concentración de Bario en las muestras de Nivel de fondo es igual a 110,8 mg/kg, 71.7 mg/kg y 44,8 mg/kg.

Cadmio: la concentración de Cadmio en las muestras Nivel de fondo es inferior al límite de detección. (LD<0,5).

Cromo: la concentración de Cromo en las muestras de Nivel de fondo es igual a 83,2 mg/kg, 160,1 mg/kg y 13,4 mg/kg.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Plomo: La concentración de Plomo en muestra Nivel de fondo es igual a 17 mg/kg y 23 mg/kg la concentración del punto S0106-NF1-0,25 es menor al límite de detección.

Mercurio: La concentración de mercurio en las muestras de nivel de fondo es de 0,14 mg/kg, 0,17mg/kg y 0,12 mg/kg.

Para la zona de estudio se tiene también, el Informe de "Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto (2015)" realizado por OEFA, en este documento se definieron los Niveles de fondo y de referencia para 32 metales: Cromo hexavalente, Cloruros, fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3 en tres asociaciones de suelo: i) Gleysol dístrico – Histosol fíbrico (Gld-HSf), ii) Fluvisol eútrico – Gleysol eútrico (Fle-Gle) y iii) Cambisol dístrico – Acrisol háplico (CMD-ACH) del departamento de Loreto. En la **Tabla 3-66**, se describen los parámetros tomados en las perforaciones Exploratorias realizado por la OEFA.

Tabla 3-66. Resultados de Niveles de Fondo del Informe de OEFA (mg/kg)

Parámetro	Gleysol dístrico – Histosol fíbrico (Gld- HSf)	Fluvisol eútrico – Gleysol eútrico (Fle- Gle)	Cambisol dístrico – Acrisol háplico (CMD- ACH)
Arsénico	1,59	8,567	0,911
Bario total	297,3	149,8	215,5
Cadmio	0,232	0,268	0,0815
Cromo total	31,31	29,74	23,48
Mercurio	0,159	0,0373	0,462
Plomo	11,44	13,58	7,71

Fuente: Informe de Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto, 2015.

Al comparar los resultados de la muestra Nivel de fondo identificada con el código S0105-NF001-0,25, con el informe de determinación de los Niveles de fondo elaborado por OEFA, se encuentra una diferencia significativa en la concentración de Bario total; según los estudios de OEFA, el valor máximo para Bario es igual a 215 mg/kg, la medición del Nivel de fondo realizada en campo arroja un resultado de 110,1 mg/kg. Los parámetros restantes son similares en su concentración.

3.7.1.3. Potencial de Hidrógeno

A continuación, **Figura 3-30**, los valores de pH determinados en cinco (5) puntos de muestreo.

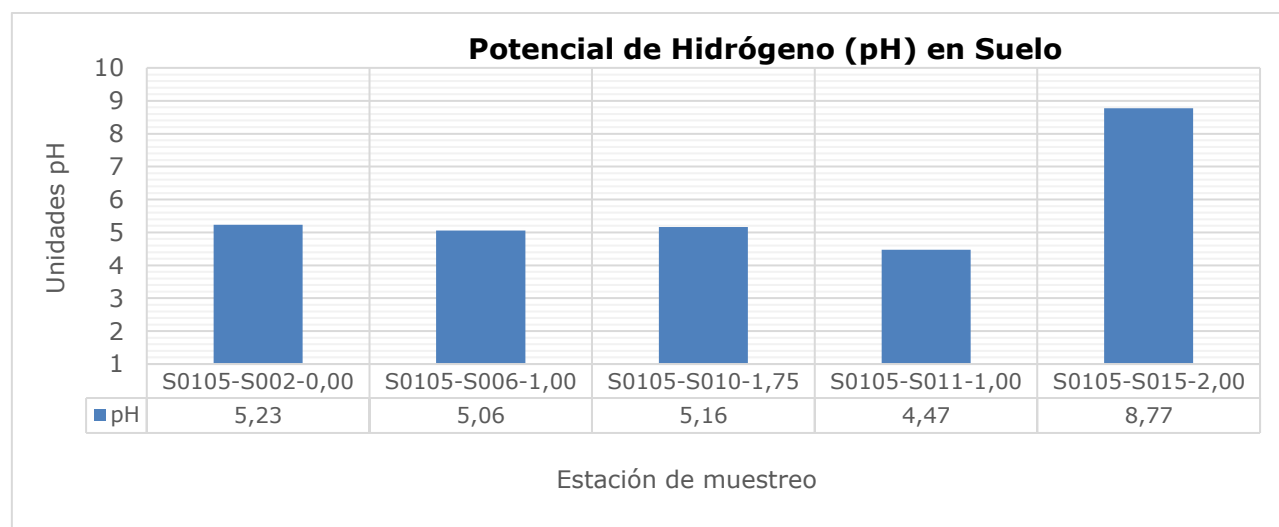


Figura 3-30. pH en Suelo

Elaboración: Consorcio ECOCODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

El pH se analizó en cinco (5) puntos diferentes, el pH oscila entre 4,47 y 8,77.

Según Silvia (2000), el pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad de un suelo, y afecta la disponibilidad de los nutrientes, la actividad de microorganismos y la solubilidad de minerales del suelo. Factores importantes que afectan el pH edáfico son la temperatura y las precipitaciones. Valores extremos de pH, pueden provocar la precipitación de ciertos elementos químicos que estarán en forma no disponible para las plantas.

Según Mancilla (2000), un suelo se considera muy fuertemente ácido cuando el pH está comprendido entre 4,5 y 5,0, esto se debe al exceso de Manganeseo (Mn), Hierro (Fe) y Aluminio (Al), el bajo pH incide en la disponibilidad de nutrientes como el Fósforo (P), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg), suelos con un pH entre 5,1 y 5,5 se consideran fuertemente ácidos y entre 5,6 y 6,0 se consideran moderadamente ácidos.

Acorde a esta clasificación el suelo es extremadamente ácido en el punto de muestreo S0105-S011, fuertemente ácido en los puntos de muestreo S0105-S002, S0105-S006, S0105-S010 y fuertemente alcalino en el punto de muestreo S0105-S015.

En los puntos de muestreo S0105-S002, S0105-S006, S0105-S010 y S0105-S011 la concentración de los metales como Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio y Plomo es inferior al límite ECA, por lo tanto, el pH en estos puntos de muestreo, no está siendo alterado por la acumulación de metales pesados; para el caso de los suelos extremadamente ácidos y fuertemente ácidos, según Mancilla (2000), la baja disponibilidad de P, Ca y Mg está condicionada por la elevada concentración de Al, Mn y Fe.

3.7.1.4. Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en Suelo

3.7.1.4.1. Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)

La concentración de la fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10), no supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

La alta volatilidad de las fracciones de hidrocarburos F1 (C6-C10), provoca que bajo condiciones normales de Temperatura y Presión se produzca la transición de las fracciones F1 de estado líquido a estado gaseoso, por lo tanto, el impacto de estas fracciones sobre el ecosistema del Sitio S0105 (Botadero CS-32) es relativamente bajo, debido a que la mayor concentración de estas fracciones se ha volatilizado.

3.7.1.4.2. Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28)

En la **Figura 3-31**, se presenta el resultado de la concentración de fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) de los puntos de muestreo del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

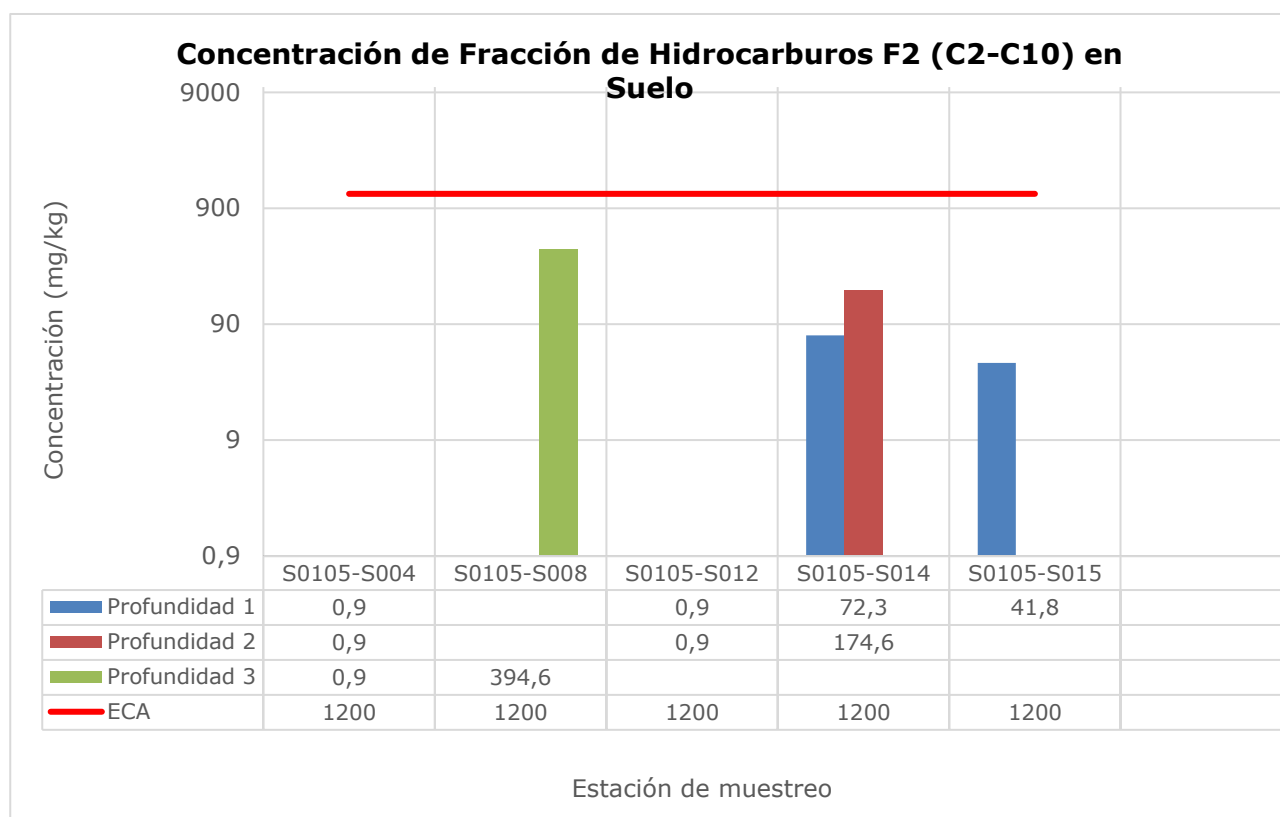


Figura 3-31. Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), no supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

El muestreo de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) se realizó en cinco (5) puntos de muestreo y se analizaron nueve (9) muestras de suelo, la concentración máxima de la fracción de hidrocarburos F2 es igual a 394 ppm y la concentración promedio es igual a 76,4 ppm.

En la **Figura 3-32**, se presenta la figura de Isoconcentraciones para la Fracción F2 (>C10-C28).

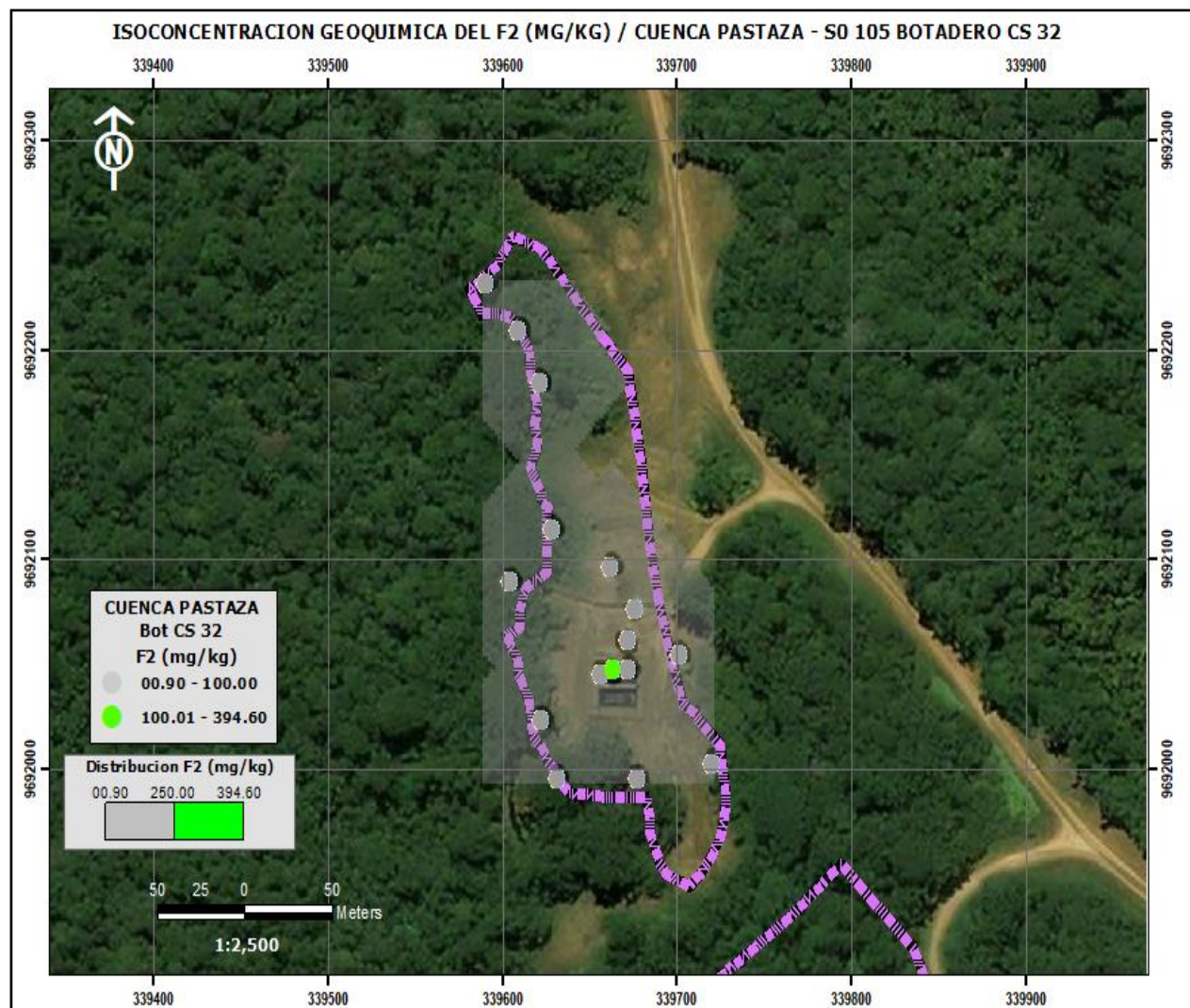


Figura 3-32. Isoconcentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El mapa de la Isoconcentración de la Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), indica que la concentración de este tipo de fracciones es inferior al límite ECA; la máxima concentración registrada es igual a 394 mg/kg.

la anomalía que se observa es puntual y específica, no se ha presentado la migración de las fracciones medias de hidrocarburos hacia sustratos adyacentes a la fuente.

3.7.1.4.3. Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)

A continuación, en la **Figura 3-33**, se presenta el grafico de la concentración de Fracciones de hidrocarburos F3 (>C28-C40) para los puntos de muestreo del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

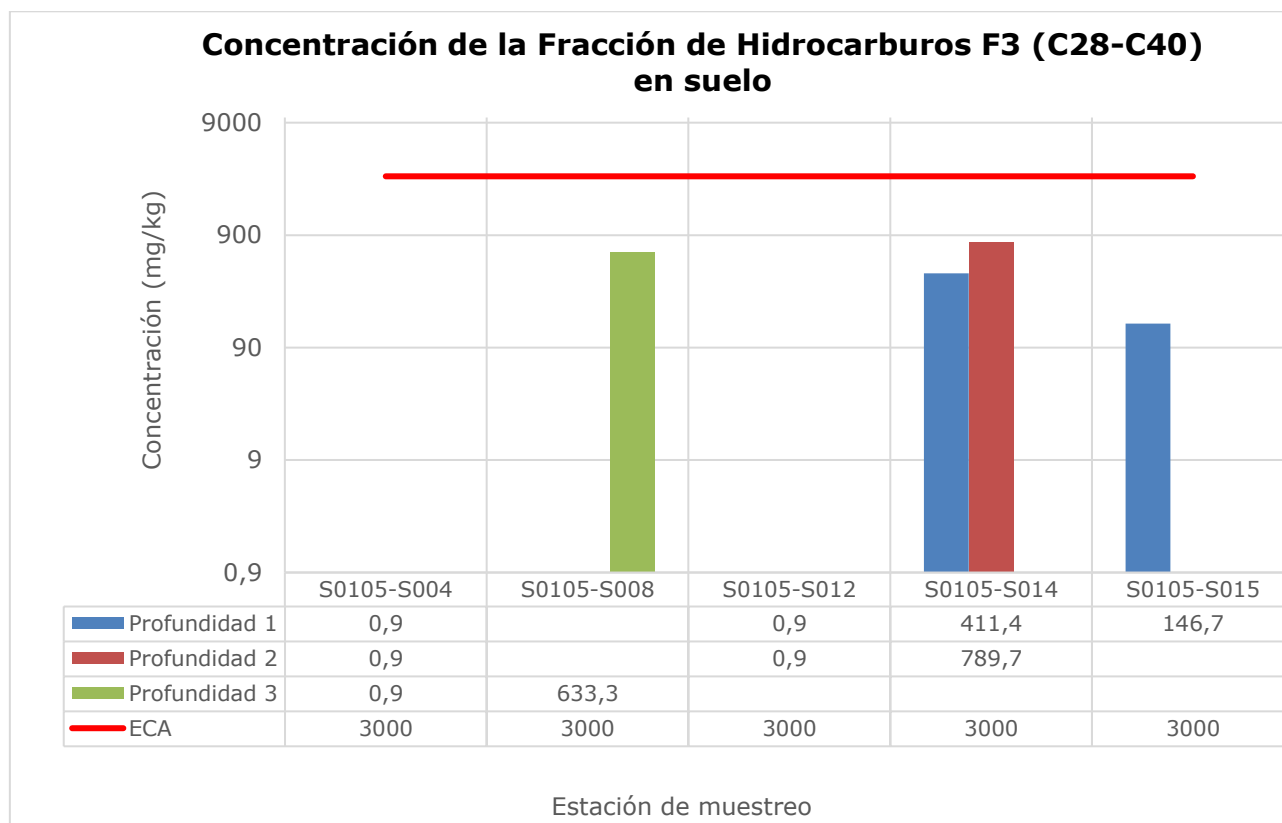


Figura 3-33. Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F3

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40), no supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

El muestreo de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) se realizó en cinco (5) puntos de muestreo y se analizaron nueve (9) muestras de suelo, la concentración máxima de la fracción de hidrocarburos F3 es igual a 789,7 ppm y la concentración promedio es igual a 220,6 ppm.

La mayor concentración de las fracciones de hidrocarburos F2 y F3, se presenta en los puntos de muestreo realizados en las celdas de residuos, las cuales están ubicados en la parte central del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Las celdas están recubiertas con geomembrana de grueso calibre, pero por efecto de las inclemencias del clima y la acción de las sustancias enterradas, progresivamente el material de la geomembrana se está rasgando y deteriorando.

En la **Figura 3-34**, Isoconcentración de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú
AGOSTO 2019		

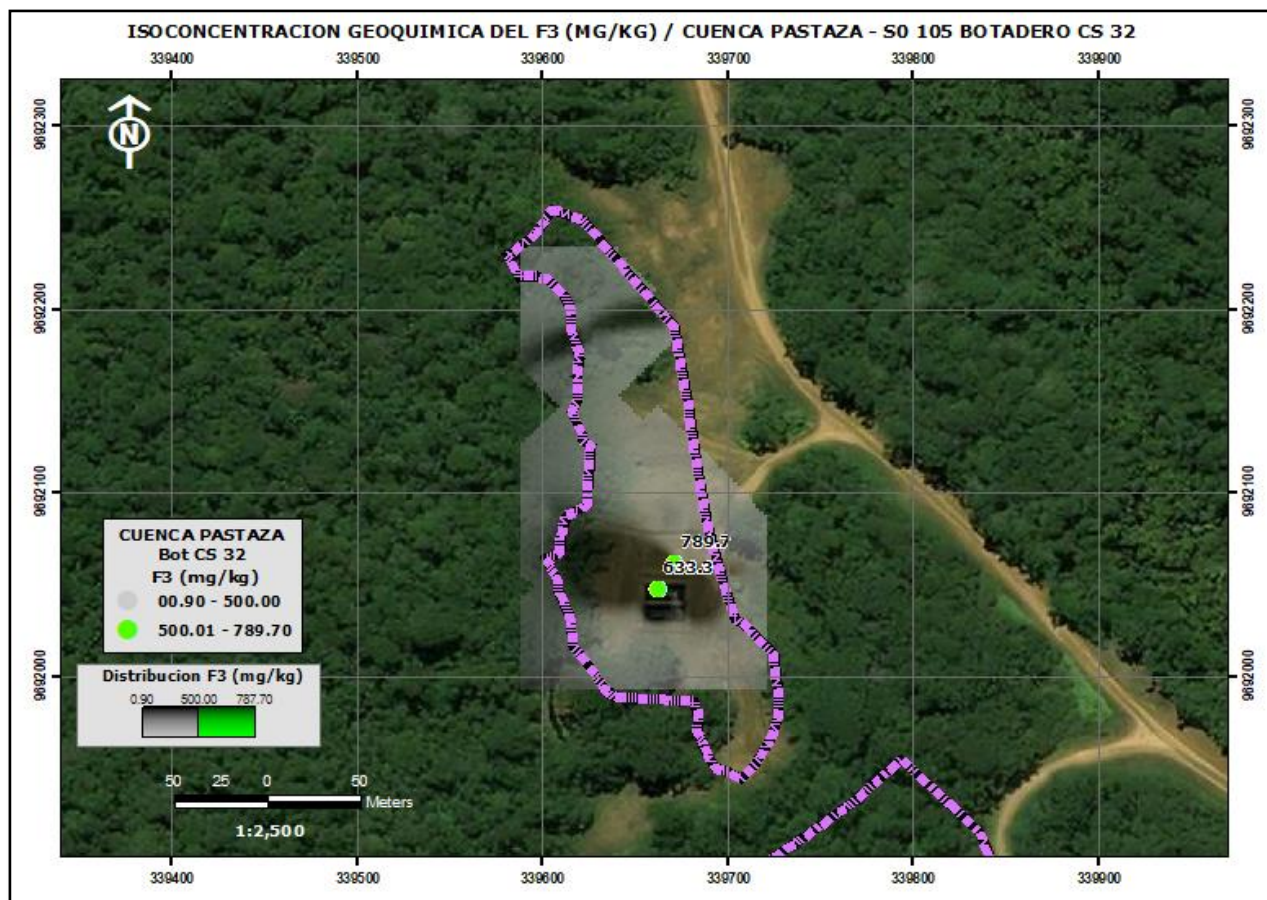


Figura 3-34. Isoconcentración de la Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40) en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El mapa de Isoconcentración de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40), indica que la concentración de este tipo de fracciones es inferior al límite ECA; la máxima concentración registrada es igual a 789,7 mg/kg.

Las fracciones pesadas de hidrocarburos no han migrado hacia sustratos adyacentes a la fuente. La presencia de fracciones medias y pesadas de hidrocarburos es puntual y específica.

3.7.1.5. Hidrocarburos Orgánicos Volátiles (BTEX) en Suelo

3.7.1.5.1. Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno

Los compuestos de hidrocarburos aromáticos (BTEX) como el Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno tienen altas presiones de vapor (entre 2,8 y 10 kPa a 20°C), aspecto que hace que sea poco probable encontrar estos compuestos en el medio ambiente. Los resultados de los análisis obtenidos para estos compuestos están por debajo de límite de detección de la técnica de cromatografía empleada por el laboratorio.

Así entonces las concentraciones de los compuestos aromáticos (BTEX), no superan los límites establecidos por el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo; por lo tanto, el Benceno, Tolueno, Etilbenceno y la mezcla de xilenos (o-Xileno, p-Xileno, m-Xileno) no son contaminantes de preocupación dada su alta volatilidad y baja concentración detectada.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.7.1.6. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)

3.7.1.6.1. Benzo (a), Pireno y Naftaleno

La concentración de Benzo (a) Pireno y Naftaleno, no supera el límite establecido por el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo.

Así mismo la concentración de Benzo (a) Pireno y Naftaleno es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía.

3.7.1.6.2. Benzo (a) Antraceno, Benzo (b) Fluoranteno, Dibenzo (a,b) Antraceno, Fenantreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno y Pireno

La concentración de Benzo (a) Antraceno, Benzo (b) Fluoranteno, Dibenzo (a, b) Antraceno, Fenantreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno y Pireno no supera el límite establecido en "Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)".

3.7.1.7. Bifenilos Policlorados Totales (PCB's)

La concentración de bifenilos policlorados registrada en época seca (menos húmeda) y época húmeda, no supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo

Así mismo la concentración de PCB's, es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía.

3.7.1.8. Metales Totales en Suelo

3.7.1.8.1. Arsénico (As)

A continuación, en la **Figura 3-35**, se presenta la concentración del Arsénico (As), registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

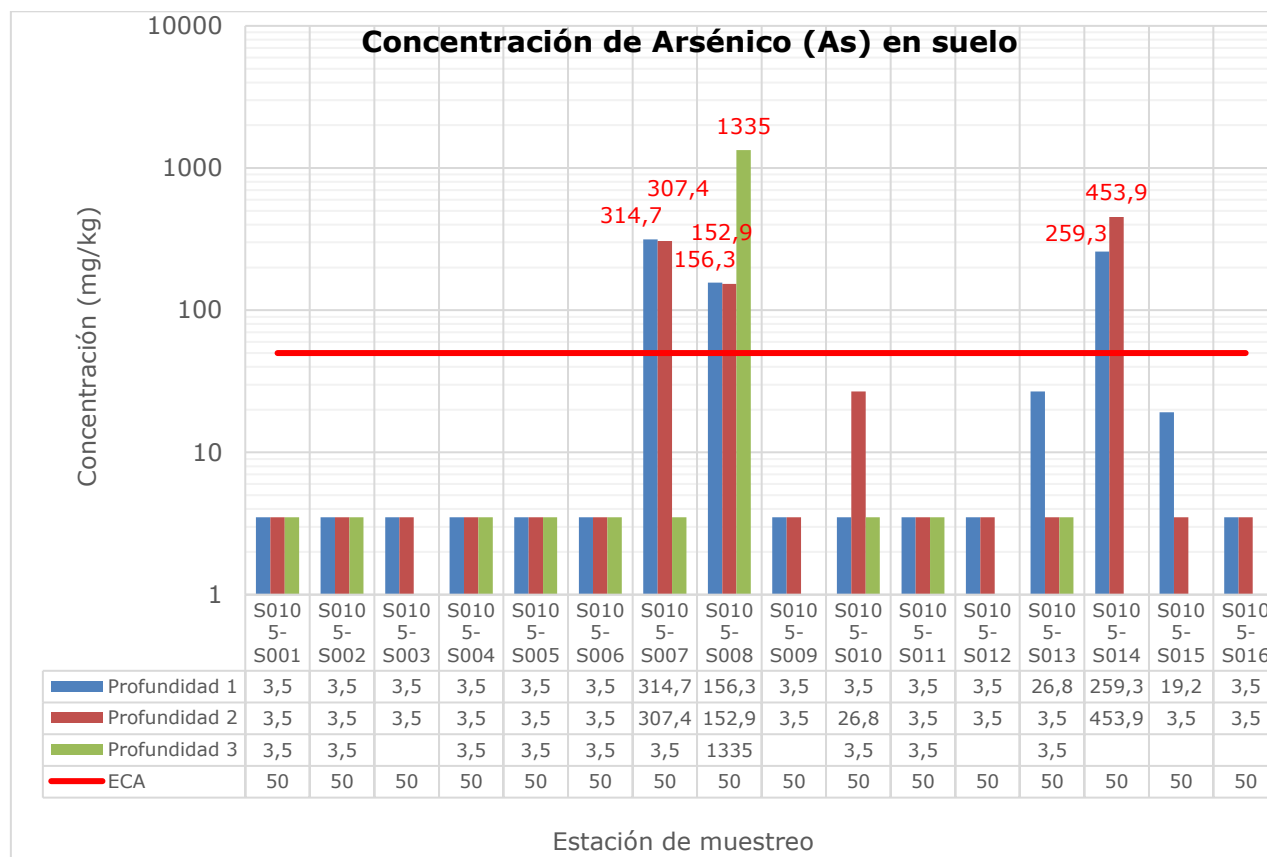


Figura 3-35. Concentración de Arsénico en Suelo

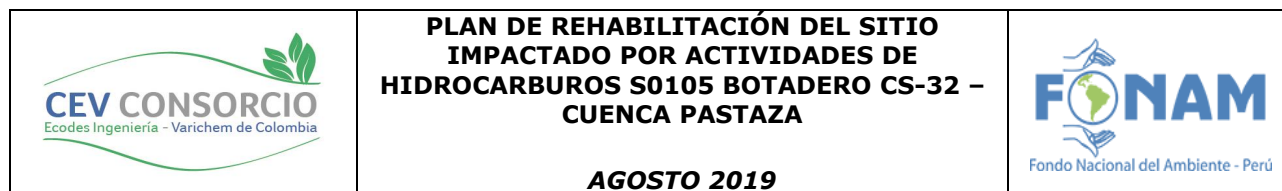
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el punto de muestreo S0105-S007, a la profundidad de 1,50 y 2,50 m, la concentración de Arsénico, supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

En el punto de muestreo S0105-S007 a la profundidad comprendida entre 0,80 y 1,50 m, se encontraron residuos enterrados, metálicos y no metálicos de diferente tipo y naturaleza; estos residuos industriales son fuente de Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), en concentraciones que superan el límite ECA.

El punto de muestreo S005-S007, está ubicado en la parte central del sitio impactado, es una celda recubierta con una geomembrana que por acción del clima y de los materiales enterrados progresivamente se está rasgando y deteriorando; el suelo está constituido por arena gris hasta la profundidad de 1,50 metros, posteriormente se encuentra un suelo de relleno utilizado en la celda para compactar y tapar los residuos. A la profundidad de 1,50 m, la concentración de Arsénico supera en un 528%, el estándar ECA, a la profundidad de 2,50 m, la concentración supera en un 514%, el límite ECA, a la profundidad de 3,50 m, la concentración del Arsénico es inferior al límite de detección ($LD < 3,5$).

En el punto de muestreo S0105-S008 a la profundidad de 2,0 m, la concentración de Arsénico es igual a 156,3 mg/kg, a la profundidad de 3,0 m, la concentración es igual a 152,9 mg/kg y a 4,0 m, de profundidad la concentración de Arsénico se incrementa significativamente y es equivalente a 1335 mg/kg. Esta celda contiene residuos industriales de diferente naturaleza, está ubicada en la parte central de sitio impactado, en este punto se encontró Arsénico, Cadmio y Plomo en concentraciones que superan al límite ECA. El tipo de suelo en donde están enterrados los residuos es limo arenoso de color marrón oscuro, se trata de una secuencia de suelos alterados.



En el punto de muestreo S0105-S014, la concentración de Arsénico es igual a 259 mg/kg a la profundidad de 0,40 m, a la profundidad de 1,10 m, la concentración es igual a 453,9 mg/kg, superando el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

En el punto de muestreo S0105-S014 a la profundidad de 1,10 m, a través de una excavación con calicata, se encontraron residuos enterrados de diferente naturaleza, los cuales son fuente aportante de Arsénico, Cadmio y Plomo, en concentraciones que superan el límite ECA.

En la **Figura 3-36**, se presenta la figura de Isoconcentración para el Arsénico.

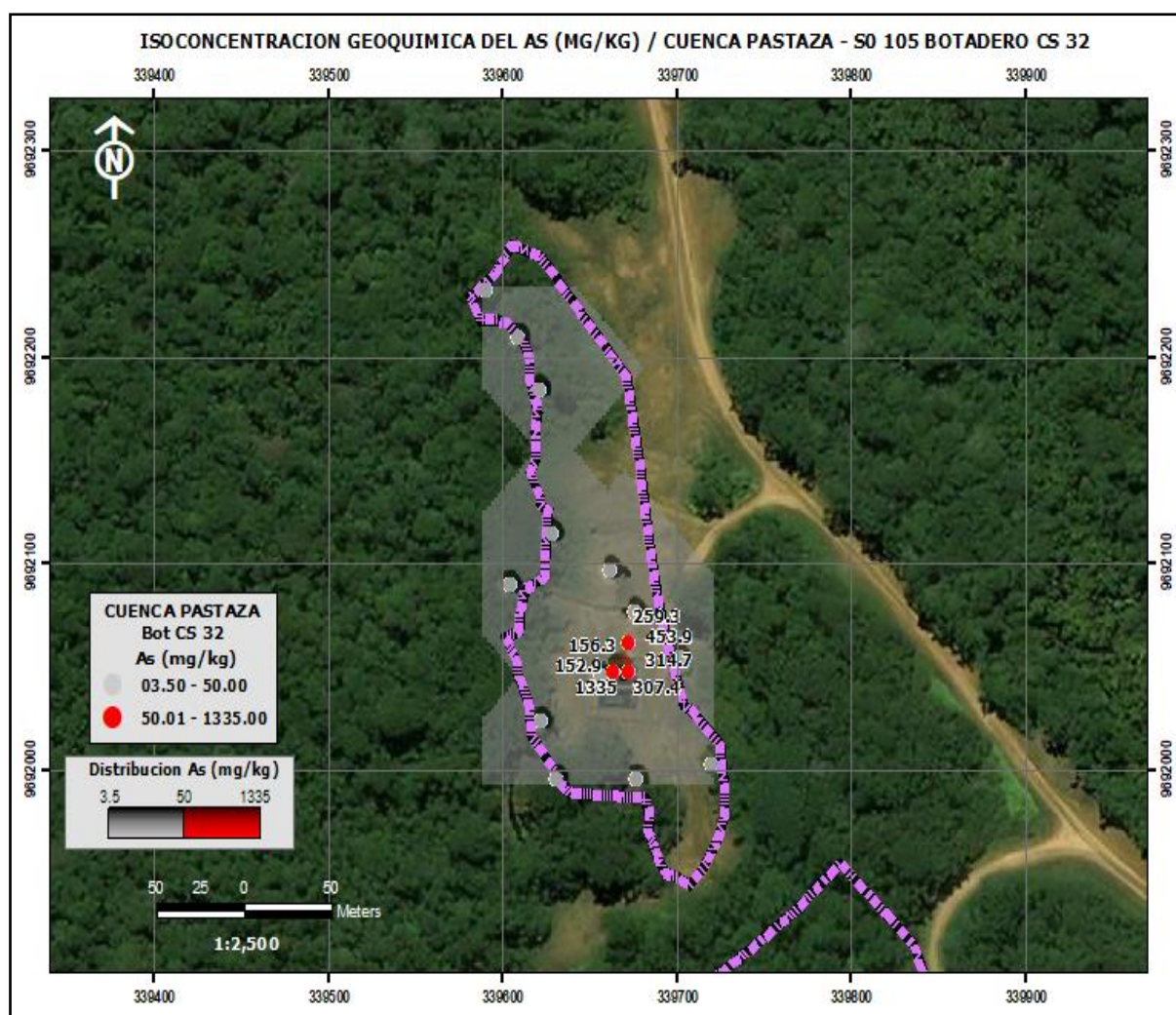


Figura 3-36. Isoconcentración de Arsénico (As) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El mapa de Isoconcentración de Arsénico (As) indica que hay tres (3) puntos con una anomalía en donde la concentración de Arsénico está en el rango entre 152,9 y 1335 mg/kg.

3.7.1.8.2. Bario (Ba)

A continuación, en la **Figura 3-37**, se presenta la concentración de Bario total, registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

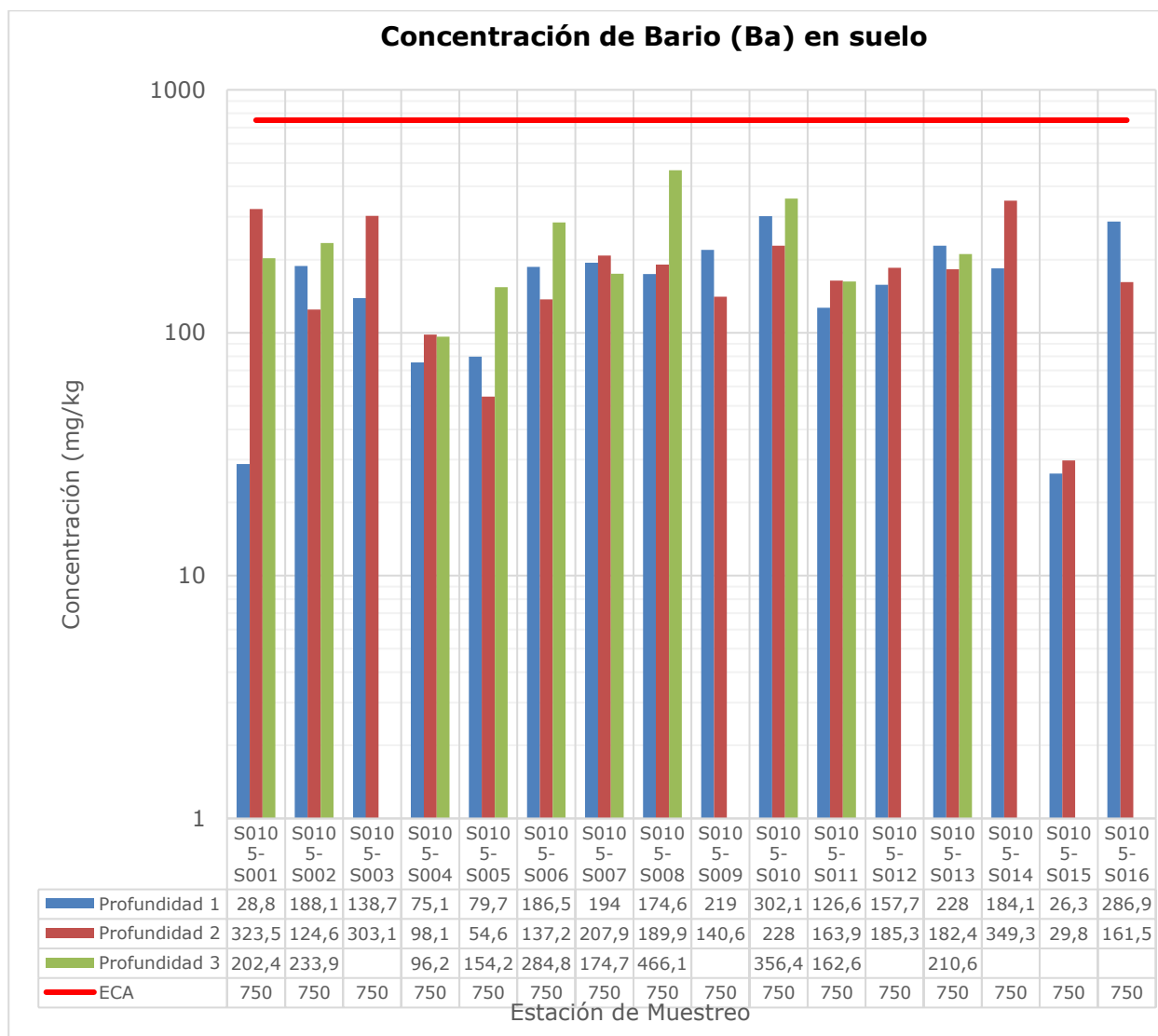


Figura 3-37. Concentración de Bario en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de Bario total no supera al límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Se realizó el muestreo de metales en dieciséis (16) puntos de muestreo y se realizó el análisis de Bario en cuarenta y tres (43) muestras de suelo; para dar cumplimiento al programa QA/QC, se realizó un duplicado en el punto de muestreo S0105-S007 a la profundidad de 1,50 m.

La concentración máxima de Bario se encontró en el punto S0105-S008 a la profundidad de 4,00 m, y es equivalente a 466,1 mg/kg, si bien es cierto no supera el límite establecido en el ECA para suelo está por encima del valor del nivel de fondo S0105-NF01 que presenta un valor de 110,8 (mg/Kg)

El punto de muestreo S0105-S008, está ubicado en la parte central del Sitio S0105 (Botadero CS-32), en este punto se encontraron residuos subterráneos de diferente naturaleza.

En la **Figura 3-38**, se presenta la figura de Isoconcentración para el Bario.

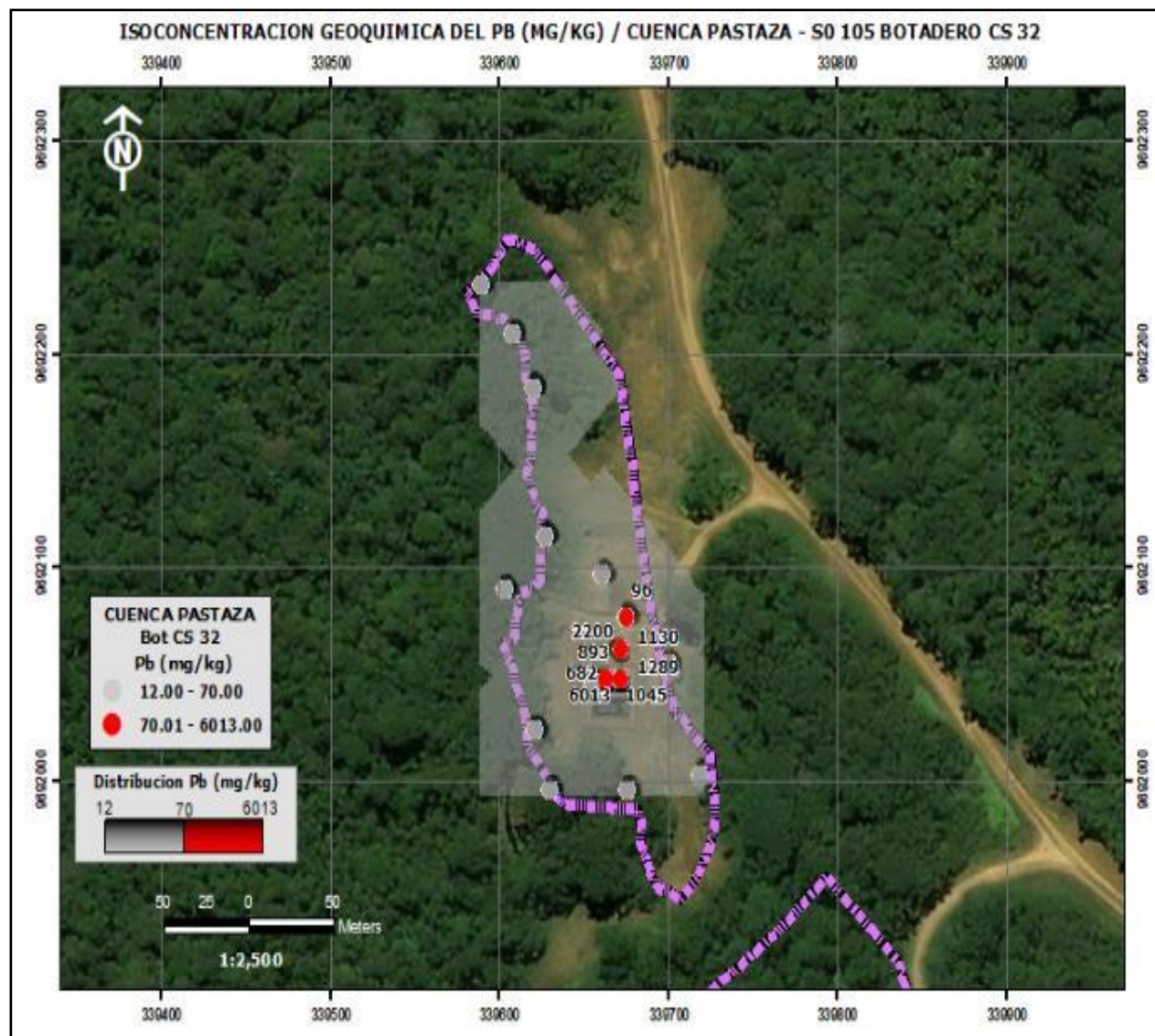


Figura 3-38. Isoconcentración de Bario (Ba) en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el mapa de Isoconcentración, se observa que la concentración del Bario (Ba), es inferior al límite reglamentado en el ECA, el cual es equivalente 750 mg/kg, pero superior a la concentración del Bario establecida en el Nivel de fondo.

3.7.1.8.3. Bario Extraíble

Debido a que, en los puntos de muestreo, la concentración de Bario total no supera el límite ECA, no se realiza el ensayo de extracto TCLP para determinar el Bario extraíble.

3.7.1.8.4. Cadmio (Cd)

A continuación, en la **Figura 3-39**, se presenta la concentración de Cadmio (Cd), registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

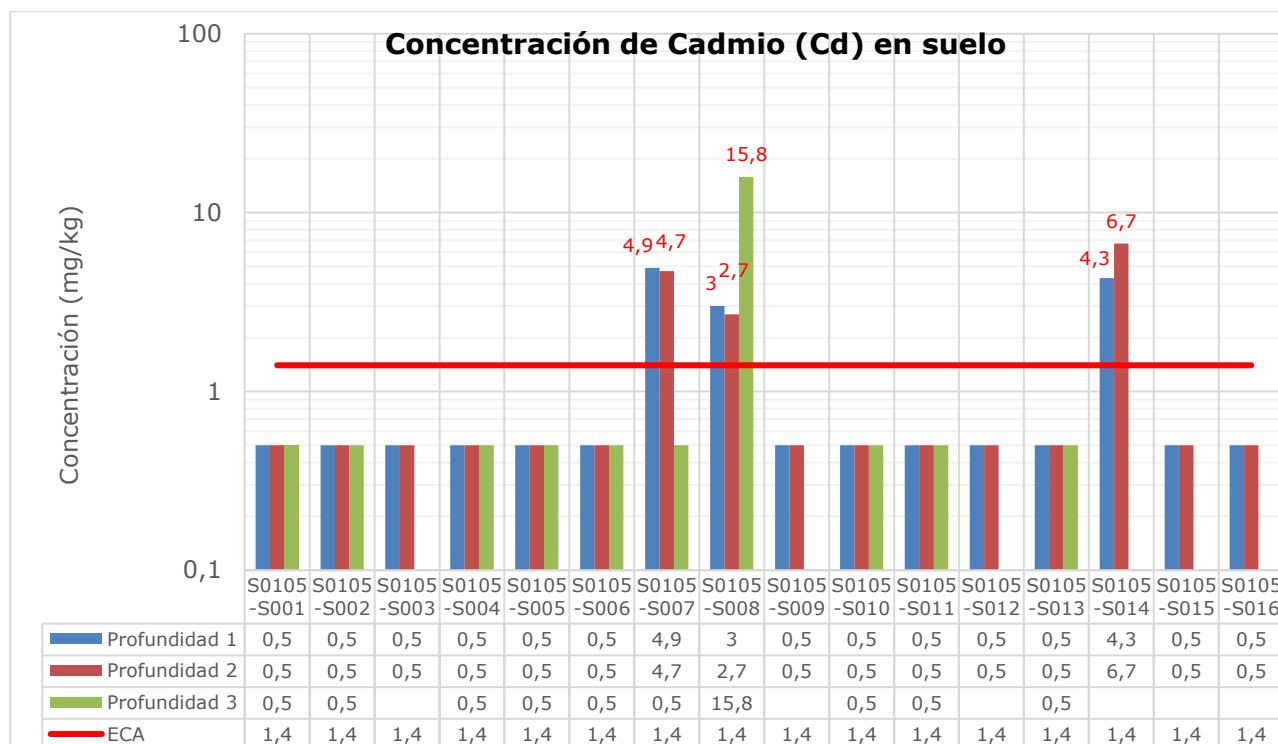


Figura 3-39. Concentración de Cadmio (Cd) de Suelo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el punto de muestreo S0105-S007, a la profundidad de 1,50 y 2,50 m, la concentración de Cadmio (Cd), supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

En el punto de muestreo S0105-S007 a la profundidad entre 0,80 y 1,50 m, se encontraron residuos metálicos y no metálicos, estos residuos industriales le están aportando al medio ambiente, Cadmio (Cd) en concentraciones que superan el límite ECA. A la profundidad de 1,50 m, la concentración supera en un 350% y en la segunda profundidad de 2,50 m, supera en un 335%. A la profundidad de 3,5 m, la concentración de Cadmio es inferior al límite de detección (LD<0,5).

El punto de muestreo S0105-S007, se caracteriza por estar constituido por un suelo de arena gris hasta 1,50 metros, posteriormente se encuentra un suelo de relleno con el que taparon los residuos enterrados. Este punto se encuentra ubicado en la parte central del sitio impactado, en una celda recubierta con geomembrana.

En el punto de muestreo S0105-S008 a la profundidad de 2,0 m, la concentración de Cadmio es igual a 4,9 mg/kg, a la profundidad de 3,0 m, la concentración es igual a 4,7 mg/kg y a 4,0 m, de profundidad la concentración de Cadmio se incrementa significativamente y es equivalente a 15,8 mg/kg. Esta celda contiene residuos industriales de diferente naturaleza, está ubicada en la parte central del sitio impactado, en este punto se encontró Cadmio, Arsénico y Plomo en concentraciones que superan al límite ECA. El tipo de suelo en donde están enterrados los residuos es limo arenoso de color marrón oscuro, se trata de una secuencia de suelos alterados.

En el punto de muestreo S0105-S014, la concentración de Cadmio es igual a 4,3 mg/kg a la profundidad de 0,40 m, a la profundidad de 1,10 m, la concentración es igual a 6,7 mg/kg, superando el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

En la **Figura 3-40**, se presenta la figura de Isoconcentración para el Cadmio (Cd).

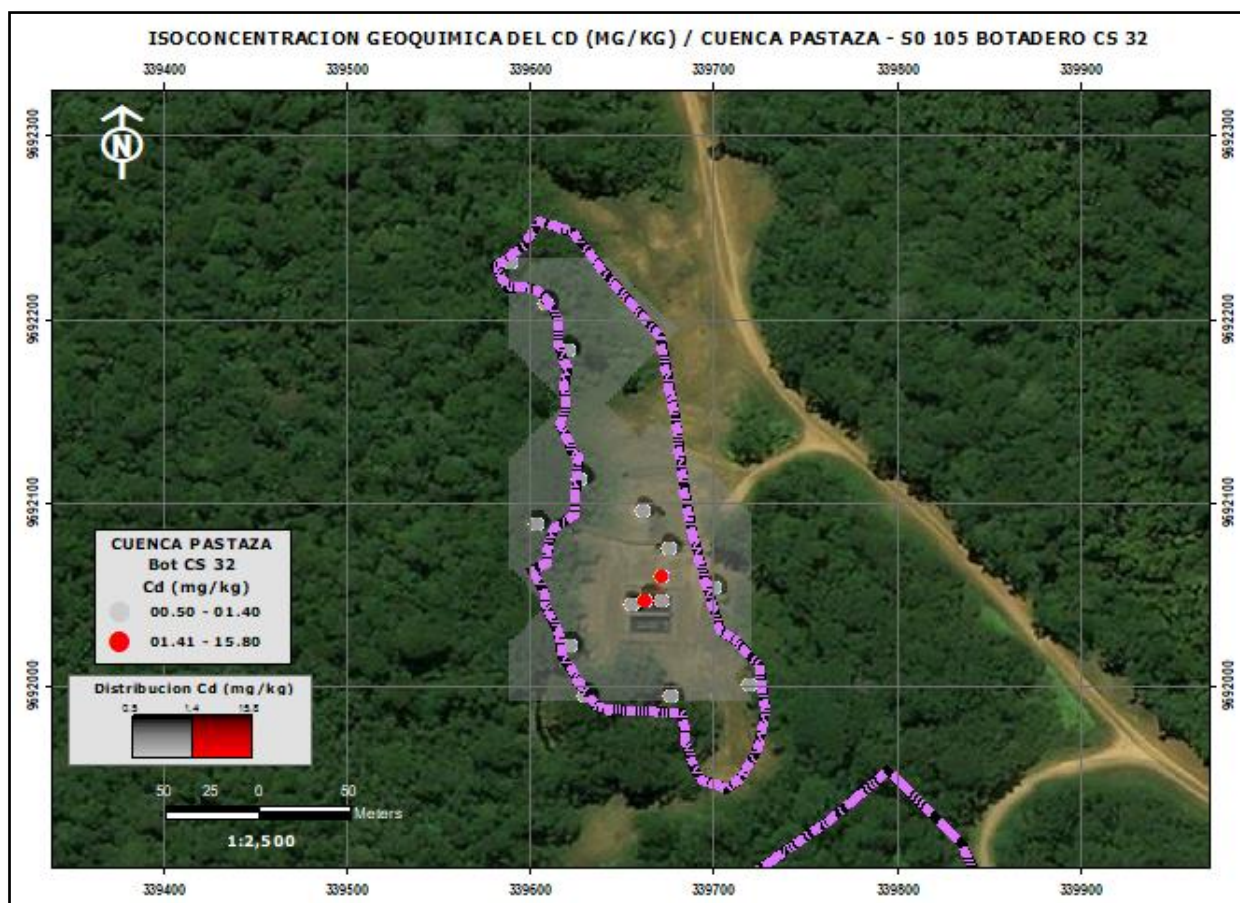


Figura 3-40. Isoconcentración de Cadmio (Cd) en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El mapa de Isoconcentración del Cadmio (Cd) indica que hay tres puntos con una anomalía en donde la concentración del Cadmio, está en el rango entre 2,7 y 15,8 mg/kg. Estos puntos corresponden a las estaciones de muestreo-S007, S0105-S008 y S0105-S014.

Los demás sectores del área impactada la concentración del Cadmio es inferior a 0,5 mg/kg.

3.7.1.8.5. Cromo (Cr)

A continuación, en la **Figura 3-41**, se presenta la concentración de Cromo, registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

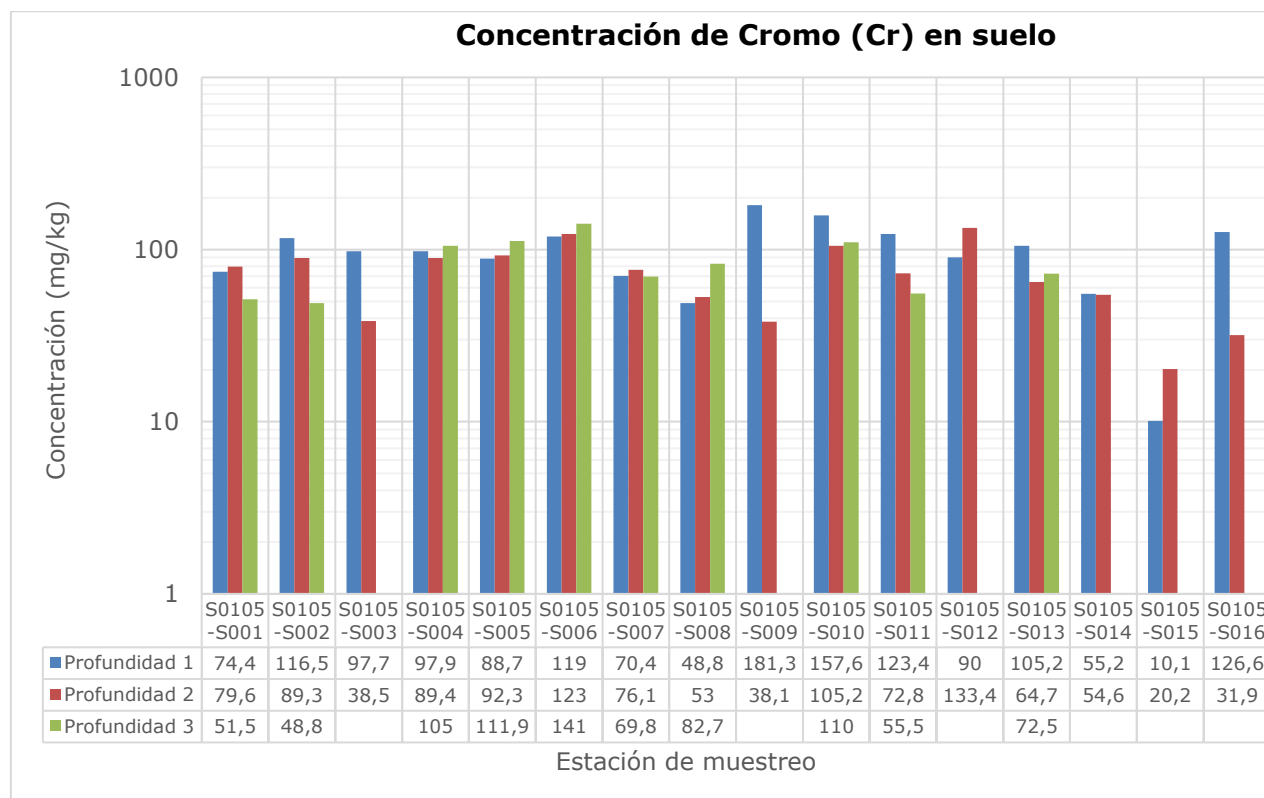


Figura 3-41. Concentración de Cromo en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Muestreo de Cromo en Suelo:**

Se realizó el muestreo de Cromo en dieciséis (16) puntos de muestreo y su análisis se hizo en cuarenta y tres (43) muestras de suelo.

El Cromo (Cr) para suelo agrícola no está reglamentado en la legislación del Perú, no obstante, se presenta un análisis y correlación de los resultados de la concentración de Cromo (Cr) en suelo para ser interpretados en el ERSA.

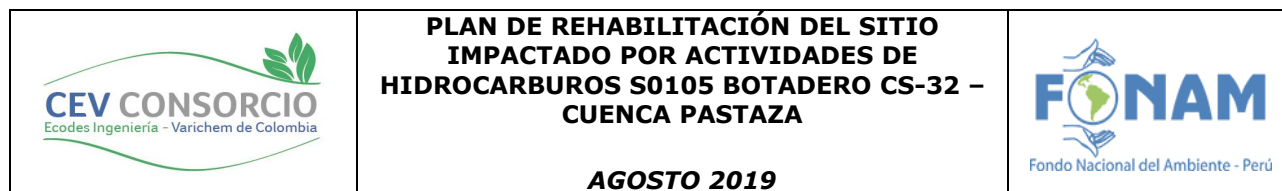
- **Concentración de Cromo en las muestra Nivel de Fondo:**

La concentración de Cromo (Cr) en la muestra Nivel de Fondo S0105-NF1-0,25 es igual a 83,2 mg/kg.

Según el informe "Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto (2015)" realizado por OEFA, la máxima concentración de Cromo Total es igual a 31,31 mg/kg.

La máxima concentración de Cromo en el punto de muestreo S0105-S007, en donde la concentración de Arsénico, Cadmio y Plomo es superior al ECA es igual a 76,1 mg/kg, esta concentración es aproximadamente igual a la identificada en el Nivel de fondo, por lo tanto, en este punto no hay residuos que estén aportando concentraciones altas en Cromo.

La máxima concentración de Cromo en el punto de muestreo S0105-S008, en donde la concentración de Arsénico, Cadmio y Plomo es superior al ECA es igual a 82,7 mg/kg, esta concentración es aproximadamente igual a la identificada en el Nivel de fondo, por lo tanto, en este punto no hay residuos que estén aportando concentraciones altas en Cromo.



La máxima concentración de Cromo en el punto de muestreo S0105-S014, en donde la concentración de Arsénico, Cadmio y Plomo es superior al ECA es igual a 54,6 mg/kg, esta concentración es aproximadamente igual a la identificada en el Nivel de fondo, por lo tanto, en este punto no hay residuos que estén aportando concentraciones altas en Cromo.

3.7.1.8.6. Cromo Hexavalente (Cr VI)

La concentración de Cromo VI en los dieciséis (16) puntos de muestreo, no supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo.

La concentración de Cromo VI es inferior al límite de detección de los ensayos físico químicos.

3.7.1.8.7. Mercurio (Hg)

A continuación, en la **Figura 3-42**, se presenta la gráfica de la concentración de Mercurio, registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

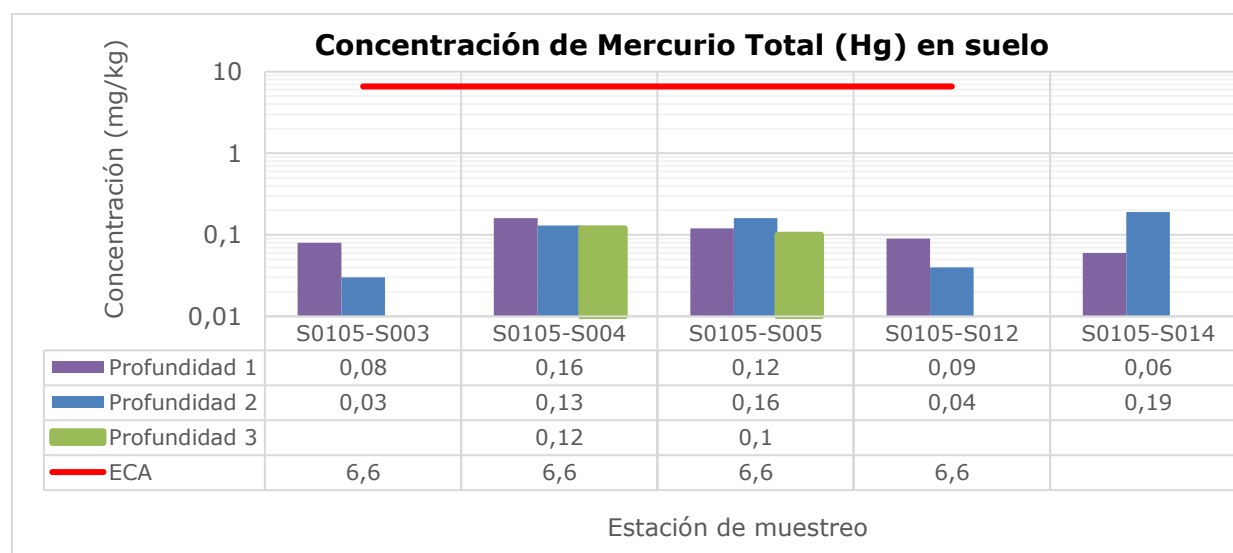


Figura 3-42. Concentración de Mercurio Total en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de Mercurio (Hg), no supera el límite establecido en el D. S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo.

La máxima concentración de Mercurio registrada en los cinco puntos de muestreo es equivalente a 0,19 mg/kg, y se registró en el punto de muestreo S0105-S014.

La concentración de Mercurio (Hg) en la muestra Nivel de fondo, S0105-NF1-0,25 es igual a 0,14 mg/kg, al comparar este valor con la máxima concentración de Mercurio registrada, se observa un gradiente inferior a 0,05 mg/kg entre la concentración de Mercurio en el suelo del área impactada y la muestra Nivel de fondo, se concluye por lo tanto, que la concentración de Mercurio (Hg) en los puntos de muestreo realizados está dentro del rango de los límites naturales.

3.7.1.8.8. Plomo (Pb)

A continuación, en la **Figura 3-43**, se presenta la concentración de Plomo (Pb), registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

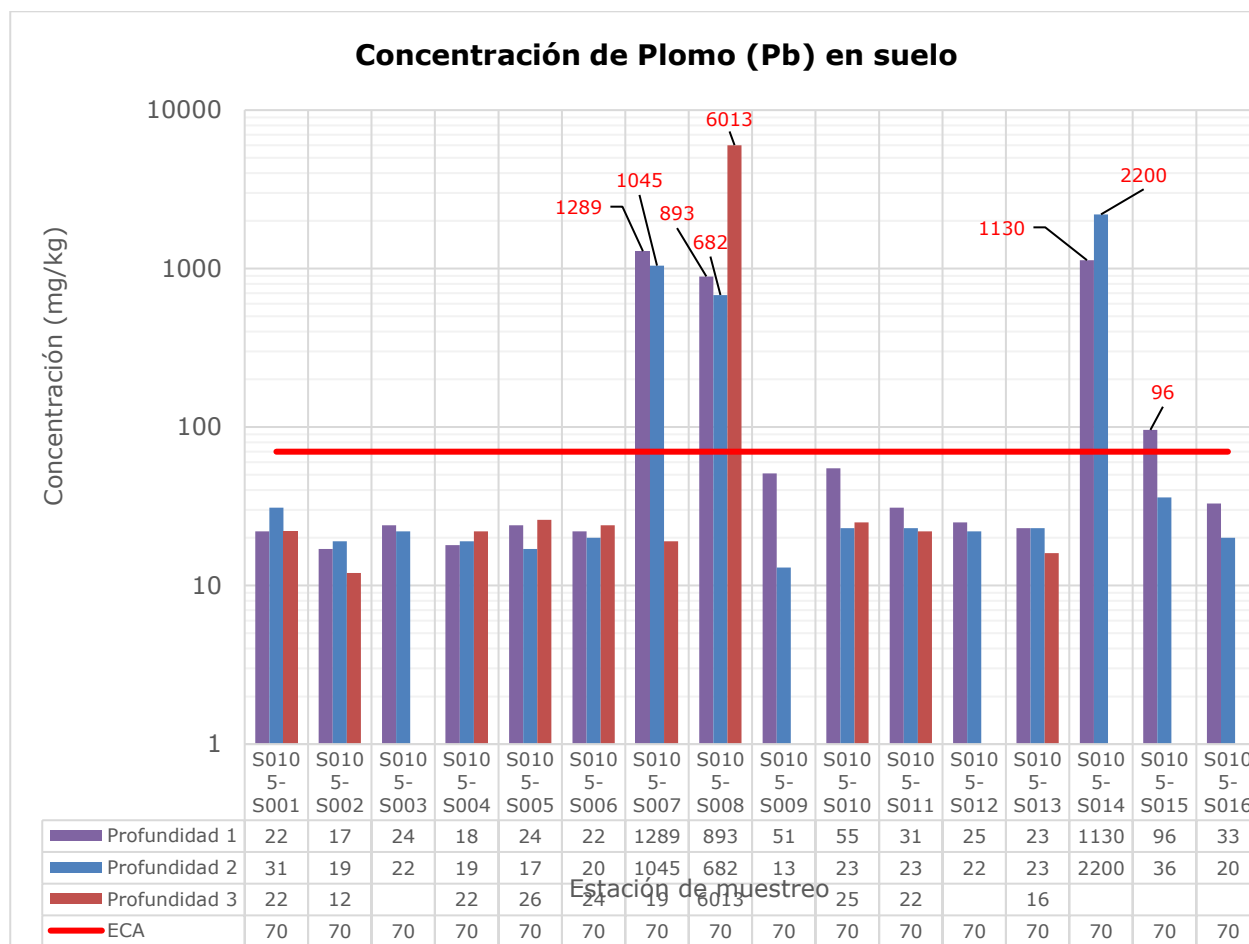


Figura 3-43. Concentración de Plomo (Pb) en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Muestreo de Plomo en Suelo:

Se realizó el muestreo de Plomo (Pb) en dieciséis (16) puntos de muestreo y se realizó el análisis de Plomo en cuarenta y dos (42) muestras de suelo.

En el punto de muestreo S0105-S007, la concentración de Plomo supera al límite establecido en el D.S. N° 011-2017 MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, en este punto a la profundidad de 1,5 m, la concentración de Plomo es igual a 1289 ppm y supera en 18,4 veces el límite reglamentado en el ECA; a la profundidad de 2,80 m, la concentración de Plomo es igual a 1045 mg/kg y supera al ECA en 14,9 veces; a la profundidad de 3,5 m, la concentración decrece significativamente y es igual a 19 mg/kg.

En el punto de muestreo S0105-S008, a la profundidad de 2,0 m, la concentración de Plomo es igual a 893 mg/kg, supera en 12,7 veces el límite reglamentado en el ECA; a la profundidad de 3,0 m, la concentración de Plomo es igual a 682 mg/kg y supera al ECA en 9,7 veces; a la profundidad de 4,0 m, la concentración se incrementa significativamente y es igual a 6013 mg/kg, supera al ECA en 85,9 veces.

No es posible establecer la dinámica de migración del Plomo a través de los sustratos de suelo debido a que en esta celda los residuos están enterrados y el perfil litológico ha sido removido y alterado.

En el punto de muestreo S0105-S014, a la profundidad de 0,40 m, la concentración de Plomo es igual a 1130 mg/kg, supera en 16,1 veces el límite reglamentado en el ECA; a la profundidad de 1,10 m,

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

la concentración de Plomo es igual a 2200 mg/kg y supera al ECA en 31,4 veces. En este punto se encontró también Arsénico y Cadmio en concentraciones que superan el límite ECA.

- **Concentración de Plomo en la Muestra Nivel de Fondo:**

La concentración de Plomo en la muestra Nivel de Fondo, S0105-NF1-0,25, es igual a 17,0 mg/kg el cual

Según el informe "Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto (2015)" realizado por OEFA, la máxima concentración de Plomo es igual a 13,58 mg/kg.

Por consiguiente, la desviación observada en la concentración del Plomo en suelo está relacionada con la disposición inadecuada de residuos industriales asociados a la industria petrolera.

- **Movilidad del Plomo en suelo:**

En el punto de muestreo S0105-S007, a las profundidades de 1,50m, 2,50 m y 3,50 m, la concentración de Plomo (Pb), supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

En el punto de muestreo S0105-S007 a la profundidad comprendida entre 0,80 y 1,50 m, se encontraron residuos subterráneos metálicos y no metálicos, estos residuos industriales son la fuente de Arsénico, Cadmio y Plomo.

En el punto de muestreo S0105-S008, a las profundidades de 2,00, 3,00 y 4,00 m, la concentración de Plomo supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

En el punto de muestreo S0105-S008 a la profundidad comprendida entre los 2,00 y 4,00 m, se encontraron residuos enterrados de diferente naturaleza (metales, plástico, vidrio, etc). El suelo donde están enterrados los residuos es disturbado limoarenoso de color marrón oscuro. Este punto se encuentra ubicado en la parte central del sitio impactado en las celdas de residuos subterráneos.

En el punto de muestreo S0105-S014 a la profundidad de 1,10 m se encontraron residuos enterrados de diferente naturaleza por medio de excavación tipo calicata, estos residuos le están aportando al medio Plomo (Pb), en concentraciones que superan el límite ECA. El suelo donde están enterrados los residuos es limoarenoso de color marrón oscuro y ha sido disturbado. Este punto se encuentra ubicado en la parte central del sitio impactado sobre las celdas de residuos enterrados.

En los puntos de muestreo arriba referenciados, no es posible establecer la dinámica natural de movilidad del Plomo a través de los sustratos de suelo debido a que éste ha sido removido y alterado secuencialmente por el movimiento y homogenización mecánica del suelo.

En el punto de muestreo S0105-S015 en la primera profundidad entre 0,00 m y 0,80 m la concentración de Plomo (Pb) supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

En el punto de muestreo S0105-S015 se realizó muestreo de suelo con la técnica de sondeo Manual en la parte central del sitio impactado. En la excavación no se evidenciaron residuos enterrados en el suelo lo que probablemente indica que en el suelo ha retenido el contaminante de algún residuo superficial que estuvo anteriormente en ese sector. Se debe tener en cuenta que la muestra supero en un 6% por encima del límite ECA. El suelo es arcillo Limoso de color marrón claro evidenciando que es un suelo disturbado y removido.

En la **Figura 3-44**, se presenta la Isoconcentración para el Plomo (Pb).

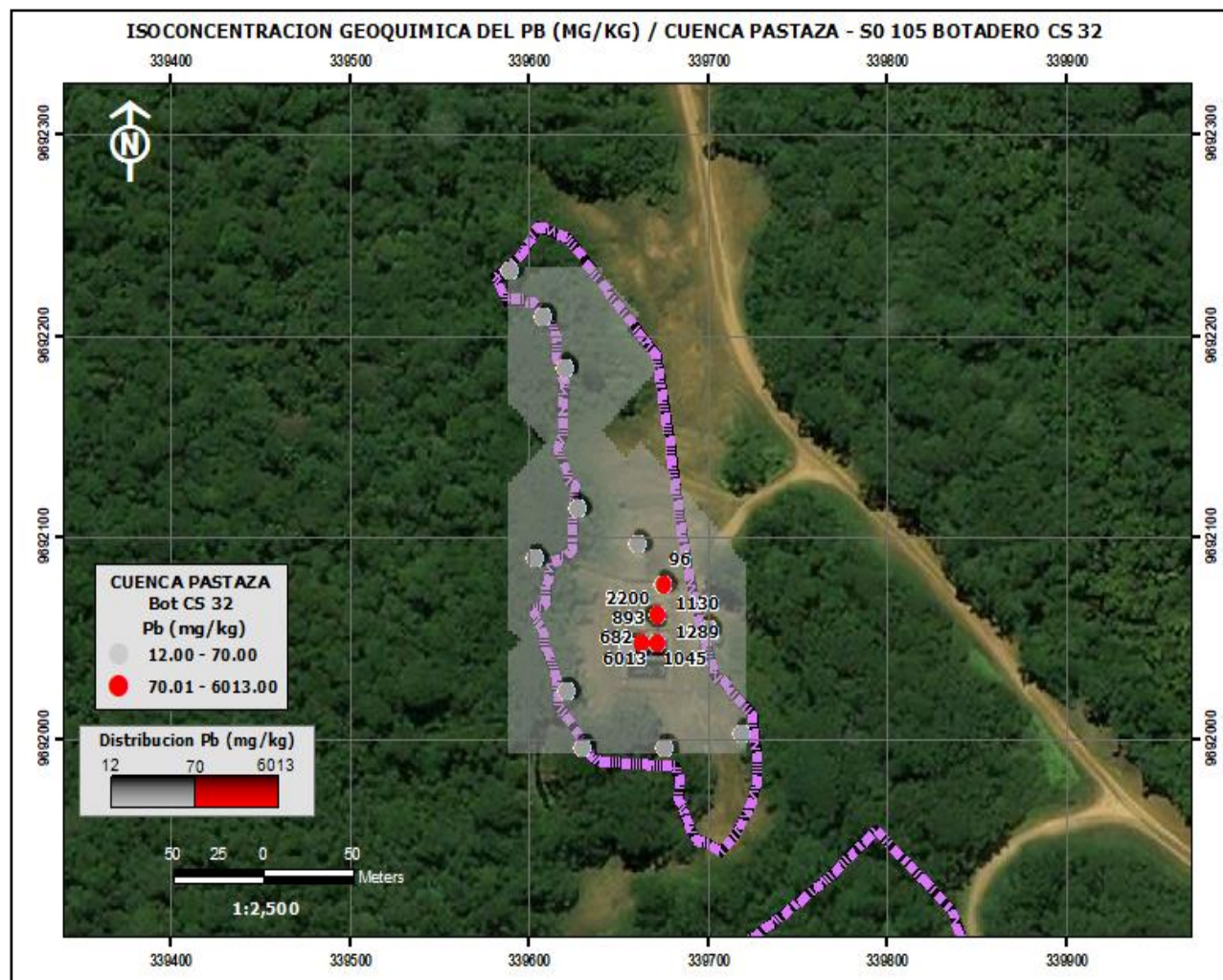


Figura 3-44. Isoconcentración de Plomo (Pb) en Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El mapa de Isoconcentración del Plomo (Pb) indica que hay cuatro puntos con una anomalía en donde la concentración de Plomo está en el rango entre 96 y 6013 mg/kg.

El mapa de Isoconcentración, indica que la dinámica de dispersión del Plomo, al igual que la del Arsénico y Cadmio, es específica y que estas fracciones no han migrado hacia la parte baja de la terraza alta, esto se debe a que las celdas en donde se encontraron los metales pesados están impermeabilizadas con geomembrana.

3.7.1.9. Metales por Lixiviación (TCLP)

En este capítulo se interpretan los resultados obtenidos en la "Prueba de Lixiviación para la Característica de Toxicidad" (*TCLP por sus siglas en inglés*); este procedimiento permite determinar la movilidad de los contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes en una muestra y el análisis de los resultados de los extractos generados durante la lixiviación permitirá determinar si el residuo percolado se clasifica como peligroso.

3.7.1.9.1. Arsénico (As)

La concentración de Arsénico en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0105-S015 a la profundidad de 0,80 m, no supera el límite establecido por el *Code of*

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 para arsénico (5,0 mg/L); esto significa que no se están generando lixiviados peligrosos que percolen hacia los sustratos inferiores de suelo.

3.7.1.9.2. Bario (Ba)

La concentración de Bario (Ba) en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0105-S015 a la profundidad de 0,80 m, no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24*, para el Bario (100 mg/L).

3.7.1.9.3. Cadmio (Cd)

La concentración de Cadmio (Cd) en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0105-S015 a la profundidad de 0,80 m, no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24*, para el Cadmio (1,0 mg/L).

3.7.1.9.4. Cromo (Cr)

La concentración de Cromo (Cr) en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0105-S015 a la profundidad de 0,80 m, no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24*, para el Cromo (5,0 mg/L); esto significa que no se están generando lixiviados peligrosos que percolen hacia los sustratos inferiores de suelo.

3.7.1.9.5. Mercurio (Hg)

La concentración de Mercurio (Hg) en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0105-S015 a la profundidad de 0,80 m, no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24*, para el Mercurio (0,2 mg/L); esto significa que no se están generando lixiviados peligrosos que percolen hacia los sustratos inferiores de suelo.

3.7.1.9.6. Plomo (Pb)

La concentración de Plomo (Pb) en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0105-S015 a la profundidad de 0,80 m, no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24*, para el Plomo (5,0 mg/L); esto significa que no se están generando lixiviados peligrosos que percolen hacia los sustratos inferiores de suelo.

3.7.1.10. *Conclusiones de los Resultados*

- **BTEX, PAH's, Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)**

En el sitio impactado no se encontraron compuestos orgánicos en concentraciones que superen el límite ECA, por lo tanto, no se constituyen en contaminantes de preocupación.

- **Metales Pesados**

El Arsénico (As) se encontró en tres puntos de muestreo ubicados en el sector de las celdas de residuos industriales, construidas en la parte alta de la terraza, la profundidad a la cual se encontró el Arsénico está entre 0,40 y 4,0 m, la concentración oscila entre 152 y 1335 mg/kg. La concentración de Arsénico, en los demás puntos de muestreo que se realizaron dentro de la terraza alta como en los sectores perimetrales, es inferior al límite de detección (LD<3,5).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

La presencia de Arsénico (As) en la celda está asociada a la disposición de residuos de diferente naturaleza como piezas metálicas fabricadas en aleaciones de Plomo con aditivos de Arsénico, etc.

El Cadmio (Cd) se encontró en tres puntos de muestreo ubicados en la parte alta de la terraza a la profundidad comprendida entre 0,40 y 4,0 m, la concentración oscila entre 2,7 y 15,8 mg/kg. En los demás puntos de muestreo la concentración de Cadmio en suelo es inferior al límite de detección ($LD < 0,5$).

La presencia de Cadmio en la celda está asociada a la disposición de residuos de diferente naturaleza como repuestos para maquinaria, pigmentos, baterías, etc.

El Plomo (Pb) en concentraciones que superan el límite ECA, se encontró en la misma celda en donde hay Arsénico (As) y el Cadmio (Cd). El Plomo es un metal pesado con baja movilidad, en sectores adyacentes a la celda en donde se encontró la acumulación de metales pesados, no hay Plomo en concentraciones preocupantes.

No se registraron concentraciones de Bario (Ba) y Mercurio (Hg) que superen el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

3.7.2. Interpretación de los Resultados en Aguas Subterráneas

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32) se realizaron dos (2) pozos exploratorios, las características de cada uno de los pozos se describen a continuación:

- La perforación exploratoria S0105-PZ-01 se detuvo a una profundidad de 10 metros, debido a que se encontró una secuencia de arcilla de 1,0 m, de grosor, que por ser un material impermeable funciona como sello, impidiendo la filtración de residuos lixiviados hacia capas inferiores.
- La perforación exploratoria S0105-PZ-02, se caracteriza por secuencias no definidas, disturbadas, removidas de limos con arcillas y arenas, hasta una profundidad de 1,80 m, seguidas de una capa de arcilla de 3,70 m, de espesor hasta donde llegó la perforación.

3.7.2.1. Conclusiones de los Resultados

Se identificaron en los sustratos de suelo capas continuas de arcilla con un espesor mayor a 1,0 m., estas secuencias de arcilla por sus propiedades físicas actúan como un elemento aislante que evita la migración de los contaminantes hacia el nivel de aguas freáticas, por lo tanto, no fue necesario desarrollar los piezómetros para realizar el monitoreo de la calidad de aguas subterráneas.

3.7.3. Interpretación de los Resultados en Aguas Superficiales

Dentro del perímetro del área impactada, no existen cuerpos de agua como ríos, quebradas, arroyos, cochas, por lo tanto, no se realizará la caracterización de aguas superficiales en este sitio.

3.7.4. Interpretación de los Resultados en Sedimentos

No se realizó el muestreo de sedimentos debido a que en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), no hay cuerpos de agua superficiales.

3.7.5. Interpretación de los Resultados del Componente Hidrobiológico

En la visita de reconocimiento del Sitio S0105 (Botadero CS-32), se identificó que dentro del área de potencial interés no existen cuerpos de agua como ríos, quebradas, arroyos, cochas, por lo tanto, no se realizó la caracterización del componente hidrobiológico.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.7.6. Interpretación de los Resultados del Componente Biótico

3.7.6.1. Interpretación de los Resultados de Flora

El levantamiento de vegetación arrojó un resultado en composición florística de 23 familias, 33 géneros y 35 especies. Como se puede apreciar, en las primeras 10 familias se agrupa más del 60% de los géneros del estudio y el más del 62% de las especies; las familias Euphorbiaceae y Annonaceae, son las de más diversidad, representadas con 3 o 4 géneros y 4 especies.

Según el método propuesto por Ogawa, la dispersión de los individuos en los estratos para este levantamiento de vegetación presenta tres (3) estratos arbóreos. Si bien los bosques de Sitio S0105 (Botadero CS-32) son de carácter secundario presenta una distribución de alturas estratificada y con una fuerte competencia de los individuos arbóreos por la luz en el estrato arbóreo inferior.

La especie con mayor peso ecológico es *Jacaranda macrocarpa* (Jacaranda) con IVI de 45,78% producto de sus valores de la dominancia 22,50%, la abundancia 17,25% y frecuencia de 6,02%, esto significa que la especie aparece con alto volumen de ocupación del espacio entendido con área basal, alta ocurrencia en la abundancia de individuos y en las parcelas de muestreo es alta su representatividad.

La siguiente especie con mayor peso ecológico es *Shefflera sp.* (Shefflera), que presenta una abundancia y frecuencia relevantes y un IVI de 35,41%. Luego le siguen el *Miconia sp.* (cainillo), *Aniba sp.* (Moena), *Inga sp.* (Guaba), *Socratea exorrhiza* (Cashapona), *Guarea sp.* (Requia), *Vismia sp.* (Pichirina), y *Drypetes cf. Amazónica* (Purmacaspi) con una importancia ecológica similar y superior al 10%.

En cuanto a la distribución diamétrica los resultados arrojados en bosques secundarios de terraza de sitio S0105 (Botadero CS-32) es similar a la tendencia de j invertida, ya que las primeras clases diamétricas agrupan 81% de los individuos. Las clases VII y VIII no presentan pocos individuos cada una y se puede explicar porque posiblemente el bosque sufrió de aprovechamiento forestal que removió la masa forestal, la cual está se está recuperando y se observa en estadios tempranos de la sucesión. La clase diamétrica que mayor biomasa presenta entendida como el volumen total es la III (0,3~0,39 m) con un total 46,62 m³. El volumen total por hectárea es de 359,77 m³.

Los resultados de diversidad biológica obtenidos en cuanto a riqueza específica y heterogeneidad para los bosques secundarios, permite establecer que se trata de un bosque que presenta una composición florística moderadamente heterogénea. El valor indica una relación de 1:9 lo que quiere decir que por cada 9 individuos reportados en el inventario es posible encontrar una especie diferente. Se presenta como una unidad de cobertura boscosa poco heterogénea en términos de cociente de mezcla. Para los bosques secundarios de terraza de Sitio S0105 (Botadero CS-32), el valor del índice de Margalef (5,827) y Menhinick (1,893), indica que esta muestra es diversa y heterogénea para este tipo de cobertura. Los resultados de índice de Simpson (D) e índice de Shannon-Wiener (H'), son de 0,089 y de 2,76 respectivamente, ratificando lo anteriormente descrito.

El análisis de la regeneración natural presenta la especie *Virola sp.* (Virola) como la especie que mayor índice de regeneración natural presenta, significa que esta especie está representada en las tres categorías de tamaño establecidas para el cálculo del índice.

Otras especies importantes en la regeneración natural son el *Triplaris sp.* (Tangarana) y *Annona sp.* (Anonilla) estas especies son especies del gremio pionero y se encuentran representadas en más de una categoría de tamaño.

En los resultados de los análisis de tejidos vegetales para concentraciones de metales pesados, se muestran concentraciones altas de algunos elementos como el aluminio (En suelos con pH menor a 5, el aluminio (Al) es un elemento perjudicial al solubilizarse en formas iónicas. Estas formas iónicas han demostrado ser muy tóxicas para las plantas, provocando inicialmente la inhibición de la

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

elongación de las raíces. Casierra P. F.; Aguilar A., O. 2007), Arsénico (es uno de los principales contaminantes ambientales y la fitorremediación se presenta como una herramienta efectiva para retirar este elemento del medio ambiente), Bario, cadmio, cobalto, cromo, plomo y estroncio, esto indica la absorción de los iones metálicos por parte de las especies vegetales que se han establecido en los lugares impactados. La especie *Inga sp.* (Guaba), presenta concentraciones de plomo en los tejidos foliares, pero no en el frutal.

3.7.6.1.1. Interpretación de Resultados de Metales en Muestras Foliares

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32) se realizó el análisis foliar para las especies vegetales *Inga sp.* (Guaba), *Ochroma sp.* (Topa), *Cecropia sp.* (Cecropia).

Considerando que la *Inga sp.* (Guaba) es una especie utilizada por los comuneros como alimento y que la *Ochroma sp.* (Topa) tiene una importancia ecológica y la *Cecropia sp.* (Cecropia), es un alimento para la fauna, se analizarán e interpretarán los resultados relacionados con la *Inga sp.* (Guaba).

En la **Tabla 3-67** se presentan los resultados de las muestras foliares que se tomaron en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 3-67. Resultados de las Muestras Foliares para Metales Pesados

Fecha de Muestreo		27/08/2018	27/08/2018	27/08/2018	NORMATIVIDAD			
Identificación		S0105-FLO-HO-001 <i>Inga (Guaba)</i>	S0105-FLO-HO-001 <i>Cecropia</i>	S0105-FLO-HO-001 <i>Ochroma</i>				
Coordenadas	Este	339672	339672	339672				
	Norte	9292061	9292061	9292061				
Época de Muestreo		Seca	Seca	Seca	UE ¹ (2006)	CODEX ² (1995)	MERCOSUR ³ (2011)	EST. REP. CHINA ⁴ (2017)
Parámetro	Unidad							
Arsénico (As)	mg/kg	2,5	3,1	1,2	N.A.	0,2	0,1	N.A.
Bario (Ba)	mg/kg	109,6	76,4	16,5	----	----	----	----
Cadmio (Cd)	mg/kg	< 0,02	< 0,02	0,05	0,1	0,1	0,2	N.A.
Cromo (Cr)	mg/kg	0,3	< 0,2	0,6	N.A.	N.A.	N.A.	0,5
Plomo (Pb)	mg/kg	0,95	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	N.A.

¹Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión. Contenido Máximo de Determinados Contaminantes en los Productos Alimenticios.

²Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos del Codex Alimentarius, CXS 193-1995 (última enmienda 2018).

³Resolución N° 12/11 que aprueba el Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (2011).

⁴Estándar Nacional de la Republica China para la Seguridad de Alimentos - Límites de Contaminantes en Alimentos, GB 2762-2017.

Fuente: Informe de ensayo 49335 de Laboratorio ALS, 2018.

• Arsénico (As)

La concentración de Arsénico (As) en las hojas de la especie de *Cecropia sp.* (Cecropia), es igual a 3,1 mg/kg; en las hojas de la especie de *Inga sp.* (Guaba) la concentración es de 2,5 mg/kg; y en las hojas de la especie *Ochroma pyramidale* (Topa), la concentración es igual a 1,2 mg/kg. Superando el estándar de referencia del CODEX y MERCOSUR.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Se identifica que la concentración en Arsénico es mayor en la especie *Cecropia sp.* (Cecropia), que en las hojas de las diferentes especies evaluadas en S0105 (Botadero CS-32).

La concentración de Arsénico (As) en los puntos de muestreo de suelo a la profundidad de 0,40 m en la parte central del sitio es superior al límite de detección que están entre 259,3 y 453,9 mg/kg, Las concentraciones en los tejidos vegetales superan los límites de detección, lo cual indica que este tipo de plantas están bioacumulando el Arsénico (As) por las condiciones naturales del suelo.

- **Bario (Ba)**

La concentración de Bario (Ba) en las hojas de la especie de *Cecropia sp.* (Cecropia), es igual a 76 mg/kg; en las hojas de la especie de *Inga sp.* (Guaba) la concentración es de 109,6 mg/kg; y en las hojas de la especie *Ochroma sp.* (Topa), la concentración es igual a 16,2 mg/kg.

La especie que mayor capacidad de bioacumulación de Bario (Cd) tiene es la *Inga sp.* (Guaba), las concentraciones superan el límite de detección de los tejidos foliares.

La concentración de Bario (Ba) en los puntos de muestreo de suelo a la profundidad de 0,40 m en la parte central del sitio y en la muestra Nivel de fondo, es inferior al límite de detección, lo cual indica que este tipo de plantas están bioacumulando progresivamente el Bario (Ba) que se encuentra en condiciones naturales en el suelo. Para este parámetro no existe estándar de referencia.

- **Cadmio (Cd)**

La concentración de Cadmio (Cd) en las hojas de la especie *Ochroma sp* (Topa), es igual a 0,5 mg/kg. Las demás especies no reportaron valores superiores al límite de detección.

Se identifica que la concentración en Cadmio (Cd) es mayor en la especie *Cecropia sp.* (Cecropia), que en las hojas de las diferentes especies evaluadas en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

La concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo de suelo a la profundidad de 0,40 m en la parte central del sitio es superior al límite de detección que es de 6,7 mg/kg, sin embargo, la mayoría de las concentraciones en los tejidos vegetales no superan los límites de detección, lo cual indica que este tipo de plantas están bioacumulando el Cadmio (Cd) por las condiciones naturales del suelo.

- **Cromo (Cr)**

La concentración de Cromo (Cr) en las hojas de la especie de *Cecropia sp.* (Cecropia), no se evidencia límite de detección; en las hojas de la especie de *Inga sp.* (Guaba) la concentración es de 0,3 mg/kg; y en las hojas de la especie *Ochroma sp* (Topa), la concentración es igual a 0,6 mg/kg. Este ultimo supera el estadar de referencia de la Republica China.

La concentración de Cromo (Cr) en los puntos de muestreo de suelo a la profundidad de 0,40 m en la parte central del sitio y en la muestra Nivel de fondo, es inferior al límite de detección, lo cual indica que este tipo de plantas están bioacumulando progresivamente el Cromo (Cr) que se encuentra en condiciones naturales en el suelo.

- **Plomo (Pb)**

La concentración de Mercurio (Hg) en las hojas de la especie de *Cecropia sp.* (Cecropia), es igual a 0,05 mg/kg; en las hojas de la especie de *Inga sp.* (Guaba) la concentración es de 0,03 mg/kg; y en las hojas de la especie *Ochroma sp.* (Topa) la concentración es igual a 0,02 mg/kg. Estas dois ultimas concentraciones superan el estándar de referencia de la Unión Europea, el CODEX y MERCOSUR.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.7.6.2. Conclusiones

En términos generales el Sitio S0105 (Botadero CS-32) se caracteriza por una cobertura de la tierra donde predomina el bosque secundario de terraza, los valores arrojados por el cociente de mezcla indican una complejidad en la masa forestal, y es ratificado por la abundancia de especies.

La cobertura boscosa del Sitio S0105 (Botadero CS-32) presenta una composición florística heterogénea y con una dinámica sucesional de especies que se puede confirmar con los resultados obtenidos del monitoreo realizado en el mes de abril del año 2018.

Las sustancias propensas a la bioacumulación alcanzan concentraciones crecientes a medida que se avanza en el nivel trófico en la cadena alimenticia. En función de cada sustancia, esta acumulación puede producirse a partir de fuentes abióticas (contaminantes antrópicos, suelo, aire, agua), o bióticas. Entre estas tenemos el cadmio, plomo y el arsénico entre otras presentes en las especies (*Arthocarpus altilis* (Pandicho), *Mauritia flexuosa* (Aguaje) y *Cecropia sp.* (Cecropia), estas especies se configuran como una muy buena alternativa para futuros procesos de fitorremediación. La especie *Arthocarpus altilis* (Pandicho), presenta concentraciones de plomo en los tejidos foliares.

3.7.6.3. Interpretación de Resultados de Fauna

3.7.6.3.1. Esfuerzo de Muestreo

Por tratarse de un área afectada de 2 Hectáreas aproximadamente, el esfuerzo de muestreo fue mucho menor al propuesto por la guía de inventario de la Fauna Silvestre (MINAM, 2015) debido principalmente a que la ampliación del área de muestreo implicaría el solapamiento con otras áreas afectadas y se dificultaría identificar que una eventual afectación a ciertos individuos se diera por el área de estudio del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

3.7.6.3.2. Representatividad

El muestreo realizado alcanzó valores cercanos o superiores al 50% de representatividad cumpliendo con lo establecido por la guía de inventario de la Fauna Silvestre (MINAM, 2015). Sin embargo, estimadores más rigurosos como CHAO, ACE, ICE, entre otros, mostraron que la representatividad fue baja, debido principalmente a que la riqueza y abundancia encontrada fue muy poca en todos los grupos taxonómicos. Este resultado puede indicar que: es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo en las mismas épocas climáticas o en periodos de transición o que el grado de afectación sobre el área es tan considerable que no es posible encontrar una diversidad importante en el área. Para determinar esto sería necesario realizar un seguimiento riguroso al área afectada durante el desarrollo de la rehabilitación.

3.7.6.3.3. Composición y Estructura

• Herpetofauna

En el muestreo de la época húmeda (04 y 05 de mayo de 2018) fue posible evidenciar que algunas áreas del Sitio S0105 (Botadero CS-32) se encontraban inundadas, ocasionando que las condiciones del microhábitat (humedad relativa y temperatura) formados allí pudieran favorecer la presencia de algunas especies pertenecientes a los géneros *Pristimantis* (Sapo) y *Allobates* (Rana). Durante la época seca (menos húmeda), las condiciones de éstos microhábitat posiblemente cambiaron hasta el punto de ocasionar el desplazamiento de dichas especies y favorecer la aparición de otras como las pertenecientes al género *Boana* (Rana) tal y como se evidenció durante el muestreo de la época seca (menos húmeda), (27 a 29 de agosto de 2018).

• Avifauna

El orden Passeriformes fue el mejor representado y es reconocido a nivel mundial como el más diverso para el grupo Aves (Barker *et al*, 2004). Se caracteriza por exhibir una gran capacidad de

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

aprovechamiento de los recursos disponibles, ya que la mayoría de las aves de este grupo son insectívoras, recurso alimenticio que se halla en gran abundancia en zonas tropicales; además, este grupo ha colonizado y habitado desde áreas naturales no intervenidas hasta áreas producto de la intervención antrópicas por lo cual es de esperarse que sea el grupo con mayor riqueza encontrado en el presente estudio.

La riqueza de aves fue muy escasa y las especies registradas se caracterizan por ser aves asociadas y/o adaptadas a zonas intervenidas, por lo cual pudo evidenciarse un proceso de afectación antrópica que se ha dado en el área desde hace tiempo.

• **Mastofauna**

De las especies registradas pudo notarse que la mayoría de ellas muestran hábitos de desplazamiento mayores al tamaño del área afectada, por lo cual, solo se registraron rastros como huellas, indicando que el área solo es empleada como zona de paso. Sin embargo, las especies de la familia Didelphidae (Zorros o Zarigueyas) y el *Cuniculus paca* (Majas) pueden permanecer más tiempo en el lugar debido a las evidencias de senderos frescos encontradas en el lugar.

3.7.6.3.4. Diversidad

Por tratarse de un área en la cual se encuentra dominando la cobertura de Bosque de terraza baja (Btb) no fue posible comparar los valores de cada índice de diversidad para ver en qué zona los valores de este análisis eran más o menos altos. Sin embargo, esta información toma especial importancia al tenerlos como un valor de referencia inicial que sea comparable al momento de realizar la rehabilitación ecológica del mismo en la zona.

3.7.6.3.5. Especies de Importancia Ecológica, Económica y Cultural

La temporada de migración boreal no fue captada en el presente estudio debido a las fechas en las cuales se desarrollaron los muestreos (mayo y agosto-septiembre). Esta pudo ser la explicación principal por la cual no se registraron especies migratorias en el área.

3.7.6.4. Conclusiones

- La riqueza y abundancia de especies de fauna silvestre para una cobertura de Bosque de terraza baja de un tamaño de 2 hectáreas fue muy baja, lo cual muestra una clara afectación del hábitat que imposibilita la presencia de más especies.
- No se registraron evidencias de individuos afectados por algún contaminante, ni daños en sus estructuras tegumentarias atribuibles a contaminación por metales pesados o cualquier otra sustancia peligrosa.
- Se observaron especies de plantas herbáceas invasoras en el Sitio S0105 (Botadero CS-32) las cuales deben ser retiradas durante la rehabilitación del área y hacer seguimiento a la regeneración y/o sucesión asistida con el fin de evidenciar la aparición y posible aumento de la composición de especies de fauna en el área. Se recomienda tener en cuenta los índices de diversidad y los datos de composición de especies para la fase de desarrollo de los planes de rehabilitación.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

3.8. Delimitación del Sitio Impactado (Técnico y Topográfico) y Estimación de Áreas y Volúmenes

3.8.1. Sondeos para Delimitación de las Áreas

3.8.1.1. Revisión de Información Histórica (Documentación OEFA, MINAM, ANA, entre otros)

Se realizó la revisión de los informes elaborados por las entidades del Estado (OEFA, MINAM), los resultados de la revisión histórica se presentan en la "**Sección 3.1**" del presente documento.

3.8.1.2. Visita Preliminar de Campo

La visita preliminar al Sitio S0105 (Botadero CS-32), se llevó a cabo los días 06, 07 y 08 de 2018, los objetivos planteados fueron los siguientes:

- Verificar el tipo y estado de las vías de acceso.
- Determinar la distancia entre los centros poblados y el área de potencial interés.
- Determinar a través de entrevistas con la comunidad la importancia que tiene el Sitio S0105 (Botadero CS-32) para los comuneros.
- Identificar la geomorfología del terreno y caracterizar los cuerpos de agua que tienen influencia sobre el área de potencial interés.
- Identificar la infraestructura petrolera instalada que tiene influencia sobre las áreas de potencial interés.
- Realizar un mapeo con GPS navegador, del perímetro del área de potencial interés.
- Identificar el límite de la dispersión de los posibles contaminantes de preocupación y georreferenciar elementos ambientales vulnerables.
- Involucrar a los monitores ambientales y a personal de la comunidad en el reconocimiento de las áreas de potencial interés.
- Indagar sobre los antecedentes históricos del lugar.
- Realizar sondeos manuales dirigidos y de manera aleatoria para identificar la dinámica de migración de los posibles contaminantes de preocupación.
- Levantar información relevante que permita elaborar el modelo conceptual inicial del área de potencial interés.
- Se georreferenció un área de 1,95 ha.

En la **Tabla 3-68**, se presentan las coordenadas de los cinco (5), sondeos manuales realizados en el Sitio S0105 (Botadero CS-32) y las observaciones de los aspectos relevantes identificados.

Tabla 3-68. Resultados de Sondeos Iniciales

Objeto	Coordenadas (UTM), Datum WGS84, Zona 18S		Altitud (m.s.n.m)	Profundidad del Sondeo Manual (m)	Observaciones
	Este	Norte			
Sondeo 1	339592	9692231	223	0,9	No se encuentran residuos y agua subterránea.
Sondeo 2	339706	9691954	223	0,9	No se encuentran residuos y agua subterránea.
Sondeo 3	339686	9692112	221	0,9	No se encuentran residuos y agua subterránea.
Sondeo 4	339672	9692060	220	0,4	Se evidencia residuos plásticos y botellas plásticas.
Sondeo 5	339668	9692053	220	0,45	No se encuentran residuos al parecer era una vía para el descargue de vehículos.

*Margen de error del GPS: 3,21 m.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

La interpretación de la información levantada en campo y el análisis de la información secundaria permitió realizar la delimitación y demarcación del área de potencial interés.

En el **Anexo 6.3**, se puede consultar el mapa que muestra la delimitación del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

La interpretación de la información levantada en campo y el análisis de la información secundaria permitió realizar la delimitación y demarcación del área de potencial interés.

En la **Tabla 3-69**, se presentan los vértices del Sitio S0105 (CS-32).

Tabla 3-69. Delimitación del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Objeto	Coordenadas (UTM), Datum WGS84, Zona 18 S		Altitud (m.s.n.m)
	Este	Norte	
Vértice 1	339688	9692233	223
Vértice 2	339615	9692270	222
Vértice 3	339589	9692219	222
Vértice 4	339624	9692092	225
Vértice 5	339747	9691997	225
Vértice 6	339716	9692116	225

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-45**, se representa la delimitación del área del Sitio S0105 (Botadero CS-32), la cual es de 1,98 ha.

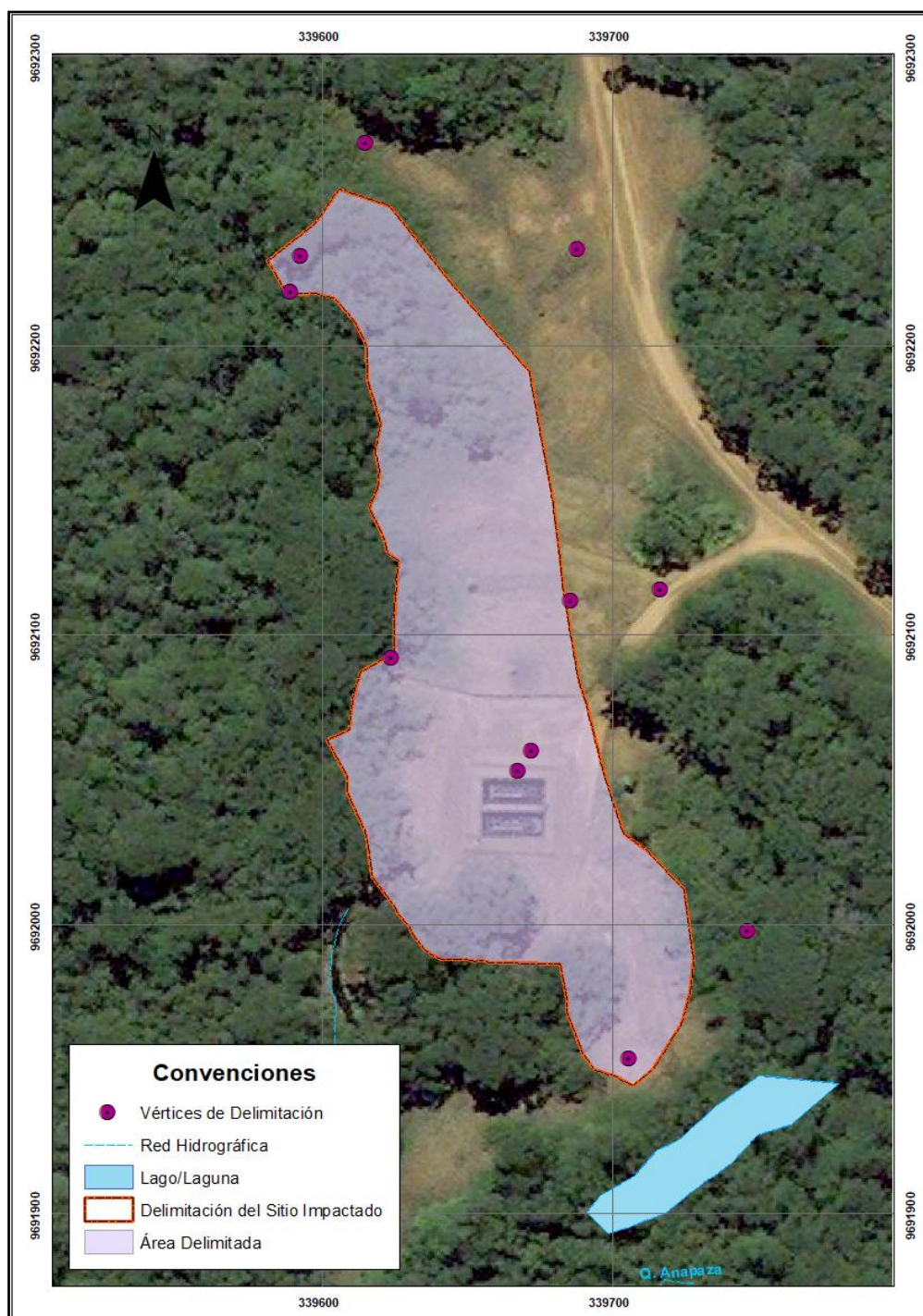


Figura 3-45. Área Delimitada del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.8.1.3. Muestreo de Suelos

3.8.1.3.1. Muestreo en Época Húmeda

El 02, 03 y 05 de mayo, se desarrolló el plan de muestreo correspondiente a la época húmeda en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), con el objeto de precisar con datos analíticos los límites del área de potencial interés y realizar su caracterización.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Para determinar los límites hasta donde han migrado los contaminantes de preocupación, establecer su distribución espacial y definir el contorno del perímetro de la zona impactada, se elaboró un plan de muestreo que contemplaba realizar en época húmeda el análisis de metales pesados, fracciones de hidrocarburos F1, F2, F3, BTEX, PAH's y PCB's, en suelo en cinco (5) puntos de muestreo; los puntos de muestreo se ubicaron en sectores perimetrales.

El área georreferenciada en época húmeda no cambió respecto al área de 1,96 hectáreas en la fase de reconocimiento.

3.8.1.3.2. Muestreo en Época Seca (Menos húmeda)

Durante los días 14/05/2018, 15/05/2018 y 16/09/2018, se realizó el muestreo correspondiente a la época seca (menos húmeda) con el objeto de cumplir a cabalidad con el plan de muestreo programado el cual contemplaba realizar el muestreo de suelo en dieciséis (16) puntos de muestreo.

La toma de las muestras se realizó en tres profundidades y abarcó sectores perimetrales e internos del área de interés, se realizó el muestreo en once (11) puntos.

El área no sufrió ninguna modificación.

3.8.1.4. *Delimitación Topográfica*

El lugar en donde se encuentran la mayor cantidad de residuos industriales subterráneos está ubicado en la parte central donde la diferencia de cotas no varía solo presenta ondulaciones leves por la acumulación de residuos, al oeste de sitio impactado se identifican pendientes de aproximadamente 4° que se dirigen bajos inundables; al norte, se encuentra la vía que conduce a Capahuarí Norte donde su pendiente aumenta por ser un terraplén de obra civil por la construcción de la vía, no se presenta variación importante en las cotas en la parte sureste que se encuentran en un rango de 228 msnm a 230 msnm.

3.8.2. **Estimación de Áreas y Volúmenes**

Para calcular un volumen de corte o relleno existen varios métodos, el método que usado será el método de las secciones transversales y para ello se aplica el Software AutoCAD Civil 3D. El método consiste en trazar un eje en la dirección de mayor extensión y, su ubicación será lo más centrada posible al área del cual el volumen se desea calcular, como se observa en la **Figura 3-46**. Una vez trazado el eje, se secciona con líneas perpendiculares a este eje trazado teniendo en cuenta que, cuanto más pequeña sea la distancia entre cada sección, más preciso será el cálculo de volumen.

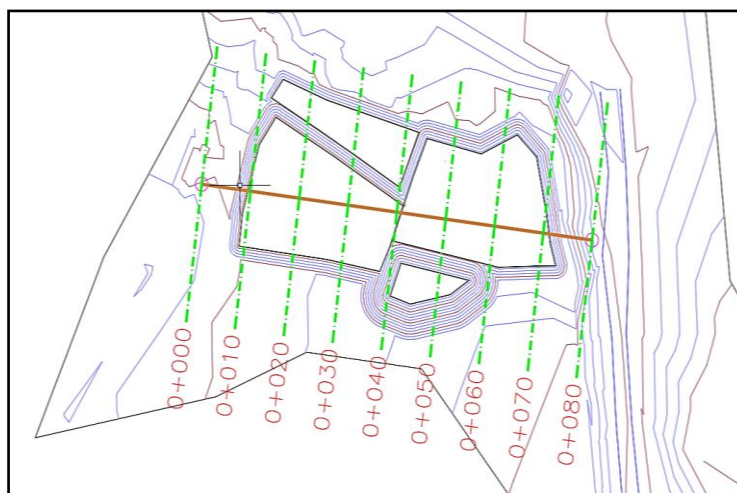


Figura 3-46. Trazado de Eje y Seccionamiento de Área

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Una vez trazado las secciones perpendiculares al eje, se dibuja la sección y se calcula el área de cada una de ellas; para calcular el volumen entre dos secciones continuas se utiliza la siguiente fórmula:

$V = (A1 + A2) / 2 * D$. Es decir, se realiza la semisuma de las 2 áreas contiguas y se multiplica por la distancia que hay entre ellas. Y así se va acumulando hasta la última sección, como en la **Figura 3-47**.

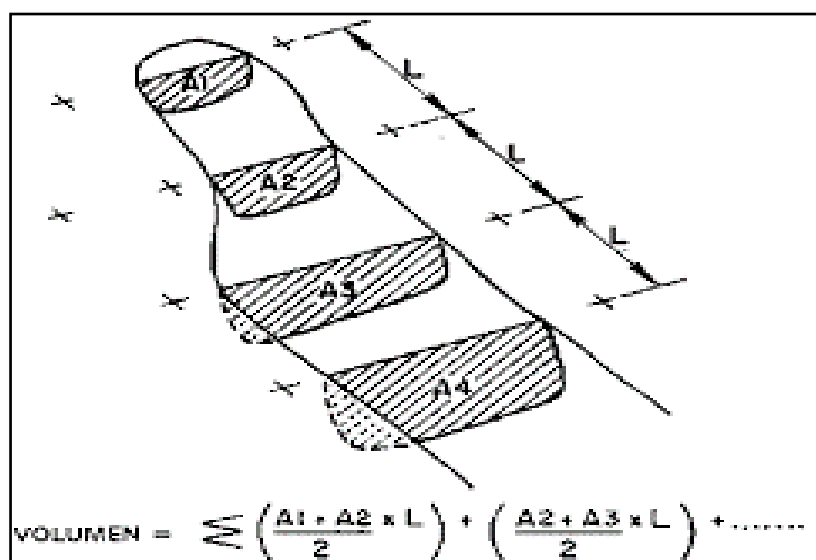


Figura 3-47. Secciones Transversales para Cálculo de Volumen

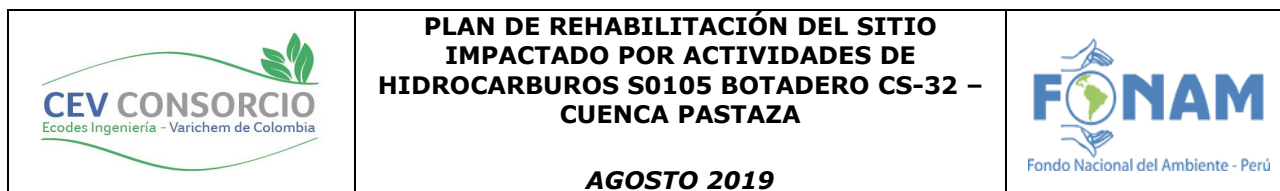
Fuente: Cubicación de cortes y relleno, método del área media, ministerio de transportes y comunicaciones, 2008.

A continuación, en la **Tabla 3-70** se presentan los resultados obtenidos para el cálculo de las áreas y volúmenes a intervenir:

Tabla 3-70. Estimación de Áreas y Volúmenes de Suelo a Intervenir

Polígono	Área a Intervenir (m ²)	Volumen Parcial (m ³)	Volumen Total (m ³)
Polígono N° 1	1982 m ²	3612 m ³	3612 m ³

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.



En la **Figura 3-48**, se muestra la representación gráfica de las áreas y volúmenes a intervenir en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

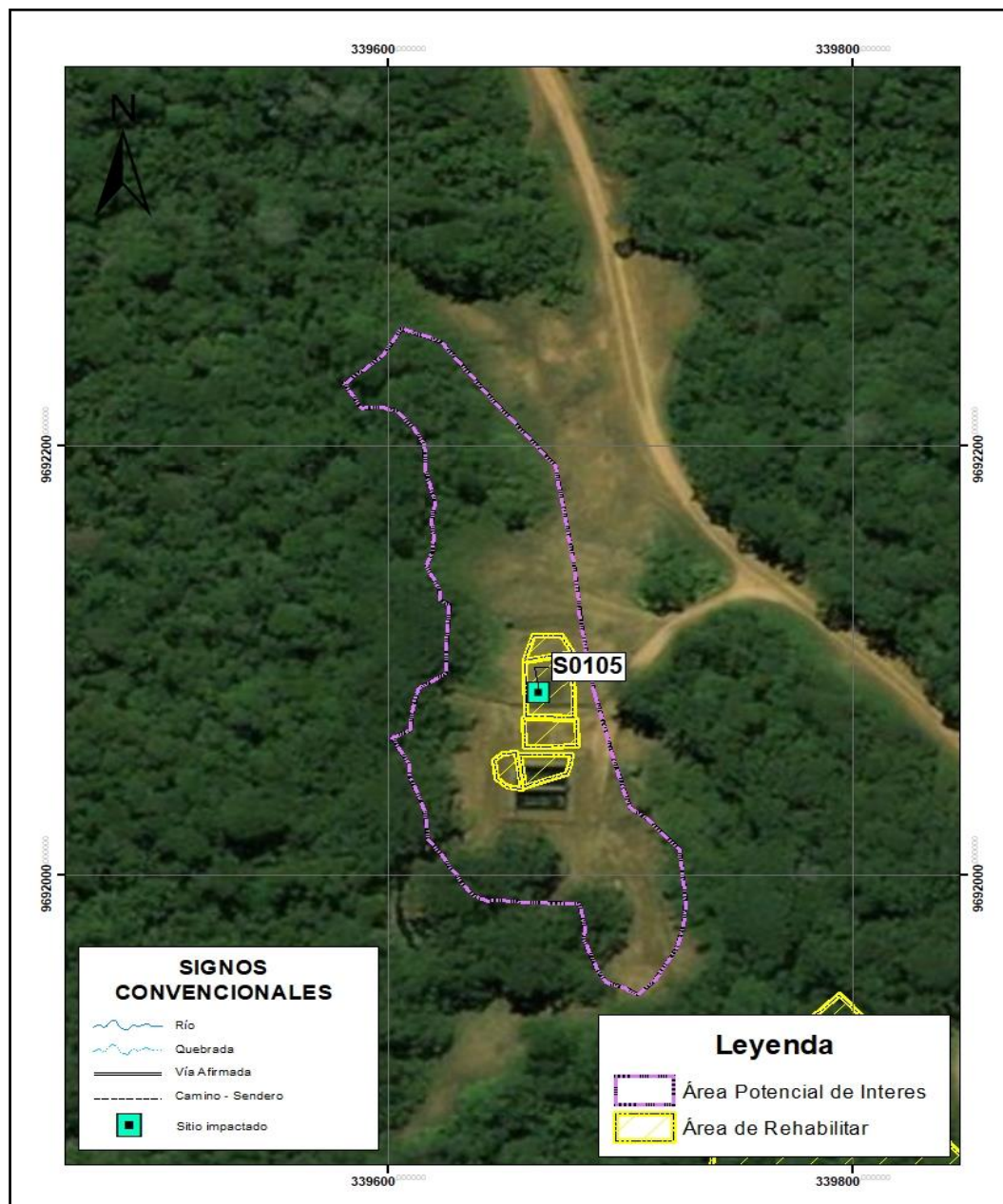


Figura 3-48. Estimación de Áreas y Volúmenes de Suelo a Intervenir
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los polígonos de suelo a intervenir se presentan en el **Anexo 6.3**.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.9. Desarrollo del Modelo Conceptual Inicial

Los informes elaborados por entidades del Estado (OEFA, MINAM) y la información recabada durante la visita preliminar realizada al Sitio S0105 (Botadero CS-32), son los dos pilares iniciales sobre los cuales se elaboró el modelo conceptual inicial.

Los resultados de laboratorio de las muestras tomadas en época húmeda y seca (menos húmeda), permitieron realizar ajustes y modificaciones definitivas al modelo conceptual inicialmente planteado.

3.9.1. Fuentes de los Contaminantes

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), las fuentes que están aportando al medio ambiente metales pesados son de diversa naturaleza y tipo. Los residuos industriales como piezas metálicas, repuestos de maquinaria, piezas electrónicas, vidrios, plásticos, etc., se han distribuido superficialmente y también han sido enterrados.

Los residuos se han dispuesto en celdas recubiertas con geomembrana, generando la deposición de metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), en concentraciones que superan el límite reglamentado en el D.S. N° 011-2017-MINAM; además. No se encontraron fracciones medianas y pesadas de hidrocarburos.

3.9.1.1. Focos Potenciales

Como resultado del inadecuado manejo y disposición de residuos industriales que han sido diseminados superficialmente y enterrados a profundidades de hasta 5,0 m, agentes contaminantes que contienen metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) la matriz de suelo ha sido afectada.

La difusión y dispersión de los agentes contaminantes, cuyas concentraciones superan los límites reglamentados en el ECA se ha dado a través de los sustratos de suelo contenidos dentro de las celdas.

Los focos potenciales que contribuyen a la dispersión de los contaminantes identificados son:

3.9.1.1.1. Suelo

En la parte central del Sitio S0105 (Botadero CS-32), se presenta la absorción y fijación de metales pesados como el Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en suelo, las fuentes de estos metales están confinadas en dos celdas de las siguientes dimensiones: A: 4 m x L:7 m x H: 3 m, en donde han sido enterrados los residuos.

3.9.1.1.2. Sedimentos

En el sitio impactado no hay cuerpos de agua en donde se pueda presentar la acumulación, dispersión y fijación de contaminantes en sedimentos.

3.9.1.1.3. Agua

En el sitio impactado no hay cuerpos de agua en donde se pueda presentar la dispersión y disolución de contaminantes.

3.9.1.2. Priorización y Validación

Para determinar la priorización y validación se hace referencia a la guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos MINAM 2014, en la **Tabla 3-71**, se describe según el anexo No. 3 elemento orientativo Número 4 que define:

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-71. Caracterización y ponderación de los Focos de contaminación

Nivel Evidencia	Descripción
Confirmado +++	El foco está probado en campo y su existencia se infiere de las actividades ejecutadas en el sitio impactado. Ejemplo: se pueden observar sedimentos con trazas de hidrocarburo y/o evidencia de presencia de residuos en el foco.
Probable ++	El foco sólo se menciona en el diagrama de flujo o plano, no hay indicios en el campo.
Posible +/-	El foco se cita a menudo, sin mención específica. Ejemplo: la existencia una posible fuente mencionada en la entrevista con la comunidad.
Sin Evidencias: (no Confirmado)	La evidencia es débil, sólo una mención o sugerencia

Fuente: Guía Para La Elaboración De Planes De Descontaminación De Suelos, MINAM, 2014.

De acuerdo a lo anterior se identificó un posible foco que puede resultar de la afectación de las fuentes primarias en la **Tabla 3-72:**

Tabla 3-72 Focos de Contaminación

Foco Potencial	*Sustancia de interés	Clasificación según evidencia
Suelo de las celdas de la parte central	Metales totales: As, Cd, Pb.	Confirmado

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

*Sustancias de Interés

As: Arsénico.

Br: Bario.

Pb: Plomo.

En la **Figura 3-49**, se identifica gráficamente la ubicación del foco potencial de contaminación de acuerdo a la tabla anterior.

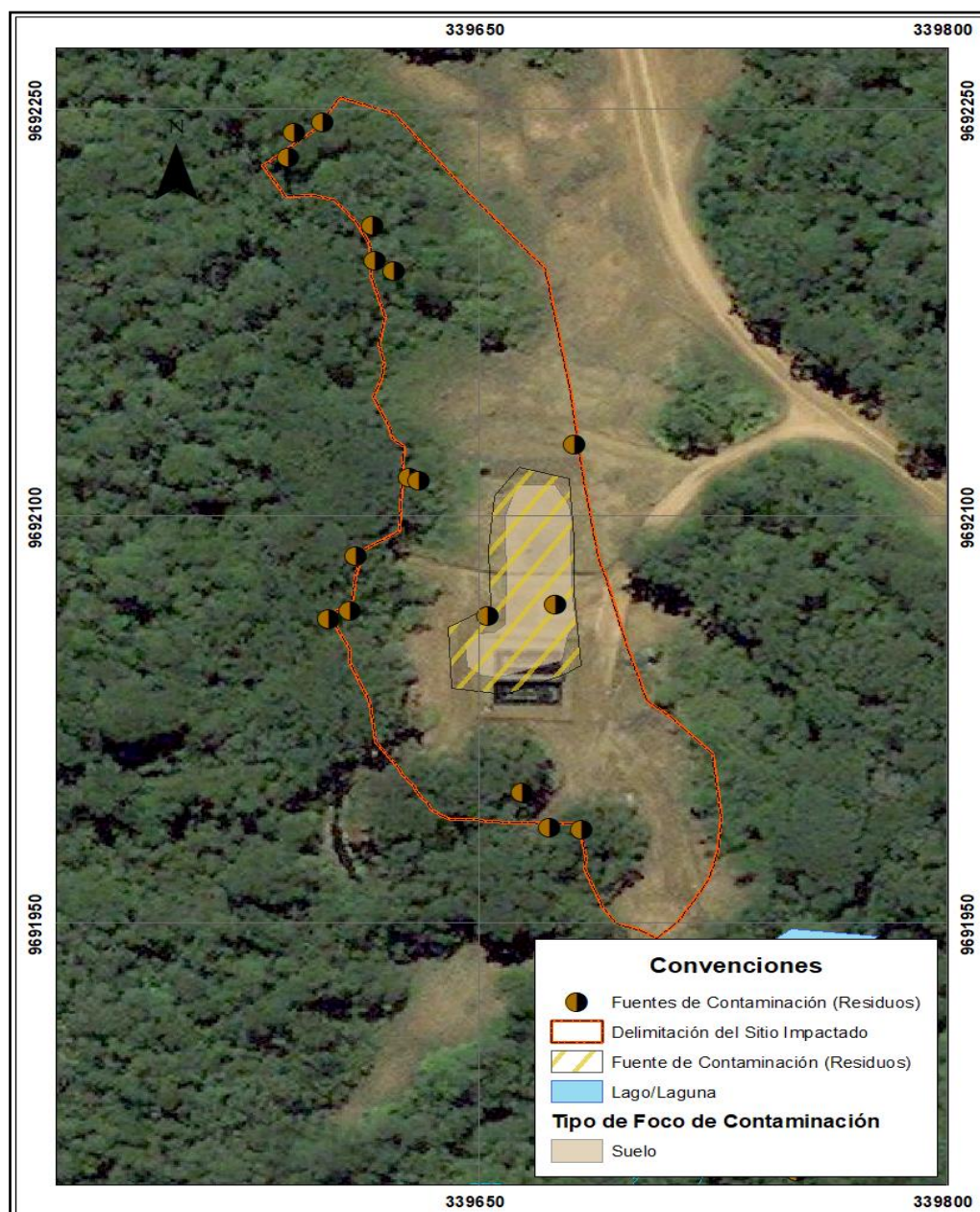


Figura 3-49. Mapa de Focos Potenciales de Contaminación
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.9.2. Potenciales Receptores de la Contaminación

Se identificaron tres tipos de receptores de la contaminación por acumulación de metales pesados en suelo. A continuación, se describen los receptores identificados:

Dentro del Sitio S0105 (Botadero CS-32), se identifican tres (3) tipos de receptores de la contaminación los cuales se describen a continuación:

3.9.2.1. Antrópicos

La concentración máxima en suelo de Arsénico (As) es de 1335 mg/kg, la concentración máxima de Cadmio (Cd) es igual a 15,8 mg/kg, y para el Plomo (Pb), la concentración máxima es igual a 6013

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

mg/kg; estos metales pesados fueron identificados en celdas recubiertas con geomembrana, la geomembrana progresivamente se está deteriorando.

Estos metales son bioacumulables y se pueden transmitir a través de la cadena alimenticia, el grado de biodisponibilidad depende de múltiples variables entre las cuales cabe citar el estado de oxidación del metal, las propiedades del suelo (pH, potencial Redox, humedad, tipo de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico), el tipo de complejos formados (organometálicos o compuestos metálicos), según la *U.S. Environmental Protection Agency*.

El potencial de exposición de las personas dependerá del tipo de especies vegetales que puedan acumular el metal pesado, de las especies faunísticas que puedan bioacumular el metal y de los hábitos alimenticios, para el caso del Sitio S0105 (Botadero CS-32), los metales pesados arriba referenciados se encontraron en celdas recubiertas con geomembrana, dentro de las cuales no crecen especies vegetales de gran envergadura, solo crecen pastizales y forrajes que no tiene uso de carácter doméstico.

3.9.2.2. Ambiental – Especies de Fauna

El riesgo ambiental derivado de la contaminación por metales pesados se relaciona directamente con la concentración, especiación y biodisponibilidad específica de cada metal, que determinan su reactividad, movilidad y su capacidad de ser absorbidos por las plantas y animales del entorno (McBride, 1994; Luo & Christie, 1998; Pueyo et al., 2007).

Los hábitos alimenticios de las especies animales influyen en el proceso de absorción de los metales pesados, el grado de absorción depende también del tipo de metal, de la especie animal y de la vía de exposición (*U.S. Environmental Protection Agency*).

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), no hay presencia de animales domésticos ni de cría para su consumo, no obstante, si existen evidencias de aves, reptiles, mamíferos y otros animales que potencialmente podrían verse expuestos a la contaminación.

3.9.2.3. Ambiental – Especies de Flora

Los metales tienden a acumularse en la superficie del suelo quedando accesibles al consumo de las raíces de los cultivos (Baird, 1999). Las plantas absorben en general más oligoelementos y la concentración de éstos en los tejidos vegetales está a menudo directamente relacionada con su abundancia en los suelos y especialmente en la solución húmeda (Kabata-Pendias & Pendias, 2001; Gulson et al., 1996). Lo anterior significa que la absorción de elementos por las plantas aumenta con el incremento de la concentración del metal en suelo.

En la parte central del Sitio S0105 (Botadero CS-32), no superan los límites de detección en la bioacumulación de metales por parte de los tejidos vegetales.

3.9.3. Potenciales Rutas y Vías de Exposición (Mecanismos de Transporte)

Se contemplan tres (3) mecanismos de transporte del contaminante, contenidos en tres (3) diferentes matrices ambientales; los cuales se observan en la **Tabla 3-73**.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-73. Mecanismos de Transporte

Mecanismo	Matriz Ambiental	Foco Potencial de Contaminación	Descripción
Migración de metales pesados	Suelo	Suelo con metales pesados (Ba, Pb)	Los metales pesados forman complejos iónicos con la materia orgánica y las arcillas. Los metales pesados son absorbidos por los poros del suelo. Las personas pueden tener contacto directo con el suelo en donde hay acumulación de metales pesados. Biomagnificación y biotransferencia de metales pesados. La migración de los metales pesados hacia los sustratos de suelo, está siendo limitada por la geomembrana que recubre a las celdas.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.9.4. Posible Migración de los Contaminantes de un Medio Físico a Otro

El grado de movilidad y la migración de los contaminantes de un medio físico a otro depende de sus propiedades fisicoquímicas, del tipo de enlaces químicos que este formando con otros compuestos, de factores medio ambientales, del grado de interacción entre el contaminante con las matrices de suelo, sedimento o agua.

A continuación, se presentan los factores que inciden en la migración de un medio físico a otro de los contaminantes identificados en el Sitio S0105 (Botadero CS-32):

3.9.4.1. Metales Pesados (Arsénico, Cadmio y Plomo) en Suelo:

Los metales identificados en suelo, son Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), se encuentran a profundidades superiores a 0,60 m, debido a que fueron enterrados en celdas distribuidas uniformemente en el área central de sitio impactado.

La mayor concentración de los metales pesados se encuentra en los sustratos que tienen contacto directo con las fuentes aportantes de metales, progresivamente se observa una reducción en su concentración en la medida que la profundidad incrementa debido a los sustratos de arcilla que se encuentra en la zona, lo que indica que no hay migración de los contaminantes a las aguas subterráneas y a las aguas superficiales ya que en el sitio no se encuentran cuerpos hídricos.

Los ensayos de TCLP indican que el Plomo está generando lixiviados en una concentración que no supera el límite reglamentado en el *Code of Federal Regulations of USA*, en la parte perimetral del sitio impactado.

3.9.5. Factores que Modifican el Efecto de los Contaminantes Sobre los Receptores

A continuación, en la **Tabla 3-74**, se describen los factores más relevantes que pueden atenuar o modificar el efecto de los contaminantes:

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 3-74. Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores

Factor	Efecto sobre los receptores	Descripción
Especiación de los metales pesados	Incremento o atenuación de la toxicidad	Especiación de los metales pesados: la toxicidad y movilidad de los metales pesados depende de la especiación química del metal pesado.
Biodisponibilidad de los metales pesados	Disponibilidad del metal para ser absorbido	Propiedades del suelo que inciden en la biodisponibilidad: pH, capacidad de intercambio catiónico, potencial Redox, contenido de materia orgánica en el suelo, tipo de arcilla, presencia de óxidos de Al, Fe y Mn.
Bioacumulación	Aumento del Efecto	Bioacumulación: Aumento de la concentración de una especie química en un organismo. Algunos metales pesados son acumulados por organismos, por lo tanto pueden encontrarse concentraciones muy altas de metales pesados en tejidos biológicos, aun cuando se hallen extremadamente diluidos en el medio.
Biomagnificación	Aumento del Efecto	Biomagnificación: aumento de la concentración de una especie química a lo largo de la cadena trófica. La Biomagnificación se presenta en todos los metales pesados como As, Ba, Cr Total, Cr VI, Hg, Pb e hidrocarburos aromáticos.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.9.6. Otros Factores Diferentes a los Contaminantes Evaluados

En el área de influencia directa del Sitio S0105 (Botadero CS-32), no se realizan labores industriales o comunitarias de relevancia que puedan alterar las condiciones existentes en la actualidad.

3.9.7. Resultados de Campo

En la **Tabla 3-75**, se presentan los resultados que sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental para el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 3-75. Resultados que Sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental en Suelo

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							50	1,4	70
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad		Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS		
		Inicial	Final	Este	Norte		Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Plomo (Pb)
S0105-S007-1.50	16/09/2018	1,0	1,5	0339672	9692047	Seca	314.7	4.9	1289
S0105-S007-2.50		2,5	2,8				307.4	4.7	1045
S0105-S008-2.00	16/09/2018	0,0	2,0	0339663	9692047	Seca	156.3	3	893
S0105-S008-3.00		2,0	3,0				152.9	2.7	682
S0105-S008-4.00		3,0	4,0				1335	15.8	6013
S0105-S014-0.40	04/05/2018	0,0	0,4	0339672	9692061	Húmeda	259.3	4.3	1130
S0105-S014-1.10		0,9	1,1				453.9	6.7	2200

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							50	1,4	70
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad		Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS		
		Inicial	Final	Este	Norte		Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Plomo (Pb)
S0105-S015-0.80	16/09/2018	0,00	0,8	339676	9692076	Seca	N.A.	N.A.	96

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

A continuación, en la **Tabla 3-76**, se muestra el modelo conceptual inicial del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Tabla 3-76. Resultados que Sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental en Suelo

Fuente de Contaminación	Foco de contaminación	Calificación de evidencia del Foco	Vías de Propagación	Vía de Exposición	Sustancias Relevantes	Receptores
Residuos enterrados en tres celdas en el Sitio S0105 (Botadero CS-32). Dimensiones de las celdas: A: 4 x L: 7 m x H. 3 m. Residuos dispersos superficialmente.	Suelo: Asociado al área impactada del Sitio S0105 (Botadero CS-32)	Confirmado + + +	Infiltración, Lixiviación, Dispersión, Absorción	Contacto directo (dérmico) e ingestión por cadena trófica.	Metales totales (As, Cd, Pb)	Humano: Personas que se dedican a la caza. Ecológico: Fauna. Fauna: Anfibios como: <i>Allobates cf. Trilineatus</i> (rana), <i>Pristimantis luscombei</i> (Sapo), <i>Boana punctata</i> (Rana). Mamíferos como: <i>Mazama cf. Nemorivaga</i> (Venado), <i>Pecari tajacu</i> (Sajino), <i>Leopardus sp.</i> (Tigrilo), <i>Dasyus novemcinctus</i> (Carachupa), <i>Cuniculus paca</i> (Majas). Aves como: <i>Patagioenas cayennensis</i> (Paloma), <i>Herpetotheres cachinnans</i> (Huankawi), <i>Chelidoptera tenebrosa</i> (Golondrina), <i>Pyrrhura melanura</i> (Loro)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

A continuación, en la **Figura 3-50**, se representa el modelo conceptual gráfico.

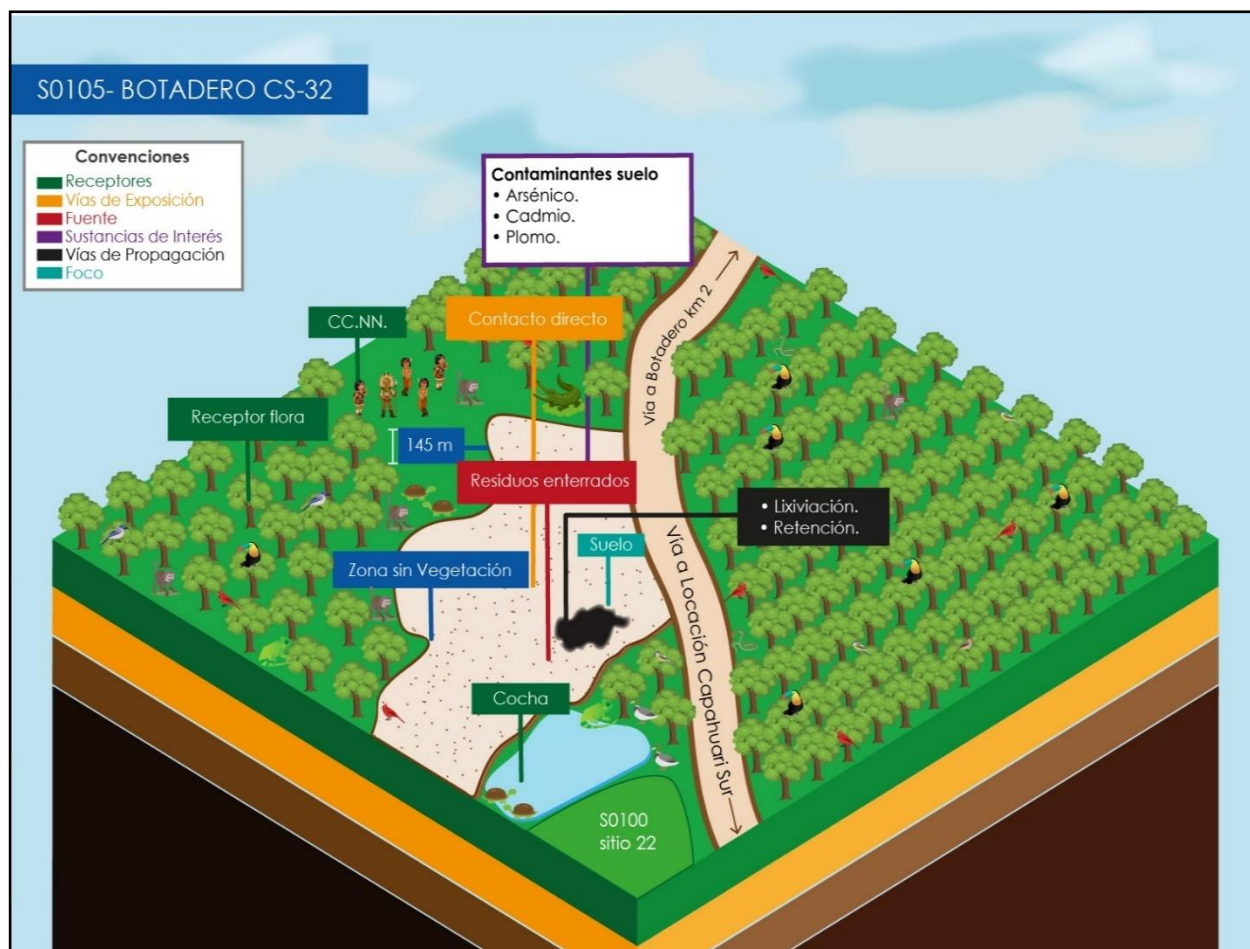


Figura 3-50. Representación Gráfica del Modelo Conceptual
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.10. Interpretación de los Resultados

En el **numeral 3.7**, se presenta la interpretación de los resultados de campo y laboratorio.

3.10.1. Determinación de los Contaminantes

• Suelo

Los contaminantes que superaron el límite reglamentado en el D.S N° 011-2017-MINAM, son los siguientes:

Arsénico (As).
Cadmio (Cd).
Plomo (Pb).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3.10.2. Aspectos que Contribuyen a la Degradación Ambiental

Considerando que para el Sitio S0105 (Botadero CS-32), los contaminantes de preocupación están relacionados con la presencia de metales pesados, se hace el enfoque a los aspectos ambientales que pueden contribuir a su degradación.

Los metales pesados como el Mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Arsénico (As), Cromo (Cr), Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) no pueden ser degradados o descompuestos fácilmente de forma natural o biológica ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos (Abollino, 2002). Su peligrosidad radica en su capacidad de bioacumularse.

La interacción de los metales pesados con el suelo es un proceso dinámico y complejo y puede dar lugar a lo siguiente:²⁵

- Formación de iones de metal libre y complejos metálicos solubles.
- Reacciones con los componentes inorgánicos del suelo.
- Formación de complejos con la materia orgánica del suelo.
- Precipitados como óxidos, hidróxidos y carbonatos.
- Intercambio catiónico: todos los suelos están constituidos por coloides con partículas negativas que interactúan con las cargas positivas de los metales pesados.
- Reacciones de precipitación y disolución: depende de la propiedad específica de cada metal.
- Complejación y quelación: involucra a un ión metálico en solución que está siendo rodeado por complejos orgánicos o inorgánicos.

La dinámica de estos procesos produce que el metal pesado se encuentre en cualquiera de sus formas de oxidación, pero no lo somete a procesos de biodegradación o descomposición, solamente cambia la valencia de su estado de oxidación y el tipo de ligandos.

El estado de oxidación si influye significativamente en la movilidad del contaminante, en algunos casos aumenta la solubilidad de los productos favoreciendo su migración de un medio a otro.

3.11. Base de Información en el Sistema Informático respectivo

Toda la información geoespacial relacionada con el sitio impactado se trabajó en el Software ArcGIS, desarrollado por ESRI. Se desarrolló una Geodatabase (GDB) a nivel conceptual, lógico y físico bajo una estructura estandarizada con los objetivos de capturar, recopilar, procesar y analizar toda la información asociada a cada ítem del plan de rehabilitación del sitio. En el **Anexo 6.14**, se puede consultar la información cartográfica del sitio dentro de la cual se podrá consultar la siguiente información:

- Cartografía base del sitio impactado.
- Condiciones ambientales del sitio impactado.
- Caracterización del sitio impactado.
- Muestreo de Campo.
- Resultados del Muestreo.
- Evaluación de Riesgos para la Salud de las Personas y el Ambiente-ERSA.
- Propuestas para las acciones de remediación y rehabilitación.

²⁵ Lassat 2001

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

4. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS Y/O RIESGOS PARA EL AMBIENTE Y LA SALUD DE LA PERSONA

4.1. Definición del Problema

Según la guía ERSA, la definición y formulación del problema se basa en la evaluación de la información contenida en el Estudio de Identificación, caracterización y de otros estudios disponibles. El planteamiento del problema define los objetivos y el alcance de la evaluación de riesgos. Para ello consideraremos los tres componentes del riesgo ambiental: contaminantes, receptores y exposición²⁶.

Los Contaminantes de Preocupación (CP) son aquellos elementos y/o compuestos químicos que cuentan con el potencial de generar efectos sobre la salud humana y/o al ambiente, siempre y cuando estos receptores entren en contacto con el sitio contaminado.

El Sitio S0105 (Botadero CS-32), está ubicado en el lote 192 (Ex lote 1AB), limita al suroeste con las comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir²⁷, la distancia entre Nuevo Andoas y el sitio impactado, por vía terrestre es de 7,7 km y entre la comunidad de Nuevo Porvenir y el sitio impactado es de 8 km; al sureste y separado por un aguajal se encuentra el Sitio S0100 (Sitio 22); hacia el este y noreste limita con la carretera que conduce a la Batería Capahuarí norte; hacia el oeste limita con una zona boscosa y anegable en algunos sectores.

4.1.1. Descripción de las Características Naturales del Sitio Impactado

El Sitio S0105 (Botadero CS-32) se localiza en la Llanura Amazónica del norte del Perú, el área de interés se ubica sobre un terreno plano, las cotas varían entre 200 y 243 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Geomorfológicamente el área del sitio impactado se caracteriza por ser una planicie con escasa vegetación en donde se construyeron cuatro celdas de las siguientes dimensiones: L:7,0 m. A:7,0 m. H: 3,0 m. En tres de las cuatro celdas hay residuos de diferente naturaleza, una celda está totalmente vacía.

Las celdas tienen un dique perimetral se seguridad y están recubiertas con geomembrana, la geomembrana, por efecto de las condiciones climáticas, por la acción de los productos enterrados y por el tiempo transcurrido progresivamente se están deteriorando.

El área perimetral a las celdas se caracteriza por la presencia de bosques secundarios de terraza baja con una composición florística heterogénea y una diversidad y riqueza faunística.

4.1.2. Origen de la Contaminación

En la **Tabla 4-1**, se presentan las coordenadas de las fuentes controladas en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

²⁶ Este ERSA considera los riesgos asociados única y exclusivamente al Sitio en mención. Los receptores humanos podrán estar expuestos a riesgos adicionales, derivados de otros sitios impactados dentro de su territorio.

²⁷ La distancia de la CCNN De Nuevo Andoas a la CCNN de Nuevo Porvenir es de 750 metros por medio de un sendero peatonal.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 4-1. Fuentes de Contaminación. Sitio S0105 (Botadero CS-32)

N°	Fuente	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
		Este	Norte
1	Celda impermeabilizada con geomembrana	339672	9692047
2	Celda impermeabilizada con geomembrana	339663	9692047
3	Celda impermeabilizada con geomembrana	339672	9692061

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.1.3. Identificación de los Contaminantes

4.1.3.1. Suelo

Los contaminantes de potencial preocupación que superan los estándares de referencia para la matriz de suelo, se describen a continuación en la **Tabla 4-2**.

Tabla 4-2. Contaminantes Identificados en Suelo. Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Matriz	Compuesto	Legislación Aplicable	Límite De Referencia [ppm]	Máxima Concentración Registrada [ppm]
Suelo	Arsénico	D.S. N° 011-2017-MINAM	50	1335
	Cadmio		1,4	15,8
	Plomo		700	6013

Fuente: Informe de ensayo 465316 de Laboratorio ALS, 2018.

4.1.3.2. Tejido Vegetal

Se emplearon las siguientes normas internacionales para interpretar los resultados de acumulación de compuestos inorgánicos en las muestras de tejido foliar:

Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión. Contenido Máximo de Determinados Contaminantes en los Productos Alimenticios: La comisión de las comunidades europeas, reglamenta el contenido de metales como el Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Estaño (Sn) inorgánico, Dioxinas y PCB's, en alimentos para controlar el riesgo relacionado con el consumo de alimentos, estableciendo contenidos máximos tan bajos como sea razonablemente posible (as low as reasonably achievable, ALARA).

Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos del Codex Alimentarius, CXS 193-1995 (última enmienda 2018): Esta Norma contiene reglamenta la concentración de contaminantes y toxinas presentes en los alimentos y piensos. Esta norma comprende únicamente niveles máximos de contaminantes y sustancias tóxicas naturales que se encuentran en los piensos en los casos en que el contaminante en los piensos puede ser transferido al alimento de origen animal y que pueden ser pertinentes para la salud pública.

Resolución N° 12/11 que aprueba el Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (2011): Esta resolución reglamenta el contenido de compuestos inorgánicos en cereales como trigo, arroz, hortalizas leguminosas, legumbres (semillas secas de las leguminosas) excepto soja, Setas (hongos) del género Agaricus, Pleurotus y Lentinula o Lentinus, Raíces y tubérculos, Frutas frescas, excluidas las bayas y frutas pequeñas.

El Estándar Nacional de la República China para seguridad de alimentos, establece límites para contaminantes metálicos, nitrito (NO₂-), benzo(a)pireno, N-nitrosodimetilamina, PCBs y 3-cloro-1,2-propanediol en productos alimenticios y/o en la parte comestible de los alimentos terminados.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Cabe señalar que las normas mencionadas son referenciales, debido a que en la normatividad nacional e internacional no se definen límites de concentración de compuestos inorgánicos para las especies vegetales propias del ecosistema de la Amazonía peruana, como por ejemplo *Ochroma sp.* (Topa), *Miconia sp.* (Melastomataceae), *Shefflera sp.* (Schefflera), *Inga sp.* (Guaba), *Vismia sp.* (Pichirina) y *Mauritia flexuosa* (Aguaje), las cuales fueron colectadas y son objeto de este estudio.

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32) se realizó el análisis foliar para las especies vegetales *Inga sp.* (Guaba), *Ochroma sp.* (Topa), *Cecropia sp.* (Cecropia).

Considerando que la *Inga sp.* (Guaba) es una especie utilizada por los comuneros como alimento y que la *Ochroma sp.* (Topa) tiene una importancia ecológica y la *Cecropia sp.* (Cecropia), es un alimento para la fauna, se analizarán e interpretarán los resultados relacionados con la *Inga sp.* (Guaba).

En la **Tabla 4-3** se presentan los resultados de las muestras foliares que se tomaron en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

La concentración de Arsénico (As) en vegetales es regulado por el CODEX y también por la resolución del MERCOSUR, siendo esta última la más restrictiva y por lo tanto la de mayor protección. El Cadmio (Cd) en vegetales es regulado tanto por el MERCOSUR como por el CODEX y el reglamento de la Unión Europea, siendo los dos últimos los más restrictivos. La concentración de Cromo (Cr) en vegetales es regulado por el estándar de la república China. El Plomo (Pb) en los vegetales es regulado tanto por la Unión Europea, el CODEX y el MERCOSUR, presentado el mismo valor en las tres regulaciones.

Tabla 4-3. Concentración de metales pesados en tejidos foliares

Fecha de Muestreo		27/08/2018	27/08/2018	27/08/2018	NORMATIVIDAD			
Identificación		S0105-FLO-HO-001 <i>Inga (Guaba)</i>	S0105-FLO-HO-001 <i>Cecropia</i>	S0105-FLO-HO-001 <i>Ochroma</i>	UE ¹ (2006)	CODEX ² (1995)	MERCOSUR ³ (2011)	ESTANDAR REP. CHINA ⁴ (2017)
Coordenadas	Este	339672	339672	339672				
Norte		9292061	9292061	9292061	Seca	Seca	Seca	
Época de Muestreo		Seca	Seca	Seca				
Parámetro	Unidad							
Arsénico (As)	mg/kg	2,5	3,1	1,2	N.A.	0,2	0,1	N.A.
Bario (Ba)	mg/kg	109,6	76,4	16,5	----	----	----	----
Cadmio (Cd)	mg/kg	< 0,02	< 0,02	0,05	0,1	0,1	0,2	N.A.
Cromo (Cr)	mg/kg	0,3	< 0,2	0,6	N.A.	N.A.	N.A.	0,5
Plomo (Pb)	mg/kg	0,95	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	N.A.

¹Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión. Contenido Máximo de Determinados Contaminantes en los Productos Alimenticios.

²Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos del Codex Alimentarius, CXS 193-1995 (última enmienda 2018).

³Resolución N° 12/11 que aprueba el Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (2011).

⁴Estándar Nacional de la Republica China para la Seguridad de Alimentos - Límites de Contaminantes en Alimentos, GB 2762-2017.

Fuente. Informe de ensayo 434179 de Laboratorio ALS, 2018.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Para determinar que metales han sido bioacumulados progresivamente por las plantas como resultado de procesos de absorción del metal que se encuentra en forma natural en el suelo, se analizó y correlacionó la concentración del Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb) en el punto de muestreo de suelo adyacente al punto de toma de la muestra de tejido foliar, con la concentración del metal en las muestras foliares.

Los resultados de este análisis permiten concluir lo siguiente:

La concentración de Arsénico en el punto de muestreo de suelo S0105-S014, a la profundidad de 0,40 m, es igual a 259 mg/kg, este punto es adyacente al sector en donde se tomaron las muestras de tejido foliar de la *Inga sp* (guaba). La concentración de Arsénico (As) en las hojas de la *Inga sp* (Guaba), es superior a 0,1 mg/kg, que es el límite reglamentario de MERCOSUR, por lo tanto, esta especie vegetal, está bioacumulando progresivamente el Arsénico (As) adicional que por factores antrópicos se encuentra en el suelo.

La concentración de Cadmio (Cd), en las muestras de tejido foliar de la *Inga sp* (guaba), es inferior al límite de detección.

La concentración de Cromo (Cr), en las muestras de tejido foliar de la *Inga sp* (guaba), es inferior al estándar de referencia de la Normatividad de la Republica China.

La concentración de Plomo (Pb), en el punto de muestreo de suelo S0105-S014, a la profundidad de 0,40 m, es igual a 1130 mg/kg, este punto es adyacente al sector en donde se tomaron las muestras de tejido foliar de la *Inga sp* (guaba). La concentración de Plomo (Pb), en los tejidos foliares de la especie vegetal *Inga sp* (guaba), es superior al estándar de referencia de la Normatividad de la Unión Europea, CODEX y MERCOSUR, por lo tanto, esta especie vegetal está bioacumulando progresivamente el Plomo (Pb), adicional que por factores antrópicos se encuentra en el suelo.

La Normatividad de la Unión Europea, MERCOSUR, el CODEX y Estándar Nacional de la Republica China para la Seguridad de Alimentos, reglamenta la concentración de metales en algunos productos alimenticios específicos.

En la Normatividad Nacional e Internacional no se han encontrado valores de referencia de metales para las especies vegetales como *Inga sp*. (Guaba).

En este estudio se realizarán los cálculos de riesgo humano por ingesta de vegetales para pobladores, determinando el riesgo cancerígeno y no-cancerígeno utilizando como valores referenciales indicado en estas Normas, en este caso para las muestras obtenidas de la especie *Inga*, debido a bioacumulación de Arsénico (As) y Plomo (Pb) por factores antrópicos.

4.2. Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual Inicial

4.2.1. Determinación de los Contaminantes de Preocupación (CP)

Para la selección y determinación de los Contaminantes de Preocupación (CP) que serán evaluados, se aplicará el siguiente procedimiento establecido en la Guía ERSa:

- Comparar las concentraciones máximas de contaminantes en el suelo con los niveles de fondo y desestimar aquellos contaminantes cuya concentración en el suelo es menor o igual a los estándares de referencia.
- Comparar las concentraciones de contaminantes presentes en las matrices afectadas (agua superficial, suelo y sedimentos) con los límites de referencia establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA); para los parámetros que no están regulados en la Normatividad Nacional, comparar la concentración con valores límites de referencia internacionales (VLR). En

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

caso que no fuesen regulados incluso a nivel internacional, aplicar los Valores de Evaluación de Medios Ambientales (VEMA).

- Calcular el “Límite Superior del Intervalo de Confianza Unilateral del 95% de la media aritmética” o valor UCL95, para aplicar en los cálculos de exposición. Para realizar el cálculo del UCL95, se deben tener como mínimo 10 muestras, de lo contrario se empleará la mayor concentración por punto (principio precautorio). La interpretación de este cálculo indica que, si el valor UCL95 es menor que el ECA, VLR o VEMA, se tendrá 95% de confianza que el valor promedio de las concentraciones de exposición de los CP es menor que el ECA, VLR o VEMA y no representará un riesgo para los receptores.
- Emplear los valores de UCL95 calculados, como dato base para las ecuaciones de cálculo de dosis de exposición y riesgo cancerígeno y no cancerígeno que se presentan más adelante.
- Para el presente caso, el set de datos a analizar no cumplió con el criterio de normalidad de medias luego de la prueba de Shapiro-Wilk (W) ni de distribución log-normal ($Y = \ln(X)$). Por ello, y dado el reducido número de datos y su elevada varianza, se aplicó la Prueba de Desigualdad No-Paramétrica de Chebyshev ($\alpha = 0.01$) para el cálculo del UCL95.

A continuación, se muestran los contaminantes de preocupación (CP) por matriz evaluada:

4.2.1.1. Matriz de Suelo

Se encontraron cinco contaminantes que superaron el ECA para suelo de uso agrícola.

Los contaminantes de potencial preocupación identificados son: fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), Arsénico (Ba), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb).

No fue necesario calcular valores VEMA debido a que todos los contaminantes están regulados por el ECA.

En la **Tabla 4-4**, se presentan los estándares de calidad ambiental para suelos de uso agrícola, el valor UCL95, la máxima concentración registrada en campo, la concentración de los compuestos orgánicos e inorgánicos determinada en las muestras Nivel de fondo, que fueron tomadas en zonas ubicadas fuera del área de potencial interés en donde no se han realizado actividades de origen antropogénico y la caracterización de las muestras Nivel de fondo determinada por OEFA, en tres asociaciones de suelo del Departamento de Loreto.

Tabla 4-4. Contaminantes de Preocupación para la Matriz de Suelo con Valores de Referencia

Contaminantes de preocupación	ECA	UCL95	Máxima Concentración Registrada	Nivel de Fondo S0105-NF1	Nivel de Fondo S0104-NF1	Nivel de Fondo S0106-NF1	Gleysol - Histosoil fibroso (Gld-HSf)*	Fluvisol eútrico - Gleysol eútrico (Fle-Gle)*	Cambisol - dístico - Acrisol hápico (CMd-ACH)*
	(mg/kg)			(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Arsénico (As)	50 ¹	418,872	1335	<3,5	<3,5	<3,5	1,59	8,567	0,911
Cadmio Cd	1,4 ¹	3,078	15,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,232	0,268	0,0815
Plomo (Pb)	70 ¹	1882,749	6013	17	23	<2,5	11,44	13,58	7,71

¹MINAM, 2017. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelos de uso agrícola.

*Informe de Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto, 2015.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Se clasificaron como contaminantes de preocupación a los metales pesados Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), debido a que los valores UCL95 para estos compuestos son superiores a los estándares de referencia reglamentados en el ECA.

4.2.1.2. Matriz de Sedimentos

No se realizó la caracterización de sedimentos porque no existen cuerpos de agua, como ríos, quebradas, arroyos y cochas dentro del área de potencial interés del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

4.2.1.3. Matriz de Agua Superficial

No se realizó la caracterización de agua superficial porque no existen cuerpos de agua, como ríos, quebradas, arroyos y cochas dentro del área de potencial interés del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

4.2.1.4. Matriz de Agua Subterránea

En el Sitio S0100 (Sitio 22) se realizó un pozo exploratorio y en el Sitio S0105 (Botadero CS-32) se construyeron dos pozos para triangular el área, el pozo desarrollado en el Sitio S0100 (Sitio 22), alcanzó una profundidad de 14,40 m, se identificaron secuencias continuas de suelo ligeramente compactas y disturbadas, mezcladas con suelo transportado desde zonas aledañas. A la profundidad de 14,40 m, no se presentó el afloramiento de aguas del nivel freático.

Los dos pozos construidos en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), alcanzaron una profundidad de 5,50 m y 10,0 m. Se identificaron secuencias continuas y compactas de arcillas que evitan la migración hacia los sustratos inferiores y/o hacia los acuíferos de los contaminantes de preocupación. A las profundidades referenciadas no se identificaron acuíferos.

4.2.1.5. Tejidos Vegetales

Para determinar la concentración de metales en especies vegetales, se realizó el análisis en laboratorio de tejidos foliares de plantas que crecen en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), se tomaron muestras de tejido foliar en la *Inga sp.* (Guaba), especie utilizada por los comuneros como alimento, en la *Ochroma sp.* (Topa), especie vegetal que tiene una importancia ecológica y en la *Cecropia sp.* (Cecropia), la cual es un alimento para la fauna, se analizarán e interpretarán los resultados relacionados con la *Inga sp.* (Guaba) por ser la especie que consumen las comunidades nativas.

Se encontraron en los tejidos foliares de *Inga* (Guaba), Arsénico (As) y Plomo (Pb), en concentraciones que sobrepasan los valores límites máximos permisibles (LMP) de la UE, CODEX y MERCOSUR.

En la **Tabla 4-5**, se muestran los Contaminantes de Preocupación para tejido vegetal.

Tabla 4-5 Contaminantes de preocupación en tejidos vegetales

Género	Contaminantes de preocupación	LMP (mg/kg)	Máx. Concentración (mg/kg)
<i>Inga</i> (Guaba)	As	0,1 ^{2,3}	2,5
	Pb	0,1 ^{1,2,3}	0,95

¹Reglamento (CE) N° 1831/2006 de la Comisión. Contenido Máximo de Determinados Contaminantes en los Productos Alimenticios.

²Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos del Codex Alimentarius, CXS 193-1995 (última enmienda 2018).

³Resolución N° 12/11 que aprueba el Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (2011).

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Para los cálculos de dosis de exposición y riesgo cancerígeno y no-cancerígeno se utilizarán las máximas concentraciones por cada CP del género *Inga* (Guaba).

4.2.1.6. Tejidos Animales

No se tomaron muestras de tejidos animales (peces) porque no existen cuerpos de agua, como ríos, quebradas, arroyos y cochas dentro del área de potencial interés.

4.2.2. Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual Inicial

Considerando el modelo conceptual inicial presentando en la Caracterización del Sitio Impactado, se describe a continuación la naturaleza de las fuentes, los focos y los receptores del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

4.2.2.1. Fuentes

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), las fuentes que están aportando al medio ambiente metales pesados de diversa naturaleza y tipo. Los residuos industriales como piezas metálicas, repuestos de vehículos, vidrios, lubricantes, etc., se dispusieron en celdas protegidas con geomembrana, principalmente en la zona central, a una profundidad que oscila entre 0,5 y 3,0 m. Los residuos que se han enterrado están generando la deposición de metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), en concentraciones que superan el límite reglamentado en el D.S. N° 011-2017-MINAM. (Ver **Fotografía 4-1**).



Fotografía 4-1. Excavaciones en celda de residuos por medio de máquina excavadora

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.2.2.2. Focos

4.2.2.2.1. Suelo

Se ha presentado la absorción y fijación de metales pesados en suelo, los resultados analíticos indican que en el área impactada hay concentraciones de Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) que superan el límite establecido en el ECA para suelo de uso agrícola. El suelo se constituye en un foco que puede propiciar la fijación y bioacumulación de metales pesados. (Ver **Fotografía 4-2** y **Fotografía 4-3**).



Fotografía 4-2. Focos de Suelo Excavaciones manuales

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.



Fotografía 4-3. Focos de Suelo Excavaciones con máquina excavadora

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.2.2.3. Receptores identificados

4.2.2.3.1. Antrópicos

- **Receptores Potenciales Primarios:** Son aquellos receptores antrópicos que por la naturaleza de sus actividades pueden estar expuestos a la acción directa de los contaminantes de preocupación identificados en el área de interés. A este tipo de receptores pertenecen los siguientes grupos de personas:
 - **Cazadores:** Adultos y niños Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, quienes realizan actividades de caza dentro del área de la zona impactada. Según la información de carácter social que se levantó en campo, esta actividad la desarrollan con una periodicidad de uno a tres días a la semana.
- **Receptores Potenciales Secundarios:** Son aquellos receptores antrópicos que no están expuestos a la acción directa de los contaminantes de preocupación, sino que, a través de la

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

cadena trófica, especialmente a través del consumo de especies vegetales, pueden verse afectados por la ingesta de sustancias bioacumuladas en los alimentos. La comunidad Nativa de Nuevo Andoas está ubicada a 7,5 km y la comunidad Nativa de Nuevo Porvenir está ubicada a 8,0 km, por vía terrestre del área impactada, parte de su dieta alimenticia está asociada a los productos de recolección que provienen de este sitio.

Estos potenciales receptores estarán expuestos a los CP de cada matriz identificada, principalmente, por dos vías de exposición: ingesta (directa o indirecta por cadena trófica) y contacto dérmico (directo).

No se ha considerado la vía de exposición por inhalación de vapores orgánicos debido a que los resultados analíticos de laboratorio indican que en el área impactada no hay compuestos orgánicos volátiles. Los COV's debido a su elevada presión de vapor bajo condiciones normales (T:20 °C. P:1 Atm) de temperatura y presión se volatilizan.

Tampoco se ha considerado la acción mecánica de los vientos, debido a que el área impactada, donde se concentran los contaminantes, tiene cobertura vegetal, por lo tanto, se desestima la inhalación de material particulado. Así mismo se ha desestimado esta vía de exposición por la posible trituración de materiales y movimiento de suelos, debido a que estos procesos no se desarrollan en el área.

4.2.2.3.2. Fauna

Entre las potenciales especies receptoras están los mamíferos como *Mazama cf. Nemorivaga* (Venado), *Pecari tajacu* (Sajino), *Leopardus sp.* (Tigrillo), *Dasypus novemcinctus* (Carachupa), *Sylvilagus brasiliensis* (Conejo), *Leontocebus lagonotus* (Pichico), *Hylaeamys laticeps* (Sachacui), *Cuniculus paca* (Majas); anfibios como *Allobates cf. Trilineatus* (Rana), *Pristimantis luscombei* (Sapo); aves como *Leptotila rufaxilla* (Paloma), *Herpetotheres cachinnans* (Huankawi), *Ammodramus aurifrons* (Arrocero), *Euphonia laniirostris* (Tangara), *Cacicus cela* (Paucar), *Machaeropterus regulus* (Saltarín)

Los hábitos alimenticios de las especies animales influyen en el proceso de absorción de los metales pesados, el grado de absorción depende también del tipo de metal, de la especie animal y de la vía de exposición (U.S. Environmental Protection Agency).

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), gran parte de los residuos están enterrados en tres celdas a profundidades que oscilan entre 0,30 y 3,0 m, por lo tanto, las especies faunísticas con una muy baja probabilidad entrarán en contacto directo con los contaminantes de potencial de preocupación.

4.2.2.3.3. Flora

Los metales tienden a acumularse en la superficie del suelo quedando accesibles al consumo de las raíces de los cultivos (Baird, 1999). Las plantas absorben en general más oligoelementos y la concentración de éstos en los tejidos vegetales está a menudo directamente relacionada con su abundancia en los suelos y especialmente en la solución húmeda (Kabata-Pendias & Pendias, 2001; Gulson et al., 1996). Lo anterior significa que la absorción de elementos por las plantas aumenta con el incremento de la concentración del metal en suelo. Los receptores bióticos de flora, son todas aquellas especies de vegetación que crecen en el área impactada, en el sector de las celdas solamente crece pasto y fallojes.

En los tejidos foliares de especies vegetales que son de consumo como *Inga sp.* (Guaba), se encontró Arsénico (As) y Plomo (Pb), en concentraciones que superan estándares de referencia reglamentados por CODEX-1995 y MERCOSUR-2011, cabe mencionar que la acumulación del Arsénico (As) y del Plomo (Pb) en los tejidos foliares se debe fundamentalmente a la absorción de estos metales, que por factores antrópicos se encuentran en el suelo.

A continuación, en la **Figura 4-1** se presenta el modelo conceptual del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Fuentes

Focos

Mecanismos de Transporte

Rutas de exposición

Receptores Potenciales Primarios

Receptores Potenciales Secundarios

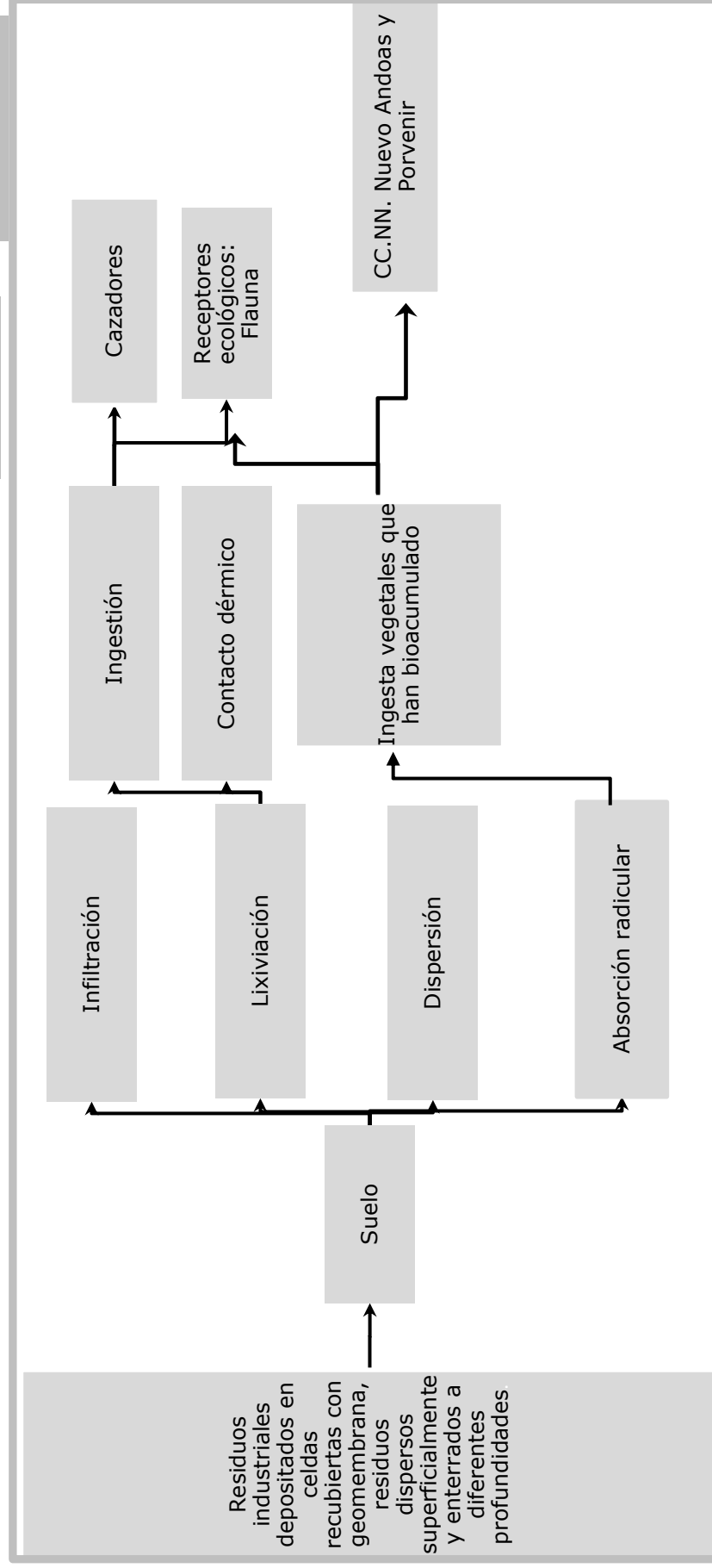


Figura 4-1. Modelo Conceptual Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

A continuación, en la **Figura 4-2**, se representa el modelo conceptual gráfico.

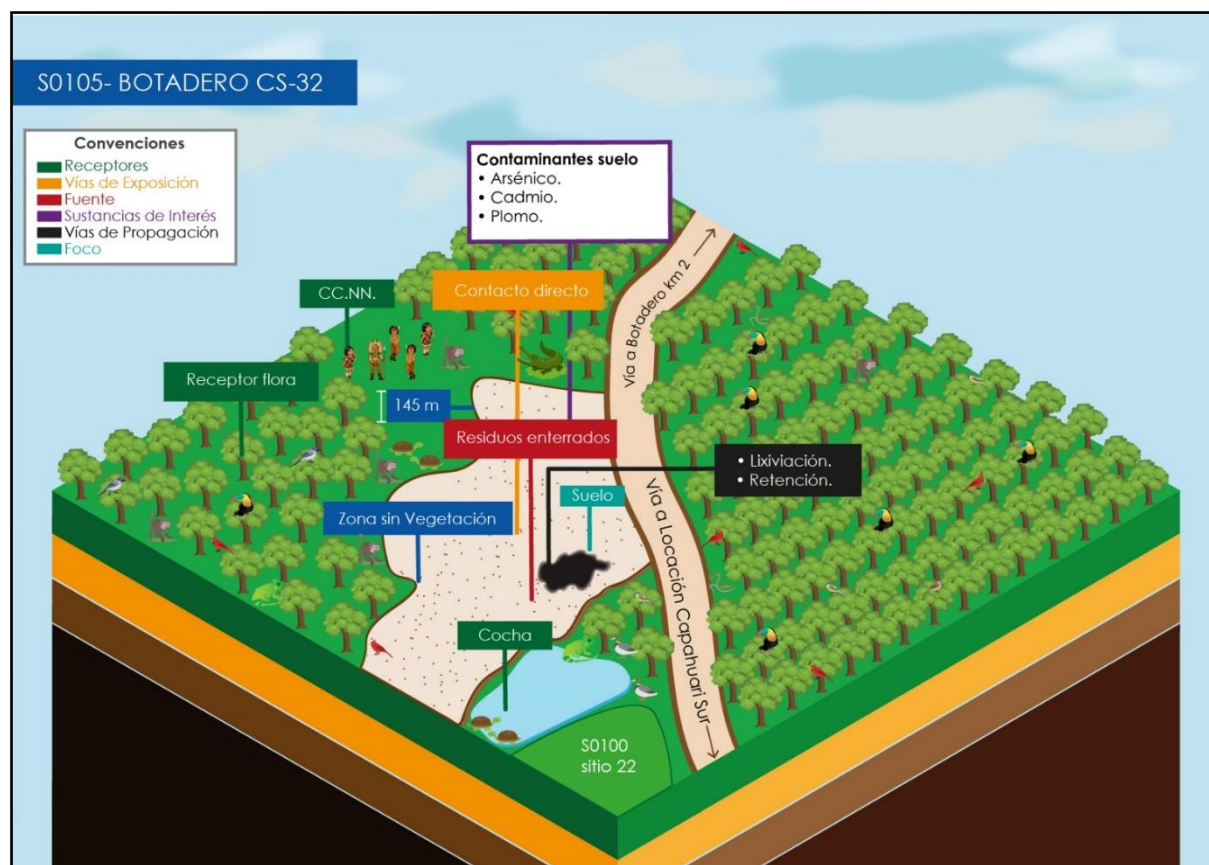


Figura 4-2. Representación Gráfica del Modelo Conceptual Sitio S0105 (Botadero CS-32)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 4-6**, se presenta el resumen de los peligros identificados a través del modelo conceptual, por matriz de contaminación, teniendo en cuenta el cálculo del UCL95 y/o la concentración máxima que determina los contaminantes de preocupación.

Tabla 4-6. Resumen de los Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual (MC)

Matriz de contaminación	Vía de Exposición	Contaminantes de preocupación	Receptores
Suelo	Ingesta (directa o indirecta por cadena trófica)	As, Cd y Pb	Humano: Miembros de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir que se dedican a la caza en el sector y pobladores de la comunidad nativa que consumen los alimentos proporcionados por los cazadores.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Matriz de contaminación	Vía de Exposición	Contaminantes de preocupación	Receptores
			Ecológico: Especies que forrajejan, mamíferos como <i>Mazama cf. Nemorivaga</i> (Venado), <i>Pecari tajacu</i> (Sajino), <i>Leopardus sp.</i> (Tigrillo), <i>Dasypus novemcinctus</i> (Carachupa), <i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Conejo), <i>Leontocebus lagonotus</i> (Pichico), <i>Hylaeamys laticeps</i> (Sachacui), <i>Cuniculus paca</i> (Majas); anfibios como <i>Allobates cf. Trilineatus</i> (Rana), <i>Pristimantis luscombei</i> (Sapo); aves como <i>Leptotila rufaxilla</i> (Paloma), <i>Herpetotheres cachinnans</i> (Huankawi), <i>Ammodramus aurifrons</i> (Arrocero), <i>Euphonia lanirostris</i> (Tangara), <i>Cacicus cela</i> (Paucar), <i>Machaeropterus regulus</i> (Saltarín) Especies vegetales como <i>Ochroma sp</i> (Topa), <i>Cecropia sp.</i> (Cecropia) e <i>Inga sp.</i> (Guaba), etc.
	Contacto dérmico		Humano: Miembros de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, que se dedican a la caza y que transitan por el área. Ecológico: Especies de fauna (mamíferos, anfibios, reptiles, roedores) que tienen su habitat en el área impactada.
	Ingesta de Especies vegetales: <i>Inga sp.</i> (Guaba)	As, Pb.	Humano: Miembros de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, que consumen especies vegetales en las que se ha identificado bioacumulación de metales pesados, recolectados por los cazadores. Ecológico: Animales que incorporan en su dieta hojas y frutos.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.3. Evaluación de la Toxicidad de los CP

Es un procedimiento que permite medir la toxicidad de los contaminantes a los cuales un receptor está o puede estar expuesto en el sitio de estudio. Para ello, se elabora un perfil toxicológico de los Compuestos de Preocupación mediante la selección de valores de referencia de los parámetros de toxicidad, y la evaluación de la confiabilidad (calidad) de esta información.

A continuación, se detalla la información necesaria para determinar la toxicidad para seres humanos y receptores ecológicos.

4.3.1. Toxicidad para los Seres Humanos

La evaluación de toxicidad para seres humanos debe considerar:

- El tipo de efectos adversos a la salud humana asociado a los elementos o sustancias de interés.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- La relación entre la magnitud de la exposición y los efectos adversos y la incertidumbre asociada a cada químico en particular, como pudiera ser el peso de evidencia de una sustancia cancerígena.

Lo anterior se resume en un perfil toxicológico para cada contaminante de preocupación, el cual da cuenta de las referencias de toxicidad disponibles para elementos o sustancias químicas no cancerígenas las llamadas Dosis de Referencia por ingestión (DdR_{ING}) y contacto dermal (DdR_{DER}), separadamente de los cancerígenos utilizando el Factor de Pendiente de Cáncer (FPC).

Para calcular las estimaciones de riesgo en el escenario humano se utilizó información referencial respecto a la toxicidad a través de diversas bases de datos. Las que se usaron en el presente ERSA se encuentran en:

- USEPA 2004. Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment.
- ATSDR 1998. Toxicological Profile For Total Petroleum Hydrocarbons (TPH).
- Nordberg et al. 2005. Handbook on the Toxicology of Metals.
- European Chemicals Agency (ECHA) 2018. Safety Assessment of Zinc Salts as Used in Cosmetics. <https://www.cir-safety.org/sites/default/files/zincst122017TR.pdf>
- RAIS 2018. The Risk Assessment Information System. Tennessee. <https://rais.ornl.gov/>
- Soil Remediation Standards - ingestion-dermal exposure pathway, basis and background June, 2008.

A continuación, se presenta los niveles y parámetros de toxicidad de los CP identificados:

4.3.1.1. Arsénico (As)

Se realizó el muestreo de Arsénico (As) en dieciséis (16) puntos de muestreo y se realizó su análisis en cuarenta y dos (42) muestras de suelo.

En los siguientes puntos de muestreo, la concentración de Plomo (Pb), es superior al estándar de referencia del ECA para suelos de uso agrícola

En el punto de muestreo S0105-S007, a la profundidad de 1,50 y 2,50 m, la concentración de Arsénico, es igual a 1289 mg/kg y 1234 mg/kg, respectivamente.

En el punto de muestreo S0105-S008 a la profundidad de 2,0 m, la concentración de Arsénico es igual a 156,3 mg/kg, a la profundidad de 3,0 m, la concentración es igual a 152,9 mg/kg y a 4,0 m, de profundidad la concentración de Arsénico se incrementa significativamente y es equivalente a 1335 mg/kg.

En el punto de muestreo S0105-S014, la concentración de Arsénico es igual a 259 mg/kg a la profundidad de 0,40 m, a la profundidad de 1,10 m, la concentración es igual a 453,9 mg/kg.

Además, se encontró presencia de As (total) en los tejidos de los géneros *Cecropia*, *Inga* y *Ochroma*, en concentraciones que superan el LMP de ingesta permitida para humanos según la Normatividad del CODEX y MERCOSUR.

En cuanto a los efectos sistémicos, que podrían generarse en el hombre, se encontró que la dosis letal 50 (LD50), ya sea por vía digestiva (ingestión), respiratoria (inhalación) y cutánea (dermal) para As inorgánico, fue 10-15 mg/kg (As⁺³) y 250 mg/kg (As⁺⁵) (MINSAL, 2014).

En este ERSA, se considerará un DdR oral y dérmico de 0.0003 mg/kg-día para suelos (Nordberg et al., 2005). Este valor se encuentra en la **Tabla 4-15**, donde se indica su respectiva vía de exposición.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

4.3.1.2. Cadmio (Cd)

En el punto de muestreo S0105-S007 a la profundidad de 1,50 m, la concentración de Cadmio (Cd) es igual a 314,7 mg/kg, a la profundidad de 2,50 m, su concentración es igual a 307,4 mg/kg. Este punto está ubicado en una celda recubierta con geomembrana.

En el punto de muestreo S0105-S008 a la profundidad de 2,0 m, la concentración de Cadmio (Cd) es igual a 4,9 mg/kg, a la profundidad de 3,0 m, la concentración es igual a 4,7 mg/kg y a 4,0 m, de profundidad la concentración de Cadmio se incrementa significativamente y es equivalente a 15,8 mg/kg. Esta celda contiene residuos industriales de diferente naturaleza, está ubicada en la parte central del sitio impactado, en este punto se encontró Cadmio, Arsénico y Plomo en concentraciones que superan al límite ECA para suelos de uso agrícola.

En el punto de muestreo S0105-S014, la concentración de Cadmio (Cd) es igual a 4,3 mg/kg, a la profundidad de 0,40 m, a la profundidad de 1,10 m, la concentración es igual a 6,7 mg/kg.

En este ERSA, se considerará un DdR oral y dérmico de 0,001mg/kg-día para alimento y 0,0004 mg/kg-día para agua (ASTDR, 2007). En la Tabla 4 27 se encuentran las DdR oral y dérmico para Cd (total) que se utilizarán en el presente ERSA, indicando la respectiva vía de exposición.

En este ERSA, se considerará un DdR oral y dérmico de 0.0003 mg/kg-día para suelos (Nordberg et al., 2005). Este valor se encuentra en la **Tabla 4-15**, donde se indica su respectiva vía de exposición.

4.3.1.3. Plomo (Pb)

Se realizó el muestreo de Plomo (Pb) en dieciséis (16) puntos de muestreo y se realizó el análisis de Plomo en cuarenta y dos (42) muestras de suelo.

En el punto de muestreo S0105-S007, la concentración de Plomo supera al límite establecido en el ECA para suelo de uso agrícola (70 mg/kg), en este punto a la profundidad de 1,5 m, la concentración de Plomo es igual a 1289 ppm, a la profundidad de 2,80 m, la concentración de Plomo es igual a 1045 mg/kg.

En el punto de muestreo S0105-S008, a la profundidad de 2,0 m, la concentración de Plomo es igual a 893 mg/kg, a la profundidad de 3,0 m, la concentración de Plomo es igual a 682 mg/kg y supera al ECA en 9,7 veces, a la profundidad de 4,0 m, la concentración se incrementa significativamente y es igual a 6013 mg/kg.

En el punto de muestreo S0105-S014, a la profundidad de 0,40 m, la concentración de Plomo es igual a 1130 mg/kg, a la profundidad de 1,10 m, la concentración de Plomo es igual a 2200 mg/kg, estas concentraciones superan el estándar de referencia del ECA para suelo de uso agrícola. En este punto se encontró también Arsénico y Cadmio en concentraciones que superan el límite ECA.

Además, se identificó presencia de Plomo Pb en los tejidos foliares de la *Inga*, que sobrepasaron el LMP de ingesta permitida para humanos (0,1 mg/kg) (CODEX, 2017).

Cuando el Plomo (Pb) es liberado en el ambiente tiende a acumularse en suelos y debido a su baja solubilidad, permanece accesible para introducirse en la cadena alimenticia.

En cuanto a las dosis o concentraciones de referencia oral y dérmica, la EPA no ha desarrollado una CdR para el Plomo (Pb). Además, menciona que sería inapropiado desarrollar una DdR para inorgánicos de Plomo (Pb9 (y compuestos de Pb) porque algunos de los efectos a la salud asociados con su exposición ocurren en niveles muy bajos en la sangre (IRIS, 2005; ASTDR, 2007). No obstante, en la literatura se encontró un valor de riesgo máximo permisible (*MPR, maximun permissible risk*) de 3,6 µg/kg-día de Pb (Vermeire et al., 1991), derivado de una recomendación de la FAO/WHO (1987) para una ingesta de 25 µg/kg-semana de Plomo (Pb), considerada tolerable

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

(RIVM, 2001). No obstante, la FDA ha disminuido el nivel máximo de consumo diario a la mitad (FDA, 2018). En la Tabla 4-15, se encuentran las DdR oral y dérmica que se usarán en este ERSA con su respectiva vía de exposición.

En la **Tabla 4-15**, se encuentran las DdR oral y dérmica del Plomo (Pb) que se utilizará en el presente ERSA con su respectiva vía de exposición.

4.3.2. Toxicidad para Receptores Ecológicos

Permite medir la toxicidad de los CP identificados en el sitio de estudio, a los cuales los receptores ecológicos (flora y fauna) están o pueden estar expuestos. Para ello, se comparan las concentraciones encontradas de estos CP con valores de toxicidad de referencia extraídos de fuentes bibliográficas internacionales. En el caso de este ERSA, se utilizó la base de datos ECOTOX, de la Agencia de Protección de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA) en su página web <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>.

Se justifica el uso de información de referencia internacional cuando la información disponible sobre efectos ecotoxicológicos de contaminantes en especies de flora y fauna nacional es escasa, como en el caso de este ERSA.

Para la determinación del riesgo ecológico, se requiere tener los valores máximos de la Concentración efectiva no observable (NOEC) y la Concentración efectiva media (EC₅₀) de las distintas especies terrestres y acuáticas expuestas a las sustancias de interés, en este caso de los contaminantes de preocupación.

En el caso del Sitio S0101 (Ushpayacu) se han identificado como potenciales especies receptoras de fauna a algunos anfibios y reptiles, como *Ameiva ameiva* (lagartija) y *Kentropyx pelviceps* (iguana), y algunas aves que se alimentan de plantas y que podrían recibir contaminantes por biotransferencia, como *Anhima cornuta* (camungo) y *Ortalis guttata* (manacaraco), mamíferos como *Tapirus terrestres* (sachavaca), *Cuniculus paca* (majaz), *Hydrochoerus hydrochaeris* (ronsoco) y *Dasypus novemcinctus* (carachupa), que se alimentan de la edafofauna.

A continuación, se muestra los valores de referencia internacional para especies terrestres consultados por cada CP identificado en suelos contaminados. A partir de estos valores, se elegirá el mayor (menos sensible) correspondiente a fauna para los posteriores análisis de riesgo y cálculo de los niveles de remediación.

4.3.2.1. Arsénico (As)

En la **Tabla 4-7**, se encuentran los valores de referencia de especies terrestres expuestas a ácido arsénico disódico y como sal de calcio. En negrita se resalta el valor que será utilizado para el cálculo de riesgo ecológico (4.10.2).

Tabla 4-7. NOEC o EC₅₀ de Arsénico Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre

Nº	Nombre científico	Grupo taxonómico	Punto final	Concentración	Unidad
1	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frejol	EC ₅₀	6,2	ppm
2	<i>Spinacia oleracea</i>	Espinaca	EC ₅₀	10,6	ppm
3	<i>Phaseolus lunatus</i>	Pallar	EC ₅₀	10,9	ppm
4	<i>Raphanus sativus</i>	Rábano	EC ₅₀	19	ppm
5	<i>Solanum lycopersicum var. lycopersicum</i>	Tomate	EC ₅₀	25,4	ppm
6	<i>Zea mays</i>	Maíz	EC ₅₀	42	ppm
7	<i>Brassica oleracea</i>	Col	EC ₅₀	48,3	ppm

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Nº	Nombre científico	Grupo taxonómico	Punto final	Concentración	Unidad
8	<i>Zea mays</i>	Maíz	EC₅₀	77	ppm
9	<i>Lumbricus terrestris</i>	Lombriz	EC ₅₀	100	ug/g
10	<i>Lumbricus terrestris</i>	Lombriz	EC₅₀	400	ug/g

Nota: Información recogida de <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.3.2.2. Cadmio (Cd)

En la **Tabla 4-8**, se encuentran los valores de referencia de especies terrestres expuestas a cloruro de cadmio y nitrato de cadmio. En negrita se resalta el valor que será utilizado para el cálculo de riesgo ecológico (4.10.2).

Tabla 4-8. NOEC o EC₅₀ de Cadmio Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre

Nº	Nombre científico	Grupo taxonómico	Punto final	Concentración	Unidad
1	<i>Folsomia candida</i>	Colémbolo	EC ₅₀	0,00011	mg/kg
2	<i>Colpoda steinii</i>	Ciliado	EC ₅₀	0,22	mg/L
3	<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga	NOEC	0,35	mg/L
4	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata	NOEC	0,5	mg/kg
5	<i>Lactuca sativa</i>	Lechuga	EC ₅₀	0,84	mg/L
6	<i>Trachemys scripta ssp. elegans</i>	Tortuga	NOEC	0,956	mg/kg
7	<i>Solanum lycopersicum var. lycopersicum</i>	Tomate	NOEC	1,1	mg/L
8	<i>Eisenia foetida</i>	Lombriz	EC ₅₀	1,9	mg/L
9	<i>Helix aspersa</i>	Caracol	NOEC	2	mg/L
10	<i>Solanum lycopersicum var. lycopersicum</i>	Tomate	EC ₅₀	3	mg/L
11	<i>Avena sativa</i>	Avena	NOEC	3,5	mg/L
12	<i>Helix aspersa</i>	Caracol	EC ₅₀	3,94	mg/L
13	<i>Arabidopsis thaliana</i>	Mala hierba	NOEC	5	ug/ml
14	<i>Brassica rapa</i>	Berro	EC ₅₀	5	mg/kg
15	<i>Avena sativa</i>	Avena	EC ₅₀	6	mg/L
16	<i>Paronychiurus kimi</i>	Colémbolo	EC ₅₀	6,38	mg/kg
17	<i>Fungi</i>	Hongo	EC ₅₀	7	ug/g
18	<i>Eisenia andrei</i>	Lombriz	NOEC	10	mg/kg
19	<i>Folsomia candida</i>	Colémbolo	NOEC	21	mg/kg
20	<i>Lepidium sativum</i>	Berro	EC ₅₀	26,5	mg/L
21	<i>Eisenia andrei</i>	Lombriz	EC ₅₀	27	mg/kg
22	<i>Plectus communis</i>	Nemátodo	NOEC	32	mg/kg
23	<i>Sinapis alba</i>	Mostaza	EC ₅₀	47,86	mg/L
24	<i>Avena sp.</i>	Avena	EC ₅₀	50	mg/kg
25	<i>Enchytraeus crypticus</i>	Nemátodo	EC ₅₀	52	mg/kg
26	<i>Panicum miliaceum</i>	Mijo	EC ₅₀	53,834	ppm
27	<i>Aporrectodea caliginosa</i>	Lombriz	EC ₅₀	68,4	mg/kg
28	<i>Orchesella cincta</i>	Colémbolo	EC ₅₀	85,5	mg/kg
29	<i>Lobelia sokamensis</i>	Colémbolo	NOEC	100	mg/kg
30	<i>Eisenia foetida</i>	Lombriz	NOEC	152	ug/g
31	<i>Enchytraeus albidus</i>	Nemátodo	EC ₅₀	158	mg/kg
32	<i>Porcellio scaber</i>	Isópodo	EC ₅₀	192	mg/kg
33	<i>Platynothrus peltifer</i>	Garrapata	EC ₅₀	246	mg/kg
34	<i>Plectus communis</i>	Nemátodo	EC ₅₀	321	mg/kg
35	<i>Porcellionides pruinosus</i>	Isópodo	EC₅₀	523	mg/kg
36	<i>Vigna radiata var. radiata</i>	Soja	EC ₅₀	1000	mg/kg

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

N°	Nombre científico	Grupo taxonómico	Punto final	Concentración	Unidad
37	<i>Brassica chinensis</i>	Pakchoi	EC ₅₀	1000	mg/kg
38	<i>Lolium perenne</i>	Césped	EC ₅₀	1000	mg/kg
39	<i>Raphanus sativus</i>	Rábano	EC ₅₀	1000	mg/kg
40	<i>Sorghum bicolor ssp. bicolor</i>	Sorgo	EC ₅₀	1000	mg/kg
41	<i>Brassica rapa var. rapa</i>	Berro	EC ₅₀	1000	mg/kg
42	<i>Trifolium pratense</i>	Trebol rojo	EC ₅₀	1000	mg/kg
43	<i>Brassica napus var. napus</i>	Nabo	EC ₅₀	1000	mg/kg
44	<i>Vicia sativa</i>	Arveja	EC ₅₀	1000	mg/kg
45	<i>Triticum aestivum</i>	Trigo	EC₅₀	1000	mg/kg

Nota: Información recogida de <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.3.2.3. Plomo (Pb)

En la **Tabla 4-9**, se encuentran los valores de referencia de especies terrestres expuestas a acetato de plomo, arseniato de plomo, nitrato de plomo y cloruro de plomo. En negrita se resalta el valor que será utilizado para el cálculo de riesgo ecológico (4.10.2).

Tabla 4-9. NOEC o EC₅₀ de Plomo Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre

N°	Nombre científico	Grupo taxonómico	Punto final	Concentración	Unidad
1	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata	NOEC	0,005	mg/kg
2	<i>Canis familiaris</i>	Perro	NOEC	16	mg/kg
3	<i>Lepidium sativum</i>	Berro	EC ₅₀	77,8	mg/L
4	<i>Sinapis alba</i>	Mostaza	EC ₅₀	263,03	mg/L
5	<i>Enchytraeus albidus</i>	Nemátodo	EC ₅₀	320	mg/kg
7	<i>Dendrobaena octaedra</i>	Lombriz	EC ₅₀	501	mg/kg
8	<i>Eisenia foetida</i>	Lombriz	NOEC	608	ug/g
9	<i>Avena sp.</i>	Avena	NOEC	800	mg/kg
12	<i>Folsomia candida</i>	Colémbolo	EC ₅₀	1 360	mg/kg
13	<i>Eisenia foetida</i>	Lombriz	EC ₅₀	1 629	ug/g
15	<i>Sinella curviseta</i>	Colémbolo	EC₅₀	3 212	mg/kg

Nota: Información recogida de <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.4. Evaluación de la Exposición

Tiene la finalidad de determinar la magnitud (actual o potencial), frecuencia y duración de la exposición a los CP, considerando las vías principales a las que los receptores están o pueden estar expuestos. Esta información permite calcular la cantidad de contaminante que ingresa al organismo (dosis) por contacto con la matriz ambiental contaminada y por la ruta de exposición correspondiente.

A continuación, se detallan las etapas de la evaluación de la exposición, que se basa en una descripción detallada del entorno y de los hábitos de los potenciales receptores humanos (escenario humano) y de la flora y la fauna (escenario ecológico).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

4.4.1. Caracterización de los Receptores y Escenarios de Exposición

4.4.1.1. Caracterización del receptor y escenario humano

La población en riesgo serían los pobladores (adultos y niños) de la CC.NN., Nuevo Andoas, que se encuentran a una distancia de 7,5 km y/o del Nuevo Porvenir que está por carretera a 8 km, del sitio impactado y quienes consumen los productos de la caza y colecta de plantas. Por otro lado, se encuentran los pobladores que transitan por la zona o se internan en el monte para realizar actividades de caza y colecta.

Se han identificado dos (2) posibles escenarios de exposición:

- **Escenario 1:** Corresponde a los pobladores (adultos y niños) de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, que consumen los productos de la colecta de vegetales de la zona. Estos pobladores están expuestos a los contaminantes en los tejidos vegetales, que llevan los recolectores a la comunidad. Para este caso, se considerará una ingesta de 192 días/año (4 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año).

A continuación se presentan los valores estimados para ingesta de tejidos vegetales contaminados (**Tabla 4-10**).

Tabla 4-10. Valores estimados para ingesta de tejidos vegetales contaminados para el Escenario 1 (pobladores locales)

Estimadores	Siglas	Unidades	Valores	
			Adultos	Niños
Tasa de ingestión tejidos vegetales	TI _{ing}	mg/día	400 000 ¹	400 000 ¹
Factor de corrección	FC	-	0,000001 ²	0,000001 ²
Peso corporal	PC	kg	65 ²	12 ²

¹OMS, <https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/index1.html>

²MINAM, 2015. Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Escenario 2:** Corresponde a los pobladores (adultos y niños) de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, que realizan las actividades de caza en la zona. Estos pobladores están expuestos a los contaminantes por ingesta y contacto dérmico de la matriz de suelo, debido al contacto durante esta actividad, quienes se internan en el bosque de 1 a 3 días/semana, con una frecuencia de exposición de 144 días/año (3 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año).

A continuación se presentan los valores estimados para ingesta y contacto dérmico de suelos contaminados para el Escenario 2 (**Tabla 4-11** y **Tabla 4-12**).

Tabla 4-11. Valores estimados para ingesta de suelos contaminados para el Escenario 2 (cazadores)

Estimadores	Siglas	Unidades	Valores	
			Cazadores	
			Adultos	Niños
Tasa de ingestión suelos	TI _{ing}	mg/día	100 ¹	200 ¹
Frecuencia de exposición	FrE	días/años	144 ¹	144 ¹
Duración de la exposición	DuE	años	24 ¹	6 ¹
Factor volumétrico de conversión	FC	-	0,000001 ¹	0,000001 ¹
Peso corporal	PC	kg	65 ¹	29 ¹
Periodo de tiempo durante la exposición (Cáncer)	PTE _M	años	74,5 ¹	74,5 ¹
Periodo de tiempo durante la exposición (No Cáncer)			24 ¹	6 ¹

¹MINAM, 2015. Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 4-12. Valores estimados para contacto dérmico de suelo contaminado para el Escenario 2 (cazadores)

Estimadores	Siglas	Unidades	Valores	
			Cazadores	
			Adultos	Niños
Factor de adherencia a la piel	FAP	mg/cm ² -evento	0,07 ¹	0,2 ¹
Factor volumétrico de conversión	FVC	mg/kg	0,000001 ¹	0,000001 ¹
Frecuencia de exposición	FrE	días/años	144	144
Duración de la exposición	DuE	años	24 ¹	12 ¹
Frecuencia del evento	Fr _{evento}	evento/día	1	1
Superficie de la piel disponible para contacto	SPD _{Der}	cm ² /evento	5700 ¹	2800 ¹
Peso corporal	PC	kg	65 ²	29 ²
Promedio de tiempo durante la exposición (Cáncer)	PTE _M	días	27 193 ¹	27 193 ¹
Promedio de tiempo durante la exposición (No Cáncer)			8 760 ¹	4 380 ¹

¹USEPA, 2004. *Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I -Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment)*, EPA/540/R-99/005. Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, Washington D.C; United States of America.

²MINAM, 2015. Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.4.1.2. Caracterización del receptor y escenario ecológico

A continuación, se presenta un listado de especies de especies de caza como: *Mazama cf. nemorivaga* (Venado), *Pecari tajacu* (Sajino), *Leopardus sp.* (Tigrillo), *Metachirus sp.* (Pericote de cuatro ojos), *Sylvilagus brasiliensis* (Conejo), *Leontocebus lagonotus* (Pichico), *Hylaeamys laticeps* (Sacha cui), *Cuniculus paca* (Majaz); Aves como: *Leptotila rufaxilla* (Paloma), *Herpetotheres cachinnans* (Huankawi), *Ammodramus aurifrons* (Arrocero), *Cacicus cela* (Paucar), *Machaeropterus regulus* (Saltarín).

De los diferentes criterios para identificar a los grupos de receptores de especial importancia, las especies mencionadas responden al de importancia económica y social. Esto se debe a que los parámetros potencialmente afectados por los CP estarían relacionados con la supervivencia, la productividad y el éxito reproductivo de dichas especies.

4.4.2. Cálculo de la Dosis de Exposición y Riesgo para la Salud Humana

Para el cálculo de las dosis de exposición se emplearon los siguientes valores de referencia tomados de la EPA, ATSDR y otras entidades de prestigio internacional (Ver **Tabla 4-13**).

Tabla 4-13. Factor de biodisponibilidad (o tasa de absorción por ingesta) y fracción de absorción dérmica de los CP identificados por matriz de contaminación

Matriz de potencial contaminación	Vía de exposición	Contaminante de preocupación	Factor de biodisponibilidad/ Tasa absorción gastrointestinal	Fracción de absorción dérmica
		CP	FBD _{ing}	FA _{der}
Suelo	Ingesta (directa)	As (total)	0,24 ³	ND
		Cd (total)	0,05 ¹	ND
		Pb (total)	0,6 ²	ND
	Contacto dérmico (directo)	As (total)	ND	0,3 ³
		Cd (total)	ND	0,105 ¹
		Pb (total)	ND	0,0006 ²
	Ingesta de tejidos vegetales	As (total)	0,24 ³	ND
		Pb (total)	0,6 ²	ND

Nota: ND: No Disponible

¹USEPA 2004. *Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment*

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

²Nordberg et al. 2005. *Handbook on the Toxicology of Metals*

³RAIS 2018. *The Risk Assessment Information System*. Tennessee. <https://rais.ornl.gov/>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El cálculo de la dosis de exposición se realizará para las vías de exposición por ingestión y contacto dérmico.

No se ha considerado la vía de exposición por inhalación de vapores orgánicos debido a que los resultados analíticos de laboratorio indican que en el área impactada no hay compuestos orgánicos volátiles. Los COV's debido a su elevada presión de vapor bajo condiciones normales (T:20 °C. P:1 Atm) de temperatura y presión se volatilizan.

Tampoco se ha considerado la acción mecánica de los vientos, debido a que el área impactada, donde se concentran los contaminantes, tiene cobertura vegetal, por lo tanto, se desestima la inhalación de material particulado.

Así mismo se ha desestimado esta vía de exposición por la posible trituración de materiales y movimiento de suelos, debido a que estos procesos no se desarrollan en el área.

A continuación, se describen las fórmulas recomendadas en la guía ERS (MINAM, 2015), para establecer las dosis de exposición de los CP para las diferentes vías y los riesgos (no cancerígenos y cancerígenos) para la salud humana.

4.4.2.1. Dosis de exposición por ingestión

4.4.2.1.1. Suelos

La ingestión de suelo está asociada a diversas actividades que tienen lugar en ambiente exterior pero también puede ocurrir en ambientes interiores, siempre que sea plausible asumir que se produce la movilización de partículas de suelo contaminado en forma de polvo y que éste alcanza un espacio interior ocupado por receptores.

Para el cálculo de la dosis de exposición por ingestión (DE_{ing}) de suelos y polvos se empleó la siguiente fórmula, que se encuentra en el ítem 5.4.2.1 de la Guía ERS (MINAM, 2015). No se ha incluido un cálculo de exposición por ingesta de agua superficial ya que el CP identificado para dicha matriz (Pb) se descartó inicialmente por mostrar un UCL95 menor al ECA.

$$DE_{ing} = \frac{Cs \times TI_{ing} \times FBD_{ing} \times FrE \times DuE \times FC}{365 \times PTE_m \times PC}$$

Donde:

DE_{ing} = Dosis de exposición por ingestión (mg/kg-día)

Cs = Concentración de contaminante (suelos) (mg/kg)

TI_{ing} = Tasa de ingestión (mg/d)

FBD_{ing} = Tasa de absorción gastrointestinal del contaminante (%/100)

FC = Factor volumétrico de conversión ($= 1 \times 10^{-6}$)

PC = Peso corporal (kg)

FrE = Frecuencia de exposición (día/año)

DuE = Duración de la exposición (año)

PTE_m = Periodo de tiempo durante la exposición fue promediado (años) (DuE (no cancerígeno) y LT (cancerígeno))

Los valores de FBD_{ing} se encuentran en la **Tabla 4-13**.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

4.4.2.1.2. Tejidos vegetales

La ingestión de tejidos vegetales puede ocurrir durante el consumo directo de la especie vegetal.

Para el cálculo de la dosis de exposición por ingestión (DE_{ia}) de tejidos vegetales, se empleó la siguiente fórmula:

$$DE_{ia} = \frac{C_s * TI_{ing} * FC}{PC}$$

Donde:

DE_{ia} = Dosis de exposición de la sustancia a través del alimento (mg/kg-d)

C_s = Concentración de contaminante en alimento (mg/kg)

TI_{ing} = Tasa de ingestión (kg/día)

PC = Peso corporal (kg)

FC = Factor de corrección (0,00001)

4.1.1.1. Dosis de exposición por contacto dérmico

Para el cálculo de la dosis de exposición por contacto dérmico (DE_{der}) de suelos se empleó la fórmula que se encuentra en el ítem 5.4.2.1 de la Guía ERSa (MINAM, 2015). Esta fórmula es exclusiva para calcular la dosis de exposición por contacto dérmico para suelos.

$$DE_{der} = \frac{DA_{evento} \times FrE \times DuE \times Frevento \times SPD_{der}}{PC \times PTE_m}$$

$$DA_{evento} = C_s \times FVC \times FAP \times F_{Ader}$$

Donde:

DE_{der} = Dosis de Exposición por contacto dérmico (mg/Kg-día)

DA_{evento} = Dosis absorbida por evento (mg/cm²-evento)

C_s = Concentración del contaminante en suelos (mg/kg)

SPD_{der} = Superficie de la piel disponible para contacto (cm²/evento)

FAP = Factor de adherencia a la piel (mg/cm²-evento)

F_{Ader} = Fracción de absorción dérmica (específico por contaminante)

FVC = Factor volumétrico de conversión = 10⁻⁶kg/mg

FrE = Frecuencia de exposición (día/año)

DuE = Duración de la exposición (año)

PC = Peso corporal (kg)

PTE_m = Periodo del tiempo de exposición (días)

Los valores de F_{Ader} se encuentran en la **Tabla 4-13**

4.4.2.2. Riesgo cancerígeno

Es el proceso que implica combinar el peligro, la respuesta a la dosis y las evaluaciones de exposición para describir el riesgo general que representa un contaminante.

En el caso de los contaminantes cancerígenos, no existe todavía un consenso a nivel internacional sobre cuál es la mejor forma de abordar la cuantificación de la relación dosis-respuesta. El método más extendido hasta la fecha consiste en el desarrollo de modelos matemáticos a partir de datos experimentales en el rango de efectos observables, a partir de los cuales se elabora una curva dosis-respuesta. Para estimar la respuesta a dosis menores, se simplifica la curva a una recta en el rango de bajas dosis. De ahí se obtienen los valores del Factor de Pendiente de Cáncer (FPC) y el Factor de Riesgo Unitario (FRU), utilizados para caracterizar la relación dosis-respuesta (Ver **Tabla 4-14**).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Para los estudios de ERSa en el Perú, se considera por defecto uno en cien mil habitantes como un riesgo cancerígeno aceptable ($1:100\,000 = IR_T \leq 10^{-5}$), mientras que valores entre 10^{-5} y 10^{-4} pueden ser aceptados en casos excepcionales. IR_T mayores a 10^{-4} no son aceptables.

Tabla 4-14. Factor de pendiente de cáncer de los CP identificados para el cálculo de riesgo cancerígeno por matriz de contaminación

Matriz de potencial contaminación	Vía de exposición	Contaminante de preocupación	Factor de pendiente de cáncer
		CP	FPC mg/kg-día
Suelo	Ingesta (directa)	Arsénico (As)	1,5 ¹
		Cadmio (Cd)	ND
		Plomo (Pb)	0,0085 ¹
	Contacto dérmico (directo)	Arsénico (As)	1,5 ¹
		Cadmio (Cd)	ND
		Plomo (Pb)	0,0085 ¹
	Ingesta de tejidos vegetales	Arsénico (As)	1,5 ¹
		Plomo (Pb)	0,0085 ¹

Nota: ND = No Disponible

¹RAIS 2018. *The Risk Assessment Information System*. Tennessee. <https://rais.ornl.gov/>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.4.2.3. Riesgo no cancerígeno

Ya que el objetivo de la evaluación dosis-respuesta para sustancias no cancerígenas es identificar un umbral o valor en el que se espera que no se produzca un daño, la meta de la caracterización del riesgo no cancerígeno es determinar si la exposición excede ese límite y, por lo tanto, es preocupante para la salud de la población.

Para determinar el riesgo no cancerígeno se toma en cuenta que, si el cociente de peligrosidad (CdP) es inferior a 1, representa generalmente un riesgo aceptable. Un cociente superior a 1 se considera preocupante, por tratarse de una exposición elevada que puede representar un riesgo. En casos donde el cociente de peligrosidad es mayor a 10, el riesgo es considerado muy elevado y se debe tomar acciones correctivas inmediatas para proteger a la población y a los receptores ecológicos. Entre ellas, debe considerarse la restricción del acceso e incluso una evacuación de la población de las áreas más impactadas. En la **Tabla 4-15**, se muestran las dosis de referencia (DdR) de los CP para el cálculo del riesgo no cancerígeno.

Tabla 4-15. Dosis de referencia de los CP identificados para el cálculo de riesgo no cancerígeno por matriz de contaminación

Matriz de potencial contaminación	Vía de exposición	Contaminante de preocupación	Dosis de referencia
		CP	DdR mg/kg-día
Suelo	Ingesta (directa)	Arsénico (As)	0,0003 ¹
		Cadmio (Cd)	0,001 ²
		Plomo (Pb)	0,0018 ³
	Contacto dérmico (directo)	Arsénico (As)	0,0003 ⁵
		Cadmio (Cd)	0,001 ²
		Plomo (Pb)	0,0018 ³
	Ingesta de tejidos vegetales	Arsénico (As)	0,0003 ¹
		Plomo (Pb)	0,0018 ³

¹RAIS 2018. *The Risk Assessment Information System*. Tennessee. <https://rais.ornl.gov/>

²USEPA 2004. *Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment*

³FDA 2018. <http://blogs.edf.org/health/2018/10/25/fda-reduces-limit-lead-childrens-food/>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

4.4.3. Salud Ambiental

Los criterios de evaluación de la exposición a la salud ambiental se basaron en la determinación del riesgo ecológico del CP. Para ello, se revisaron los resultados de las pruebas ecotoxicológicas, ya sea de ensayos agudos (criterio de supervivencia < 96 h), subletales (criterios distintos a supervivencia) o subcrónicos (criterio de supervivencia > 96 h), de especies terrestres que estuvieran en contacto con los CP (USEPA 1986).

En el presente estudio, también se ha definido los niveles de umbrales de la concentración efectiva no observable (NOEC), así como sus efectos, mediante el uso de factores de seguridad convenientes. Los factores de seguridad son multiplicadores aplicados para estimar posibles umbrales subletales de efecto en comunidades de organismos. Se emplearon los factores de seguridad recomendados por la USEPA (1997) en la evaluación de riesgo ecológico.

La determinación del riesgo ecológico calculado (RQ) viene dado por el cociente de la concentración de exposición esperada (CEE) y la concentración que no causa efectos sobre los organismos (NEC) (Planes y Fuchs 2015) (**Tabla 4-16**).

El valor de la NEC se obtuvo con el valor de la mayor toxicidad aguda (CE₅₀ o NOEC) calculada de distintas pruebas ecotoxicológicas, dividida por un factor de seguridad o de aplicación. Este factor de seguridad puede ser 10, 100 o 1000 (Calow y Forbes 2003), y es inversamente proporcional a la cantidad y calidad de datos de toxicidad que se disponga (Planes y Fuchs 2015).

A continuación, se presenta las ecuaciones para cálculo del riesgo ecológico (RQ):

$$NEC = \frac{\text{Menor NOEC o CE}_{50}}{\text{Factor}}$$

$$\text{Riesgo (RQ)} = \frac{CEE}{NEC}$$

Tabla 4-16. Interpretación de resultados para determinar el Riesgo Ecológico (RQ)

Rango de Valores de RQ	Interpretación
RQ ≤ 1	Riesgo aceptable
RQ > 1	Riesgo no aceptable

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia Elaborado a partir de Planes y Fuchs (2015).

Considerando que el ecosistema es un sitio impactado, a diferencia del cálculo de RQ tradicional, se compararán los valores con las especies de mayor tolerancia obtenidos para los mismos contaminantes de preocupación. Asimismo, dependiendo de los valores de CEE, se verá por conveniente emplear o no los factores de seguridad. Es decir, la fórmula del NEC, quedará reducida a:

$$NEC = \text{mayor valor NOEC o CE}_{50}.$$

4.5. Rutas y Vías de Exposición (Mecanismos de Transporte) de los Contaminantes Asociados a las Actividades de Hidrocarburos

4.5.1. Identificación de Rutas y Vías de Exposición

Se identificaron dos principales vías de exposición a la contaminación: Contacto dérmico (directo) e ingestión (directa o indirecta a través de la cadena trófica), para el receptor humano.

En el caso de los CP identificados en tejidos vegetales, estos serían incorporados al hombre u otro ser vivo a través de la ingesta.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

El ingreso de estos CP al organismo humano se realiza de la siguiente manera:

- A- Ingesta de partículas de suelo con concentraciones de metales, accidental en adultos y niños.
- B- Contacto dérmico del suelo contaminado y sedimentos.
- C- Bioacumulación por consumo de vegetales expuestos a los CP.

No se ha considerado la vía de exposición por inhalación de vapores orgánicos debido a que los resultados analíticos de laboratorio indican que en el área impactada no hay compuestos orgánicos volátiles. Los COV's debido a su elevada presión de vapor bajo condiciones normales (T:20 °C. P:1 Atm) de temperatura y presión se volatilizan.

Tampoco se ha considerado la acción mecánica de los vientos, debido a que el área impactada, donde se concentran los contaminantes, tiene cobertura vegetal, por lo tanto, se desestima la inhalación de material particulado.

Así mismo se ha desestimado esta vía de exposición por la posible trituración de materiales y movimiento de suelos, debido a que estos procesos no se desarrollan en el área.

4.6. Posible Migración de los Contaminantes de un Medio Físico a Otro

4.6.1. Metales Pesados (Arsénico, Cadmio y Plomo) en Suelo

Los metales identificados en suelo, son Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), se encuentran a profundidades entre 0,40 y 4,0 m, debido a que fueron enterrados en celdas recubiertas con geomembrana a esas profundidades.

La mayor concentración de los metales pesados se encuentra en los sustratos que tienen contacto directo con las fuentes aportantes de metales, progresivamente se observa una reducción en su concentración en la medida que la distancia se incrementa desde la fuente al punto de toma de la muestra.

El Arsénico (As), Cadmio (Cd) y el Plomo (Pb), al entrar en contacto con el suelo, pueden ser adsorbidos, precipitados mediante oxidación, fijados a través de la materia orgánica o acomplejados a través de sales inorgánicas (carbonatos o sulfatos), en cuanto a la salida desde el suelo a otro medio físico, puede darse por extracción por cosechas, drenaje o erosión (MINAM, 2017).

Cuando los contaminantes entran al suelo, se dispersan y pueden llegar al aire, agua y sedimentos, los cuales se convierten en un foco de contaminación. Su movilidad dependerá de las condiciones ambientales, como del tipo de suelo, su estructura y composición; el nivel de la napa freática y de los procesos edáficos y geológicos (p.ej. lixiviación), que se regulan con el pH, la presencia de materia orgánica, la dureza del suelo, entre otros. Asimismo, deben tomarse en cuenta las propiedades fisicoquímicas de los propios contaminantes, como tamaño de la molécula, solubilidad, coeficientes de partición (octanol-agua, agua-aire, sedimento-agua), presión de vapor, entre otros.

La migración de los metales pesados está siendo restringida en las celdas la geomembrana que recubre toda el área de las celdas, no obstante, cabe precisar que por efecto de las condiciones climatológicas y por el tiempo transcurrido el material de la geomembrana progresivamente se está deteriorando.

Las celdas fueron construidas sobre una explanada en donde el suelo es estable y firme.

Los ensayos de TCLP del Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio, Plomo indican que la concentración TCLP de estos metales es inferior al límite reglamentado en el *Code of Federal Regulations of USA*.

Los metales que pueden ser absorbidos, por las plantas, son los que se encuentran en la rizósfera, donde los ácidos orgánicos exudados disminuyen el pH del suelo y favorecen su biodisponibilidad y

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

acumulación en los tejidos de las plantas. Estos ácidos pueden actuar también como complejantes de los metales y movilizarlos a la solución suelo (Krishnamurti et al., 1997). En el caso del sitio S0105 (Botadero CS-32), en las celdas solamente crecen hierbas y pastizales.

4.7. Factores que Modifican el Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores

Esta sección tiene una relación muy estrecha con la anterior, en la que se mencionan los factores que determinan la movilidad del Ba, Cd y Pb y los HTP entre los diferentes compartimentos ambientales. Al influir en la manera como los CP se distribuyen en el ambiente, se está, indirectamente, considerando su forma química y, por lo tanto, su biodisponibilidad. Esta última característica es la que, finalmente, determina el efecto del contaminante en los receptores.

En la **Tabla 4-17**, se presentan los factores que modifican el efecto de los contaminantes sobre los receptores.

Tabla 4-17. Factores que Modifica el Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores

Factor	Efecto sobre los receptores	Descripción
Atenuación de los efectos de los hidrocarburos	Disminución del Efecto	Procesos como biodegradación, oxidación /reducción, fotólisis, entre otros modifican las propiedades iniciales de los hidrocarburos y pueden reducir sus efectos adversos sobre los receptores. Sin embargo, la mayoría de estos procesos requieren de largos periodos de tiempo y ciertas condiciones favorables. Evaporación de fracciones volátiles: las fracciones de hidrocarburos F1 (>C6-C10) por su elevada presión de vapor a condiciones normales de temperatura y presión se volatilizan. Fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40): químicamente son más estables que las fracciones F1, procesos bacterianos naturales pueden reducir las cadenas de átomos de carbono a cadenas más simples. El grado de degradación depende del tipo de bacterias nativas del suelo, pH, humedad, oxígeno, nutrientes del suelo.
Especiación de los metales pesados	Incremento o atenuación de la toxicidad	Especiación de los metales pesados: la toxicidad y movilidad de los metales pesados depende de la especiación química del metal pesado
Biodisponibilidad de los metales pesados	Disponibilidad del metal para ser absorbido	Propiedades del suelo que inciden en la biodisponibilidad: pH, capacidad de intercambio catiónico, potencial REDOX, contenido de materia orgánica en el suelo, tipo de arcilla, presencia de óxidos de Al, Fe, Mn.
Bioacumulación	Aumento del Efecto	Bioacumulación: Aumento de la concentración de una especie química en un organismo. Algunos metales pesados e hidrocarburos aromáticos son acumulados por organismos. Es por eso que pueden encontrarse concentraciones muy altas de estos elementos químicos en tejidos biológicos, aun cuando se hallen extremadamente diluidos en el medio acuático circundante.
Bioacumulación / Biomagnificación	Aumento del Efecto	Biomagnificación: aumento de la concentración de una especie química a lo largo de la cadena trófica. La Biomagnificación se presenta en los metales encontrados en suelo: Ba, Cd, Pb.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Factor	Efecto sobre los receptores	Descripción
		La Biomagnificación se presenta en los metales encontrados en sedimentos: Cr, Hg y Pb e hidrocarburos aromáticos.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En los receptores los factores que modifican el efecto del Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), son la edad, sexo, frecuencia de exposición y estadio o etapa de vida, el cual puede modificar la exposición, sensibilidad y riesgo. Como se mencionó en la descripción del escenario humano, la población de la CC.NN. Nuevo Andoas, que transita en el área de influencia del Sitio S0105 (Botadero CS-32), está constituida por hombres y niños, que permanecen en el lugar entre 1 y 3 días, dependiendo de la actividad (caza y recolección) que realicen.

4.8. Otros Factores de Estrés Diferentes a los Contaminantes Evaluados

En inmediaciones al área impactada, no se realizan actividades industriales relacionadas con la producción de petróleo, ni actividades de minería; las comunidades Nativas no realizan labores de agricultura en el área, las actividades que se realizan dentro del área de interés y en sus alrededores, están relacionadas con la caza, por lo tanto, no existen fuentes adicionales que puedan aportar contaminantes diferentes a los identificados en el modelo conceptual.

Es posible que factores geológicos e hidrogeológicos contribuyan a realizar el aporte de metales pesados como Arsénico y Mercurio que en su forma natural se encuentran en la corteza terrestre.

4.9. Factores Culturales y Sociales

Estos factores tienen relación con las creencias, costumbres, hábitos, conocimientos ancestrales y organización de las comunidades que se encuentran en el área de influencia de los puntos de muestreo. Entre ellos, los hábitos alimenticios están vinculados con las actividades de pesca, caza y colecta de plantas (semillas, tallos, hojas, frutos), que se realizan en zonas aledañas a las zonas de muestreo.

La frecuencia y el tipo de actividades varían entre las temporadas de vaciante y creciente, como en el caso de la pesca. En estos casos, la escasez del recurso ictiológico, priorizará la caza como fuente de proteínas.

En cuanto a la recolección de plantas, esta depende del uso que se les vaya a dar, pues no solo se realiza con fines alimenticios. Puede usarse con fines medicinales, repelentes o para consumo animal. Según la información colectada por la asistente social, algunas de las prácticas relacionadas a la colecta de plantas se están perdiendo, lo que podría influir sobre la potencial exposición de los pobladores a los contaminantes.

Otro aspecto relacionado a la organización de las comunidades es la forma como se llevan a cabo las actividades de caza, pesca y colecta. En ellas participan, generalmente, los adultos. Sin embargo, también pueden hacerlo los niños. Este es otro factor que debe tomarse en cuenta al momento de analizar la potencial exposición, por vía oral o dérmica, de los grupos de niños y adultos.

4.9.1. Metodología del levantamiento de la información social

La recolección de información social se desarrolló mediante la aplicación de cuatro (4) herramientas de carácter cualitativo y participativo, nos referimos a la entrevista, ficha comunal, mapa parlante y talleres o reuniones con los pobladores. El objetivo de la aplicación de estas herramientas era recabar información de fuentes primarias correspondientes al ámbito social, económico, cultural, geográfico entre otros que nos permitan conocer, analizar e interpretar la realidad social de las Comunidades

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, así como también divulgar e informar sobre las actividades a realizar y los resultados de estas una vez fueron culminadas.

A continuación, se presentan las variables que consideraron las herramientas para el relevamiento de la información del componente social.

4.9.1.1. Ficha Comunal

Se elaboró un formato de relevamiento de información del componente social el cual contempla los siguientes aspectos:

- Datos Generales
- Características de la Comunidad
- Religión
- Características de la vivienda
- Servicios básicos
- Servicios públicos
- Trabajos colectivos
- Medios de comunicación
- Vías de acceso a la comunidad
- Infraestructura pública y productiva
- Zona de interés público
- Actividades económicas
- Organización Comunal
- Otros Aspectos

En la **Tabla 4-18** Se presenta el contenido de la ficha comunal que se aplicó con las comunidades durante las actividades de campo y en el **Anexo 6.12** la ficha diligenciada correspondiente.

Tabla 4-18. Contenido Ficha Comunal

Ítem	Preguntas Semiestructuradas
Datos generales	¿Cuál es el nombre de la comunidad? ¿A qué pueblo indígena u originario pertenece la comunidad? ¿Qué lenguas se hablan en la comunidad? ¿Cuál de ellas se habla con más frecuencia (poner en orden)? ¿A cuál federación pertenece la comunidad? Anexos o sectores ¿Cómo se organiza la comunidad?, ¿Qué anexos o sectores tiene la comunidad? ¿Cuántas familias / personas viven en la comunidad? ¿Cuántos comuneros hay en la comunidad? ¿Cuántas familias no son indígenas?
Características de la comunidad	Año de creación ¿En qué año se creó la comunidad? Situación jurídica actual Tenencia de la tierra ¿Cómo se distribuye la tierra?
Religión	Evangélica, católica, adventista, ¿Otra?
Características de la vivienda	Paredes Techos Pisos
Servicios básicos	Agua para consumo Desagüe Energía eléctrica Manejo de residuos
Servicios públicos	Tipo de establecimiento (posta, centro educativo, botiquín comunal) Ubicación (en la comunidad o el más cercano) Estado Principales enfermedades en la comunidad

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Ítem	Preguntas Semiestructuradas
	Registro civil, Juzgado de paz
Trabajos colectivos	Nombre del trabajo Tipo de trabajo Actividades realizadas Frecuencia
Comunicaciones	Teléfono, Radio, TV, Internet
Vías de acceso a la comunidad	Localidad Tipo de vía Tipo de transporte Distancia
Infraestructura pública y productiva	Tipo Cantidad Frecuencia de uso
Zona de interés público (lugares de importancia con valor cultural y social)	Tipo y nombre Ubicación Uso Estado
Actividades económicas	Agricultura Ganadería Caza Pesca Comercio y servicios Empresas comunales
Organización comunal	Nombre de la autoridad principal Pueblo indígena Tiempo de gestión Tiempo de renovación

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9.1.2. Entrevistas

Para recolectar información de fuente primaria, se realizaron entrevistas en campo, dichas entrevistas estaban basadas en una serie de preguntas guía, (Ver **Anexo 6.12**) con el objetivo de relevar información general sobre la comunidad e identificar la percepción de los entrevistados sobre la problemática existente y la ejecución del proyecto. Previamente con la información recolectada con el APU se identificaron a los actores claves principales de la comunidad tales como la Madre Indígena, el Teniente Gobernador y el Agente Municipal, así mismo otras personas con diferentes roles en la comunidad (encargado puesto de salud o comerciante), a quienes se les realizó dicha entrevista (Ver **Fotografía 4-4** y **Fotografía 4-5**); así mismo, se realizaron otras entrevistas a pobladores de la comunidad y monitores ambientales, en la fase de reconocimiento cuya la información se registró por medio de un formato respectivo. Estos soportes se encuentran en el **Anexo 6.12**.



Fotografía 4-4. Entrevista con el Encargado Puesto de Salud y Comerciante

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.



Fotografía 4-5. Entrevista con el APU y Junta Directiva

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9.1.3. Mapas Parlantes

Se desarrolló la técnica del mapa parlante con la participación de las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, por separado, esta técnica permitió que los pobladores participantes expresen y plasmen por sí mismos toda la información necesaria de su comunidad respectiva y su entorno, lo cual nos permitió representar gráficamente a cada comunidad y sus recursos, así como la información socioeconómica, cultural, entre otras. En mayor detalle, se pudo obtener la percepción de los pobladores respecto a la problemática ambiental, su relación con el entorno y el sitio impactado, logrando así ubicar espacialmente aquellas zonas de importancia para las comunidades (zonas de caza, pesca, localización de zonas agrícolas y chacras, puntos de referencia), ubicación de infraestructura petrolera y la influencia que existe entre el sitio impactado y cada Comunidad Nativa. Durante el ejercicio se logró recolectar información que posteriormente fue documentada para el proyecto.

De otra parte, es importante resaltar que los talleres realizados en ambas comunidades, la participación en las charlas de seguridad, la participación en las charlas del código de conducta y otros espacios en los cuales participamos, representaron una fuente importante de información social; estas actividades se realizaron en la visita de reconocimiento en ambas comunidades, en la etapa de

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

muestreo de la época húmeda y en la etapa de muestreo de la época seca (menos húmeda). En dichos espacios se identificaron las percepciones de ambas comunidades sobre el trabajo a realizar y se recolectaron sus dudas o aportes.

4.9.1.4. Talleres y Reuniones Informativas

En las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo porvenir se llevaron a cabo dos (2) Talleres de Difusión y dos (2) Reuniones Informativas respectivamente, las cuales en orden cronológico se describen a continuación, relacionando los principales objetivos de cada espacio. Así mismo en el **Anexo 6.12** se encuentra el registro fotográfico de estas actividades de divulgación e información con las comunidades, así como también se encuentran las respectivas actas generadas.

- En el mes de enero del año 2018, se realizó la primera Reunión Informativa para dar inicio a la fase de reconocimiento, en la cual se realizó la presentación del grupo técnico del Consorcio CEV a la comunidad y se explicaron cada una de las actividades a desarrollar consistentes en el levantamiento de información primaria de cada uno de los sitios impactados y su relación con la Comunidad Nativa.
- En el mes de abril de 2018, se desarrolló el Taller de Ingreso, previo al muestreo de época húmeda, el cual consistió en dividir el auditorio en cuatro (4) grupos por cada área técnica (una de suelo y Sondeo Eléctrico Vertical, otra de perforación y agua subterránea, otra para agua superficial y otra para fauna y flora), en los cuales se explicaban sus actividades paso a paso con diagramas plasmados en papelotes contruidos en equipo; posteriormente un líder comunero de cada grupo, divulgó al resto de los asistentes de la comunidad, los principales aspectos que realizaría cada frente de trabajo en cada uno de los componentes a muestrear de los sitios impactados.
- El tercer espacio llevado a cabo en el mes de agosto de 2018, fue la Reunión Informativa desarrollada para divulgar los resultados del muestreo de época húmeda e informar las actividades propias de la siguiente fase correspondiente al muestreo de época seca.
- En el mes de Julio de 2019, se llevó a cabo el Taller de Salida, que consiste en la socialización de los resultados finales de la caracterización del sitio impactado y la presentación oficial de la alternativa de remediación definida, conformando así la divulgación del Plan de Rehabilitación.

Otros espacios de participación con la comunidad fueron las charlas diarias de seguridad, la actividad lúdica por la celebración del día de trabajo y en general las actividades propias relacionadas con las labores diarias de cada frente de trabajo, los cuales generan una interacción entre comuneros y grupo técnico sirviendo también como fuente importante de información social.

4.9.2. Demografía y población

Se realizó la recopilación de la información demográfica de las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, obteniéndose la siguiente información relevante de cada comunidad.

Según el documento Directorio Nacional de Centros Poblados del INEI, el cual compila Los Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la Comunidad Nativa Nuevo Andoas reconocida como tal por Resolución Directoral N° 227-2007-GRL-DRA-L; registra una población censada de 825 habitantes, de la cual 422 son mujeres y 403 son varones, distribuidos en 255 viviendas. Por nuestra parte y según la ficha comunal aplicada durante nuestra visita de campo, la Comunidad Nativa Nuevo Andoas registra una población estimada de 1598 habitantes; la diferencia entre ambos datos puede deberse a migraciones o ausencias temporales de algunos pobladores, por lo que se considera que ambos datos deben tenerse en cuenta para fines del presente documento.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Según el sistema de consultas de centros poblados del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir registra una población censada de 300 habitantes, distribuidos en 50 viviendas. Por nuestra parte y según la ficha comunal aplicada durante nuestra visita de campo, registramos la cantidad de 300 habitantes. Nuevo Porvenir está reconocida como Comunidad Nativa por el Ministerio de Cultura mediante la Resolución Directoral N° 306-098-MINAG-DRA. Su territorio se encuentra saneado con el título de propiedad N° 007-2014-GRL-DRA-L, otorgado por la Dirección Regional de Agricultura de Loreto. La Comunidad Nativas Nuevo Porvenir pertenece a la etnia quechua.

En la **Tabla 4-19** se muestran las distancias entre el Sitio S0105 (Botadero CS-32) y la Comunidad Nativa Nuevo Andoas.

En el **Anexo 6.2**, se encuentra el mapa con la ubicación de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas cercana al Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 4-19. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nativa Nuevo Andoas

Ubicación Del Sitio en Relación a la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas				
N°	Nombre del Sitio Impactado - FONAM	Código del Sitio Impactado- OEFA	Distancia en Línea Recta a la CC.NN. Nuevo Andoas	Distancia por Acceso Terrestre a la CC.NN. Nuevo Andoas
1	Botadero CS-32	S0105	3,1 km Dirección Suroeste	7,7 km

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 4-20**, se muestran las distancias entre el Sitio S0105 (Botadero CS-32) y la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir.

En el **Anexo 6.2**, se encuentra el mapa con la ubicación de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas cercana al Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 4-20. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nuevo Porvenir

Ubicación del Sitio en Relación a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir				
N°	Nombre del Sitio Impactado - FONAM	Código del Sitio Impactado- OEFA	Distancia en Línea Recta a la CC.NN. Nuevo Porvenir	Distancia Por Acceso Terrestre a la CC.NN. Nuevo Porvenir
1	Botadero CS-32	S0105	3,5 km Dirección Suroeste	7,7 km

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9.2.1. Información General de la Comunidad

La información referente a las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, se generó mediante la intervención directa en campo como fuentes primarias, mientras que como fuentes secundarias se empleó la búsqueda de información existente en documentos de consulta e internet.

Nuestra intervención se basó en la Guía de Relaciones Comunitarias, Sub Sectores Electricidad, Hidrocarburos y Minería del Ministerio de Energía y Minas, en los cuales se establecen los procedimientos de acercamiento recomendable respecto a una comunidad o población, los cuales se desarrollaron con éxito para el acopio de información social, visitas y entrevistas a las autoridades comunales y otros de interés del proyecto que nos permitieron generar la siguiente información:

- **Pueblo Indígena:** Quechua
- **Grupo étnico:** Quechua
- **Lengua indígena:** Quechua

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- **Organización:** FEDIQUEP – Federación Indígena Quechua del Pastaza.
- **Situación jurídica:** La Comunidad Nativa Nuevo Andoas fue fundada en el 1971 (poblado), posee reconocimiento como Comunidad Nativa otorgado mediante R.D. Nº 227- 2007-GRL-DRA-L; desde el 17 de agosto del 2007 (No tiene Título de Propiedad).
La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir está reconocida como Comunidad Nativa por el Ministerio de Cultura mediante la Resolución Directoral Nº 306-098-MINAG-DRA. Posee título de propiedad Nº 007-2014-GRL-DRA-L, otorgado por la Dirección Regional de Agricultura de Loreto
- **Ubicación:** Las CC.NN. de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, se ubican en el distrito de Andoas, provincia de Datem del Marañón, departamento y región Loreto.
- **Población:** C.N. Nuevo Andoas.
Fuente: INEI - Directorio Nacional de Centros Poblados 2017.- 825 habitantes.
Fuente: Ficha comunal - Censo interno. - 1598 habitantes.
C.N. Nuevo Porvenir.
Fuente: INEI, Sistema de Consultas de Centros Poblados. - 300 habitantes.
Fuente: Ficha Comunal – Censo interno: 300 habitantes.
- **Tradiciones:** Ambas comunidades practican técnicas ancestrales y tradicionales de caza y pesca, así como la medicina tradicional con plantas curativas.
- **Religión:** En ambas Comunidades Nativas se profesa la religión católica y evangélica, prueba de ello es la existencia de un templo católico y uno evangélico.

4.9.3. Espacios Educativos

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas existen tres Instituciones Educativas en las cuales se imparte la educación básica regular. En todas las Instituciones Educativas se ha implementado el programa Educación Intercultural Bilingüe, es por ello que la UGEL – Alto Amazonas, ubicada en la ciudad de San Lorenzo, capital de la provincia del Datem del Marañón, designa maestros quechuas para los tres niveles de educación básica regular.

La educación de nivel inicial-jardín que se imparte en la I.E.I. Nº 64 “Nuevo Andoas” es de género mixto y registra una población estudiantil de 123 alumnos y 5 docentes. En la I.E.P. Nº 62155 se imparte la educación primaria en la cual se registra una población escolar de 187 alumnos y 8 docentes. En la I.E. “Nuevo Andoas – CEBA” de nivel Secundaria se registran 148 alumnos y 8 docentes. Algunos estudiantes de Nuevo Andoas cuentan con medios económicos para trasladarse a Iquitos o Lima a estudiar la secundaria y/o estudios superiores.

El Programa Alimentario Escolar Qali Warma, está presente en las Instituciones Educativas de los tres niveles, en las dos comunidades nativas, donde se provee de desayunos y almuerzo a los escolares, por su parte los padres de familia afirman que existen problemas con la calidad de los productos y la insuficiencia de los mismos. Al interior de la comunidad se identificó el Club de Madres, organización encargada de la preparación y conservación de los recursos entregados por el programa Qali Warma, las mujeres integrantes se organizan diariamente para turnarse en la cocina y brindar la alimentación a los niños, factor que estimula la asistencia regular a clases. Todas las escuelas cuentan con Asociación de Padres de Familia (APAFA), quienes reciben los alimentos en la comunidad y son responsables de su disposición final.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Respecto al programa de Educación Intercultural Bilingüe (EIB), existe un cierto malestar en la gran parte de los padres de familia con relación a los docentes o maestros quechuas que designa la UGEL– Alto Amazonas, quienes en su mayoría son “mestizos” pues no son originarios de su etnia o cultura.

Respecto al programa de Educación Intercultural Bilingüe (EIB), existe un cierto malestar en parte de los padres de familia con relación a los docentes o maestros quechuas que designa la UGEL– Alto Amazonas, quienes en su mayoría son “mestizos” pues no son originarios de su etnia o cultura.

Respecto a la infraestructura y funcionamiento de las Instituciones Educativas se puede informar que hacen uso de aulas multigrado en el cual “juntan” dos o más grados; existe un notorio hacinamiento, el caso más saltante se registró en la I.E.P. N° 62155 “Nuevo Andoas”, en el cual deben organizarse en dos turnos, por falta de aulas, metodología que en la práctica acorta las horas de aprendizaje.

De acuerdo a la opinión general de padres de familia y docentes, se verifica que los resultados de la educación del ámbito de diagnóstico son deficientes. Las principales causas identificadas asociados al problema del aprendizaje en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas son: desnutrición crónica, número de profesores reducido con respecto a la población estudiantil, infraestructura inadecuada y útiles escolares deficientes.

A continuación, en la **Tabla 4-21**, se relacionan los de la población escolar distribuida en las instituciones educativas en la comunidad nativa de Nuevos Andoas el número de estudiantes y profesores por niveles se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 4-21. Distribución de Población Escolar y Características de Instituciones Educativas.

Comunidad	Nivel	N° de Alumnos	N° de Profesores	Característica	Bilingües	Tipo de Infraestructura
CC.NN. Nuevo Andoas	Primaria	187	8	Polidocente / Multigrado	Si	Material Noble
	Inicial – Jardín	123	5			
	Secundaria	148	8			

Nota: Consultado en enero del 2019 en http://escale.minedu.gob.pe/uee/-/document_library_display/GMv7/view/5139631

Fuente: Tomado de Estadística de la Calidad Educativa- Escale, 2018.

Respecto a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, ubicamos la Institución Educativa N° 601529, en la cual se imparte la educación en los niveles inicial y primaria, registra una población estudiantil de 53 alumnos y 3 docentes. En el nivel inicial se contabilizan 22 alumnos y un docente, mientras que en el nivel primaria se contabilizan 31 alumnos y dos docentes, ambos niveles son de género mixto. Los alumnos que acceden al nivel secundaria deben trasladarse hasta la comunidad vecina de Nuevo Andoas, algunos estudiantes de la Comunidad que cuentan con medios económicos, se trasladan hasta las ciudades de Iquitos o Lima para estudiar la secundaria y/o estudios superiores.

El Programa de Educación Intercultural Bilingüe está presente en la Institución Educativa N° 601529, es por ello que la UGEL – Alto Amazonas, ubicada en la ciudad de San Lorenzo, capital de la provincia del Datem del Marañón, designa maestros bilingües (castellano-quechua) para ambos niveles.

El Programa Alimentario Escolar Qali Warma, está presente en la Institución Educativa N° 601529, donde provee de desayunos y almuerzo a los escolares. Por su parte los padres de familia afirman que existen problemas con la calidad de los productos y la insuficiencia de los mismos. Al interior de la Comunidad se identificó el Club de Madres, organización encargada de la preparación y conservación de los recursos entregados por el programa Qali Warma, las mujeres integrantes se organizan diariamente para turnarse en la cocina y brindar la alimentación a los niños; factor que estimula la asistencia regular a clases. La escuela cuenta con Asociación de Padres de Familia (APAFA), quienes reciben los alimentos en la comunidad y son responsables de su disposición final.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Respecto a la infraestructura y funcionamiento de la Institución Educativa se puede informar que hacen uso de aulas multigrado en el cual existe un notorio deterioro de las instalaciones.

Así mismo de acuerdo a la opinión general de padres de familia y docentes, se verifica que los resultados de la educación del ámbito de diagnóstico son deficientes. Las principales causas identificadas asociadas al problema del aprendizaje en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir son: desnutrición crónica, número de profesores reducido con respecto a la población estudiantil, infraestructura inadecuada y útiles escolares deficientes.

En la **Tabla 4-22**, se relacionan los de la población escolar distribuida en las instituciones educativas en la comunidad nativa de Nuevos Porvenir el número de estudiantes y profesores por niveles se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 4-22. Distribución de Población Escolar y Características de Instituciones Educativas

Comunidad	Nivel	Nº de Alumnos	Nº de Profesores	Característica	Bilingües	Tipo de Infraestructura
CC.NN. Nuevo Porvenir	Primaria	31	2	Polidocente / Multigrado	Si	Material Noble
	Inicial - Jardín	22	1			

Nota: Consultado en enero 2019 en http://escale.minedu.gob.pe/uee/-/document_library_display/GMv7/view/5139631

Fuente: Tomado de Estadística de la Calidad Educativa- Escale, 2018.2018.

Con respecto a la transmisión indígena del conocimiento, el cual es un aprendizaje vivencial que parte de los conocimientos colectivos que cada individuo incorpora, se puede afirmar que la educación indígena tradicional se basa en experiencias vividas, por lo tanto, se transmite principalmente a partir del aprender haciendo (Mayor Aparicio & Bodmer, 2009)²⁸, es por esto que los padres transmiten las enseñanzas ancestrales a sus hijos desde muy temprana edad, en un primer momento desde los cero a los seis años están bajo el abrigo de la madre, quien les dotara de los conocimientos de las tareas de la casa y ayudar en las tareas hogareñas y de las actividades de siembra y cosecha en la chacra. Luego pasan al abrigo del padre, quien transmite las habilidades de caza, pesca y en general destrezas relacionadas con la vivencia en selva, invitando al niño a acompañarlo a estas actividades, con el fin que se interioricen de forma práctica.

Este traslado de conocimiento ancestral o de destrezas de la vivencia en selva, es integro como, por ejemplo, el conocer cómo identificar una buena vara de yuca, hasta como reconocer plantas medicinales, arboles maderables y frutales, tipos de pescados, animales de monte, formas de tránsito en bosque y río, además de fomentar valores para su vida cotidiana, así como también cual debe ser su comportamiento al interior de la comunidad para evitar exponerse a una sanción. (Rafael Karsten, Segunda edición 2000).

4.9.4. Salud

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas existe 01 Puesto de Salud, perteneciente a la Microred de Salud y Red de Salud Datem del Marañón - San Lorenzo, con categoría I-I); este establecimiento cuenta con un (1) médico y dos (2) enfermeras. También hay un centro de salud la cual es la Unidad Médica de la empresa operadora la cual atiende solo a emergencias, ubicada en las instalaciones del Lote 192 (Ex lote 1AB), que actualmente apoya de manera limitada. Por otro lado, la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir no cuenta con un establecimiento de salud, los pobladores que desean acceder a este servicio, se deben trasladar al Puesto de Salud "Nuevo Andoas" por ser el más cercano a su comunidad dentro de la cuenca del río Pastaza.

La Comunidad no cuenta con una hidroambulancia, para lo cual se recurre al operador del lote o alguna empresa contratista para las evacuaciones de emergencia médica. También se presentan

²⁸ Pueblos Indígenas de la Amazonia Peruana, Pedro Mayor Aparicio – Richard Bodmer, 2009.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

casos por problemas infecciosos del grupo IRA (Infecciones Respiratorias Agudas) y EDA (Enfermedades Diarreicas Agudas), en niños menores de cinco (5) años; esta última podría estar asociada a factores del entorno (disposición inadecuada de residuos y/o presencia de vectores) y el consumo de agua no tratada, como también a posibles deficiencias en la higiene de preparación de alimentos y/o lavado de manos, asociado a la ausencia de un eficiente sistema de desagüe y tratamiento de aguas residuales domésticas.

La situación relacionada con las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), fue evidenciada en el año 2014 con la Declaratoria de Emergencia Sanitaria, Decreto Supremo No. 006-2014-SA, formulada para las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre, que evidencio la carencia de sistemas de abastecimiento de agua apta para el consumo humano en diversas localidades dentro del ámbito territorial o que, contando con dichos sistemas, no estaban funcionando adecuadamente, lo que conlleva a que la población consumiera agua que mostraba valores que no cumplían los límites máximos permisibles para el consumo humano, de conformidad con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

En las poblaciones indígenas la relación entre salud y enfermedad ha estado vinculada a procesos curativos efectuados por curanderos, chamanes y especialistas locales con conocimiento en el uso de plantas medicinales. Así mismo, son las madres y las abuelas quienes manejan un conocimiento de plantas y otros recursos curativos para enfermedades no tan graves y cotidianas (PNUD, 2018)²⁹.

En la **Tabla 4-23**, se presentan las enfermedades que se tratan en el puesto de salud Nuevo Andoas.

Tabla 4-23. Enfermedades Tratadas en Puesto de Salud Nuevo Andoas

Ítem	Descripción
Morbilidad	- IRAs, EDAs, Malaria, VIH, Sífilis, Hepatitis B. el índice de desnutrición alcanza el 80% en niños. - Se registraron casos de diarreas severas por ingesta de pescado contaminado.
Salud infantil	- Gracias al Programa Juntos, las madres acuden de manera regular al control de rutina de sus niños. - Alta desnutrición y anemia infantil; alimentación rica en carbohidratos (yuca), poca carne y verduras.

Nota: Consultado durante la visita a campo en época húmeda abril, 2018.

Fuente: Información recabada del Puesto de Salud "Nuevo Andoas".

4.9.5. Servicios Básicos

4.9.5.1. Características de las Viviendas

Las características de las viviendas entre las comunidades de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, presentan diferencias significativas por todo lo observado e identificado durante nuestra visita de campo. A continuación, se especifican las características de las viviendas en las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir.

Las viviendas ubicadas en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, en su gran mayoría son de material noble (ladrillo y concreto), pero aún se pueden identificar viviendas que hacen uso de la madera como materia prima para la construcción de paredes y pisos, nos referimos a las viviendas que se ubican cercanas al río, las cuales se caracterizan por presentar pisos altos o elevados con relación al nivel del suelo, esto es con el fin de protegerse de las crecidas del río y otros factores climáticos. Las viviendas ubicadas en las zonas céntricas de la comunidad (plaza y principales calles) tienen en su gran mayoría techos y paredes de concreto. El interior se caracteriza por un espacio amplio ubicado a la entrada de la vivienda, los pisos están hecho a base de acabos de cerámicas y losetas. Seguido

²⁹ Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.10 Salud, 2018.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

se ubican las habitaciones de los pobladores; los servicios higiénicos y cocina son espacios independientes ubicados al exterior del área de dormitorios.

De acuerdo con la información recolectada se observó que los materiales de construcción de mayor uso en las viviendas son:

- **Paredes:** Las paredes son de concreto, una minoría cuenta con paredes de madera.
- **Techos:** Los techos son de concreto, una minoría tiene techos de calamina y hojas de palmera.
- **Pisos:** Los pisos de las viviendas en su mayoría son de cerámica y loseta, una minoría presenta pisos de madera con elevación en relación al nivel del suelo (cercanos al río).

Para el caso de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, predomina el uso de la madera, como materia prima principal para la construcción de las paredes, techos y pisos de las viviendas. Una característica general que presentan la totalidad de las viviendas, es la elevación de sus pisos con relación al nivel del suelo, en la cual se puede notar una altura aproximada de hasta un (1) metro, los pobladores indican que esta es una medida preventiva para protegerse de las crecidas de ríos u otros factores del clima. Los techos de las viviendas son generalmente de calaminas, hojas de palmeras o madera. El interior se caracteriza por presentar un espacio amplio ubicado al ingreso o entrada de la vivienda, la cual en su mayoría se utiliza como almacén de alimentos no perecibles, herramientas, entre otros. Seguido se ubican las habitaciones y en espacios independientes encontramos los servicios higiénicos y la cocina, que están más relacionados con las huertas de las viviendas, donde realizan el lavado de prendas.

De acuerdo con la información recolectada se observó que los materiales de construcción de mayor uso en las viviendas son:

- **Paredes:** Elaboradas en su mayoría de madera.
- **Techos:** En su mayoría son cubiertos por planchas de calamina, hojas de palmera o madera.
- **Pisos:** Son de madera, elevado con relación al nivel del suelo.

Si bien las viviendas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir carecen de ciertos servicios básicos, la provisión permanente de electricidad facilita el uso masivo de televisores con antena de cable y radios utilizados para escuchar música, ya que la sintonía de emisoras es de baja calidad y celulares.

Cabe destacar que dentro del concepto indígena la vivienda no se limita específicamente al conjunto habitacional; este se extiende al territorio de la comunidad en general, el cual es su "vivienda" donde se desarrollan sus actividades cotidianas y de interacción con demás pobladores y elementos del entorno.

Para las poblaciones indígenas amazónicas, los territorios constituyen hábitats integrales donde el medio ambiente y las prácticas culturales se articulan para su subsistencia. Ellas dependen directamente de las tierras para desarrollar sus diferentes actividades productivas y simbólicas. Para los indígenas Quechua, Achuar y Kichwa del Pastaza, Corrientes y Tigre, los territorios donde habitan y han habitado están intrínsecamente relacionados con sus modos de vida y cosmovisión (PNUD, 2018)³⁰.

Para los indígenas el territorio es el embrión que dio origen a la existencia de pueblos con culturas e identidad propia. Si no tienen territorio, se consideran pueblos indígenas sin vida y, por tanto, sentenciados a ser exterminados (Mayor Aparicio & Bodmer, 2009)

4.9.5.2. Agua y Saneamiento

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas el sistema de saneamiento básico carece de conexiones de desagüe y disposición de residuos, por lo que las servidas son directamente vertidas al río Pastaza.

³⁰ Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.4 Comunidad y Territorio, 2018.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Además, cuenta con un punto de agua tratada instalado por la empresa INCLAM en el año 2015, en el marco del Programa de Saneamiento Rural (PNSR) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. La captación de agua es del río Pastaza, el cual se bombea hacia la planta de tratamiento operada por INCLAM, y esta a su vez, destinada el agua tratada a la comunidad a través de piletas de agua.

La Municipalidad Distrital de Nuevo Andoas está gestionando el proyecto para la instalación de los servicios de agua potable, saneamiento y tratamiento de aguas residuales, para las localidades y Comunidades pertenecientes a la jurisdicción de Nuevo Andoas.

Las entrevistas realizadas en la Comunidad nos permitieron identificar las fuentes de abastecimiento de agua de las familias en Nuevo Andoas, muchas familias obtienen el agua de pozos artesianos ubicados en sus viviendas, del cual hacen uso para su consumo, lavado de servicios de cocina y otros; para consumir el agua vierten cloro y dejan asentarse durante cuatro (4) días, luego de este plazo recién hacen uso del agua. Los comerciantes o quienes tienen más recursos, cuentan con pozos tubulares y hacen el mismo sistema de tratamiento en el pozo (uso de lejía); en algunos casos de familias cercanas hacen uso del agua del Punto de Abastecimiento Andoas 1 (Picachu).

Los desagües de las viviendas están conectados mediante tuberías que desembocan directamente al río Pastaza, la mayoría de las viviendas cuentan con servicios higiénicos en sus domicilios, mientras que la minoría con silos.

En la **Tabla 4-24**, se muestra la ubicación de abastecimiento y tratamiento de Agua en Nuevo Andoas.

Tabla 4-24. Ubicación de Abastecimiento y Tratamiento de Agua

Nombre	Coordenadas (UTM) WGS84 Zona 18 S		Altitud (m)
	Este	Norte	
Bomba de Agua INCLAN Andoas 1	337299	9689780	215
Captación de Agua INCLAN Andoas 1	337291	9689778	210
Desagüe Andoas 1	337281	9689787	211
Abastecimiento Andoas 1 (Picachu)	337282	9689838	221
Planta de Agua INCLAN Andoas 1	337293	9689897	236
Tanque Elevado Andoas	337370	9689915	214
Fuente de Agua Andoas	337222	9689832	214
Pozo Artesiano Andoas	337507	9689905	235
Quebrada división Andoas/Porvenir	337143	9689841	215
Pileta 1 (no funciona)	337223	9689837	214

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el caso de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, el sistema de saneamiento básico carece de conexiones de agua potable, desagüe y sistema de disposición de residuos. La falta de tratamiento al agua destinada para el consumo humano (preparación de alimentos y aseo personal), fomenta la alta incidencia en enfermedades gastrointestinales.

La comunidad cuenta con un punto de agua tratada instalado por la empresa INCLAM el año 2015, en el marco del Programa de Saneamiento Rural (PNSR) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. La captación de agua es del río Pastaza, el cual se bombea hacia la planta de tratamiento operada por INCLAM, esta a su vez es destinada como agua tratada a la población a través de piletas de agua.

Las familias de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir manifestaron que cuentan con agua para consumo humano, la cual obtienen directamente desde las piletas cercanas a sus domicilios, estas

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

son empleadas para el lavado de servicios de cocina y otros de uso doméstico, algunas familias realizan el consumo directo de la fuente y solo algunos usan desinfección del agua mediante la aplicación de cloro.

Los desagües de las viviendas están conectados mediante tuberías que desembocan directamente al río Pastaza, la mayoría de las viviendas cuentan con servicios higiénicos en sus domicilios.

4.9.5.3. Electrificación

Las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, durante el periodo de permanencia de la empresa Pluspetrol, se abastecía de energía mediante un generador independiente, la instalación y conexiones domiciliarias fueron realizadas por el Gobierno Regional de Loreto. Los comerciantes locales (tiendas, bodegas o establecimientos) pagaban un monto de 10 soles mensuales por consumo de energía, mientras que los moradores de las viviendas aportaban 5 soles, estos pagos se destinaban al mantenimiento del sistema o red.

En la actualidad las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, se abastecen de energía eléctrica las veinticuatro (24) horas del día a través del sistema eléctrico de la Empresa Operadora del Lote 192 (Ex lote 1AB). Este servicio solo beneficia a las comunidades de Nuevo Andoas, Nuevo Porvenir y Los Jardines. En el Sitio S0105 (Botadero CS-32) no se cuenta con energía eléctrica.

4.9.6. Comunicación

La Comunidad Nativa Nuevo Andoas cuenta con señal celular óptima de los operadores Claro y Movistar. Alrededor de un 80% de familias cuentan con equipos de radio, televisor y comunicación celular. En la comunidad se pueden encontrar un negocio local que brinda servicio de cabinas de internet de velocidad limitada, el negocio cuenta actualmente con dos (2) computadoras, además el local municipal (sede) también cuenta con servicio de internet.

La Comunidad Nativa Nuevo Andoas cuenta con una antena repetidora mediante el cual acceden al servicio de internet. Este beneficio es posible, debido a un acuerdo o convenio que la comunidad tiene con la empresa operadora del Lote 192 (Ex lote 1AB).

En la **Tabla 4-25**, se presenta información acerca de las opciones o infraestructura de comunicación en la comunidad.

Tabla 4-25. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas

Comunidad Nativa	Comunicaciones			
	Señal de Celular (voz)	Internet	Radio	Televisión
CC.NN. Nuevo Andoas	2. Movistar	- Internet móvil: Movistar	Se sintoniza RPP Noticias.	Se sintoniza con cable Direct TV.
	2. Claro	- Internet fijo: Cabina y local de municipalidad distrital; velocidad limitada.	La mayoría de viviendas tienen equipo de radio.	La mayoría de viviendas tienen televisores.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir cuenta con señal celular óptima de los operadores Claro y Movistar. La mayoría de familias cuenta con equipos de radio televisor y comunicación celular, no cuentan con acceso a internet.

A continuación, en la **Tabla 4-26**, se presenta información acerca de las opciones o infraestructura de comunicación en la comunidad.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Tabla 4-26. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir

Comunidad Nativa	Comunicaciones			
	Señal de celular (voz)	Internet	Radio	Televisión
CC.NN. Nuevo Porvenir	3. Movistar 4. Claro	No	Se sintonizan RPP Noticias. Mayoría de familias tienen equipo (música con USB).	Se sintoniza con cable Direct TV. Mayoría tienen equipo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9.7. Vías de Transporte

Las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, cuentan con las siguientes vías de transporte:

- **Vía Aérea:** El aeropuerto, que forma parte de las instalaciones del Lote 192 (Ex lote 1AB), está ubicado en la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas. En la actualidad la empresa operadora Frontera Energy contrata con la Aerolínea LCP Perú, la salida de dos vuelos semanales, programado los días lunes y viernes, para el traslado de su personal. Conforme a los acuerdos firmados con las comunidades del área de influencia directa, la empresa otorga cupos de vuelo gratuitos a la población local, en coordinación con las autoridades comunales en casos fortuitos.

La unidad aérea parte de la ciudad de Lima con destino a la Comunidad Nativa Nuevo Andoas en un viaje que dura dos (2) horas de vuelo aproximadamente, luego se dirige a la ciudad de Iquitos en un viaje que dura una (1) hora de vuelo aproximadamente, luego retorna a la comunidad de Nuevo Andoas, y finalmente a la ciudad de Lima.

Los pobladores de las Comunidades Nativas de Nuevo Porvenir, Los Jardines y Titiyacu, también hacen uso del aeropuerto ubicado en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas.

- **Vía Fluvial:** Es la principal vía de conexión al distrito Andoas y a la capital de la provincia de San Lorenzo, así como a las ciudades de Yurimaguas e Iquitos. El eje principal está formado por los ríos Marañón y Pastaza, navegables durante todo el año. El tiempo de navegación entre San Lorenzo y Andoas es de 9 horas en un deslizador de motor 150HP a 200HP, y de hasta 3 días en un motor tipo peque de 15HP.

Durante la época húmeda (creciente), la cual inicia en abril-mayo, se inundan extensas áreas de selva baja, su cauce es inestable, con frecuencia abandona antiguos cauces, abriendo otros nuevos. Los cauces abandonados fomentan lagos en formas de herraduras, tienen abundante caudal garantizando la navegación.

Durante la época seca (menos húmeda – vaciante) que corresponden a los meses de julio/septiembre, las condiciones de navegación en los ríos es variable y estacional, cuando se presentan restricciones significa mayores costos, sea por pérdida de tiempo en navegación, posibles daños a las naves, pérdida de profundidad en los canales de acceso a los puertos, etc.

Ambas comunidades hacen uso de estas opciones y medios de comunicación fluvial en la zona.

- **Vía Terrestre:** Existen vías terrestres, carreteras y caminos que conectan a las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, así mismo; estas se conectan con otras comunidades mediante las trochas, carreteras afirmadas u otros similares, las cuales fueron construidas por las empresas operadoras para el acceso a las instalaciones industriales tales como baterías y locaciones o pozos. Las condiciones de dichas vías se ven deslucidas con el alto tráfico de vehículos maquinaria pesada o las condiciones climáticas, pues en época húmeda en

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

algunos sectores no se puede transitar o en el mejor de los casos se dificulta el tránsito. Desde la Comunidad Nativa Nuevo Andoas hasta la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, se puede acceder vía terrestre en un tiempo de 15 a 20 minutos. Adicionalmente existe una vía nacional que comunica las cuencas Pastaza, Corrientes y Tigre con sus respectivas comunidades. Desde Nuevo Andoas hasta la comunidad de Olaya existen una distancia de 58 km, y hasta la comunidad del 12 de octubre existe una distancia de 119 km. Esta vía no es transitable durante todo el año, en época húmeda y no es posible el tránsito de vehículos en ciertos sectores de la vía.

4.9.8. Aspectos Económicos

Las principales actividades económicas desarrolladas por las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir son:

4.9.8.1. Agricultura y Ganadería

Una de las actividades a la que se dedican las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir es la agricultura, que brinda a las familias el abastecimiento de alimentos de sustento.

La agricultura es la actividad económica de mayor importancia realizada por los pobladores de ambas comunidades. La importancia de esta actividad radica en que brinda a las familias locales los principales insumos que forman parte de su alimentación diaria, siendo, además, una actividad que les genera ingresos económicos cuando comercializan sus productos. Sin embargo, por el método de apertura de las áreas para cultivo, se producen impactos negativos por la constante práctica del “tumba, roce y quema” de árboles y arbustos con el fin de ampliar los terrenos para el cultivo.

Los principales productos agrícolas que se recolectan son: Yuca, plátano, maíz y tomate. Entre los frutales cultivados también destacan: Plátano, limón, toronja, cocona y papaya. De todos ellos la yuca y el plátano, que crecen casi de manera silvestre, resultan ser el alimento base de la mayor parte de las poblaciones de ambas comunidades, sobre todo, de aquellas familias de bajos recursos. La mayor parte de la producción está destinada al autoconsumo y en algunos casos para su comercialización; en este último caso, los productos y subproductos que se comercializan se efectúan en las comunidades de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir.

Cabe resaltar, que, para ambas Comunidades Nativas, los terrenos de cultivo no se encuentran dentro del Sitio S0105 (Botadero CS-32), generalmente sus cultivos están cerca a sus viviendas y en algunos casos en la carretera, en terrenos distante al sitio impactado.

Otra actividad predominante en ambas comunidades es la ganadería (vacas y chanchos) y la crianza de animales menores, principalmente aves de corral como: Pollos, patos y gallinas; orientada esencialmente al autoconsumo y en ciertos casos al comercio dentro de las mismas comunidades y entre ellas.

La actividad ganadera que se practica en las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir es limitada. Los bajos precios y la difícil accesibilidad a los mercados, hacen que esta actividad no sea rentable.

El Fondo de Cooperación para el Desarrollo – FONCODES, el cual es un programa perteneciente al Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social - MIDIS, está presente en las comunidades nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir desde el año 2014, ejecutando el programa especial Noa Jayatai, que significa “vamos a crecer”, a través de este programa se ha favorecido a muchas familias en condiciones de pobreza y extrema pobreza, dotándolas de animales menores o aves de corral (gallinas y patos), cabezas de ganado vacuno, proyectos agrícolas, emprendimiento y otros conocimientos relacionados con la actividad económica.

PEDAMAALC inicia sus actividades en las comunidades nativas de Nuevo Porvenir y Nuevo Andoas en el año 2015, con la implementación del proyecto “Mejoramiento De La Productividad Agropecuaria Mediante El Fortalecimiento De Capacidades Y Transferencia Tecnológica En 35 Comunidades Nativas

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

De Las Cuencas De Los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes Y Marañón De La Región Loreto”, proyecto que la fecha sigue en ejecución, mediante la dotación de cabezas de ganado vacuno, capacitaciones, habilitación de áreas de cultivos, transferencia tecnológica y otros aspectos relacionados a la forestación y reforestación en las comunidades involucradas.

La crianza de animales menores como pollos, gallinas y patos es una actividad que se practica de manera particular por las familias para asegurar la fuente de alimento, es destinada para el autoconsumo, sin embargo, en algunas oportunidades son destinados para la venta constituyendo una fuente de ingreso complementario.

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas la crianza de animales se realiza dentro del área de la comunidad, distantes de al Sitio S0105 (Botadero CS-32); el ganado se encuentra en corrales y los animales menores (gallinas, patos) en la huerta de sus viviendas.

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir la crianza de animales se realiza dentro del área de la comunidad, distantes de al Sitio S0105 (Botadero CS-32); el ganado se encuentra en corrales y los animales menores (gallinas, patos) en la huerta de sus viviendas.

4.9.8.2. Caza

En las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, otra actividad que se realiza es la caza de animales de monte, destinada a obtener carne para la alimentación familiar. Los animales que acostumbran cazar son: Monos, sajino, venado, majas o picuro y aves.

Las principales zonas para la actividad de caza son las áreas de bosques de la carretera central, que abarcan para la caza desde el km 4 hasta el km 22. La mayoría tiene que trasladarse hacia zonas lejanas (adentrarse en el monte – carretera principal) lo cual implica un mayor tiempo y energía a emplear.

Por otro lado, la actividad de la caza es realizada para abastecerse de carne que complementa la dieta alimenticia de las familias de ambas comunidades. Los principales instrumentos empleados para cazar son: La flecha, la retrocarga y la trampera. En la zona impactada del sitio S0105 (Botadero CS-32), si se realiza la actividad de caza por parte de la comunidad.

Se resalta el hecho que, en los últimos años, tanto la caza como la pesca se han convertido en actividades complementarias para la economía de las familias.

4.9.8.3. Pesca

La actividad de la pesca en ambas Comunidades Nativas se desarrolla de una manera artesanal, esta práctica se desarrolla principalmente para autoconsumo, las herramientas tradicionales utilizadas son el anzuelo, atarraya y red. Por otra parte, algunos pobladores minoritarios que se dedican a esta actividad en ambas comunidades, utilizan el barbasco (veneno natural para los peces) como método de pesca muy efectivo, el uso del barbasco lo hacen en las cochas de la zona, los moradores son conocedores que este método de pesca no es apropiado, sin embargo, el porcentaje del uso de este veneno es mínimo, no afectando la mortalidad de otras especies. Por esta razón, no genera desequilibrio en el ecosistema ya que es una planta natural.

De acuerdo a la información suministrada por los monitores ambientales de las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, la cuenca donde los comuneros practican la pesca es el río Pastaza. Uno de los monitores ambientales es el Señor Saulo Cachay Ramírez, monitor ambiental de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, quien afirma que el río Pastaza es la principal cuenca de donde los comuneros obtienen sus alimentos ricos en proteínas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, en los últimos años, según lo comentado por el monitor ambiental, la cantidad de especies de peces han disminuido considerablemente, debido al impacto producto de la actividad petrolera en las zonas de pesca.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Las actividades de pesca son realizadas por los comuneros, en los espacios diferentes a los que se trabajan en la empresa comunal.

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), no se identifican cuerpos de agua; por lo tanto, se infiere en que no existen labores de pesca.

4.9.8.4. *Recolección*

En las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir se realiza la colecta de hojas, flores, raíces, tallos, cortezas y frutos silvestres para la preparación remedios y se administran en forma de infusiones, cocimiento, frotaciones y emplastos; por ejemplo se emplean como expectorante el limón, ajo y otros; como sudorífico la zarza parrilla; diuréticos como la cola de caballo y mate de cebada tostada; los reguladores de la bilis son la alcachofa, diente de león, romero y otros; estimulantes como la coca; alucinógenos como el floripondio, ayahuasca, etc. Las especies de plantas medicinales son silvestres por lo tanto estas crecen naturalmente. Con base a las entrevistas y avistamientos en campo, se constató que existen especies de plantas medicinales en áreas cercanas al Sitio S0105 (Botadero CS-32).

4.9.8.5. *Comercio*

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas se realiza el comercio mediante la venta de abarrotes y la venta de comida. La Comunidad Nativa de Nuevo Andoas centraliza la actividad del comercio, esta concentra los establecimientos comerciales y tiendas multiservicios que ofrecen productos como: Abarrotes en general, víveres, cerveza, cigarros, bebidas gasificadas, agua, ropa, alimentos balanceados para aves, entre otros productos.

Los pobladores de las comunidades cercanas venden sus productos (agrícolas, de caza, de pesca) a los comerciantes de Nuevo Andoas. La actividad del comercio está tomando especial importancia en Andoas, La Localidad es el centro comercial que abastece de insumos y víveres a los pobladores de las CC.NN. aledañas.

Los comerciantes de Nuevo Andoas (en su totalidad mestizos venidos de otras ciudades y provincias) comercializan productos de algunas ciudades de la costa (por ejemplo, Chiclayo) y sierra norte (por ejemplo, Cajamarca), o cercanas como Yurimaguas y San Lorenzo. Este flujo comercial tiene mayor dinámica cuando el Lote 192 (Ex lote 1AB) está en operación.

Los precios de los productos comercializados son altos por el elevado costo de transporte, debido a la lejanía de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas y las dificultades de acceso a la zona. Varios pequeños restaurantes de comida y bares ubicados en la plaza y cercanías, están cerrados temporalmente por la baja actividad económica y comercial.

Según lo manifestado en el Estudio Técnico Independiente – ETI, las poblaciones nativas comienzan a asentarse de manera más permanente cerca de las áreas de operaciones petroleras (campamentos y baterías de producción), a fin de tener acceso a bienes manufacturados, empleos esporádicos y servicios. Así se configura una concentración moderada de población en sitios como Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, conformando centros poblados y comunidades nativas (PNUD, 2018)³¹.

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir el comercio es otra actividad resaltante, dándose principalmente la venta de abarrotes y la venta de comida.

Los pobladores de las comunidades cercanas, incluyendo la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, venden sus productos (agrícolas, de caza, de pesca), a los comerciantes de Nuevo Andoas.

³¹ Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.4 Comunidad y Territorio, 2018.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Los comerciantes locales de las comunidades cercanas se trasladan por el río Pastaza hacia la Comunidad Nativa Nuevo Andoas en embarcaciones pequeñas con motor 15HP, para la comercialización de productos, no se transita por el Sitio Impactado S0105 (Botadero CS-32).

4.9.8.6. Empresas Comunales

La Comunidad Nativa Nuevo Andoas cuenta con dos empresas comunales, empresa Comunal de Servicios Petroleros de Responsabilidad Limitada (ECOSEP) y con la nueva empresa comunal (ECOMNAP), las cuales generan puestos de trabajo para los moradores y en algunos casos para terceros.

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir cuenta con la Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada (ECOPOR), que genera puestos de trabajo para los moradores y en algunos casos para terceros.

Las empresas están conformadas por socios y son administradas por una gerencia encargada de realizar las gestiones para la celebración de los contratos de servicios con la empresa. En el caso de los contratos laborales para las CC.NN., estos tienen una duración de 28 días y pueden ser renovables, estos puestos laborales son rotativos entre todos los moradores. Las principales actividades a las que se dedican son: El chaleo (cultivos de malezas), mantenimiento de áreas con malezas, soldadura de unidades vehiculares y tala de árboles de las áreas donde tienen actividad de hidrocarburos.

4.9.9. Prácticas Culturales

La Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural de la UNESCO define cultura como *"conjunto de rasgos distintivos espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan a una sociedad o a un grupo social y que abarca, además de las artes y las letras, los modos de vida, las maneras de vivir juntos, los sistemas de valores, las tradiciones y las creencias"*.

A partir del concepto de cosmovisión, la cultura es el conjunto de pensamientos, creencias, y prácticas que un grupo maneja para organizar su existencia y orientar su destino. (Pedro Mayor Aparicio – Richard Bodmer, 2009).

Así entonces en la Comunidad Nativa la riqueza cultural, radica en los mitos y leyendas que en los comuneros más ancianos se mantienen y con respecto a los valores morales y éticos, la relación con la tierra, sus cultivos, los bosques, los animales y las creencias son reconocibles entre los comuneros. Esto se evidencio a partir de las entrevistas desarrolladas y en lo observado en las semanas de trabajo e interacción con la comunidad, así como también en la relación laboral con los trabajadores comuneros que hicieron parte de cada grupo técnico.

También se evidencio que una práctica común dentro de la economía solidaria de la comunidad es la labor que realizan por medio de la *minga*, que consiste en realizar un trabajo compartido para el bien común de la comunidad o de la familia y tiene carácter voluntario y recíproco (ETI – Numeral 4.6 Comunidad y Territorio, 2018). Las *mingas* las realizan o para la limpieza de algún sector de la comunidad o construir y/o reparar alguna estructura. Esta actividad comunal, así como las reuniones familiares, pueden venir acompañadas de una práctica cultural importante para los comuneros que es la preparación y consumo en grupo del *masato*; bebida fermentada a partir de la consecución de yuca, más ciertas cantidades determinadas de agua.

Con respecto a los cantos, músicas y bailes ancestrales, se evidencio que en cierta medida en los jóvenes principalmente, han venido desapareciendo, por el ingreso de los ritmos occidentales, así como los ritos y tradiciones, los cuales han sido en la actualidad cristianizados.

Por otro lado, la diversidad cultural de la comunidad está relacionada con los espacios naturales, lo que a su vez se responde a las modalidades económicas que han venido incorporando las comunidades, teniendo en cuenta la agricultura, ganadería, caza, pesca, recolección y comercio. A

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

pesar de que la influencia de estos nuevos sistemas socio-económicos ha provocado en las sociedades indígenas un cambio en su cultura y su patrón de vida, la relación esencial entre estas comunidades y la biodiversidad de la selva amazónica continúa siendo de vital importancia para su cultura y sus modelos socio-económicos (Moran, 1993)

Por último, otra práctica que hace parte de la cultura de las comunidades y se mantiene actualmente es el tránsito fluvial que conectan las comunidades, siendo la navegación de los ríos una de las principales prácticas ancestrales. Estas actividades fluviales sirven de integración y son comunes entre comunidades y en algunos casos para compra de materiales, comercio e intercambio de productos de pan llevar cuando hay escases de alimentos. Por esto se afirma que la hidrografía de la cuenca, “es un factor muy importante en el desarrollo cultural de la zona, especialmente por el establecimiento de redes o circuitos de intercambio de bienes que, aprovechando estas rutas de comunicación fluvial, conectaron no solo a los grupos humanos de la Amazonía, sino también entre los grupos de las sociedades de los Andes y la costa con la Selva, en todas las direcciones” (Rivas Panduro, Medina Mendoza, Abanto Llaque, & Rios Zumaeta, 2008)

En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), no se desarrollan las actividades de pesca, pero si se desarrolla la actividad de caza mencionadas en el numeral **4.9.8.2** y **4.9.8.3**. Durante el estudio se observó que no se realizan actividades recreativas y culturales en el sitio, aunque tal vez en algún otro momento se haya podido llevar a cabo.

4.9.10. Grupo de Interés

4.9.10.1. Identificación de Actores Sociales

Los actores sociales están constituidos por: Representantes municipales, los cuales están acreditados por la actual gestión, dirigentes de comunidades nativas (APU, agente municipal, teniente gobernador) afiliados en su mayoría a federaciones indígenas representadas por sus presidentes y asesoradas por profesionales técnicos y legales externos.

En la comunidad nativa Nuevo Andoas se desarrolla continuamente la asamblea comunal, en el que se convoca a todos los moradores, esta actividad se celebra “por oportunidad / ocasión”; en especial a la partida o llegada del viaje de sus autoridades para la rendición de las gestiones realizadas o por organización de algún evento particular (faenas para inicio de clase, aniversario de la comunidad, llegada de alguna autoridad estatal).

Además de los actores sociales representantes del MIDIS, GOREL y MINAGRI, quienes buscan articular en conjunto las principales estrategias nacionales en materia de inclusión social y desarrollo hacia la Comunidad de Nuevo Andoas.

En la **Figura 4-3**, se presenta la relación entre los actores sociales de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

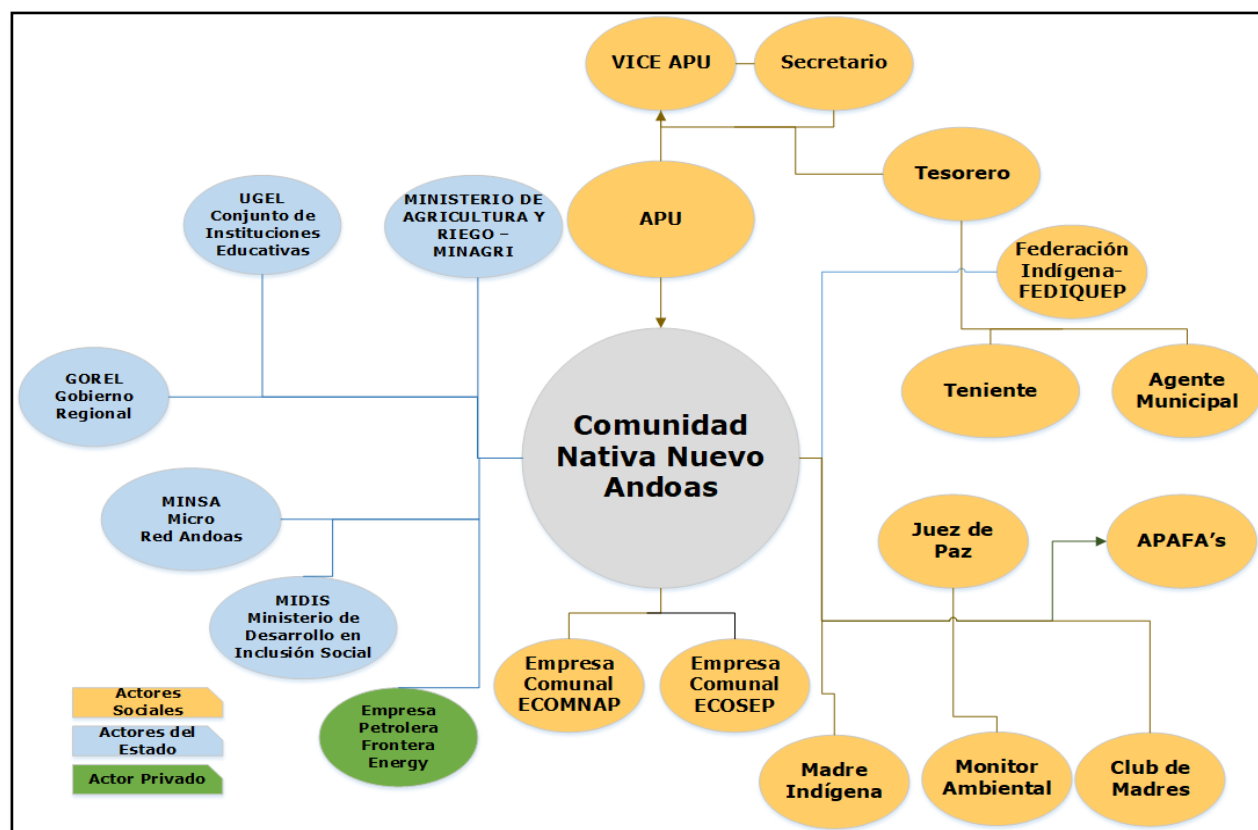


Figura 4-3. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad de Nuevo Andoas

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 4-4**, se presenta la relación entre los actores sociales de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir; además del grado de influencia.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

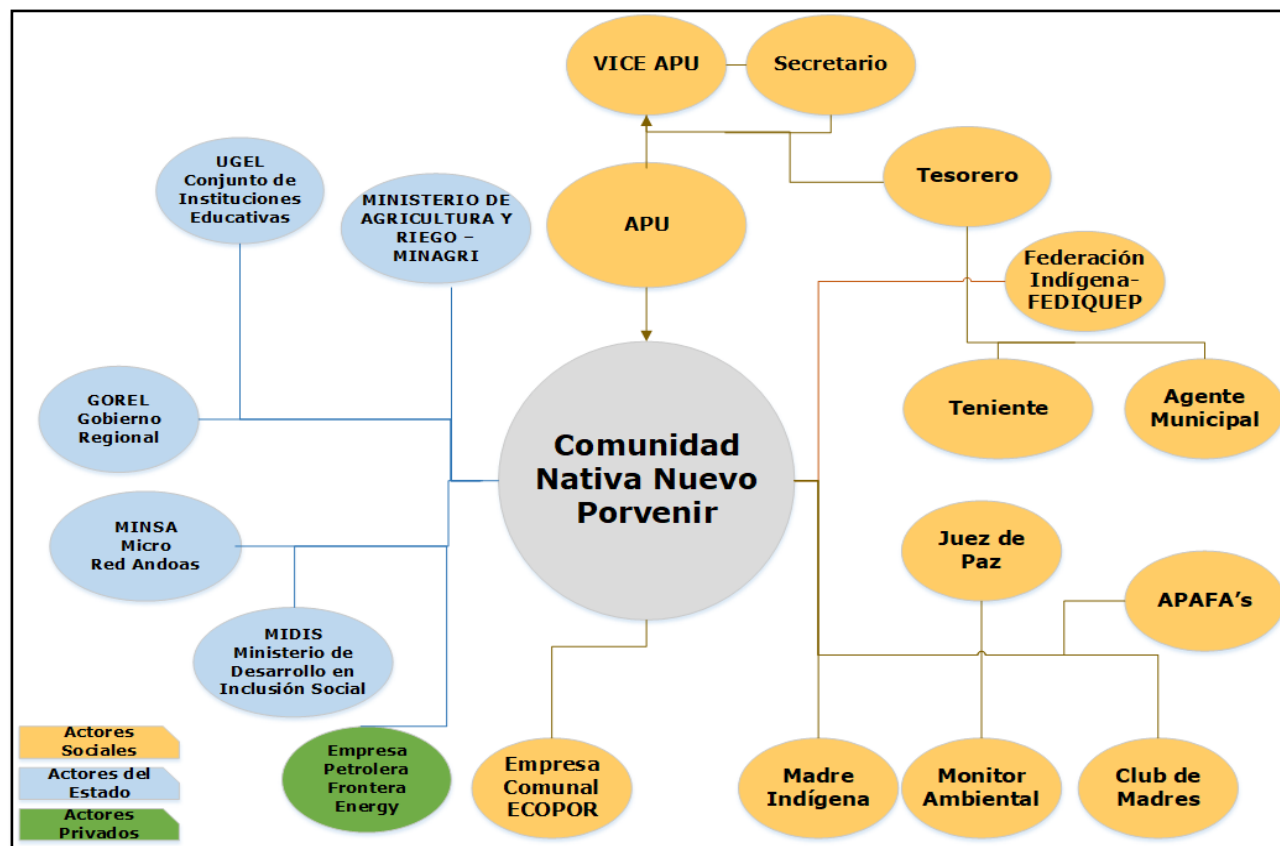


Figura 4-4. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad de Nuevo Porvenir

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A continuación, se describen las diferentes instituciones públicas o privadas que están presentes en la comunidad nativa de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, ya sea por medio de programas o de forma directa.

- **Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social – MIDIS.**

En el año 2014 se creó la Comisión Multisectorial de carácter temporal denominada “Desarrollo de las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, del departamento de Loreto”, con la finalidad de proponer medidas que permitan mejorar las condiciones sociales y ambientales de las poblaciones de esta zona³². Es en este contexto que el MIDIS inicia su intervención en la comunidad nativa Nuevo Andoas, en la cual implementa los programas; Juntos, Qali Warma, Pensión 65 y FONCODES, involucrando a las demás poblaciones de los distritos de Tigre, Andoas, Pastaza, Trompeteros, Urarinas y Parinari.

A continuación, se describe brevemente los programas a través de los cuales el MIDIS se hace presente en la comunidad nativa Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir. Es conveniente precisar que algunos de estos programas son de carácter permanente de tipo asistencial y otros de carácter temporal de tipo productivo.

- **FONCODES (MIDIS):**

El Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social – FONCODES, tiene presencia en las poblaciones de las Cuatro cuencas (Tigre, Pastaza, Corrientes y Marañón) desde el año 2014, inicia su intervención con un total de 34 Proyectos Noa Jayatai, que significa “vamos a crecer”, la comunidad nativa Nuevo

³² Fuente: MIDIS, Memoria Institucional 2011 – 2016.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Porvenir es una de las poblaciones beneficiarias de este programa especial, que cuenta con cuatro componentes: fortalecimiento de los sistemas de producción familiar, cocinas mejoradas, negocios rurales y educación financiera.

Actualmente el programa especial Noa Jayatai, se encuentra vigente en las comunidades de las Cuatro cuencas, incluyendo la comunidad nativa Nuevo porvenir, en la cual se viene trabajando proyectos agrícolas priorizando los productos locales, entrega o dotación de aves de corral (gallinas y patos) y vacunos a familias en condición de pobreza y pobreza extrema. La finalidad del programa es complementar y variar la dieta alimenticia y promover la autonomía económica sostenible de los hogares rurales en situación de pobreza y pobreza extrema, generando oportunidades económicas para muchas familias que no tienen posibilidades de generar actividades de emprendimiento o negocios locales.

Es pertinente mencionar que FONCODES - Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social, es uno de los programas exitosos del MIDIS.

- **Programa Juntos (MIDIS):**

El programa Juntos en el año 2016, intervino en los seis distritos que conforman las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Maraón, con un registro de 6,590 hogares afiliados con 17,779 miembros objetivos entre gestantes, niños, adolescentes y jóvenes hasta 19 años de edad. De este total de afiliados se pudo realizar la transferencia del incentivo monetario a 5,616 hogares. Juntos también atiende a centros poblados con comunidades indígenas en los seis distritos usuarios que corresponden a Tigre, Trompeteros, Urarinas, Parinari, Andoas y Pastaza.³³

El programa Juntos opera desde el año 2016 en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, otorgando prestaciones de salud y educación, orientadas a asegurar la salud preventiva materno – infantil y la escolaridad sin deserción, con la participación y compromiso voluntario de las familias beneficiadas, dándose cumplimiento a los compromisos de equidad del Acuerdo Nacional y los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

- **Qali warma:**

Qali Warma inicia sus operaciones en los seis distritos que conforman las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Maraón, en el año 2014, específicamente en los seis distritos usuarios que corresponden a Tigre, Trompeteros, Urarinas, Parinari, Andoas y Pastaza.

En ese mismo año, el Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma, llega hasta la Comunidad Nativa Nuevo Andoas³⁴, con finalidad brindar un servicio de calidad cumpliendo los siguientes objetivos: Garantizar el servicio alimentario durante todos los días del año escolar a los usuarios del Programa de acuerdo a sus características y las zonas donde viven; Contribuir a mejorar la atención de los usuarios del Programa en clases, favoreciendo su asistencia y permanencia; Promover mejores hábitos de alimentación en los usuarios del Programa.

Entre el 2014 y julio del 2016 atendió a 71,288 estudiantes de instituciones educativas en los seis distritos ubicados en la zona, con un presupuesto ejecutado de S/ 31'381,430.93.³⁵

- **Pensión 65:**

Pensión 65 atiende en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir desde el año 2014, beneficiando a los adultos mayores en condiciones de abandono, discapacidad y otros factores sociales que puedan determinar su inclusión al programa.

³³ Fuente: Memoria Institucional MIDIS, 2011 – 2016.

³⁴ Fuente: Entrevistas y Ficha Comunal – Trabajo de Campo, época seca, marzo 2018.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- **Unidad de Gestión Educativa Local – Alto Amazonas (MINEDU):**

La UGEL – Alto Amazonas, perteneciente al Ministerio de Educación – Loreto, tiene presencia en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, a través de las Instituciones Educativas: Inicial-jardín, I.E.I. N.º 64 “Nuevo Andoas”, nivel primario I.E.P. N.º 62155 y el nivel secundario en la I.E. “Nuevo Andoas – CEBA”.

Las tres Instituciones Educativas son de género mixto y cuentan con el Programa de Educación Intercultural Bilingüe – EIB.

La UGEL – Alto Amazonas, perteneciente al Ministerio de Educación – Loreto, tiene presencia en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, a través de la Instituciones Educativa N.º 601529, en la cual se imparte la educación en los niveles inicial y primaria, es de género mixto y cuentan con el Programa de Educación Intercultural Bilingüe – EIB.

- **Microred Andoas – Red de Salud Datem del Marañón (MINSA):**

En la Comunidad Nativa Nuevo Andoas existe 01 Puesto de Salud, perteneciente a la Microred de Salud Andoas, ubicada en el distrito del mismo nombre y Red de Salud Datem del Marañón, ubicada en la localidad de San Lorenzo. Está calificada con la categoría I-I, este establecimiento cuenta con un médico y dos enfermeras.

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, acude al Puesto de Salud ubicado en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas por ser la más cercana, perteneciente a la Microred de Salud Andoas, ubicada en el distrito de Andoas y Red de Salud Datem del Marañón, ubicada en la localidad de San Lorenzo. Está calificada con la categoría I-I, este establecimiento cuenta con un médico y dos enfermeras.

- **Gobierno regional de Loreto – (GOREL):**

El Gobierno Regional de Loreto es el cuerpo administrativo del Departamento de Loreto. Está conformado por el Presidente Regional y un consejo regional. El GOREL conforma uno de los 25 Gobiernos Regionales del Perú establecidos para realizar la regionalización del país, tiene la responsabilidad en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, de llevar a cabo diversos proyectos e inversiones en los sectores educación, salud, infraestructura entre otros, también se presenta como un actor importante en el aspecto político dentro de la cuenca, ya que formalmente se podrían canalizar y ejecutar obras de infraestructura o servicios básicos en mejora de las condiciones de vida de las comunidades.

- **Ministerio de Agricultura y Riego – MINAGRI.**

El MINAGRI se hace presente en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas Nuevo Porvenir a través del Programa PEDAMAALC, el cual es un Proyecto Especial adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego- MINAGRI, que depende del Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego, tiene por objeto identificar, promover, formular y ejecutar actividades y proyectos del Sector Agricultura y Riego, que incluye lo forestal y de reforestación con enfoque en la inclusión de las familias menos favorecidas dentro de su ámbito de intervención. Sus Ciclas significan; Proyecto Especial Datem del Marañón, Alto Amazonas, Loreto, Condorcanqui.

PEDAMAALC inicia sus actividades en la comunidad nativa Nuevo Andoas en el año 2015, con la implementación del proyecto “Mejoramiento De La Productividad Agropecuaria Mediante El Fortalecimiento De Capacidades Y Transferencia Tecnológica En 35 Comunidades Nativas De Las Cuencas De Los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes Y Marañón De La Región Loreto”, proyecto que la fecha sigue en ejecución, mediante la dotación de cabezas de ganado vacuno, capacitaciones, habilitación de áreas de cultivos, transferencia tecnológica y otros aspectos relacionados a la forestación y reforestación en las comunidades involucradas.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

4.9.10.1.1. Organizaciones Indígenas: Federaciones

Uno de los actores sociales que articula las alianzas políticas de las dirigencias y demás actores comunales, son las federaciones indígenas, las cuales establecen alianzas con las autoridades municipales e incluso regionales. Proponen proyectos sociales en beneficio de la mejora de vida de las comunidades.

Estas federaciones reciben asesoría de agentes foráneos (abogados, antropólogos y profesionales técnicos), que a su vez gestionan y reciben respaldo y financiamiento de organizaciones internacionales (ONG's, institutos de investigación), con plataformas de defensa ambiental e indígena.

Las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir están afiliadas a la Federación Indígena Quechuas del Pastaza (FEDIQUEP), creada el 09 de noviembre de 1992 e inscrita bajo la partida registral N° 11500674, según la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (SUNARP).

A continuación, se presenta en la **Tabla 4-27**, se muestra la identificación del consejo directivo con la federación de (FEDIQUEP).

Tabla 4-27. Consejo Directivo de la Federación de ORIAP

Cargo	Representante	Periodo y Elección
Presidente	Aurelio Chino Pahua	28/05/2017 - 28/05/2020
Vicepresidente	David Chino Dahua	
Secretario	Raul Americo Cariajano	
Secretario de salud	Oliver Butura Chino	
Secretario de mujer indígena	Estefita Pizango Tangoa	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9.10.1.2. Asamblea Comunal

Las comunidades están dirigidas políticamente por una planilla de autoridades locales: APU, Segundo APU, Agente Municipal, Teniente Gobernador y Madre Indígena; adicionalmente, se incorpora en la gestión administrativa de la comunidad al presidente de APAFA y a la presidenta del Club de Madres.

Las Asambleas comunales, en que se convoca a todos los moradores, son celebradas "por oportunidad"; en especial a la partida o llegada del viaje de sus autoridades para la rendición de las gestiones realizadas o por organización de algún evento particular (faenas para inicio de clase, aniversario de la comunidad y llegada de alguna autoridad estatal).

En la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas las asambleas comunales se toma lista de asistencia a cargo del Agente Municipal. La participación de las mujeres es activa y tienen voz y voto en la vida de la comunidad, por lo que, en comparación de la forma antigua, ya no ocupan los lugares apartados en la asamblea comunal, más aún están en las líneas delante de los moderadores de la asamblea.

Con respecto a la Comunidad de Nuevo Porvenir en las Asambleas comunales se toma igual lista de asistencia a cargo del Agente Municipal. En cambio, la participación de las mujeres es limitada; en términos de disposición espacial, la mayoría de mujeres suele ubicarse voluntariamente a los márgenes del salón comunal y algunas participan activamente, por lo general, con voz y voto.

En la **Tabla 4-28** se encuentra el resumen de las funciones y Roles de las Autoridades y Líderes indígenas de la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas.

Los APU's y los otros miembros de la junta directiva de las comunidades son elegidas directamente por los comuneros, por un periodo de tres (3) años, a través de una Asamblea comunal.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 4-28. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas

Cargo	Representante	Funciones
APU	Teddy Maca Cariajano	a) El APU de la comunidad, es la autoridad máxima de la Junta Directiva y cumple las funciones de representante legal de la comunidad para todos los actos que la comprometan en lo económico, judicial y administrativo. Es el encargado de convocar y dirigir las reuniones de la junta directiva y las asambleas generales, resolver los conflictos y controversias que se originen entre los miembros de la comunidad, así como las fallas que se cometan. Conduce la gestión comunal. b) El APU se encarga de colaborar y solucionar los problemas que se presenten en la comunidad.
Vice APU	Gilber Guardia Carajiano	El Vice APU reemplazara al APU de la comunidad, en caso de ausencia o impedimento (sea justificada o no). Organiza y coordina las comisiones que requiera la comunidad
Secretario	Por elegir en asamblea	El secretario es el encargado de conducir, conservar y actualizar el libro de actas, el registro de comuneros y otros documentos de la comunidad, suscribiendo conjuntamente con el APU los documentos de trámite administrativo.
Tesorero	Por elegir en asamblea	El tesorero es el responsable del manejo y conservación de los fondos, bienes y libros contables de la comunidad, suscribiendo los documentos contables conjuntamente con el APU.
Agente Municipal	Arminda Rengifo Villacorta	Fomentar la participación comunal en las actividades que realiza a Comunidad. Orientar a la comunidad sobre la gestión de los servicios que brinda la comunidad. Las demás que le sean delegadas por el APU.
Segundo Agente	Quilder Gonzales Kurinique	El segundo agente, reemplazará al agente municipal de la comunidad, en caso de ausencia o impedimento (sea justificada o no).
Teniente Gobernador	Yony Díaz Saavedra	Atiende las necesidades de la comunidad, depende administrativa y funcionalmente del APU.
Monitor Ambiental	Elmer Hualinga	Realizar el monitoreo y vigilancia ambiental en la comunidad y sitios de influencia directa al lugar, a fin de hallar las fuentes de contaminación en el área.
Juez de Paz	Flor de María Servellon Lagos (Distrital) Tito Zamora Flores (Local-Comunidad)	Solucionar conflictos mediante la conciliación y en caso que ésta no pueda producirse, expedir sentencia. Dictar medidas cautelares, ordenar detención de algunas personas hasta por 24 horas (dependiendo el caso) e imponer sanciones comunitarias. Denunciar por delito de resistencia a la autoridad y otras funciones más y a fines.
APAFA	Inicial: Yony Díaz Saavedra. Primaria: Teodosio Curitima Shuje. Secundaria: Tito Zamora Flores.	Colaborar con las actividades que realicen las instituciones educativas en función del Proyecto Educativo Institucional. Denunciar, ante las autoridades competentes, a los integrantes del APAFA y personal educativo en caso de que incurran en irregularidades.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Cargo	Representante	Funciones
Club de Madres	Wilma Chino Dahua	Velar por las condiciones de vida de los niños, de las madres y de la comunidad en general.
Madre Indígena	Por elegir en asamblea	La mujer indígena es quien conserva y transmite las tradiciones de los pueblos indígenas, las mujeres para la comunidad indígenas son tierra, y la tierra es madre y territorio; esa relación natural trasciende en la complementariedad con el hombre y el universo, según sus creencias

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 4-29** se encuentra el resumen de las funciones y Roles de las Autoridades y Líderes indígenas de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir.

Así mismo, los APU's y los otros miembros de la junta directiva de las comunidades son elegidas directamente por los comuneros en asamblea general y tienen un periodo de mandato de tres (3) años.

Tabla 4-29. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir

Cargo	Representante	Funciones
APU	Juan José Chumbico Salinas	a) El APU de la comunidad, es la autoridad máxima de la Junta Directiva y cumple las funciones de representante legal de la comunidad para todos los actos que la comprometan en lo económico, judicial y administrativo. Es el encargado de convocar y dirigir las reuniones de la Junta Directiva y las asambleas generales, resolver los conflictos y controversias que se originen entre los miembros de la comunidad, así como las fallas que se cometan. Conduce la gestión comunal. b) El APU se encarga de colaborar y solucionar los problemas que se presenten en la comunidad.
Vice APU	Juan Richard Dahua	El Vice APU reemplazara al APU de la comunidad, en caso de ausencia o impedimento (sea justificada o no). Organiza y coordina las comisiones que requiera la comunidad
Secretario	Por Elegir En Asamblea	El secretario es el encargado de conducir, conservar y actualizar el libro de actas, el registro de comuneros y otros documentos de la comunidad, suscribiendo conjuntamente con el APU los documentos de trámite administrativo.
Tesorero	Adelmar Salazar Vilches	El tesorero es el responsable del manejo y conservación de los fondos, bienes y libros contables de la comunidad, suscribiendo los documentos contables conjuntamente con el APU.
Agente Municipal	Malquia Dahua Mucushua	Fomentar la participación comunal en las actividades que realiza la Comunidad. Orientar a la comunidad sobre la gestión de los servicios que brinda la comunidad. Las demás que le sean delegadas por el APU
Teniente Gobernador	Pendiente	Atiende las necesidades de la comunidad, depende administrativa y funcionalmente del APU.
Juez de Paz	Flor de María Servellon Lagos (Distrital)	Solucionar conflictos mediante la conciliación y, en caso que ésta no pueda producirse, expedir sentencia.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Cargo	Representante	Funciones
		Dictar medidas cautelares, ordenar detención de algunas personas hasta por 24 horas e imponer sanciones comunitarias. Denunciar por delito de resistencia a la autoridad y otras funciones más y a fines.
Club de Madres	Pendiente	Velar por las condiciones de vida de los niños, de las madres y de la comunidad en general.
APAFA	Pendiente	Colaborar con las actividades que realicen las Instituciones Educativas en función del Proyecto Educativo Institucional. Denunciar, ante las autoridades competentes, a los integrantes del APAFA y personal educativo en caso de que incurran en irregularidades.
Monitor Ambiental	Saulo Cachay Ramirez	Realizar el monitoreo y vigilancia ambiental en la comunidad y sitios de influencia directa al lugar, a fin de hallar las fuentes de contaminación en el área.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9.10.2. Empresa Comunal

La comunidad de Nuevo Andoas, cuenta con dos Empresas Comunales; 1) Empresa Comunal de Servicios Petroleros de Responsabilidad Limitada (ECOSEP), y 2) la Empresa Comunal de Nuevo Andoas de Pastaza (ECOMNAP); ambas empresas comunales generan puestos de trabajo para los moradores y en algunos casos para terceros.

La Empresa Comunal Nuevo Andoas de Pastaza (ECOMNAP), fue creada recientemente en agosto del 2018, en Asamblea General de la Comunidad, presidida por el APU de Nuevo Andoas; dentro de sus principales funciones tiene la contratación de mano de obra y otros, tiene la exclusividad de los trabajos con la Empresa Operadora del Lote.

Eh la **Tabla 4-30** y **Tabla 4-31**, se presenta la información general de la empresa comunal ECOMNAP y ECOSAEP.

Tabla 4-30. Información de la Empresa Comunal ECOMNAP

Número de R.U.C.	20603372523 - Empresa Comunal de Nuevo Andoas Pastaza de Responsabilidad Limitada - "ECOMNAP" Ltda.
Tipo Contribuyente	Comunidad Campesina, Nativa
Fecha de Inscripción	10/07/2018
Fecha de Inicio de Actividades	01/08/2018
Dirección del Domicilio Fiscal	Cal. Alfonso Ugarte N° 210, Bar. La Favorita (a media cuadra de Reniec), Yurimaguas – Alto Amazonas - Loreto
Gerente	Rolin zuñiga mucushua
Socios	285
N° de Inscripción - Registros Públicos	11032296

Fuente: SUNARP, 2019.

Tabla 4-31. Información de la Empresa Comunal ECOSEP

Número de R.U.C.	20528114815 - Empresa Comunal de Servicios Petroleros de Responsabilidad Limitada - "ECOSEP" Ltda.
Tipo Contribuyente	Comunidad Campesina, Nativa
Fecha de Inscripción	28/08/2008
Fecha de Inicio de Actividades	15/10/2008

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Dirección del Domicilio Fiscal	Cal. Monitor Huáscar N° 627 (Costado hosped. Ibeth Trujillo y Abancay), Punchana – Maynas – Loreto
Presidente	Yonel Perea Acho
Gerente	Hugo Adán Sanchez Dahua
Socios	389
N° de Inscripción - Registros Públicos	11012608

Fuente: SUNARP, 2019.

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir ha conformado la Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada (ECOPOR), la cual genera puestos de trabajo para los moradores y en algunos casos para terceros.

En la **Tabla 4-32**, se presenta la información general de la empresa comunal (ECOPOR).

Tabla 4-32. Información de la empresa Comunal ECOPOR

Número de R.U.C.	20567181252 - Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada – “ECOPOR” Ltda.
Tipo Contribuyente	Comunidad Campesina, Nativa
Fecha de Inscripción	21/01/2014
Fecha de Inicio de Actividades	1/02/2014
Dirección del Domicilio Fiscal	Cal. Maynas N° 14 (cruce de las Av. Maynas y Yavari) Iquitos – Maynas - Loreto
Presidente	Richard Dahua Mucushua
Gerente	Porfirio Gayas curitima
N.º Inscripción-Registros Públicos	11017838

Fuente: SUNARP, 2019.

4.9.10.3. Representantes de la Empresa Operadora

Para el caso de la Comunidad Nativa Nuevo Andoas, la empresa operadora entabla relaciones con la comunidad a través de sus relacionistas comunitarios; asimismo se han llegado a acuerdos en los aspectos relacionados a la contratación de mano de obra calificada y no calificada, para las actividades propias y de los contratistas; estos aspectos son coordinados principalmente con el APU y generalmente discutidos y definidos en Asamblea Comunal. También hay acuerdos para la asignación de cupos de vuelo, suministro semanal de combustible y la contratación de bienes y servicios.

Para el caso de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, la empresa operadora entabla relaciones con la comunidad a través de relacionistas comunitarios. La administración de cupos de vuelo, reparto de combustible y otros beneficios que la empresa ha acordado con las comunidades visitadas, se efectúa a través de las autoridades comunales, principalmente con el APU.

4.10. Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las Personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM

Los estudios de ERSA tienen como objetivo definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para el ambiente como para la salud humana, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable.

La evaluación de riesgos se entiende como la determinación cualitativa y cuantitativa de un riesgo a la salud humana y el ambiente generado por la presencia actual de contaminantes o su dispersión potencial. Esto involucra la naturaleza, magnitud y la probabilidad de efectos adversos a la salud humana y/o ecosistemas, como resultados de la exposición a contaminantes por diferentes rutas y

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

vías de exposición. Para la determinación de los niveles de riesgo se han considerado el efecto aditivo para la aplicación de fórmulas de determinación de dosis de exposición e índices de peligrosidad.

En el caso de los escenarios humanos identificados, se ha estimado el riesgo cancerígeno y no cancerígeno para cada vía de exposición (Ver **Tabla 4-33**).

Tabla 4-33. Vías de exposición para los escenarios considerados

Matriz de potencial contaminación	Vía de Exposición	Receptor humano	
		Escenario 1	Escenario 2
		Pobladores locales	Cazadores
Suelo	Ingesta	-	X
	Contacto dérmico	-	X
Tejido vegetal	Ingesta	X	-

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el caso del escenario ambiental, se ha estimado el riesgo ecológico a base de especies expuestas a los CP (**Tabla 4-8, Tabla 4-9**) para las vías de exposición según los peligros identificados a través del modelo conceptual (**Tabla 4-6**).

4.10.1. Caracterización del Riesgo para Seres Humanos

4.10.1.1. Caracterización del riesgo cancerígeno

Para el cálculo del riesgo cancerígeno se utiliza el factor de pendiente de cáncer (FPC) o el factor de riesgo unitario (FRU), ambos tomados de fuentes de datos disponibles.

El índice de riesgo cancerígeno es entonces:

$$IR_{ij} = DE_{ij} * FPC_{ij} \quad o \quad IR_{ij} = CE_{ij} * FRU_{ij}$$

Donde:

IR_{ij} = Índice de riesgo (sin unidad)

FPC_{ij} = Factor de pendiente de cáncer (mg/kg-día)⁻¹

DE_{ij} = Dosis de exposición (mg/kg-día)

CE_{ij} = Concentración de exposición (mg/kg o mg/m³)

FRU_{ij} = Factor de riesgo unitario (mg/kg o mg/m³)⁻¹

En la **Tabla 4-34**, se encuentran los rangos de valores de IR_T con su respectiva interpretación de riesgo.

Tabla 4-34. Criterio de Valores de IR_T con su Respectiva Interpretación

Rango de Valores de IR_T	Interpretación
$IR_T \leq 10^{-5}$	Riesgo aceptable
$10^{-5} \leq IR_T \leq 10^{-4}$	Riesgo aceptable en caso excepcional
$IR_T \geq 10^{-4}$	Riesgo no aceptable

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia- Elaborado a partir de la Guía ERS (MINAM, 2015).

En el caso de existir un riesgo cancerígeno, ocasionado por un valor superior al valor límite ($1:100\,000 = IR_T \leq 10^{-5}$), estamos frente al posible desarrollo de un cáncer, cuya localización no se puede determinar con certeza. Eso dependerá de muchos otros factores, como condiciones de salud previas de cada individuo, su predisposición, frecuencia de exposición a la fuente contaminante, historia familiar, hábitos alimenticios, consumo de tabaco, drogas, alcohol, etc. En el caso de un riesgo no cancerígeno, se considera el desarrollo de cualquier otra enfermedad distinta del cáncer. En ambos

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

casos, de existir un riesgo preocupante para un contaminante específico, debe examinarse el nivel de relación dosis-respuesta descrito en la literatura científica/médica.

El riesgo cancerígeno aceptable en caso excepcional es un umbral o valor, que, siendo menor al riesgo preocupante, no puede considerarse completamente aceptable o seguro para la salud (por eso es excepcional). Según la Guía ERSa, estos casos requieren de acciones adicionales de gestión, evaluación y/o monitoreo por su cercanía al límite de riesgo preocupante. La posibilidad de que el fiel de la balanza se incline al lado preocupante dependerá de los factores antes mencionados, entre otros.

Los resultados analíticos de laboratorio indican que la concentración del Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos (BTEX) y la concentración de los hidrocarburos aromáticos policíclicos en las matrices de suelo, sedimentos, agua superficial y agua subterránea es inferior al límite de detección en todos los casos, por lo tanto, no se consideran contaminantes de preocupación.

En suelos se encontraron metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), los cuales se consideran contaminantes de preocupación porque el UCL 95, es mayor que el estándar de calidad ambiental para suelos de uso agrícola. De los contaminantes de preocupación identificados, el Arsénico (As) y el Plomo (Pb) son considerados como posibles carcinogénicos.

Para el Cadmio (Cd) no se ha calculado el riesgo cancerígeno, debido a que los valores del Factor de Pendiente de Cáncer (FPC) y el Factor de Riesgo Unitario (FRU), utilizados para caracterizar la relación dosis-respuesta, no han sido determinados en los diversos estudios consultados.

Para la especie vegetal *Inga sp* (Guaba), se realizará el cálculo de riesgo cancerígeno por bioacumulación de Arsénico (As) y Plomo (Pb), para estos metales se tiene información del FPC o FRU.

En este caso, tal como indican los cálculos de la Guía ERSa (MINAM, 2015), se considerarán efectos aditivos de las diferentes vías de exposición dentro de una misma matriz mas no efectos aditivos entre matrices para cada escenario identificado.

En la **Tabla 4-14**, se presenta el Factor Pendiente de Cáncer para los contaminantes de preocupación identificados para cada matriz.

4.10.1.1.1. Escenario 1

El escenario 1 corresponde a los pobladores locales de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, quienes están expuestos a los CP presentes en las matrices de tejidos vegetales, con una frecuencia de exposición de 192 días/año, la cual fue determinada como el resultado de: (4días/semana x 4semanas/mes x 12meses/año).

En la **Tabla 4-35**, se presenta el resumen de los resultados del cálculo de riesgo cancerígeno para el escenario 1, por ingesta de tejidos vegetales contaminados de los pobladores locales de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir.

Tabla 4-35. Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno para el Escenario 1, Vía Ingesta de Tejidos Vegetales Contaminados.

Escenario	Especie	Contaminante de preocupación	Concentración	Dosis de exposición	Factor de pendiente de cáncer	Índice riesgo individual	Índice riesgo integral	Índice riesgo total	Interpretación
						IRij	IRj	IR _T	
1 (pobladores locales)	Inga sp.	CP							
		As	2,5	0,015385 ¹	1,5 ³	0,023077 ¹	0,023127 ¹	0,023127 ¹	Riesgo no aceptable
		Pb	0,95	0,005846 ¹	0,0085 ³	4,97E-05 ¹			
		As	2,5	0,083333 ²	1,5 ³	0,12500 ²	0,125269 ²	0,125269 ²	Riesgo no aceptable
		Pb	0,95	0,031667 ²	0,0085 ³	0,000269 ²			

Nota:

¹Para adultos (se considera un peso de 65 kg)

²Para niños (se considera un peso de 12 kg)

³RAIS 2018. The Risk Assessment Information System. Tennessee. <https://rais.ornl.gov/>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Para dicho cálculo, se obtuvo previamente la dosis de exposición de los pobladores locales a los CP cancerígenos (Ej. Pb) presentes en los tejidos vegetales, según la fórmula que aparece en el apartado **4.4.2.1.**

Una vez obtenido dicho valor, se calculó el índice de riesgo individual (IR_{ij}) de cada CP por vía, el cual resulta del producto de la DE_{ing} y el factor de pendiente de cáncer (FPC) del CP ($IR_{ij} = DE_{ij} \times FPC_{ij}$). Seguidamente, el índice de riesgo integral (IR_j) resulta de la sumatoria de estos IR_{ij} de cada CP por cada vía de exposición ($IR_j = IR_{ij}CP1 + IR_{ij}CP2 + \dots$).

Finalmente, el índice de riesgo total (IR_T), resulta de la sumatoria de los IR_j , es decir, de los riesgos calculados de todos los CP por cada vía de exposición ($IR_T = IR_j \text{ ingesta} + IR_j \text{ contacto dérmico} + \dots$). En este caso, como solo existe una vía de exposición (ingesta de tejido vegetal), el IR_T es igual al IR_j .

En este caso, la especie *Inga sp.* (Guaba), es utilizada por la población como alimento. Se ha considerado una tasa de ingestión de tejidos vegetales de 400 000 mg/día para adultos y niños (Ver **Tabla 4-10**), de acuerdo con lo establecido por la OMS. Sin embargo, debe tenerse en cuenta, que esta cantidad se refiere al conjunto de vegetales y frutas que conforman la dieta diaria, por lo que podría estar sobreestimando la ingesta solo a partir del "guaba".

Debido a la capacidad que tiene el Arsénico (As) de reaccionar con sustancias orgánicas e inorgánicas, y considerando que su toxicidad depende del grado de especiación y de la naturaleza de los compuestos es importante señalar lo siguiente:

El Arsénico (As), presenta cuatro estados de oxidación -3, 0, +3 y +5 y tiene la propiedad de reaccionar con sustancias orgánicas dando lugar a la formación de una amplia variedad de compuestos orgánicos como el ácido monometil arsónico ($CH_3AsO(OH)_2$), ácido dimetil arsónico ($(CH_3)_2AsO$); el Arsénico (As) también tiene la propiedad de reaccionar con compuestos inorgánicos como Arsenitos ($As+3$) y Arseniatos ($As+5$), y bioacumularse en suelos y plantas (Ruiz-Chancho et al., 2007).

El movimiento en matrices ambientales es una función importante de la especiación y del tipo de suelo (Gulens et al., 1979), la biodisponibilidad de As y el proceso de bioacumulación en vegetales depende entre otros factores, del pH, contenido y composición de materia orgánica, potencial redox, régimen hídrico, composición mineral y actividad microbiana (Bergqvist et al., 2014; Khan et al., 2015; Smith et al., 2009).

En general, los arsenicales inorgánicos son más tóxicos y móviles que los organoarsénicos Egbenda et al., 2015; Van-Herreweghe et al., 2003 y el arsenito es más tóxico que el arsenato (Kreppel y cols., 1993). El modo de toxicidad y el mecanismo de captación de arseniato por parte de los organismos difiere considerablemente (*International Programme on Chemical Safety, 2005. Environment Health Criteria 224: Arsenic and arsenic compounds*).

El análisis en laboratorio del Arsénico, en las muestras de tejido foliar se realizó según el método "EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996", el cual determina el contenido total de Arsénico, pero no permite diferenciar la concentración de las especies químicas inorgánicas de las orgánicas, pudiéndose generar por lo tanto, una sobre estimación del riesgo por ingesta de tejidos vegetales que han bioacumulado el Arsénico que en su forma natural se encuentra en el suelo.

El resultado del cálculo del riesgo cancerígeno total (IR_T) por ingesta de vegetales resultó ser mayor a 10^{-4} (Ver **Tabla 4-35**) para adultos y niños, lo cual significa que el riesgo cancerígeno es no aceptable, debido, principalmente al Arsénico (As) para adultos y Arsénico (As) y Plomo (Pb) para niños.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

4.10.1.1.2. Escenario 2

Corresponde a los cazadores de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, quienes están expuestos a los contaminantes de preocupación presentes en la matriz de suelo, con una frecuencia de exposición de 144 días/año (3 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año).

En la **Tabla 4-36**, se presenta el resumen de los resultados del cálculo de riesgo cancerígeno para los cazadores locales de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, por ingesta y contacto dérmico de suelos contaminados.

Tabla 4-36. Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno para Escenario 2, Vía Ingesta y Contacto Dérmico de Suelos Contaminados.

Escenario	Vía de exposición	Contaminante de preocupación	Concentración	Dosis de exposición	Factor de pendiente de cáncer	Índice riesgo individual	Índice riesgo integral	Índice riesgo total	Interpretación
						IRij	IRj	IRT	
2 (cazadores)	Ingesta (suelo)	As	418,872	1,97E-05 ¹	1,5 ³	2,95E-05 ¹	3,14E-05 ¹	1,78E-04 ¹	Riesgo no aceptable
		Pb	1882,749	0,000221 ¹	0,0085 ³	1,88E-06 ¹			
		As	418,872	9,80E-05 ¹	1,5 ³	1,47E-04 ¹			
		Pb	1882,749	8,81E-07 ¹	0,0085 ³	7,49E-09 ¹			
	Contacto dérmico (suelo)	As	418,872	2,20E-05 ²	1,5 ³	3,30E-05 ²	1,47E-04 ²	2,66E-04 ²	Riesgo no aceptable
		Pb	1882,749	0,000248 ²	0,0085 ³	2,10E-06 ²			
		As	418,872	0,000154 ²	1,5 ³	2,3 E-04 ²			
		Pb	1882,749	1,39E-06 ²	0,0085 ³	1,18E-08 ²			

Nota:

¹Para adultos (se considera un peso de 65 kg)

²Para niños (se considera un peso de 29 kg)

³RAIS 2018. The Risk Assessment Information System. Tennessee. <https://rais.ornl.gov/>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Para dicho cálculo, se obtuvo previamente la dosis de exposición de los cazadores a los CP cancerígenos (Ej. Pb) presentes en los suelos, según la fórmula que aparece en el apartado **4.4.2.1**.

Una vez obtenido dicho valor, se calculó el índice de riesgo individual (IR_{ij}) de cada CP por vía, el cual resulta del producto de la DE_{ing} y el factor de pendiente de cáncer (FPC) del CP ($IR_{ij} = DE_{ij} \times FPC_{ij}$). Seguidamente, el índice de riesgo integral (IR_j) resulta de la sumatoria de estos IR_{ij} de cada CP por cada vía de exposición ($IR_j = IR_{ij}CP1 + IR_{ij}CP2 + \dots$).

Finalmente, el índice de riesgo total (IR_T) resulta de la sumatoria de los IR_j , es decir, de los riesgos calculados de todos los CP por cada vía de exposición ($IR_T = IR_j \text{ ingesta} + IR_j \text{ contacto dérmico} + \dots$).

Para el cálculo del riesgo cancerígeno total (IR_T) por ingesta de suelos contaminados (**Tabla 4-36**), se tomó en cuenta una tasa de ingestión de suelo de 100 mg/día para adultos y 200 mg/día para niños (**Tabla 4-11**).

El resultado del cálculo del riesgo cancerígeno total (IR_T) para suelos, para adultos y niños, fue mayor a 10^{-4} (**Tabla 4-36**). Esto indica que el riesgo es preocupante, debido principalmente al Arsénico (As). Este contaminante fue el que aportó mayor riesgo al riesgo total, por lo que se calculará un NRE para dicho contaminante de preocupación.

En la **Tabla 4-37**, se presenta el resumen del Índice de Riesgo Total (IR_T) por vía de exposición a la contaminación de los CP cancerígenos para los diferentes escenarios evaluados.

Tabla 4-37. Resumen del Cálculo del Índice de Riesgo cancerígeno Total (IR_T) para los escenarios 1 y 2A, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas

Escenario	Vía de exposición	Matriz	Índice de Riesgo total (IR_T)		Interpretación
			Adultos	Niños	
1 (Pobladores locales)	Ingesta	Tejido vegetal	0,02313 ³	0,12527 ³	Riesgo no aceptable ^{1,2}
2 (cazadores)	Ingesta + contacto dérmico	Suelo	1,78E-04	2,66E-04	Riesgo no aceptable ^{1,2}

Nota:

¹Para adultos

²Para niños

Especies de plantas (Tejidos vegetales):

³*Inga sp.*

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Podemos observar que el riesgo cancerígeno total (IR_T) para todos los escenarios y vías de exposición de suelo y tejidos vegetales, es $>10^{-4}$, lo que sugiere que el riesgo fue no aceptable.

El riesgo de ingesta de tejido vegetal para cazadores adultos, está contemplado en el cálculo del riesgo definido para los pobladores adultos el cual resulto no aceptable. Así mismo el riesgo calculado para los pobladores niños, que tienen un peso menor (12kg), siendo así más vulnerables, que los cazadores niños con peso mayor (29kg) ya está contemplado en el cálculo del riesgo de ingesta de vegetales en el escenario 1 como pobladores, el cual resulto no aceptable.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Si bien el riesgo cancerígeno por ingesta de tejidos vegetales resultó ser no aceptable, no se va a calcular un NRE debido a que no es una matriz ambiental. No obstante, se va a considerar recomendar las precauciones con el uso de esta especie vegetal.

4.10.1.2. *Caracterización del riesgo no cancerígeno*

El riesgo de ingesta o contacto dérmico para la salud humana a sustancias no cancerígenas se evalúa a través del cociente de peligrosidad (CdP), cuya fórmula podemos encontrar en el ítem 6.1 de la Guía ERSa, para luego calcular el índice de peligrosidad integral (IP_j) y total (IP_T) (MINAM, 2015). El IP_j es la suma de los índices de peligro individual o suma de CdP de los CP por cada vía de exposición, y representa el riesgo no cancerígeno de cada CP por vía. El IP_T es la suma de los IP_j , y representa el riesgo no cancerígeno total del lugar (Ver **Tabla 4-38**).

Debemos recordar que ni el CdP ni el IP son medidas directas del riesgo. Estas deben considerarse como medidas de un margen de seguridad. Valores muy pequeños del CdP o IP significan un gran margen de seguridad. Un $IP < 1$ muestra una exposición a una concentración menor al valor de referencia, indicando que la sustancia probablemente no causará ningún daño para la salud humana. Un IP de 1 indica una exposición a una concentración igual al valor de referencia. Un $IP > 1$ refleja una exposición a una concentración por encima de una dosis o concentración referencial, lo que podría generar algún efecto potencialmente adverso para la salud.

En los casos donde el CdP y/o el IP son superiores a 1, debe realizarse una evaluación más crítica del ERSa, particularmente de datos pertinentes, como el modo de acción y el grado de conservación introducido en la evaluación de la exposición y los valores de referencia. En este caso, tal como indican los cálculos de la Guía ERSa (MINAM, 2015), se considerarán efectos aditivos de las diferentes vías de exposición dentro de una misma matriz (suelo, sedimento, tejido vegetal, tejido animal), mas no efectos aditivos entre matrices.

4.10.1.2.1. Escenario 1

Corresponde a los pobladores locales de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, quienes están expuestos a los CP presentes en las matrices de tejidos vegetales, con una frecuencia de exposición de 192 días/año (4 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año).

En la **Tabla 4-38**, se presenta el resumen de los resultados del cálculo de las dosis de exposición y riesgo no-cancerígeno de los pobladores locales de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, por ingesta de tejidos vegetales contaminados.

Tabla 4-38. Resumen de Resultados del Cálculo del Riesgo No Cancerígeno para el Escenario 1, Vía ingesta de Tejidos Vegetales Contaminados

Escenario	Especie	Contaminante de preocupación	Concentración C _s mg/Kg	Dosis de exposición DE _{ING} mg/kg-día	Dosis de referencia DdR oral ³ mg/kg	Cociente de peligrosidad CdP	Índice de Peligrosidad integral	Índice de peligrosidad total	Interpretación
							IP _j	IP _T	
1 (pobladores locales)	Inga sp.	CP							
		As	2,5	0,015385 ¹	0,0003	51,28205 ¹	54,5299 ¹	54,5299 ¹	Riesgo preocupante
		Pb	0,95	0,005846 ¹	0,0018	3,24786 ¹			
		As	2,5	0,083333 ¹	0,0003	277,7778 ²	295,37 ²	295,37 ²	Riesgo preocupante

¹En adultos (se considera un peso de 65 kg)

²En niños (se considera un peso de 12 kg)

³Las referencias de los DdR se encuentran en la **Tabla 4-15**.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Para dicho cálculo, se obtuvo previamente la dosis de exposición de los CP no cancerígenos (Ej. Pb), presentes en los tejidos vegetales, según la fórmula que aparece en el apartado **4.4.2.1**.

Una vez obtenido dicho valor, se calculó el cociente de peligrosidad (CdP) de cada CP por vía, el cual resulta del cociente de la DE_{ing} y la dosis de referencia (DdR) del CP ($CdP_{ij} = DE_{ij} / DdR_{ij}$). Seguidamente, el índice de peligrosidad integral (IP_j) resulta de la sumatoria de estos CdP_{ij} de cada CP por cada vía de exposición ($IP_j = CdP_{ij}CP1 + CdP_{ij}CP2 + \dots$).

Finalmente, el índice de peligrosidad total (IP_T) resulta de la sumatoria de los IP_j , es decir, de los calculados para cada CP por cada vía de exposición ($IP_T = IP_{j\text{ingesta}} + IP_{j\text{contacto dérmico}} + \dots$). En este caso, como solo existe una vía de exposición (ingesta de tejido vegetal), el IP_T es igual al IP_j .

En este caso, la especie *Inga sp.* (Guaba), es utilizada por la población como alimento. Para ello, se ha considerado una tasa de ingestión de tejidos vegetales de 400 000 mg/día para adultos y niños (**Tabla 4-10**), de acuerdo con lo establecido por la OMS. Sin embargo, debe tenerse en cuenta, que esta cantidad se refiere al conjunto de vegetales y frutas que conforman la dieta diaria, por lo que podría estar sobreestimando la ingesta solo a partir del "guaba". La sobreestimación del riesgo también se puede estar dando porque como se mencionó en el **numeral 4.10.1.1**, el Arsénico (As), tiene la propiedad de formar compuestos orgánicos e inorgánicos, siendo los arsenicales inorgánicos más tóxicos que los organoarsénicos (Kreppel y cols., 1993) y la metodología analítica empleada por el laboratorio no permite diferenciar la concentración entre los arsenicales inorgánicos y los compuestos organoarsénicos.

El resultado del cálculo del riesgo no cancerígeno por exposición vía ingesta de tejidos vegetales para el escenario 1 fue preocupante ($IP_T > 1$) para adultos y niños, siendo el As el CP que proporcionó mayor riesgo al riesgo total (**Tabla 4-38**).

4.10.1.2.2. Escenario 2

Corresponde a los cazadores y pescadores de la CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, quienes están expuestos a los CP presentes en la matriz de suelo, corresponde a los cazadores, con una frecuencia de exposición de 144 días/año (3 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año).

En la **Tabla 4-39**, se presenta el resumen de los resultados de cálculo de las dosis de exposición y riesgo no-cancerígeno de los cazadores locales de la CC.NN. Nuevo Andoas, expuestos por ingesta y contacto dérmico de suelos contaminados.

Tabla 4-39. Resumen de Resultados del Cálculo del Riesgo No Cancerígeno para el Escenario 2, Vía Ingesta y Contacto Dérmico de Suelos Contaminados.

Escenario	Vía de exposición	Contaminante de preocupación	Concentración	Dosis de exposición	Dosis de referencia	Cociente de peligrosidad	Índice de peligrosidad Integral	Índice de Peligrosidad total		Interpretación
								IP _i	IP _T	
2 (cazadores)	Ingesta (suelos)	As	418,872	6,10E-05 ¹	0,0003	0,203389 ¹	0,584397 ¹			
		Cd	3,078	9,34E-08 ¹	0,001	0,000093 ¹				
		Pb	1882,749	0,000686 ¹	0,0018	0,380914 ¹				
	Contacto dérmico (suelos)	As	418,872	0,000304 ¹	0,0003	1,014403¹	1,016706¹			Riesgo preocupante
		Cd	3,078	0,000001 ¹	0,001	0,000783 ¹				
		Pb	1882,749	2,74E-06 ¹	0,0018	0,001520 ¹				
	Ingesta (suelos)	As	418,872	0,000274 ²	0,0003	0,911744 ²	2,619710²			Riesgo preocupante
		Cd	3,078	4,19E-07 ²	0,001	0,000419 ²				
		Pb	1882,749	0,003074 ²	0,0018	1,707548²				
	Contacto dérmico (suelos)	As	418,872	1,03E-07 ²	0,0003	3,42E-04 ²	3,43E-04 ²			
		Cd	3,078	2,64E-10 ²	0,001	2,64E-07 ²				
		Pb	1882,749	9,23E-10 ²	0,0018	5,13E-07 ²				

Nota:

¹En adultos (se considera un peso de 65 kg)

²En niños (se considera un peso de 29 kg)

³Las referencias de los DdR se encuentran en la **Tabla 4-15**.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Para dicho cálculo, se obtuvo previamente la dosis de exposición de los CP no cancerígenos (Ej. Cd) presentes en los suelos, según la fórmula que aparece en el apartado **4.4.2.1**.

Una vez obtenido dicho valor, se calculó el cociente de peligrosidad (CdP) de cada CP por vía, el cual resulta del cociente de la DE_{ing} y la dosis de referencia (DdR) del CP ($CdP_{ij} = DE_{ij} / DdR_{ij}$). Seguidamente, el índice de peligrosidad integral (IP_j) resulta de la sumatoria de estos CdP_{ij} de cada CP por cada vía de exposición ($IP_j = CdP_{ij}CP1 + CdP_{ij}CP2 + \dots$).

Finalmente, el índice de peligrosidad total (IP_T), resulta de la sumatoria de los IP_j , es decir, de los calculados para cada CP por cada vía de exposición ($IP_T = IP_{j\text{ingesta}} + IP_{j\text{contacto dérmico}} + \dots$).

Para el cálculo del riesgo no cancerígeno total o índice de peligrosidad total (IP_T), por ingesta de suelos contaminados (**Tabla 4-39**), se tomó en cuenta una tasa de ingestión de 100 mg/día para adultos y 200 mg/día para niños (**Tabla 4-11**).

Los resultados del cálculo del riesgo no cancerígeno (IP_T) para el escenario 2 fueron mayores a 1 para adultos y niños, lo cual es considerado como riesgo preocupante, debido, principalmente, al Arsénico (As). Solo se tomará en cuenta al Arsénico (As) en el cálculo del nivel de remediación específico (NRE) por ser el contaminante que contribuyó de forma mayoritaria al riesgo no cancerígeno ($IP_T > 1$). Los contaminantes Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), tuvieron un $CdP < 1$ (riesgo aceptable), por lo que no se les considerará en el cálculo del NRE.

A continuación, en la **Tabla 4-40**, se presenta una tabla resumen del IP_{total} por vía de exposición a la contaminación para los diferentes escenarios evaluados.

Tabla 4-40. Resumen del Cálculo del Índice de Peligrosidad Total (IP_T) para los Escenarios 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta para todas las Matrices de Contaminación Evaluadas

Escenario	Vía de exposición	Matriz	Índice de Peligrosidad total (IP_T)		Interpretación
			Adulto	Niño	
1 (pobladores locales)	Ingesta	Tejido vegetal	54,5299³	295,37³	Riesgo preocupante^{1,2}
2 (cazadores)	Ingesta + contacto dérmico	Suelo	1,601103	2,620054	Riesgo preocupante^{1,2}

Nota:

¹En adultos

²En niños

Especies de plantas (Tejidos vegetales):

³*Inga sp.*

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Podemos observar que el riesgo no cancerígeno total (IP_T) por exposición a ingesta de tejidos vegetales fue mayor a 1 para adultos y niños lo que sugiere un riesgo preocupante.

Para el caso de ingesta y contacto dérmico de suelos, el IP_T resultó ser mayor a 1 para adultos y niños del escenario 2, lo cual indica que el riesgo fue preocupante.

El riesgo de ingesta de tejido vegetal para cazadores adultos, está contemplado en el cálculo del riesgo definido para los pobladores adultos el cual resultó preocupante. Así mismo el riesgo calculado para los pobladores niños, que tienen un peso menor (12kg), siendo así más vulnerables, que los cazadores niños con peso mayor (29kg) ya está contemplado en el cálculo del riesgo de ingesta de vegetales en el escenario 1 como pobladores, el cual resultó preocupante.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Si bien el riesgo cancerígeno por ingesta de tejidos vegetales resultó ser preocupante, no se va a calcular un NRE debido a que no es una matriz ambiental. No obstante, se va a considerar recomendar las precauciones con el uso de esta especie vegetal.

4.10.2. Caracterización del Riesgo Ecológico

La caracterización del riesgo ecológico es más compleja que la de los seres humanos debido a la diversidad de especies que estarían expuestas a los CP, variando su respuesta de manera independiente frente a los contaminantes.

En ecotoxicología, los modelos de simulación de poblaciones más comunes son los genéricos o deterministas, que toman en cuenta características del ciclo de vida de los organismos y su abundancia, asociados a tasas de inhibición de crecimiento, reproducción o mortandad (Solomon et al., 2008). Estos parámetros se obtienen mediante ensayos de toxicidad con distintas especies y sustancias y se expresan como valores de CL_{50} , CE_{50} o NOEC, los cuales son utilizados por las agencias regulatorias, a partir de literatura científica y bases de datos autorizadas. A partir de esta información, se establece la concentración que no causa efectos sobre los organismos, es decir, el PNEC (Predicted No-Effect Concentration) o NEC (No-Effect Concentration, como en este estudio) (Callow y Forbes, 2003).

En la mayoría de los casos donde se evalúa el potencial efecto de una sustancia, los datos provienen de ensayos de laboratorio a corto plazo (agudos) con unas pocas especies, por lo que es necesario extrapolarlos a un ecosistema mediante los denominados 'factores de seguridad o de aplicación'. En este caso, se elige el resultado obtenido con la especie más sensible (es decir, que presenta el menor valor de CE_{50} o de NOEC) y se divide ese resultado por un factor de seguridad, de 10, 100 o 1000. Este factor es inversamente proporcional a la cantidad y calidad de los datos de toxicidad que se disponga. Como resultado de este procedimiento se obtiene un valor NEC, es decir, una concentración por debajo de la cual se estima que no se producirán efectos adversos sobre los organismos del ecosistema.

El cálculo del riesgo que presentamos es un método aceptable por la comunidad científica (Planes & Fuchs 2015, en Argentina; Callow & Forbes 2003, en Reino Unido y Dinamarca) teniendo en cuenta la información a la fecha recabada. En este cálculo, no se pretende proteger ninguna especie en particular, por el contrario, se han tomado todas las especies para las que se tiene estudios validados por USEPA (base de datos ECOTOX al 2019). A falta de información o estudios especializados en la Amazonía peruana, se puede acceder a información referencial como lo indica el ERSA, y tener precaución en el uso de estudios validados.

Si bien los modelos de caracterización de riesgo ecológico consideran a las especies más sensibles, en este estudio se vio por conveniente utilizar a las especies más tolerantes para el ecosistema acuático y terrestre. Esto se debe a consideraciones sobre el proceso evolutivo propio del sistema de gestión. En este caso, las concentraciones de algunos contaminantes fueron altas, por lo que un modelo de riesgos al inicio del proceso de remediación debería incluir a las especies mejor adaptadas a estas condiciones, es decir, las tolerantes. Conforme se recupere el ecosistema luego del proceso de remediación, se dará un proceso de sucesión que dará paso a especies más sensibles, hasta llegar a una comunidad clímax.

Para calcular el riesgo ecológico (RQ), cuya fórmula se describió en el numeral **4.4.3** del presente ERSA, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de especies terrestres expuestas a contaminantes de preocupación encontrados en suelo, con la finalidad de recopilar información sobre los valores NOEC (concentración a la cual no se observa un efecto) o EC_{50} (concentración efectiva media).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

4.10.2.1. Estimación del riesgo para ecosistemas

En el suelo se encontraron concentraciones de Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), en suelos que superaron los valores de referencia nacional y fueron clasificados como CP.

La caracterización del riesgo ecológico es más compleja que la de los seres humanos debido a la diversidad de especies que estarían expuestas a los CP, variando su respuesta de manera independiente frente a los contaminantes.

La concentración de exposición esperada (CEE) en cada sitio será, para cada caso, la mayor concentración hallada del elemento considerado como contaminante de preocupación.

Para conocer qué efecto pudieran causar estos contaminantes de preocupación en las diferentes matrices del ecosistema, se ha considerado el mayor valor de una concentración efectiva no observable (NOEC) o concentración efectiva media (EC₅₀) de una especie representante del mismo, obtenida de la página web de la USEPA (<https://cfpub.epa.gov/ecotox/>) (Tabla 4-7, Tabla 4-8, Tabla 4-9).

Tabla 4-41. Resumen de Valores de Referencia de Especies Terrestres Expuestas a CP en Suelos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas.

Contaminante de preocupación	Especie identificada	Valor de referencia
As	<i>Lumbricus terrestris</i>	EC ₅₀ : 400 mg/kg
Cd	<i>Porcellionides pruinosus</i>	NOEC: 523 mg/kg
Pb	<i>Sinella curviseta</i>	EC ₅₀ : 3212 mg/kg

Nota: Información recogida de <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 4-42. Resumen de Valores de Referencia de Especies de Plantas Expuestas a CP en Suelos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas.

Contaminante de preocupación	Especie identificada	Valor de referencia
As	<i>Zea mays</i>	EC ₅₀ : 77 mg/kg
Cd	<i>Triticum aestivum</i>	EC ₅₀ : 1000 mg/kg
Pb	<i>Avena sp.</i>	NOEC: 800 mg/kg

Nota: Información recogida de <https://cfpub.epa.gov/ecotox/>

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Estos valores de referencia se usarán para calcular el NEC, y con ello, el Riesgo Ecológico (Ver Tabla 4-43).

Tabla 4-43. Resumen del Cálculo del Riesgo Ecológico (RQ) de cada CP para Especies Terrestres y Vegetales para cada Matriz.

Matriz de contaminación	Especie identificada	Contaminante de preocupación	CEE (mg/kg)	NEC (mg/kg)	RQ	Riesgo	interpretación
Suelo	<i>Lumbricus terrestris</i>	As	418,872	400	1,04718	> 1	No Aceptable
	<i>Porcellionides pruinosus</i>	Cd	3,078	523	0,00589	< 1	Aceptable
	<i>Sinella curviseta</i>	Pb	1882,749	3212	0,58616	< 1	Aceptable
	<i>Zea mays</i>	As	418,872	77	5,43990	> 1	No Aceptable
	<i>Triticum aestivum</i>	Cd	3,078	1000	0,00308	< 1	Aceptable
	<i>Avena sp.</i>	Pb	1882,749	800	2,35344	> 1	No Aceptable

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Las concentraciones registradas de As y Pb en suelo son elevadas, por lo que el riesgo calculado es mayor a 1. Esto indicaría que hay un riesgo no aceptable para el ecosistema, y que se debe reducir o tratar el estresor. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que, al tratarse de especies terrestres y vegetales, no corresponde calcular un nivel de remediación específico (NRE) para los contaminantes de preocupación señalados. Las concentraciones registradas de Cd en suelo, produjeron un riesgo aceptable.

4.10.3. Caracterización del Riesgo para Recursos Naturales Abióticos

4.10.3.1. Riesgo para suelos

En el suelo se encontraron concentraciones de Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), metales que superaron los valores de referencia nacionales para suelo de uso agrícola (MINAM, 2017). En la explanada del Sitio S0105 (Botadero CS-32), en tres celdas recubiertas con geomembrana, fueron enterrados residuos industriales que están generando la deposición de metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb). El fondo de las celdas que está impermeabilizado está conteniendo y evitando la migración de los metales pesados hacia los sustratos inferiores de suelo.

El suelo que se ha utilizado para tapar los residuos es un suelo removido, con un bajo contenido de materia orgánica, es un suelo permeable que propicia procesos de infiltración de las aguas pluviales.

4.11. Análisis de Incertidumbres Incluyendo los Aspectos Relacionados a los Costos Estimados

A fin de estimar semicuantitativamente la incertidumbre se ha tenido como referencia lo establecido en la guía ERSA y se han resumido los criterios para cada tipo de incertidumbre otorgándoles un valor equitativo de 6,25%, debido a que son 16 criterios reconocidos para este estudio (Ver **Tabla 4-44**). Estos pueden luego ser ponderados por el Gestionador a fin de ajustar estos aspectos según el avance de los procesos de remediación del área de estudio.

El estudio completo finalmente alcanza una incertidumbre de 19,5%, que es el resultado de la sumatoria de las incertidumbres particulares y específicas.

Tabla 4-44. Incertidumbres establecidas para la cuenca Pastaza

Incetidumbres	Porcentajes parciales	Criterios	Porcentaje calculado
Asociadas al modelo conceptual	25%	Contaminantes	1%
		Usos de suelo	0,5%
		Rutas de exposición	0,5%
		Receptores ecológicos	1%
Asociadas a la caracterización del sitio	37.5%	Contaminantes	1%
		Metodologías en campo	0,5%
		Metodologías en laboratorio	0,5%
		Espacio	2%
		Tiempo	2%
		Contaminación cruzada	0,5%
Sobre los efectos de los contaminantes	25%	Salud humana	2%
		Salud ecosistemas	2%
		Toxicología	0,5%
		Biodisponibilidad	3%
	12,5%	Concentraciones	0,5%

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Incertidumbres	Porcentajes parciales	Criterios	Porcentaje calculado
Relativas al análisis de la exposición		Características	2%
TOTAL			19,5%

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A continuación, se detallan las Incertidumbres relacionadas con el modelo conceptual, caracterización del sitio, efecto de los contaminantes y análisis de la exposición.

4.11.1. Incertidumbres Asociadas al Modelo Conceptual

En cuanto a los contaminantes, se han incluido todos los necesarios para una adecuada cuantificación del riesgo, de manera que no surgen incertidumbres sobre efectos no contemplados. En cuanto a los suelos, la información sobre su uso es fiable. Esta incluye la caza y eventual colecta de plantas medicinales o de consumo animal, y el tránsito de pobladores. No se especifica su uso para fines agrícolas. En cuanto al tipo y frecuencia de contacto, la información que se ha podido recabar no es precisa, pues no es posible cuantificar con exactitud las veces que cada poblador entra en contacto con el suelo a través de cualquier medio (p. ej., inhalación o dérmico). Tampoco podemos establecer con exactitud el uso futuro que le dará a estos suelos. Muchos de ellos son áreas de caza o tránsito, que seguirán usándose para estos fines. Es probable que otras sean usadas para cultivos de consumo humano, pero no existe un criterio preciso para determinarlo ni se han considerado en un escenario futuro. En el análisis de riesgos para los ecosistemas, los receptores ecológicos seleccionados son los idóneos, pues contemplan los diferentes grupos potencialmente expuestos a los contaminantes de preocupación. Lo mismo se puede considerar de los parámetros de evaluación y medida del riesgo.

Para el caso de las incertidumbres del modelo conceptual se han considerado la presencia o ausencia de suficientes evidencias para determinar los usos futuros del sitio, el establecimiento adecuado de las rutas y determinación de los contaminantes de preocupación. Para este caso no se conoce bien el futuro uso del área impactada, por lo que se añade un valor de 3% (de un máximo de 25%) a esta incertidumbre.

4.11.2. Incertidumbres Asociadas a la Caracterización del Sitio

A lo largo de este estudio, los resultados han sido obtenidos a través de procedimientos estándar internacionales de toma, manipulación y análisis de las muestras. A pesar de ello, siempre se debe considerar un porcentaje de incertidumbre en cuanto a los límites inferiores de detección que emerge de la calibración de los equipos. Sin embargo, el control de calidad analítico, reduce esta incertidumbre al error aceptable en términos probabilísticos (<5%).

Una incertidumbre que surge es la correspondiente a los hidrocarburos totales de petróleo que forman parte de las fracciones F1, F2 y F3. Al ser familias de hidrocarburos que se agrupan por la longitud de su cadena hidrocarbonada, no es posible conocer la identidad de cada uno, y por lo tanto su efecto y riesgo individual.

El número de muestras colectadas en cada sitio y temporada es el adecuado y representativo. En todas ellas se ha empleado, además, el mejor criterio del muestreador en campo, lo cual supone la toma de muestras a partir de la observación y decisión en el momento.

Otra cuestión que genera incertidumbre es en qué medida las concentraciones determinadas en los distintos puntos y medios de contacto pueden variar a lo largo del tiempo, es decir, en qué medida son representativas de las concentraciones de exposición. Esto es imposible de predecir, puesto que no podemos conocer con anticipación cómo la variación de los parámetros ambientales (pH, potencial redox, humedad, etc.) va a afectar la especiación y movilidad de los contaminantes.

Por la naturaleza de los lugares de muestreo, es indispensable considerar fuentes naturales y antrópicas de contaminación. Ambas pueden tener influencia en los resultados, aunque aquellos

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

lugares donde existe una concentración inusualmente alta de un contaminante pueden tener influencia directa de una fuente antrópica (p. ej., un efluente o botadero).

Para el caso de las incertidumbres asociadas a la caracterización del sitio se toman en cuenta las concentraciones de los CP y el efecto temporal (prospecciones) por componente ambiental (agua, suelo, sedimentos, agua subterránea). Así, entonces, para este sitio tenemos un valor de 6,5% (para un máximo de 37,5%) debido a que no se tomaron muestras comparables en las dos temporadas.

4.11.3. Incertidumbres sobre los Efectos de los Contaminantes

Como es imposible recopilar información sobre todas las variables ambientales naturales que influyen sobre las propiedades fisicoquímicas (y concentración) de los contaminantes y de los ecosistemas, se debe considerar cierta incertidumbre acerca de su efecto sobre los receptores finales. Sin embargo, para minimizar tal incertidumbre en este estudio, se ha adoptado la información toxicológica más fiable posible, sobre todo aquella sobre efectos y vías de exposición que se encuentran suficientemente demostrados de acuerdo a fuentes de reconocido prestigio. Sin embargo, el problema subsiste cuando tenemos contaminantes que, encontrándose presentes, no tienen referencias toxicológicas adecuadas sobre sus efectos.

Desde un punto de vista ecotoxicológico, no es posible estimar si la combinación de contaminantes, ya sea de un mismo o diferente tipo, tendrá efectos aditivos, sinérgicos o antagónicos. Para ello, tendría que recurrirse a la literatura en la que se haya utilizado el concepto de unidad tóxica ('mezcla equitóxica de los contaminantes') y parámetros de toxicidad, como la CL_{50} , DL_{50} , NOEC u otro para su cálculo. Sin embargo, aun cuando la evidencia científica estuviese disponible, las mezclas en campo resultan ser más complejas de lo que cualquier (bio) ensayo de toxicidad pudiese reportar.

Para el caso de las incertidumbres asociadas a los efectos de los contaminantes se consideró la suficiencia de información de los efectos sobre humanos, como su biodisponibilidad; asimismo, los niveles de factores de conocimiento de los CP por componente (agua, suelo, sedimento y agua subterránea) y su biodisponibilidad. Así, para este sitio, tenemos un valor de 7,5% (para un máximo de 25%).

4.11.4. Incertidumbres Relativas al Análisis de la Exposición

En cuanto a las incertidumbres acerca de las características biométricas (con las que no se cuentan) de las poblaciones expuestas, se ha adoptado valores referenciales de peso corporal, tasas respiratorias, etc. Siendo estos valores heterogéneos, debemos esperar que los efectos de los contaminantes sobre los individuos de las comunidades próximas también lo sean. Con respecto al comportamiento de la población, se tomaron datos de las asistentes sociales a través de entrevistas, sobre la frecuencia de tránsito y actividades (caza, pesca, juego, descanso) en los puntos de monitoreo.

Los resultados obtenidos del análisis químico, indican concentraciones en los distintos compartimentos ambientales, que se asumen como constantes en el tiempo y el espacio. Sin embargo, esto depende del tipo de contaminante, movilidad en los medios, posibilidad de degradación, etc. Por ello, no puede admitirse como una regla general que conduzca a una sobre o infravaloración de los niveles de riesgo. En todo caso, las concentraciones futuras para cada circunstancia y escenario podrán estimarse a través de modelos que reflejen mecanismos de degradación, transferencia entre medios, etc.

Para el caso de las incertidumbres asociadas al análisis de exposición se consideraron las concentraciones detectadas en la población y las características biométricas de la población. Así para este sitio tenemos un valor de 2,5% (para un máximo de 12,5%).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

4.12. Determinación de los Niveles de Remediación Específicos (para humanos y receptores ecológicos).

4.12.1. Niveles de Remediación para el Escenario Humano

4.12.1.1. Sustancias cancerígenas

Para las sustancias cancerígenas, el rango de riesgo entre 10^{-5} y 10^{-4} ha sido definido como el “rango de toma de decisiones de riesgo” para remediaciones de sitios con desechos peligrosos de acuerdo a la US EPA (2005).

$$NRE = \frac{IR(objetivo)}{DE_{ing} * FPC_{ing} + DE_{der} * FPC_{der}}$$

Donde:

$IR_{OBJETIVO}$: Índice de riesgo Objetivo (= 10^{-5})

DE_{ING} : Dosis de exposición por ingestión (mg/kg*día)

DE_{DER} : Dosis de exposición por contacto dérmico (mg/kg*día)

FPC_{ING} : Factor de pendiente de cáncer por ingestión (mg/kg*día)⁻¹

FPC_{DER} : Factor de pendiente de cáncer por contacto dérmico (mg/kg*día)⁻¹

Un $IRT \leq 10^{-5}$ significa que existe 1 caso de cáncer por cada cien mil habitantes, lo cual se considera como aceptable. De acuerdo a los resultados anteriores, el riesgo cancerígeno para suelo y tejidos vegetales fue mayor a 10^{-4} para todos los escenarios, lo cual se considera como un riesgo cancerígeno preocupante. Solo se calculará el Nivel (concentración) de Remediación Específico (NRE) para la matriz de suelo, por ser una matriz ambiental.

A continuación, en la **Tabla 4-46**, se presentan los resultados del cálculo del NRE para el escenario 2 por vía de exposición de ingesta y contacto dérmico de suelo.

Tabla 4-45. Niveles de remediación específico (NRE) para el escenario 2.

Escenario	Vía de exposición	Matriz	Contaminante de preocupación	Concentración inicial	Nivel de remediación específico
			CP	UCL95 (mg/kg)	NRE (mg/kg)
2 (Cazadores)	Ingesta y contacto dérmico	Suelo	Arsénico (As)	418,872	232¹
			Arsénico (As)	418,872	154²
			Plomo (Pb)	1882.749	1100¹
			Plomo (Pb)	1882.749	600²

Nota

¹En adultos

²En niños

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Se deberá elegir el menor NRE por matriz para aplicar las medidas de remediación. Para el caso de los suelos, la concentración de As a la cual se deberá llegar luego del proceso de remediación es de 200 mg/kg y para el Pb de 600 mg/kg, para que no se genere un riesgo no cancerígeno preocupante para los receptores humanos.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

4.12.1.2. Sustancias no cancerígenas

Para determinar los niveles de remediación para sustancias no cancerígenas, se aplica la siguiente fórmula recomendada por la Guía ERS (MINAM):

$$NRE = \frac{IP(objetivo)}{\frac{DE_{ing} * FU}{DdR_{ing}} + \frac{DE_{inh} * FU}{DdR_{inh}} + \frac{DE_{der} * FU}{DdR_{der}} + \dots}$$

Donde:

NRE: Nivel de remediación específico (mg/kg)

IP_{OBJETIVO}: Índice de peligrosidad objetivo (= 1)

DE_{ING/INH/DER}: Dosis de exposición por ingestión/inhalación/contacto dermal

DdR_{ING/INH/DER}: Dosis de referencia para las vías de exposición por ingestión/inhalación/contacto dermal

FU: Factor de conversión de unidades (= 1 kg/mg)

Por otro lado, en caso excepcional, cuando solo un contaminante sea el que aporte el mayor riesgo no cancerígeno al riesgo total (IP_T), se utilizará la siguiente fórmula:

$$NRE = \frac{(IP(objetivo) - (CdP(b) + CdP(c) \dots)) \times (DdR(a)) \times (365 \times PTE_m(a) \times PC(a))}{TI_{ing}(a) \times FBD_{ing}(a) \times FrE(a) \times DuE(a) \times FC}$$

Donde:

NRE: Nivel de remediación específico (mg/kg)

IP_{OBJETIVO}: Índice de peligrosidad objetivo (= 0.99)

CdP_(b, c, ...): Cocientes de peligrosidad de los otros contaminantes dentro de la misma vía de exposición.

DdR_(a): Dosis de referencia para las vías de exposición por ingestión/contacto dermal del contaminante "a", cuyo CdP es >1 o cuyo aporte al riesgo es el mayor.

Las siguientes variables representan los valores utilizados para el cálculo inicial de DE_{ing} del contaminante "a", cuyo riesgo resultó ser no aceptable:

TI_{ing(a)} = Tasa de absorción gastrointestinal del contaminante "a" (%/100)

FC = Factor volumétrico de conversión (= 1x10⁻⁶)

PC (a) = Peso corporal (kg)

FrE (a) = Frecuencia de exposición (día/año)

DuE (a) = Duración de la exposición (año)

PTE_m (a) = Periodo de tiempo durante la exposición fue promediado (años)

El valor de NRE calculado representará la nueva concentración del contaminante "a" cuyo CdP fue mayor a 1 o cuyo aporte al riesgo no cancerígeno total (IP_T) fue mayor.

De acuerdo con los resultados, el riesgo no cancerígeno por ingesta y contacto dérmico de suelo para el escenario 2 fue preocupante (IP_T>1) para adultos y niños (Ver **Tabla 4-40**).

Finalmente, a pesar de que el riesgo no cancerígeno por ingesta de tejidos vegetales resultó ser preocupante (IPT>1), no se puede calcular un NRE, debido a que no es una matriz ambiental.

A continuación, en la **Tabla 4-46** se presentan los resultados del cálculo del NRE para el escenario 2 por vía de exposición de ingesta y contacto dérmico de suelo.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Tabla 4-46. Niveles de remediación específico (NRE) para el escenario 2.

Escenario	Vía de exposición	Matriz	Contaminante de preocupación	Concentración inicial	Nivel de remediación específico
			CP	UCL95 (mg/kg)	NRE (mg/kg)
2 (Cazadores)	Ingesta y contacto dérmico	Suelo	Arsénico (As)	418,872	260,00¹
			Arsénico (As)	418,872	200,00²
			Plomo (Pb)	1882,74907	1100¹
			Plomo (Pb)	1882,74907	600²

Nota

¹En adultos

²En niños

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Se deberá elegir el menor NRE por matriz para aplicar las medidas de remediación. Para el caso de los suelos, la concentración de Arsénico (As) a la cual se deberá llegar luego del proceso de remediación es de 200 mg/kg, para que no se genere un riesgo cancerígeno no aceptable, para los receptores humanos. Por otro lado, la concentración de Plomo (Pb) a la cual se deberá llegar luego del proceso de remediación es de 600 mg/kg, para que no se genere un riesgo cancerígeno no aceptable, para los receptores humanos.

4.12.2. Niveles de Remediación para el Escenario Ecológico

En este estudio, se han identificado anfibios, como *Allobates cf. trilineatus* (Rana), *Pristimantis luscombei* (Sapo), mamíferos, *Mazama cf. nemorivaga* (Venado), *Pecari tajacu* (Sajino), *Leopardus sp.* (Tigrillo), *Metachirus sp.* (Pericote de cuatro ojos), *Sylvilagus brasiliensis* (Conejo), *Leontocebus lagonotus* (Pichico), *Hylaeamys laticeps* (Sacha cui), *Cuniculus paca* (Majaz); Aves como: *Leptotila rufaxilla* (Paloma), *Herpetotheres cachinnans* (Huankawi), *Ammodramus aurifrons* (Arrocero), *Cacicus cela* (Paucar), *Machaeropterus regulus* (Saltarín).

Considerando que los residuos industriales fueron dispuestos y enterrados en celdas recubiertas con geomembrana, la probabilidad que las especies animales arriba mencionadas entren en contacto con los metales pesados es muy baja.

En el caso particular del Sitio S0105 (Botadero CS-32), existen dos formas de distribución de los residuos industriales:

- Residuos industriales dispersos: Superficialmente se dispusieron piezas construidas en metales ferrosos y no ferrosos, plásticos, vidrios, etc, que están dispersos a través del área impactada, estos residuos están afectando el entorno paisajístico del lugar.
- Residuos industriales enterrados: piezas de autopartes, cables, plásticos, están enterrados en tres celdas recubiertas con geomembrana, a una profundidad comprendida entre 0,3 y 4,0 m. Este tipo de residuos no están expuestos al ambiente, por lo tanto, las especies ecológicas, tienen una baja probabilidad de estar en contacto directo con los contaminantes de preocupación (CP) identificados a través del muestreo de suelo.

En las plantas de las especies *Inga sp.* (Guaba), en las cuales se realizó el análisis de tejido foliar, se encontró acumulación de Arsénico (As) y Plomo (Pb), en una concentración que representa riesgo cancerígeno y no cancerígeno por ingesta de tejidos vegetales para pobladores adultos y niños. Ver **Tabla 4-35** y **Tabla 4-38**.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Cabe mencionar que la concentración del Arsénico y del Plomo en los tejidos foliares, obedece a procesos de absorción radicular de estos metales, que se encuentra por factores antrópicos en el suelo.

Aun así y tomando en consideración que los procesos de remediación aplican para las matrices ambientales de suelo, agua y sedimentos, y no aplica para las plantas, se recomienda tener en consideración lo siguiente:

- Implementar medidas de control para evitar o minimizar el consumo de vegetales en niños y adultos, a través de la debida información y divulgación de dicho riesgo en la comunidad.
- Las especies vegetales que se siembren en las acciones de reforestación, no deben ser especies de pan llevar ni productos agrícolas de primera necesidad.

En el caso particular del Sitio S0105 (Botadero CS-32), la intervención con maquinaria pesada para remover, clasificar y retirar los residuos industriales, que se encuentran enterrados en las celdas, no ocasionará la deforestación de bosques debido a que la explanada en donde se encuentran las celdas es un área libre de vegetación.

4.12.3. Nivel de remediación para proteger recursos naturales abióticos

Las medidas de protección de los recursos abióticos, dependiendo de la naturaleza de las fuentes y del impacto que se está generando sobre el suelo y/o agua tendrán un manejo diferenciado.

Se recomienda un Nivel de remediación considerando, entre otros factores, la naturaleza, propiedades fisicoquímicas, el grado de especiación y la toxicidad de los contaminantes identificados en las matrices de suelo y sedimentos, así como también la vulnerabilidad del componente ecológico y abiótico y el riesgo de biotransferencia y magnificación de los metales pesados, por lo tanto, es procedente inmovilizar o reducir la concentración de los contaminantes de preocupación, tomando como referencia estándares y parámetros de referencia reglamentados en la Normatividad nacional o internacional.

Se recomienda realizar la remoción, clasificación y retiro de los residuos que están enterrados en las celdas, debido a que la geomembrana progresivamente se está deteriorando y con el transcurso del tiempo los metales pueden lixiviar hacia los sustratos de suelo que no están impermeabilizados, adicionalmente existen consideraciones de orden social que es pertinente tomar en cuenta.

• Suelos en los cuales se han depositado metales pesados

Se realizaron pruebas de lixiviación del Arsénico, Cadmio, Cromo, Mercurio y Plomo para determinar la movilidad de los contaminantes inorgánicos y establecer si los extractos generados durante la lixiviación se clasifican como peligrosos, los resultados de TCLP para cada uno de estos metales es inferior al estándar de referencia reglamentados por *Code of Federal Regulations of USA*.

Aun así, la interacción química de los metales pesados con los componentes orgánicos e inorgánicos del suelo y factores ambientales como la humedad, el oxígeno, producen cambios en el estado de oxidación de los metales y alteran su solubilidad, grado de toxicidad, movilidad y disponibilidad. Por tratarse de procesos geoquímicos dinámicos que pueden dar lugar a la formación de complejos metálicos tóxicos, se recomienda, por lo tanto, remover, clasificar y retirar del área las fuentes que tienen el potencial de lixiviar metales pesados.

Para reducir el riesgo potencial de acumulación, biotransferencia y magnificación de los metales pesados identificados en el área impactada, se requiere someter a un proceso de quelación o extracción al Plomo para disminuir su máxima concentración de 6013 mg/kg (UCL95: 1882,74) a 70 mg/kg; el Cadmio por su afinidad química está asociado al Plomo, los procesos de extracción química del Plomo darán lugar también a la formación de enlaces químicos para la extracción del Cadmio, por

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

lo tanto, la reducción en la concentración del Plomo incide directamente en la reducción de la concentración del Cadmio.

La máxima concentración registrada para el Cadmio es igual a 15,8 mg/kg (UCL95:3,07), es de esperarse que la concentración del Cadmio se reduzca a niveles inferiores a 1,4 mg/kg.

La máxima concentración del Arsénico (As) es igual a 1335 (UCL95: 418,87), se determina reducir a 50 mg/kg, que corresponde al ECA establecido para suelos de uso agrícola.

- **Aguas pluviales de infiltración**

Se recomienda que las aguas pluviales de infiltración que se han depositado y acumulado, sean enviadas a una planta de tratamiento para remover los contaminantes que puedan lixiviar y disolverse en las aguas pluviales de infiltración (No se tienen resultados analíticos de las propiedades fisicoquímicas de las aguas de infiltración, debido a que no se cuentan con normas de referencia para realizar análisis comparativo).

El material de la geomembrana, está actuando como un sello impermeable, que evita que las aguas de infiltración se dispersen a través de los sustratos de suelo y están conteniendo también la movilización de los metales como el Arsénico, Cadmio y Plomo, hacia sustratos inferiores, por consiguiente, no se están afectando las aguas del nivel freático.

- **Niveles de remediación teniendo como referencia estándares ECA para suelos de uso agrícola**

Teniendo en cuenta el concepto del Plan de Rehabilitación, cuyo objetivo es recuperar las características naturales del sitio se plantea un Nivel de Remediación de Mayor Protección definido a partir de la normativa peruana ECA para suelo de uso agrícola.

Así mismo teniendo en cuenta factores de índole social y considerando la importancia ancestral que como patrimonio representan los territorios impactados para las Comunidades Nativas, se determino que la concentración objetivo para los metales pesados como Arsénico, Cadmio y Plomo, sea equivalente a los estándares definidos en el ECA para suelo de uso agrícola, es decir que para el Arsénico (As), la concentración objetivo será de 50 mg/kg, para el Plomo (Pb), el valor objetivo será de 70 mg/kg y para para el Cadmio (Cd) se deberá reducir su concentración a 1,4 mg/kg.

El nivel de concentración de una sustancia, establecido en el ECA, indica que, dentro de estos límites, no existe un riesgo significativo para la salud de las personas ni para el medio ambiente.

En la **Tabla 4-47**, se muestran los niveles de remediación determinados a implementar para la matriz del suelo.

Tabla 4-47. Niveles de Remediación de los Contaminantes de Preocupación para Suelo

Matriz de contaminación	Contaminante de preocupación	Máxima Concentración (mg/kg)	Nivel de Remediación Específico (mg/kg)	Nivel de Remediación de Mayor Protección
Suelo	Arsénico (As)	1335	154 ¹	50
	Cadmio (Cd)	15,8	-----	1,4
	Plomo (Pb)	6013	600	70

¹NRE de menor valor entre adultos y niños.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

4.13. Conclusiones y Recomendaciones

- El riesgo cancerígeno total (IR_T) por ingesta y contacto dérmico de suelos contaminados, para el escenario 2, fue mayor a 10^{-4} para adultos y niños, lo que indica que el riesgo es no aceptable, debido, principalmente a la presencia de Arsénico (As), por esta razón se calculó un nivel de remediación.
- El riesgo cancerígeno total (IR_T) por ingesta de tejidos vegetales fue mayor a 10^{-4} para el escenario 1, lo cual se considera como riesgo no aceptable, debido, principalmente a la presencia de Arsénico (As) y Plomo.
- El riesgo no cancerígeno de suelos fue preocupante ($IP_T > 1$) para adultos y niños (Escenario 2) debido, principalmente, a la presencia de Arsénico (As).
- Se evaluó la presencia de metales en la especie vegetal, *Inga* (Guaba), esta especie está absorbiendo el Arsénico (As) y Plomo (Pb), los cuales están disponibles en el suelo. La concentración de estos metales en los tejidos foliares es superior a los estándares de referencia de la Comunidad Europea (CE), CODEX alimentario y MERCOSUR. El riesgo cancerígeno total (IR_T) para niños y adultos, por ingesta de *Inga* (Guaba), fue mayor a 10^{-4} , lo que sugiere un riesgo no aceptable. Considerando que los arsenicales inorgánicos son más tóxicos que los organoarsénicos, que para la estimación del riesgo cancerígeno se tomó el valor de la Dosis de referencia del Arsénico (As) inorgánico y que el método analítico del laboratorio determina la concentración total de Arsénico (As), es probable que se esté sobre estimando el riesgo por ingesta de vegetales con contenidos de Arsénico porque no se están diferenciando las concentraciones ni los parámetros del arsénico orgánico del inorgánico.
- El riesgo no cancerígeno por ingesta de tejidos vegetales para el escenario 1, fue preocupante ($IP_T > 1$) para adultos y niños, debido, principalmente, a la presencia de Arsénico (As) y Plomo (Pb).
- Las concentraciones registradas de Arsénico (As) y Plomo (Pb) en suelo, son elevadas, por lo que el riesgo ecológico calculado fue mayor a 1. Esto indica que hay un riesgo no aceptable para el ecosistema, y que se debe reducir o tratar el estresor. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que, al tratarse de especies terrestres y vegetales, no corresponde calcular un nivel de remediación específico (NRE) para los contaminantes de preocupación señalados.
- Las concentraciones registradas de Cadmio (Cd) en suelo, produjeron un riesgo ecológico aceptable.
- El cálculo del nivel de remediación específico para el riesgo cancerígeno de Arsénico (As) en suelo, recomienda llegar a una concentración de 154,6 mg/kg.
- El cálculo del nivel de remediación específico para el riesgo no cancerígeno de Arsénico (As) en suelo, recomienda llegar a una concentración de 50 mg/kg.
- Para reducir el riesgo potencial de acumulación, biotransferencia y magnificación de los metales pesados identificados en el área impactada, se recomienda someter a un proceso de quelación, inmovilización o extracción al Arsénico (As), para disminuir su máxima concentración de 453,9 mg/kg (UCL95: 418,87) a 50 mg/kg.
- Para reducir el riesgo potencial de acumulación, biotransferencia y magnificación de los metales pesados identificados en el área impactada, se determino someter a un proceso de quelación, inmovilización o extracción al Plomo, para disminuir su máxima concentración de 6013 mg/kg (UCL95: 1882,74) a 70 mg/kg.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Se determino reducir la concentración del Cadmio de 15,8 mg/kg (UCL95:3,07) a 1,4 mg/kg. La reducción de la concentración del Cadmio se produce paralelamente con la reducción del Plomo debido a que estos dos metales tienen propiedades químicas similares y reaccionan de manera semejante a la acción de los agentes extractantes.
- Se realizaron pruebas de TCLP, para determinar la movilidad de los contaminantes inorgánicos y analizar si el extracto generado durante la lixiviación de los metales como el Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio y Plomo se clasifican como peligrosos. Los resultados obtenidos no superan el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA*.
- Debido a que la interacción química de los metales pesados con los componentes orgánicos e inorgánicos del suelo y factores ambientales como la humedad, el oxígeno, producen cambios en el estado de oxidación de los metales pesados y alteran su solubilidad, grado de toxicidad, movilidad y disponibilidad, se recomienda, remover, clasificar y retirar del área las fuentes que tienen el potencial de lixiviar metales pesados.
- Las acciones de remediación se darán por concluidas cuando, el UCL95 de cada sustancia de interés considerada como contaminante de preocupación, de las muestras de suelo tomadas en la fase de monitoreo y post monitoreo, sea igual o menor al estándar de referencia de la Normatividad regulatoria.
- La especie vegetal *Inga sp* (Guaba), a través de un proceso de absorción radicular está bioacumulando Arsénico (As) y Plomo (Pb), metales que están biodisponibles en el suelo a una profundidad promedio de 0,40 m. Se recomienda tener las debidas precauciones con el consumo de la especie *Inga* en la población.
- Las especies vegetales que se siembren en la fase de reforestación, no deben ser especies de pan llevar ni productos agrícolas de primera necesidad debido al riesgo inherente de absorción de metales pesados que en su forma natural o como resultado de acciones de origen antrópico se encuentren en el suelo.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5. ACCIONES DE REMEDIACIÓN Y REHABILITACIÓN

5.1. Objetivos Generales y Específicos de la rehabilitación del sitio considerando los resultados del ERSA, y factores socioculturales de las poblaciones locales.

5.1.1. Objetivo General

Definir la alternativa de remediación más adecuada para la reducción de los contaminantes de preocupación identificados en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), con el objeto de llevar a un nivel de riesgo aceptable sobre los receptores en los distintos escenarios previamente identificados en el ERSA.

5.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las alternativas de remediación en base a una matriz de selección de tecnologías que contempla criterios ambientales, sociales y económicos, con el fin de seleccionar la mejor alternativa posible para su implementación en el sitio impactado.
- Analizar la relación Costo/Efectividad de las de las tres alternativas de remediación más viables, teniendo en cuenta los aspectos de logística, insumos, maquinaria y equipos necesarios para la aplicación de las acciones de remediación.
- Seleccionar la alternativa más viable para el sitio impactado considerando criterios técnicos, logísticos, sociales, ambientales y económicos.
- Describir las acciones de la alternativa de remediación seleccionada que cumpla con la aptitud técnica teniendo en cuenta los contaminantes de preocupación la matriz a intervenir y las respectivas características del sitio impactado.
- Identificar las medidas de manejo ambiental y las acciones de control y seguimiento que deberán aplicarse antes, durante y después de la ejecución de la alternativa seleccionada.
- Definir las acciones más adecuadas para la remoción de residuos enterrados y superficiales del Sitio S0105 (Botadero CS-32), con el fin de minimizar el riesgo que estos puedan generar sobre los diferentes receptores.

5.2. Justificación

Las actividades petroleras desarrolladas en el Lote 192 (ex Lote 1 AB) desde 1971 han generado impactos ambientales que afectan la salud de las personas y de los ecosistemas, alterando así las relaciones socio económicas y ambientales de quienes allí habitan, desencadenando conflictos socio políticos entre las comunidades y demás partes interesadas; esta situación de alteración del medio ambiente y la relación estrecha que existe entre las comunidades y el territorio, estableció la necesidad, para que basado en un fundamento técnico socio-ambiental, se definieran las acciones de remediación que deben ser ejecutadas para minimizar, controlar y/o reducir los impactos ambientales y riesgos a la salud que pueden generarse en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Las consecuencias de las alteraciones ambientales y socioeconómicas no gestionadas en el sitio tienen como resultado, impactos negativos sobre el equilibrio ecológico y la salud humana, producto de las actividades que se desarrollaron o aún siguen desarrollándose asociadas a la producción de hidrocarburos en el lote 192 (ex Lote 1 AB).

Las evidencias encontradas durante la caracterización del Sitio S0105 (Botadero CS-32) justifican la necesidad de intervención del mismo, por medio de la aplicación de una o varias tecnologías de remediación que contribuyan con la resiliencia y el retorno de los ecosistemas endémico selváticos que caracterizan a la zona, además de la reducción a niveles de riesgo a la salud y el medio ambiente aceptable, permitiendo en un futuro la disponibilidad de servicios ecosistémicos en la zona.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.3. Propuesta de Uso Futuro del Sitio Impactado, en función de las consideraciones técnicas posibles y la vocación del suelo intrínsecamente, incluyendo el uso actual y el proyectado.

Se sugiere definir la propuesta para el uso futuro del sitio impactado en base a lo establecido en el Artículo 33 del D.S. N° 018-2015-MINAGRI, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal, considerando que el uso adecuado será el de Bosques en tierras de comunidades campesinas y comunidades nativas en el marco del ordenamiento forestal. Se complementa lo anterior con el Artículo 21 del D.S. N° 021-2015-MINAGRI, Decreto Supremo que aprueba el reglamento para la gestión forestal y de fauna silvestre en comunidades nativas y comunidades campesinas, en el cual este tipo de bosques se encuentran en el interior de las tierras o territorios comunales de las comunidades campesinas y comunidades nativas tituladas; por tanto, se aplica dicho uso futuro para el sitio para las comunidades nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, lugar donde se ubica el sitio impactado S0105 (Botadero CS-32).

Es importante considerar que el sitio puede contemplar usos futuros a nivel social y ecológico, el primero que estará fundamentado en la práctica de actividades de caza en el sitio S0105 (Botadero CS-32), esto a raíz de la recuperación progresiva del sitio y posterior a la implementación de actividades relacionadas con la ejecución de las alternativas de remediación. El uso ecológico, hace referencia a la interacción entre los géneros de fauna y flora, dada la recuperación forestal en el sitio.

Por lo tanto, con el objetivo de llegar a una recuperación forestal del lugar y darle uso al sitio impactado, que será objeto de tratamiento, se propone cultivar especies vegetales que fueron identificadas en la caracterización florística desarrollada en el sitio impactado, entre las cuales se reconocen especies como: *Aparisthium cordatum* (Aparisthium), *Guatteria sp.* (Carahuasca), *Miconia sp.* (Cainillo), *Ficus sp.* (Renaquillo), entre otras.

5.4. Alcance de la Rehabilitación

El alcance de la remediación del sitio impactado comprende la reducción de la concentración o inmovilización de los contaminantes de preocupación hasta un nivel en el que estos no generen un riesgo a los diferentes receptores, a través de la aplicación de técnicas que logren remediar, remover y/o inmovilizar los contaminantes de preocupación. De otra parte, se considera pertinente tomar como referencia las concentraciones establecidas para uso agrícola según lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para la matriz de suelo.

Por lo tanto, el alcance de la remediación para el Sitio S0105 (Botadero CS-32) está enfocado en el componente del suelo, según los resultados del ERSA, dado que, en la matriz de suelo, los contaminantes de preocupación correspondientes a los metales pesados (Plomo y Cadmio), generan un riesgo ecológico y abiótico no aceptable; para el caso específico del contaminante de preocupación del Arsénico (As) se obtuvo que este genera un riesgo no cancerígeno no aceptable para los escenarios de Ingesta y contacto dérmico en Cazadores. Para evitar que se presenten procesos de disolución, emulsificación y dispersión en el suelo, se establece el máximo permisible en suelo sea lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, con los estándares de calidad (ECA) para suelo agrícola, que corresponde a 1,4 mg/kg para Cadmio (Cd), a 50 mg/kg para Arsénico (As) y a 70 mg/Kg para Plomo (Pb); teniendo en cuenta los factores de índole social y considerando la importancia ancestral que representan los territorios impactados para las Comunidades Nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir, así como también el concepto del Plan de Rehabilitación, cuyo objetivo es recuperar las características naturales del sitio.

Adicionalmente el alcance comprende la remoción de los residuos enterrados y superficiales pertenecientes a la industria petrolera identificados en el sitio S0105 (Botadero CS-32).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.5. Descripción y Análisis de las Alternativas de Remediación

5.5.1. Descripción de las Alternativas de Remediación

5.5.1.1. Suelo

Las alternativas de remediación analizadas para el tratamiento del suelo del sitio S0105 (Botadero CS-32) fueron definidas de acuerdo a la naturaleza del sitio, los contaminantes de preocupación y la profundidad en la que se encuentran. Para el sitio S0105 (Botadero CS-32), los contaminantes de preocupación de acuerdo al ERSa son: metales pesados (Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb)).

5.5.1.1.1. Alternativas de Remediación Viables para el Sitio Impactado

A continuación, en la **Tabla 5-1** se describen las diferentes técnicas de remediación que resultaron viables en el sitio impactado de acuerdo con el análisis de viabilidad realizado, teniendo en cuenta, un tratamiento para suelos contaminados por metales pesados.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Tabla 5-1. Descripción de las Técnicas de Remediación Aplicables al sitio S0105 (Botadero CS-32)

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
		Orgánicos	Metales Pesados					
Fitorremediación (ex situ)	Conjunto de tecnologías por medio de las cuales se utilizan varias plantas que tengan la capacidad fisiológica y bioquímica para asimilar, metabolizar, detoxificar o inmovilizar compuestos orgánicos, radioactivos y petroderivados para transformarlos en formas menos nocivas. (Aros, 2007) ³⁶ .	Solventes, hidrocarburos aromáticos policíclicos, crudo.	SI	Adición de enmiendas para mejorar las condiciones de los microorganismos que se encuentran en las raíces de las plantas a utilizar con el fin de que aumenten la eficiencia de la técnica.	Vivero para cultivo de plantas, útiles para labores de siembra. Transporte para desplazamiento de personal y plantas a los lugares de siembra.	AÑOS	Es necesaria la elaboración de pruebas piloto para definir las especies vegetales nativas o externas que logran extraer, transferir, estabilizar y/o destruir los contaminantes presentes en las diferentes matrices evaluadas. Las altas concentraciones de agentes químicos pueden ser tóxicas para la planta. Puede transferir la contaminación a través de medios, es decir, del suelo al aire, además de ser movilizados en agua subterránea o bioacumulados en animales.	Viable con la aplicación del modificador de arcillas.
Oxidación/ Reducción química	Es una técnica que convierte los contaminantes peligrosos en compuestos no peligrosos o menos tóxicos. Los agentes oxidantes comúnmente utilizados son el ozono, el peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloro y dióxido de cloro.	NO	SI	Los agentes oxidantes más usados para tratar contaminantes peligrosos en el suelo, son el ozono, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloro, dióxido de cloro y el reactivo de Fenton (peróxido de hidrógeno y hierro).	Pozos de inyección de agentes oxidantes, sistema de electrocinética, monitoreo y eventual control de emisiones gaseosas. Excavadora y transporte hacia sitio de exposición.	MESES/ AÑOS	Se requiere preparación y desarrollo de capacidades para la elaboración de ensayos piloto con el objetivo de definir el oxidante más eficiente para el tratamiento de metales pesados, además de la dosis por m ³ que se debe aplicar al suelo. La aplicación de reactivos oxidantes comunes como peróxido de hidrógeno, permanganato de potasio entre otros, puede destruir varias características del suelo limitando las funciones y el uso del suelo. No es considerada como una técnica sustentable.	Viable ex situ en sitios donde los contaminantes se encuentren a profundidades menores a 1 metro, ya que no es sustentable destruir cantidades considerables de suelo con la aplicación de los agentes oxidantes.
Remediación electrocinética (in situ o ex situ)	Consiste en aplicar una corriente eléctrica de baja intensidad entre electrodos introducidos in situ en el suelo contaminado que	Contaminantes orgánicos polares.	Metales solubles o complejados (Ba, Cr, Cd, Hg, Pb).	Dependiendo del tipo de suelo puede requerirse la regeneración (fertilización y adición de materia orgánica).	Electrodos de aleaciones especiales y otros comunes. Agentes oxidantes.	MESES	Es necesario desarrollar pruebas piloto para verificar la viabilidad según la teoría y las experiencias consultadas, con el objetivo de definir las soluciones	Viable por las características del suelo que tienen los sitios contaminados. Así mismo, la

³⁶ Aros, E. (2007). Aplicación y alcances de la Fitorremediación como una alternativa de saneamiento ambiental.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019  Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
		Orgánicos	Metales Pesados Mn, Zn y As).					
Solidificación ex situ	permite la movilización de agua, iones y partículas pequeñas cargadas. Los aniones se mueven hacia el electrodo positivo y los cationes hacia el negativo. Durante el tratamiento, los contaminantes pueden ser transportados por electromigración, electroósmosis, electrolisis y electroforesis. Esta técnica resulta eficaz para el tratamiento de suelos de baja permeabilidad hidráulica que son difíciles de recuperar por otros medios y está especialmente indicada para metales solubles o complejados en el suelo en forma de óxidos, hidróxidos y carbonatos (Ortiz, Sanz, Dorado, & Villar, 2007)³⁷.	Sí, eficacia mucho menor.⁴⁰	SI	Se utilizan agentes solidificantes inorgánicos como el cemento u orgánicos como las sustancias bituminosas, el polietileno o las parafinas y enlazantes como cemento Portland, ceniza volante, polvo de kilo, arcillas, cemento portland/cal, sulfoaluminato de calcio, polvo de	Sistema de Cribado mecánico, trituración del suelo, aplicación del solidificantes y mezclado ex situ. Y traslado de la mezcla a la celda de solidificación. Monitoreo periódico de la condición de Solidificación.	MESES	o aditivos que se deben agregar para el tratamiento de las matrices impactadas, además de la dosis por m³ que se debe aplicar. Así mismo, los ensayos piloto permiten conocer el rango de corriente eléctrica que se debe aplicar para que la alternativa sea eficiente.	Implementación in situ requiere seleccionar áreas con suelos de estructura homogénea, para evitar heterogeneidad de campo eléctrico. Se puede considerar la aplicación de la técnica ex situ para poder homogenizar el suelo antes de su aplicación.

³⁷ Ortiz, I. B., Sanz, J. G., Dorado, M. V., & Villar, S. F. (2007). Técnicas de recuperación de suelos contaminados. Madrid: madridmasd.

⁴⁰ Se trata de una técnica apropiada para suelos contaminados con sustancias inorgánicas, con limitada eficacia para compuestos orgánicos semivolátiles o pesticidas. (Bernand, García, Valiño & Fernández, 2007).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019  Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
	al atravesar el suelo o lodo tratado. La solidificación no elimina los químicos nocivos, sino que los atrapa en el lugar. (U.S. Environmental Protection Agency, EPA., 2003).³⁸ La Solidificación <i>ex situ</i>, es efectiva para compuestos orgánicos no biodegradables (con restricciones) y metales pesados. No es efectiva para compuestos orgánicos biodegradables. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD., 2018)³⁹	Orgánicos	Metales Pesados	filtro/ceniza/cemento, dependiendo del metal pesado.				
Lavado ex situ - Washing	Técnica de remediación fisicoquímica de aplicación ex situ (generalmente on site) que consiste en la excavación del suelo contaminado, previamente separado por tamizado, densidad o gravedad para eliminar las partículas de grava más gruesas, con poca capacidad de adsorción de la fracción fina y lavado con agua y extractantes químicos que permitan desorber y solubilizar los contaminantes. Cabe mencionar que no elimina los contaminantes, sino que los transfiere a otro medio, por lo cual se debe	Compuestos orgánicos semivolátiles, hidrocarburos derivados del petróleo.	En su totalidad	Ácidos, bases, agentes quelantes, alcoholes, surfactantes y otros aditivos como sales.	Planta de lavado (tamizado, lavado, secado, disposición de lixiviados).	SEMANAS O MESES	Suelos con alto contenido de materia orgánica y arcilla pueden ocasionar mayor tiempo de actuación. Los lixiviados (líquidos resultantes) son abundantes. Los contaminantes no se destruyen, requieren un tratamiento después de aplicada la técnica.	Viable con la aplicación del producto modificador de arcillas. Viable con el tratamiento de los lixiviados resultantes del proceso por medio de una Planta de Tratamiento de Lixiviados (PTL).

³⁸ Environmental Protection Agency, EPA. (2003). Guía para el Ciudadano sobre Solidificación/Estabilización. Washington: U.S. EPA.

³⁹ PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2018). Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB. Lima.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
		Orgánicos	Metales Pesados					
	tratar el fluido contaminado, resultante del tratamiento (Elliott & Brown, 1989).							

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

5.5.2. Análisis de Alternativas de Remediación en base a una matriz de selección de tecnologías con criterios económicos, ambientales y sociales, incluyendo si al aplicarla requiere transportar equipos y demás aspectos claves para su puesta en marcha.

5.5.2.1. Suelo

5.5.2.1.1. Diagnóstico de Contaminantes

El análisis de alternativas se realizó partiendo de un diagnóstico de contaminantes, en base a los resultados obtenidos en los muestreos realizados en campo, tanto en época seca como en época húmeda y el análisis de los resultados del ERSA; con el objeto de conocer el escenario de contaminación en el que se encuentra el sitio y analizar la alternativa más viable y capaz de remover y/o inmovilizar los agentes contaminantes.

La **Tabla 5-2** muestra los contaminantes identificados en el sitio S0105 (Botadero CS-32) junto con la concentración máxima que fue reportada y la profundidad en la que se encuentran.

Tabla 5-2. Contaminantes Potenciales Identificados en el Suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							50	1,4	70
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad		Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS		
		Inicial	Final	Este	Norte		Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Plomo (Pb)
S0105-S007-1.50	16/09/2018	1,0	1,5	0339672	9692047	Seca	314.7	4.9	1289
S0105-S007-2.50		2,5	2,8				307.4	4.7	1045
S0105-S008-2.00	16/09/2018	0,0	2,0	0339663	9692047	Seca	156.3	3	893
S0105-S008-3.00		2,0	3,0				152.9	2.7	682
S0105-S008-4.00		3,0	4,0				1335	15.8	6013
S0105-S014-0.40	04/05/2018	0,0	0,4	0339672	9692061	Húmeda	259.3	4.3	1130
S0105-S014-1.10		0,9	1,1				453.9	6.7	2200
S0105-S015-0.80	16/09/2018	0.00	0.8	339676	9692076	Seca	N.A.	N.A.	96

Nota: Los valores que presentan (N.A.) hacen referencia a los puntos de muestreo donde no se presenta concentración que sobrepasen los límites estándar de referencia.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Luego de conocer los potenciales contaminantes presentes en el sitio S0105 (Botadero CS-32), se identificaron cómo contaminantes de preocupación, los metales Pesados (Arsénico, Cadmio y Plomo), en base al análisis del ERSA, donde se registró riesgo abiótico y ecológico no aceptable para el suelo. En la **Tabla 5-3**, se observa el nivel de remediación que se recomienda llegar con el objeto de analizar la alternativa más viable y capaz de disminuir la concentración del contaminante de preocupación.

Tabla 5-3. Contaminante de Preocupación para el Suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Contaminante de preocupación	Máxima Concentración (mg/kg)	Nivel de Remediación (mg/kg)
Arsénico (As)	1335	50 ¹
Cadmio (Cd)	15,8	1,4 ¹
Plomo (Pb)	6013	70 ¹

¹Estandar de Calidad ECA Suelo Uso Agrícola

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se sugiere tomar medidas de remediación en las estaciones de muestreo que presenten valores mayores a 50 mg/kg para el Arsénico (As), 1,4 mg/kg para el Cadmio (Cd) y 70 mg/Kg para el Plomo (Pb) para alcanzar el Nivel de Remediación recomendado por principio precautorio establecido en el ERSA o implementar una tecnología que permita inmovilizar y/o reducir la biodisponibilidad de los metales pesados y su grado de lixiviación.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Por consiguiente, la selección de la tecnología de remediación se realizó con la identificación del escenario de contaminación y el análisis del nivel de riesgo del Sitio S0105 (Botadero CS-32) con un análisis de viabilidad de trece (13) técnicas de remediación que fueron objeto de estudio de acuerdo con las características físicas, químicas y biológicas propias de la selva amazónica del Perú.

A continuación, se describe por fases la metodología que fue utilizada para la selección de la alternativa de remediación más viable en el sitio impactado:

5.5.2.1.2. Selección de la Tecnología de Remediación

• Fase Inicial: Análisis de Viabilidad de los Tipos de Técnicas

En esta fase se realizó la recolección de información de las posibles alternativas que son capaces de remediar, reducir y/o inmovilizar los contaminantes de preocupación identificados, con el fin de evaluar la viabilidad de las mismas, teniendo en cuenta las características propias del ecosistema de la selva. Los criterios analizados de las tecnologías de remediación fueron los siguientes:

- Tipo de técnica y características generales de operación.
- Porcentaje de remoción de los contaminantes.
- Equipos requeridos.
- Tiempo necesario de remoción.
- Costo general de aplicación de la técnica.

Con esta información se analizó la viabilidad de las tecnologías de remediación en base a los siguientes aspectos fisicoquímicos y/o ambientales del sitio impactado:

- Condiciones climáticas de alta pluviosidad.
- Plasticidad, baja permeabilidad y conductividad eléctrica, y textura arcillosa del suelo.
- Ambiente oligotrófico.
- Humedad.
- Temperatura.

Así mismo, para el análisis de viabilidad se consideró las condiciones logísticas para llegar al sitio impactado, como el estado y tipos de las vías y medios de transporte.

En la **Tabla 5-4**, se encuentran las trece (13) técnicas de remediación analizadas para la implementación en la zona de estudio.

Tabla 5-4. Tecnologías de Remediación Analizadas en la Fase Inicial

Técnicas de Remediación	Contaminantes Removidos y/o Inmovilizados	
	Orgánicos	Metales pesados
Adición de enmiendas	Derivados del petróleo. Fracciones pesadas de Hidrocarburos Totales de Petróleos menores a 3200 ppm.	Si
Extracción Química (ex situ)	Compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, combustibles, PCBs, hidrocarburos aromáticos, entre otros.	Si
Fitorremediación (ex situ)	Solventes, hidrocarburos aromáticos policíclicos, crudo.	Si
Lavado in situ - Flushing	Todo tipo de contaminantes.	Si
Lavado ex situ - Washing	Compuestos orgánicos semivolátiles e hidrocarburos derivados del petróleo.	Si
Oxidación/reducción química (ex situ)	NO	Si
Extracción de agua - Pump and Treat (ex situ)	Compuestos orgánicos de baja solubilidad, volátiles y semivolátiles y combustibles.	Si

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Técnicas de Remediación	Contaminantes Removidos y/o Inmovilizados	
	Orgánicos	Metales pesados
Solidificación (<i>ex situ</i>)	Sí, con restricciones ⁴¹	Si
Remediación electrocinética (<i>in situ</i> o <i>ex situ</i>)	Contaminantes orgánicos polares.	Metales solubles o complejados (Cr, Ba, Cd, Hg, Pb, Mn, Zn y As)
Vertederos controlados (<i>ex situ</i>)	Amplio espectro de contaminantes orgánicos biodegradables.	Si
Pantallas o barreras de aislamiento (<i>in situ</i>)	Contaminantes orgánicos.	Si
Vitrificación (<i>in situ</i> o <i>ex situ</i>)	COV y COS y otros compuestos orgánicos como dioxinas y BPC. (F1 y F2).	Si
Biochar (<i>in situ</i>)	Amplio espectro de contaminantes orgánicos biodegradables.	Si

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Del análisis anterior, nueve (9) técnicas de remediación resultaron viables de trece (13) alternativas analizadas inicialmente. En la **Tabla 5-5**, se pueden observar las alternativas que resultaron del análisis de viabilidad. En el **Anexo 6.11.6.**, en la pestaña Filtro 1- Viabilidad Técnicas, se encuentra el análisis individual por técnica.

Tabla 5-5. Tecnologías de Remediación resultantes de la Fase Inicial

Técnicas Viables en la zona de estudio
Adición de Enmiendas
Extracción Química
Lavado <i>ex situ</i> (Washing)
Solidificación <i>ex situ</i>
Fitorremediación
Oxidación/reducción química
Pantallas o barreras de aislamiento
Estabilización fisicoquímica
Vitrificación

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Fase Intermedia: Evaluación de las Tecnologías de Remediación

En esta fase se identificaron las alternativas capaces de tratar suelos con contaminación por metales pesados. Por lo tanto, se hizo la valoración de cinco (5) técnicas de remediación, teniendo en cuenta los criterios definidos en la matriz técnica de selección de tecnologías de remediación y la contaminación que presenta el sitio impactado. En la **Tabla 5-6** se presentan los criterios y subcriterios con las respectivas escalas de calificación, consideras en la matriz y en la **Tabla 5-7**, se presenta la calificación asignada para las cinco (6) alternativas de remediación que son capaces de tratar suelos con contaminación por metales pesados. (Ver **Anexo 6.11.6- Pestaña Filtro 2-Matriz Suelo MP**)

- Alternativa 1: Fitorremediación + Adición de Enmiendas
- Alternativa 2: Oxidación/Reducción química
- Alternativa 3: Electrocinética
- Alternativa 4: Solidificación *ex situ*
- Alternativa 5: Lavado *ex situ* (Washing)

⁴¹ La E/S *in situ* superficial, *in situ* profunda y *ex situ*, es efectiva para compuestos orgánicos no biodegradables (con restricciones) y metales pesados. No es efectiva para compuestos orgánicos biodegradables. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD., 2018).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 5-6. Criterios/Subcriterios con Escalas de Calificación

Criterio/Subcriterio	Escala
Criterio 1: Análisis de las Técnicas	
Subcriterio 1.1: La aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos y características del sitio.	0 = Técnica innovadora (no es técnica óptima actual) 1 = Técnica óptima actual, pero pocas experiencias en casos parecidos 2 = Técnica óptima actual, con experiencias positivas en casos parecidos, pero depende de las características específicas del sitio 3 = Técnica óptima, con experiencias positivas en sitios parecidos 4 = Técnica óptima, su éxito no depende de las características específicas del sitio
Subcriterio 1.2: La eficiencia con respecto al objetivo de la remediación.	0 = Sitio remediado alcanza los objetivos de remediación 1 = Sitio remediado supera los objetivos de remediación 2 = Sitio remediado supera ostensible los objetivos de remediación
Subcriterio 1.3: Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia.	0 = Considerables impactos 1 = Impactos, parecido a obras de construcción según la costumbre local 2 = No impactos relevantes
Subcriterio 1.4: Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación.	0 = Necesidad de involucrar a más que 5 autoridades administrativas 1 = Necesidad de involucrar de 3 a 5 autoridades administrativas 2 = Necesidad de involucrar a máximo 2 autoridades administrativas
Subcriterio 1.5: Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional.	0 = Se requieren exigentes medidas de higiene y seguridad ocupacional 1 = Se requieren medidas de higiene y seguridad ocupacional, parecidas a obras de construcción civil 2 = No se requieren relevantes medidas de higiene y seguridad ocupacional
Subcriterio 1.6: Opciones de acciones complementarias (después de la remediación).	0 = No hay opciones de acciones complementarias 1 = Hay limitadas opciones de acciones complementarias 2 = Hay (ilimitados) opciones de acciones complementarias
Criterio 2: Análisis de la Sostenibilidad de las Alternativas	
Subcriterio 2.1: Necesidad de seguimiento de las acciones implementadas después de la remediación.	0 = Se requieren extensos medidas de seguimiento (por ej. a largo tiempo) 1 = Se requieren medidas de seguimiento 2 = No se requieren medidas de seguimiento
Subcriterio 2.2: Capacidad de vigilancia/monitoreo del sitio remediado (de ser necesario).	0 = No hay la posibilidad de vigilar/monitorear el sitio remediado 1 = Las posibilidades de vigilancia/monitoreo son limitadas 2 = No hay limitaciones relevantes para la vigilancia/monitoreo del sitio remediado, o no es necesario
Subcriterio 2.3: Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente.	0 = Menor Duración 1 = Duración Intermedia 2 = Mayor Duración

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Criterio/Subcriterio	Escala
Criterio 3: Análisis de la Eco-eficiencia de las Medidas Propuestas	
Subcriterio 3.1: Generación y eliminación de residuos (durante la remediación).	0 = Se generan altas cantidades de residuos 1 = Se generan medianas cantidades de residuos 2 = Se generan pocas cantidades/nada de residuos
Subcriterio 3.2: Aprovechamiento de residuos (durante la remediación).	0 = La tasa de aprovechamiento es alto o se generen pocos/nada de residuos 1 = La tasa de aprovechamiento es mediano 2 = La tasa de aprovechamiento es poco/no hay aprovechamiento de residuos
Subcriterio 3.3: Consumo de energía.	0 = El consumo de energía es alto 1 = El consumo de energía es mediano 2 = El consumo de energía es bajo
Subcriterio 3.4: Generación de gases de efecto invernadero (GEI).	0 = La generación de GEI es alto 1 = La generación de GEI es mediano 2 = La generación de GEI es bajo
Subcriterio 3.5: Consumo de recursos naturales.	0 = El consumo de recursos naturales es alto 1 = El consumo de recursos naturales es mediano 2 = El consumo de recursos naturales es bajo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Es importante resaltar que, los criterios y subcriterios utilizados para calificar y evaluar las alternativas de remediación que fueron consultadas y propuestas para realizar la remediación del sitio impactado, se tomaron en base al Anexo 7 de la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos (PDS) del MINAM.

Tabla 5-7. Matriz Técnica de Selección de Alternativas para Metales Pesados													
Matriz Evaluativa de las Técnicas de Remediación propuestas para tratar Suelo Contaminado por Metales Pesados			Puntaje escala					Puntos ponderados					
Ponderación	Puntaje máx.	Criterio/Subcriterio	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Criterio 1: Análisis de las técnicas													
10	4	Subcriterio 1.1: La aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos y características del sitio.	2	1	1	2	2	5	2,5	2,5	5	5	
25	2	Subcriterio 1.2: La eficiencia con respecto al objetivo de la remediación.	0	0	1	1	1	0	0	12,5	12,5	12,5	
5	2	Subcriterio 1.3: Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia.	1	0	2	1	1	2,5	0	5	2,5	2,5	
2	2	Subcriterio 1.4: Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	2	Subcriterio 1.5: Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional.	2	1	1	1	1	8	4	4	4	4	
10	2	Subcriterio 1.6: Opciones de acciones complementarias (después de la remediación).	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	
Criterio 2: Análisis de la sostenibilidad de las alternativas													
5	2	Subcriterio 2.1: Necesidad de seguimiento de las acciones implementadas después de la remediación.	0	1	2	1	1	0	2,5	5	2,5	2,5	
5	2	Subcriterio 2.2: Capacidad de vigilancia/monitoreo del sitio remediado (de ser necesario).	0	1	1	1	1	0	2,5	2,5	2,5	2,5	
10	2	Subcriterio 2.3: Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente.	1	2	2	2	2	5	10	10	10	10	
Criterio 3: Análisis de la eco-eficiencia de las medidas propuestas.													
2	2	Subcriterio 3.1: Generación y eliminación de residuos (durante la remediación).	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	
3	2	Subcriterio 3.2: Aprovechamiento de residuos (durante la remediación).	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	2	Subcriterio 3.3: Consumo de energía.	2	2	1	1	2	5	5	2,5	2,5	5	
5	2	Subcriterio 3.4: Generación de gases de efecto invernadero (GEI).	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	
5	2	Subcriterio 3.5: Consumo de recursos naturales.	0	2	2	2	2	0	5	5	5	5	
Ponderación Total									36,5	42,5	60	58,5	61
Alternativa 1= Fitorremediación + Adición de Enmiendas: 36,5%													
Alternativa 2= Oxidación/Reducción Química: 42,5%													
Alternativa 3= Electrocínética: 60%													
Alternativa 4= Solidificación ex situ: 58,5%													
Alternativa 5= Lavado ex situ (Washing): 61%													

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

De las anteriores fueron seleccionadas las alternativas con mayor puntuación, de acuerdo a la evaluación cuantitativa y cualitativa de la matriz técnica de selección de tecnologías (Ver **Anexo 6.11.6-** Pestaña Filtro 3 --Matriz Suelo MP) siendo las más idóneas, las siguientes técnicas de remediación: *Lavado ex situ (Washing)*, *Remediación electrocinética* y *Solidificación ex situ*.

- **Fase Final: Selección de la Alternativa de Remediación**

Después de conocer las tres (3) alternativas más viables que se pueden implementar de acuerdo a la evaluación técnica realizada por tipo de contaminante (Contaminación por Metales Pesados) en la fase intermedia, se elaboró una segunda matriz de selección de tecnologías, tomando como consideración criterios sociales, económicos y ambientales propios del sitio impactado (Ver **Tabla 5-8**), con el propósito de seleccionar la tecnología más efectiva teniendo en cuenta el costo/beneficio de la misma.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Tabla 5-8. Matriz de Selección de Tecnologías

Sitio S0105 (Botadero CS-32)- Contaminación por Metales Pesados (Arsénico (As), Cadmio (Cd), Plomo (Pb))									
Aspectos Cuantitativos		Aspectos Cualitativos		Técnicas de Remediación					
Máxima Puntuación	Ponderación (%)	Tipo de técnica de Remediación		In Situ		Ex Situ		Procedimientos Físicoquímicos	
		Tipo de contaminante que trata		Remediación Electrocinética		Arsénico, Cadmio y Plomo		Solidificación	
		Técnica de Remediación				Lavado ex situ (Washing)			
		Aspectos y atributos				Calificación Cuantitativa			
				Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación
12	25	1. Aspectos Ambientales		9,00	18,75	9,00	18,75	9,00	18,75
3	40	Eficacia del Cumplimiento con los Objetivos de Remediación		2,00	26,67	3,00	40,00	3,00	40,00
3	35	Riesgo asociado al componente Ambiental (agua, aire, suelo, sedimento, biológico (flora y fauna), hidrobiológico)		3,00	35,00	2,00	23,33	2,00	23,33
3	15	Grado de Monitoreo Ambiental requerido Post-Remediación		3,00	15,00	3,00	15,00	3,00	15,00
3	10	Requerimiento de Autorizaciones previas a las acciones de remediación		1,00	3,33	1,00	3,33	1,00	3,33
24	15	2. Aspectos Técnicos/ Ingeniería		16,00	10,00	17,00	10,63	16,00	10,00
3	20	Grado y Tipo de Contaminación		2,00	13,33	3,00	20,00	3,00	20,00
3	10	Acondicionamiento del Material		2,00	6,67	2,00	6,67	1,00	3,33
3	15	Generación de Residuos		2,00	10,00	2,00	10,00	1,00	5,00
3	10	Área requerida de la Instalación		3,00	10,00	2,00	6,67	2,00	6,67
3	10	Nivel de experiencia en la Técnica de Remediación		1,00	3,33	2,00	6,67	2,00	6,67
3	10	Requerimiento de Acciones Complementarias Post-Remediación del Sitio		2,00	6,67	2,00	6,67	2,00	6,67
3	15	Consumo/Afectación de los Recursos Naturales (agua superficial, agua subterránea, suelo, especies forestales)		2,00	10,00	2,00	10,00	3,00	15,00
3	10	Riesgos Operacionales relacionados con la Técnica de Remediación		2,00	6,67	2,00	6,67	2,00	6,67
15	15	3. Aspectos Logísticos		9,00	9,00	9,00	9,00	8,00	8,00
3	20	Acceso al Sitio		1,00	6,67	2,00	13,33	2,00	13,33
3	25	Requerimiento de Transporte (fluvial, marítimo y/o terrestre)		3,00	25,00	2,00	16,67	1,00	8,33
3	20	Requerimiento y tipo de Equipo		2,00	13,33	1,00	6,67	1,00	6,67
3	20	Servicios de Apoyo		2,00	13,33	2,00	13,33	2,00	13,33
3	15	Tipo y fuentes de Energía		1,00	5,00	2,00	10,00	2,00	10,00
15	30	4. Aspectos Sociales		10,00	20,00	10,00	20,00	11,00	22,00
3	30	Riesgo a los receptores (comunidad, centros poblados, etc.) - ERSA		2,00	20,00	2,00	20,00	2,00	20,00
3	15	Tiempo de respuesta de la Técnica de Remediación		2,00	10,00	2,00	10,00	3,00	15,00
3	25	Generación de Empleo Local		2,00	16,67	2,00	16,67	2,00	16,67
3	15	Contratación de Servicios Locales		2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	10,00
3	15	Percepción de la Remediación por la Comunidad		2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	10,00
9	15	5. Aspectos Económicos		6,00	10,00	5,00	8,33	6,00	10,00



CEV CONSORCIO
Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA

AGOSTO 2019



Sitio S0105 (Botadero CS-32)- Contaminación por Metales Pesados (Arsénico (As), Cadmio (Cd), Plomo (Pb))									
Aspectos Cuantitativos		Aspectos Cualitativos			Técnicas de Remediación				
3	50	Niveles de Inversión			2,00	33,33	1,00	16,67	33,33
3	25	Costos de movilización de Equipos (adecuación/mantenimiento de vías, transporte)			2,00	16,67	2,00	16,67	16,67
3	25	Costos de Mantenimiento o Vigilancia, durante y Post-Remediación			2,00	16,67	2,00	16,67	16,67
75	100	Ponderación Total			67,75			66,71	68,75

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

De esta forma, el equipo consultor recomienda implementar la técnica de remediación que tuvo mayor puntaje en la matriz de selección de tecnologías para el tratamiento del Sitio S0105 (Botadero CS-32), que corresponde a *Solidificación fisicoquímica ex situ* con un porcentaje de 68,75%. Dicha matriz se encuentra en el **Anexo 6.11.6.**

5.5.3. Resultados de Ensayos de Laboratorio y/o Ensayo Piloto Similares

Con el fin de determinar las características fisicoquímicas del suelo a tratar para mejorar la eficiencia de la aplicación de la técnica de remediación seleccionada se tomaron muestras de suelo y se realizó el análisis de laboratorio de las características de los nutrientes del suelo en relación -NPK (Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K)) en el sitio impactado. Considerando los análisis realizados, se concluye que los suelos amazónicos tienen una muy baja capacidad de retención de los nutrientes, dada por la descomposición de la materia orgánica. Esto se debe, en parte, a la alta concentración de aluminio e hidrógeno, que ocupan los espacios en los que los nutrientes deberían ser retenidos disminuyendo así la capacidad de intercambio catiónico. De igual forma se observa un bajo contenido de nutrientes y la baja capacidad de intercambio catiónico que se debe principalmente a las altas temperaturas y precipitaciones.

En el **Anexo 6.11.8.**, se encuentra un análisis y los resultados de caracterización de la capa superficial del suelo, con el fin de conocer las características iniciales del suelo.

A continuación, se presentan los casos de estudio y/o experiencias de las alternativas que se evaluaron por tipo de contaminación. En el **Anexo 6.11.7.** se encuentran estos casos descritos en detalle.

5.5.3.1. Contaminación por Metales Pesados

A continuación, se presentan casos de estudio y/o experiencias de implementación de las alternativas de remediación más viables para aplicar al sitio impactado según el análisis realizado en la matriz técnica de selección de tecnologías. Las experiencias fueron encontradas por medio de una búsqueda bibliográfica y teniendo en cuenta condiciones similares del Sitio S0105 (Botadero CS-32). Dichas técnicas corresponden a lavado *ex situ* (*Washing*), solidificación *ex situ* – *on site* y remediación electrocinética.

Para la técnica de remediación de lavado *ex situ* (*Washing*)⁴² fueron encontrados dos casos a escala real: El primero, lavado de suelo para la Planta de Municiones del Ejército de las Ciudades Gemelas (Fristad, 1995)⁴³, y el segundo, lavado de suelo para *Superfund* de la Corporación Técnica de *King of Prussia* (KOP). (United States Environmental Protection Agency, USEPA, 1995)⁴⁴. Adicionalmente, se identificó un caso a pequeña escala, el cual verificó la viabilidad del uso de una planta de lavado (*Washing*) para el tratamiento de suelo contaminado con uranio en la Compañía de Titanio RMI (United States Department of Energy, USDOE, 1998)⁴⁵.

La remediación del suelo impactado por el manejo inadecuado de los desechos de la producción de municiones de la TCAAP, fue realizado con la combinación de dos tecnologías: lixiviación del suelo y lavado *ex situ* (*Washing*), a cargo de las compañías COGNIS y Bescorp. El suelo estaba contaminado con ocho (8) metales, de los cuales, plomo y cobre, arrojaron niveles iniciales de 86.000 ppm y 100.000 ppm, respectivamente. (El promedio de las concentraciones de los otros metales pesados fue de 1.600 ppm). (Fristad, 1995).

⁴² Aplica para los dos (2) escenarios de contaminación.

⁴³ Fristad, W. E. (1995). *Case Study: Using soil washing/leaching for the removal of heavy metal at the twin cities army ammunition plant. Remediation*, 5 (4), 61-72.

⁴⁴ United States Environmental Protection Agency, USEPA. (16 de March de 1995). *Cost and Performance Report: Soil Washing at the King of Prussia Technical Corporation Superfund Site Winslow Township New Jersey*. Obtenido de <https://clu-in.org/PRODUCTS/COSTPERF/SOILWASH/KOP.HTM>

⁴⁵ United States Department of Energy, USDOE. (1998). *Cost and Performance Report: Chemical Extraction for Uranium Contaminated Soil, RMI Titanium Company Extrusion Plant Ashtabula Ohio. Ohio*.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

El sistema de remediación fue diseñado para tratar más de 20.000 toneladas de suelo y fue exitoso, debido a que fueron cumplidos los criterios de limpieza (menos de 175ppm), permitiendo que todo el suelo se reutilizara en el sitio sin generar aguas residuales, pues los metales pesados se lixiviaron con éxito utilizando diferentes agentes químicos.

El segundo caso de lavado, fue la remediación del suelo del sitio *Superfund* de la KOP. El suelo había sido impactado debido al vertimiento de los líquidos provenientes de los residuos industriales generados en KOP. El sitio resulto contaminado por 11 metales pesados, principalmente de cromo, cobre y níquel, con concentraciones máximas registradas de 8010 mg/kg, 9070 mg/kg y 387 mg/kg, respectivamente, y compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles.

En total fue tratado un volumen de suelo contaminado de aproximadamente 19.200 toneladas, en una planta de lavado con una capacidad de 25 ton/h durante 4 meses. El proceso de lavado resulto exitoso debido a que los niveles de limpieza establecidos por la entidad regulatoria fueron cumplidos, además, el material resultante (torta de lodo residual) no evidenció en los análisis de laboratorio concentraciones mayores a los niveles de limpieza establecidos por la entidad, por lo que el tratamiento de los lixiviados también resulto efectivo.

Por su lado, la técnica de remediación electrocinética fue considerada viable por las características fisicoquímicas del suelo, sobre todo por las características arcillosas y la baja permeabilidad del mismo, debido a que es la única técnica que permite penetrar suelos de baja permeabilidad con soluciones que contengan enmiendas para mejorar las características del suelo. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD., 2018)⁴⁶.

Una experiencia de remediación electrocinética a escala real y piloto, fue la desarrollada por Gent y otros (2004)⁴⁷. La prueba, se desarrolló en suelo contaminado con cromo y cadmio, utilizando sobre las muestras una densidad de corriente de 5 A/m² durante 1.200 horas. Esta prueba fue realizada usando ácido cítrico para la extracción de los contaminantes, demostrando la mejora en la extracción de los contaminantes con el uso del agente químico, especialmente en las secciones cercanas al cátodo.

La demostración en campo se realizó en la Estación Naval *Air Wapon Station* (NAWS) ubicada en Point Mugu, California; donde fueron ubicados tres cátodos dentro de seis ánodos. La distancia entre ánodo y cátodo fue de 4,45 m, con una tensión constante de 60 V (13 V/m), aplicada durante 20 días. Después, redujeron la tensión a 45 V (10 V/m) durante 5 meses. Así mismo, fue utilizado ácido cítrico para mantener el pH del cátodo en 4 unidades.

Los resultados de la demostración en campo arrojaron después de 6 meses de tratamiento, la reducción del 78% de cromo (por debajo de los niveles de fondo naturales). Para el caso del cadmio, hubo una reducción del 70%. Las demostraciones realizadas en laboratorio y campo, indicaron que el proceso de campo fue más efectivo que las pruebas de laboratorio.

Otro estudio de caso, fue el desarrollado por Kim, K.Y. y otros (2012)⁴⁸ a escala piloto, en el que fue usado suelo contaminado con cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (Pb) y arsénico (As), cerca de una fundición ubicada en la región del medio oeste de Corea del Sur. La fundición, funciono desde 1936 hasta 1986, principalmente para la refinación de cobre y fue abandonada sin ningún tratamiento y gestión ambiental.

El ensayo electrocinético fue realizado por lotes, combinando dos procesos: biolixiviación y electrocinética (Bioelectrocinética secuencial y bioelectrocinética integrada), y una serie que utiliza

⁴⁶ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. (Julio de 2018). Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB, Lima, Perú.

⁴⁷ Gent, D., Bricka, R., Alshawabkeh, A., Larson, S., Fabian, G., & Granade, S. (2004). *Bench and field-scale evaluation of chromium and cadmium extraction by electrokinetics. Hazardous Materials, Volume 110, Issues 1-3*, 53-62.

⁴⁸ Kim, H.-A., Young Lee, K., Tae Lee, B., Kim Oh, S., & Kim Woong, K. (2012). *Comparative study of simultaneous removal of As, Cu, and Pb using different combinations of electrokinetics with bioleaching by Acidithiobacillus ferrooxidans. Water Research, Volume 46, Issue 17*, 5591-5599.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

solo electrocinética (Electrocinética individual) como control. Los resultados revelaron que las técnicas de remediación electrocinética (SEK) y de bioelectrocinética secuencial (SBK), son muy eficientes para eliminar Cu y Pb, debido a que lograron eficiencias de eliminación del 73,5% y del 88,5%, respectivamente. Para el caso del ensayo de bioelectrocinética integrada (IBEK), hubo un aumento de las eficiencias de remoción de metales pesados.

Con respecto a la técnica de inmovilización, Romero y Vargas (2008)⁴⁹ lograron con ejercicios prácticos evaluar la tecnología en un lodo proveniente del tratamiento del agua residual del proceso de electrodeposición de cromo y níquel sobre cobre de la empresa Prolex S.A.; dos reactivos químicos vencidos con contenido de metales tóxicos (plomo y cadmio); y dos residuos sólidos resultantes del tratamiento de desechos líquidos del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

El resultado del ensayo piloto de Romero & Vargas (2008) indico que, para todas las mezclas de cemento utilizado, hubo una inmovilización del contaminante, lo que reflejó una disminución en el contenido del níquel en el lixiviado del lodo proveniente de la empresa Prolex S.A. Para el caso de la inmovilización de metales tóxicos de reactivos químicos de laboratorio vencidos, el uso de los cementantes fue exitoso para la inmovilización del cadmio y, los resultados de la solidificación de los líquidos peligrosos del ITCR, indicaron concentraciones por debajo de la norma para todos los metales, demostrando que no se clasifica como residuo peligroso.

Otro caso de estudio de solidificación a escala campo, fue el desarrollado por Scanferla y otros (2009)⁵⁰, quienes verificaron la efectividad del procedimiento *ex situ* en un área altamente contaminada por metales pesados (As, Cd, Hg y Pb), debido la descarga incontrolada de desechos generados por la operación de la fábrica artística de vidrio en la isla de Murano, en Venecia, Italia; la fábrica estuvo operando hasta 1993.

Scanferla y otros (2009) con la colaboración de autoridades locales, después de pruebas piloto y de laboratorio, planificaron la implementación de la tecnología en la isla de Murano, para que el sitio pudiera ser habitado con fines de vivienda. En total fueron tratados 5.000 m³ de suelo y los análisis químicos sobre los lixiviados generados en el proceso arrojaron una concentración acumulada más baja que los límites regulatorios relativos (EMD) para todas las muestras después de implementar la técnica, indicando la habilidad que tiene la técnica para inmovilizar metales pesados como As, Cd, Hg y Pb, además de demostrar que el tratamiento de remediación del suelo ofrece varias ventajas fisicoquímicas, mecánicas y ecotoxicológicas. (Scanferla, y otros, 2009).

Sin embargo, Scanferla y otros (2009), indicaron que el costo de la aplicación *ex situ* es más alto que la aplicación *in situ*, lo cual presenta varias limitaciones de factibilidad pero con la ventaja de aumentar la inmovilización de los contaminantes en suelos contaminados.

5.5.4. Análisis de Costo/Efectividad de las Posibles Alternativas

5.5.4.1. Generalidades del Costo Efectividad

El Análisis Costo Efectividad en adelante "ACE" es una herramienta de planeación estratégica, que tiene por objeto fortalecer el proceso de toma de decisiones en cuanto a la selección de un conjunto de alternativas que resulten de prioritaria operación, y que a su vez garantice el mejor escenario de sostenibilidad financiera y viabilidad técnica. En términos generales el ACE se constituye como un indicador que relaciona los costos financieros de una alternativa y las implicaciones (impactos – consecuencias) de la misma. Es así, como el valor relativo del indicador se expresa como el cociente entre el Valor Presente de los costos del proyecto por la unidad en la que se mide la intervención, y el beneficio neto o su efectividad, que para el presente estudio está relacionado con la capacidad de

⁴⁹ Romero, L. G., & Vargas, M. (2008). *Informe final: desarrollo de la tecnología de inmovilización/solidificación de desechos peligrosos en Costa Rica*. Costa Rica: Tecnología en Marcha, Vol 22, Nº2, Abril-Junio 2009, pp. 79-90.

⁵⁰ Scanferla, P., Ferrari, G., Pellay, R., Volpi Ghirardini, A., Zanetto, G., & Libralato, G. (2009). *Innovative stabilization/solidification treatment for contaminated soil remediation: demonstration project results. Soils and sediments JSS*, v. 9, no. 3, 229-236.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

remoción de contaminantes presentes en el suelo y los sedimentos. Este cociente se conoce habitualmente como “Coste Efectividad Medio” (CEM), y de acuerdo con las consideraciones anteriores se obtiene mediante la **Ecuación 5-1**.

$$CEM \text{ alternativa} = \frac{VPN \text{ Costos } m^3}{Efectividad (\% \text{ de remoción de contaminates})}$$

Ecuación 5-1. Costo Efectividad Medio

Fuente: Medicina basada en la eficiencia (costo-efectividad y costo-utilidad) como refuerzo de la Medicina basada en la evidencia. Caro, Javier. Madrid, España. 2018.

Considerando lo anterior, las alternativas con CEM bajos son altamente eficientes (costo efectivas), ya que tienen un menor costo por cada unidad de beneficio neto o efectividad que producen como se ve en la **Figura 5-1**. Por otro lado, las intervenciones con CEM altos son menos eficientes.

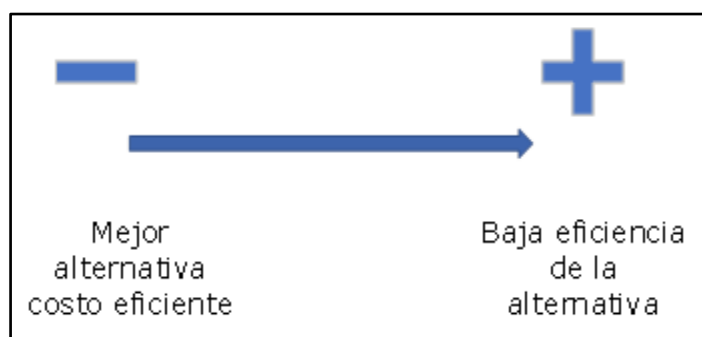


Figura 5-1. Criterio de Análisis para el CEM

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Dentro del análisis se determinaron por alternativa los costos de los equipos, maquinaria y herramientas, teniendo en cuenta factores como disponibilidad, transporte y mecanismos de obtención (alquiler o compra), así mismo se consideraron los insumos requeridos, el costo de salarios de operarios con sus porcentajes de prestaciones sociales indicadas por la normatividad aplicable en Perú, exámenes de ingreso periódicos y egreso de los mismos. Interfiere también en la evaluación, la selección del tamaño del área a remediar y la ubicación del sitio. Después de tener en cuenta los recursos necesarios para la ejecución de las técnicas, se estimó un porcentaje de efectividad que se compara con el tamaño del proyecto, viabilidad técnica, la capacidad instalada y los beneficios ambientales, sociales y económicos que permitieron seleccionar la mejor opción.

En un escenario tan ideal como irreal, todas las alternativas de descontaminación de suelos que produjeran beneficios socio-ambientales, deberían aplicarse, independientemente de su costo; sin embargo, en la realidad existen restricciones presupuestarias que limitan la disponibilidad de las alternativas, y exigen un enfoque de racionalización económica y optimización de recursos. El ACE es una herramienta muy útil bajo estos contextos, ya que, en el caso de tener que comparar varias intervenciones, permite hacer una clasificación ordenada de ellas en función de la relación existente entre su costo y su efectividad.

De este modo, por la complejidad de los factores que juegan un papel determinante en la evaluación final de las alternativas, fueron calculados los precios de las fases de ejecución de las técnicas preseleccionadas con valores de referencia como lo expone Pérez, Teutli & Ramírez⁵¹ y Solis (2000)⁵² para las técnicas de remediación electrocinética y solidificación ex situ, respectivamente. Se

⁵¹ Pérez, D. A., Teutli, M. M., & Ramírez, M. E. (2007). Electrorremediación de suelos contaminados, una revisión técnica para su aplicación en campo. *Internacional de Contaminación Ambiental*, 131-132.

⁵² Solis, L. E. (2000). *Diseño de Sistemas de Estabilización*. Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

estableció una relación entre una situación real y el análisis de las alternativas de remediación propuestas, tomando como referencia el tratamiento de un volumen de suelo contaminado de 2800 m³ documentado por la Environmental Protection Agency, EPA (2003) con el ánimo de obtener un punto de comparación y lograr analizar el costo/efectividad de las acciones de tratamiento recomendadas.

5.5.4.2. Metodología

La realización del ACE, se estructura de acuerdo a los siguientes pasos:

5.5.4.2.1. Paso 1. Identificación de flujos de información necesaria para el ACE

En la **Tabla 5-9** se relacionan los flujos de información y su descripción, los cuales son la base del costeo en cada una de las alternativas.

Tabla 5-9. Identificación de Flujos de Información para el ACE

Aspectos	Descripción
Costos y aspectos técnicos	Los costos del proyecto están estrechamente ligados al volumen que puede tratar la técnica. Si la capacidad de producción se incrementa, los costos fijos unitarios decrecen y por lo tanto, los costos unitarios totales se maximizan haciendo más rentable económicamente el proceso de remediación en el sitio impactado. En efecto, la estimación de los costos está asociada a la estructuración de los siguientes presupuestos: • Maquinaria • Equipos e insumos. • Consumibles. • Mano de Obra Directa e Indirecta. • Gastos Logísticos y administrativos.
Tamaño y Capacidad del Proyecto	Se define la capacidad probable para realizar el tratamiento durante la pre factibilidad del proyecto. Desde un inicio es importante definir el tamaño del proyecto: la forma más adecuada es establecer la ejecución de las alternativas por unidad de tiempo; también se pueden usar medidas para complementar la apreciación del tamaño del proyecto, número de puestos laborales que tengan relación directa laboral con el mismo, área física ocupada, número de equipos usados y consumo de materiales por m³ tratado.
Capacidad Instalada del Proyecto	Corresponde a la capacidad máxima disponible permanente de maquinaria y equipos en estado óptimo para operaciones de trabajo y operarios en perfecto estado de salud para las labores de trabajo. Teniendo en cuenta lo anterior, esta capacidad está dada por el tiempo de uso de la maquinaria y equipos requeridos con un turno de 8 horas diarias por 2 o 6 meses iniciales que tardaría la instalación y puesta en marcha de las diferentes técnicas viables para este sitio, en la fase de estudio de ingeniería de proyectos se recomienda tener en cuenta la depreciación de los mismos. En cuanto al personal se deberán realizar las habilitaciones respectivas (exámenes de ingreso, periódicos y de retiro para comprobar su estado de salud), además se deberá contar con un médico en el lugar y con personal de HSE-Q para evitar o disminuir riesgos asociados a la ejecución de las labores.
Localización	Corresponde a la cuantificación espacial para poder estimar la distribución de maquinaria, equipos, productos e insumos en el proyecto

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.5.4.2.2. Paso 2. Estimación del Valor presente Neto de los Costos

La estimación del VPN de costos constituye la etapa previa al cálculo del CEM; de esta forma, el VPN está asociado directamente al valor total de los costos por cada uno de los presupuestos mencionados anteriormente, tal y como se evidencia en la **Ecuación 5-2**.

$$VPN \text{ costos} = \text{Presupuesto de Maquinaria} + \text{Presupuesto Equipos / Insumos} + \text{Presupuesto consumibles} \\ + \text{Presupuesto Mano de Obra} + \text{Presupuesto Gastos Logísticos y Administrativos}$$

Ecuación 5-2. Valor Presente Neto de Costos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Así mismo y para que el valor presente neto de costos no sea el único factor en la decisión final, se crearon relaciones directas entre los valores mayores y menores de una serie de parámetros que si bien no son los únicos, este equipo consultor dispone como los más importantes en la decisión de escoger tan solo una técnica de remediación. Los ítems evaluados son calculados como se evidencia en la **Ecuación 5-3**.

$$\text{Valor de referencia} = \frac{\text{Mayor valor numerico de la serie}}{\text{Menor valor numerico de la serie}}$$

Ecuación 5-3. Relaciones Directas Entre Parámetros

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El resultado o valor de referencia permite observar una diferencia clara entre el mayor y menor resultado de las series evaluadas de las técnicas preseleccionadas, por consiguiente, entre mayor sea el valor numérico (A), es más viable de forma técnica, financiera, social, y logística de cada técnica. Para llegar al resultado, se evaluaron siete (7) series para cada una de las técnicas y se dispuso la sumatoria de los resultados para finalmente escoger la técnica con mayor ponderación final. (Ver **Ecuación 5-4**)

$$A = \sum_{n=0}^7 (n * 1) + 1$$

Ecuación 5-4. Sumatoria Resultante de los Valores de Referencia Entre Parámetros

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Considerando lo anterior, en la **Tabla 5-10** se presenta la estimación de los presupuestos de remediación para los volúmenes usados como puntos de comparación y descritos, además del VPN de costos para cada una de las alternativas seleccionadas para el Sitio S0105 (Botadero CS-32), asociado a la contaminación por metales pesados que presenta, en donde, se homologaron los volúmenes contaminados y se realizó el ejercicio de calcular hipotéticamente las fases de ejecución de las técnicas para lograr comparar aspectos técnicos y financieros de forma objetiva.

De esta forma, las técnicas de remediación electrocinética y lavado *ex situ* (*Washing*), suponen un mayor esfuerzo financiero en los rubros de *administración* y *logística* ya que tienen un mayor tiempo de ejecución, lo que significa, mantener más tiempo el servicio de alquiler, campamento base y de obra + servicio catering a todo costo (alimentación hospedaje, agua potable, tratamiento de agua etc.), y la movilización de material contaminado por vía terrestre y fluvial con la disposición en un relleno sanitario con celdas de seguridad, respectivamente.

Asimismo, la técnica de remediación electrocinética tiene un valor mayor en el rubro de consumibles ya que hace falta mantener un sistema eléctrico de alto consumo con plantas eléctricas portátiles que usan combustible para su autoconsumo y mantener en funcionamiento los electrodos.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Tabla 5-10. VPN para cada una de las Alternativas del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Alternativa	Equipos / Maquinaria	Insumos /otros	Consumibles	Mano de Obra	Gastos logísticos	VPN Costos
Contaminación por Metales pesados						
1. Remediación electrocinética	S/889.135,7	S/33.145,0	S/ 188.421,6	S/938.002,1	S/1.598.437	S/3.847.141,6
2. Lavado <i>ex situ</i> (Washing)	S/153.408,6	S/287.297,8	S/ 68.085,	S/899.677,7	S/ 755.101,9	S/2.163.570,5
3. Solidificación <i>ex situ</i>	S/145.774,1	S/52.475	S/ 46.227,4	S/138.837,8	S/ 222.000,	S/ 605.314,5

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.4.2.3. Paso 3. Análisis de Efectividad

El proceso de análisis de efectividad de las alternativas consiste en la determinación del porcentaje de efectividad (Ver **Tabla 5-11**), en cuanto a la remoción de contaminantes en el suelo. Para tal efecto, se consideró un volumen de 2.800 m³, el cual fue estandarizado para las demás técnicas según la capacidad instalada de las experiencias sobre *lavado ex situ* (Washing) (U.S. Environmental Protection Agency, EPA., 2001)⁵³. Esta medida de referencia se utiliza para comparar los diferentes valores de efectividad de las alternativas, para contaminación por metales pesados.

Tabla 5-11. Porcentaje de Efectividad en cuanto a la Remoción de Contaminantes

Tipo de Contaminación	Alternativa	Volumen m ³	% de efectividad	Tiempo (Meses)
Metales Pesados	Remediación Electrocinética	2.800	93% ⁵⁴	2,9
	Lavado <i>ex situ</i> (Washing)	2.800	90% ⁵⁵	1,5
	Solidificación <i>ex situ</i>	2.800	N.A.(a) ⁵⁶	0,5

(a) Debido a que la técnica de solidificación *ex situ* es una técnica de confinamiento, la cual se encarga de inmovilizar los metales, más no reduce su concentración. Por ende, no se tiene en cuenta un porcentaje de efectividad o eficiencia.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.4.2.4. Paso 4. Evaluación de la Alternativa más Óptima

Como se mencionó previamente, al ACE se basa en la estimación del CEM con el objetivo de establecer una regla de decisión cuantitativa basada en criterios técnicos, que presente el mejor escenario para la selección de la alternativa más viable de intervención de los sitios contaminados.

En ese sentido, la **Tabla 5-12** presenta el costo del tratamiento de remediación por m³ de material contaminado en base a las técnicas seleccionadas y lo referenciado por López (2013)⁵⁷ y Trejo (2002)⁵⁸ y, únicamente las fases de ejecución de las actividades de remediación obviando las fases iniciales de *adquisición y, logísticas*, y las fases finales de *retiro y adecuación final*, para realizar una comparación objetiva, técnica y financiera de las técnicas de remediación en evaluación.

⁵³ U.S Environmental Protection Agency, EPA. (1993). *Cost and Performance Report*. New Jersey.

⁵⁴ Documento Doctoral Remediación electrocinética de suelos de baja permeabilidad contaminados con compuestos hidrófobos Vizcaino López Rubén L., Universidad de Castilla La Mancha, 2013.

⁵⁵ Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office EPA washing Winslow Township, New Jersey 1993.

⁵⁶ Inmovilización/solidificación de residuos tóxicos y peligrosos en matrices de cemento A. Mací AS, S. Goñi, A. Guerrero y E. Fernández Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC) Vol. 49, n°254, abril/mayo/junio 1999.

⁵⁷ Rubén L. Vizcaino L; (2013) Remediación electrocinética de suelos de baja permeabilidad contaminados con compuestos orgánicos hidrófobos Tesis Doctoral Dpto Ing Química Universidad de Castilla La Mancha

⁵⁸ T. Volke Sepúlveda, J.A: Velasco Trejo. (2002) Tecnologías de remediación para suelos contaminados; Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 5-12. Costo Efectividad Medio (CEM)

Tipo de Contaminación	Técnica	Volumen m ³	Costo x m ³	Tiempo (meses)	% Efectividad	CEM
Metales Pesados	Remediación Electrocinética	2.800	S/ 1.373,98	2,9	93%	1.485
	Lavado <i>ex situ</i> (Washing)	2.800	S/ 772,70	1,5	90%	859
	Solidificación <i>ex situ</i>	2.800	S/ 216,18	0,5	N.A	N.A

Nota: Debido a que la técnica de solidificación *ex situ* es una técnica de confinamiento, la cual se encarga de inmovilizar los metales, más no reduce su concentración. Por ende, no se tiene en cuenta o no aplica (N.A.) un porcentaje de efectividad o eficiencia.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Adicionalmente, se evaluaron relaciones entre las técnicas que tratan metales pesados tales como: *relación mayor precio, relación mayor precio logístico, relación cantidad de apoyos locales, relación efectividad, relación uso futuro del suelo y tiempo en meses*; valores que relacionan la diferencia entre el mayor y el menor valor de las partidas evaluadas, siendo así, para el caso de la contaminación por metales pesados, la técnica solidificación *ex situ* la más viable, debido a que frente a las técnicas de remediación electrocinética y lavado *ex situ* (Washing), es más económica y rápida. Además, la contratación de apoyos locales es mínima debido al tiempo de ejecución.; este análisis se ve reflejado en la **Tabla 5-13** y pueden ser consultados en el **Anexo 6.11.10**.

Tabla 5-13. Resultado de la Metodología de Análisis de Partidas

Contaminación Presente	Técnica / Alternativa	Sumatoria
Metales Pesados	1. Remediación electrocinética	12,6
	2. Lavado de Suelo (Washing)	21,6
	3. Solidificación <i>ex situ</i>	22,3

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Respecto a la interpretación del CEM, cabe resaltar que la regla de decisión del valor del indicador no está sujeta a algún rango de valores, como suele ocurrir con otro tipo de indicadores tales como la Razón Beneficio Costo, cuyos criterios de aceptación se basan en valores del indicador superiores a 1; por el contrario, el único determinante válido para analizar el valor del CEM es la magnitud del mismo frente a otras alternativas de selección. En la **Figura 5-2** se resume el análisis y los otros criterios de evaluación de forma gráfica.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

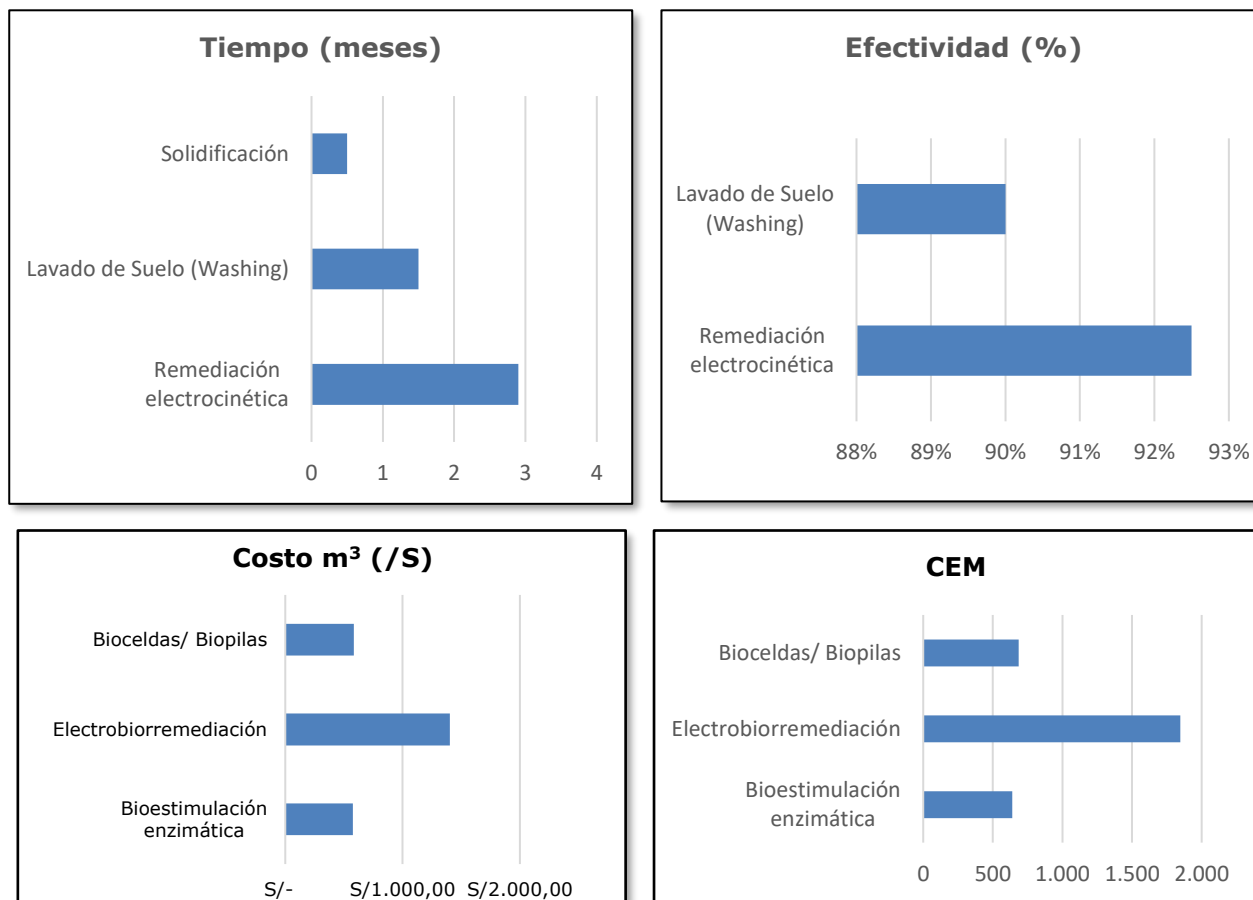


Figura 5-2. Análisis del CEM

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

De otra parte, si se quisiera evaluar la efectividad en términos de la tasa de remediación por mes, la alternativa de *solidificación ex situ*, tiene la capacidad de tratar material contaminado con mayor efectividad además de ser la más económica frente a las otras dos técnicas. (Ver **Figura 5-2**).

5.5.4.3. Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados del ACE sugieren que la alternativa de *solidificación ex situ* es la más viable desde el punto de vista costo efectividad, a su vez, que los análisis de componentes individuales en términos de efectividad y tiempo, siguen indicando que la misma es alternativa más viable. Por lo tanto, la presentación de los costos específicos asociados a la implementación de la misma en el sitio se presenta con mayor detalle en **numeral 5.6.3**.

Finalmente, se recomienda complementar este tipo de ejercicios con un análisis costo beneficio, el cual permite complementar los resultados del ACE, debido a que permite estimar los potenciales beneficios socio-ambientales.

5.5.5. Propuesta Seleccionada de Acciones de Remediación

5.5.5.1. Suelo

En el análisis de las técnicas de remediación para el suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32), la alternativa que presentó mayor puntaje de acuerdo a los criterios evaluados en la matriz de selección de tecnologías fue *solidificación ex situ*. (Ver numeral **5.5.2.1**).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.5.5.1.1. Solidificación ex situ

El proceso de solidificación consiste en la preparación de una pasta de cemento a la cual se le adicionan agregados y el suelo contaminado con el objeto de obtener un concreto con unas propiedades físicas como la resistencia a la compresión, permeabilidad, resistencia al intemperismo, que reducen la movilidad de los contaminantes, controlando procesos de lixiviación y dispersión al medio ambiente.

Según el análisis de las técnicas de remediación para el suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32), la alternativa que presento mayor puntaje de acuerdo con los criterios evaluados en la matriz de selección de tecnologías fue *solidificación ex situ on site*. (Ver numeral **5.5.2.1**).

En la **Figura 5-3**, se muestra el procedimiento de la técnica que se debe seguir para el tratamiento del suelo contaminado por metales pesados Arsénico, Cadmio y Plomo). Este procedimiento consta de las siguientes operaciones:

- **Excavación:** En esta etapa se debe realizar el retiro del suelo contaminado. Esta actividad se debe desarrollar mecánicamente con excavadora o retroexcavadora y con el apoyo de operaciones manuales.
- **Selección:** Consiste en el retiro o eliminación de la fracción de gran tamaño del material contaminado que será tratado (la fracción de gran tamaño puede consistir en concreto, troncos de árboles, ramas o raíces); el material contaminado debe ser trasladado a la zona de acopio para su separación. De la zona de acopio, el material contaminado debe ser trasladado a la zona de tratamiento, para su homogenización y estabilización con la aplicación de cal.
- **Separación y Trituración:** Esta etapa consiste en la separación del material fino y de los terrones del suelo mediante tamizado vibratorio (cribado). El material rechazado en el tamizado, se reduce de tamaño mediante trituración para su envío a la etapa de mezclado y el material fino se envía directamente hacia el mezclador (camión mezclador).
- **Impermeabilización del Área de Disposición del Material Solidificado:** Los taludes y la base inferior del área en donde se va realizar el confinamiento del material solidificado, se debe impermeabilizar con una geomembrana HDPE, la impermeabilización se realiza con el fin de prevenir que el concreto no sea afectado por la humedad y los compuestos naturales presentes en el suelo como los sulfatos. Los taludes al igual que el suelo sobre el cual se colocará la geomembrana deberán estar constituidos por material arcilloso compacto a manera de protección complementaria ante la probabilidad que por factores externos y no previstos se presente la movilización de los metales pesados.
- **Mezclado:** En esta etapa el material contaminado proveniente de la etapa de separación y trituración se dosifica, se mezcla con agua y con el cemento portland. Esta mezcla se realiza en un camión mezclador o concretoero. Según Ibáñez et al. (1997), para el proceso de solidificación se utiliza cemento entre el 10% y el 20% del total del suelo a tratar. Cabe mencionar, que el porcentaje óptimo de la mezcla se determinará mediante pruebas de mezcla, considerando las características típicas del sitio y los requerimientos para el material solidificado (permeabilidad y resistencia).
- **Elaboración y Colocación de Bloques:** Se debe realizar mediante la descarga directa del mezclador o mediante tuberías hacia moldes para formar bloques. Después del fraguado, estos bloques deberán ser colocados en la zona donde fue retirado el suelo contaminado. El sitio a colocar los bloques se debe impermeabilizar mediante geomembrana. Previo a la colocación del concreto (antes del fraguado) se deberán coleccionar las probetas con la mezcla final para realizar los ensayos de las características del concreto. Cabe mencionar, que la mezcla final de concreto presentará mayor volumen en comparación al suelo removido.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- **Recubrimiento de la Base Superior:** Después de depositar los bloques de concreto en el foso estabilizado con arcillas compactas y geomembrana. El foso se deberá recubrir nuevamente con geomembrana HDPE y sobre ésta, una capa de arcillas compactas para evitar la filtración del agua y afectar la integridad de la estructura del concreto en el cual se encapsularon los metales pesados.

Así mismo, en la parte superficial del recubrimiento, se debe colocar una capa orgánica (*top soil*) que sirva de sustrato en la recuperación de los sitios. La reforestación debe ser desarrollada siguiendo el procedimiento de revegetación y para evitar procesos erosivos se debe considerar procedimientos de control de erosión.

Por otro lado, es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Propiedades del Concreto Estabilizante
- o Composición del Concreto:

La pasta está compuesta por cemento, agua y aire, estos elementos constituyen el 25%-40% del volumen total del concreto.

Los agregados están constituidos por arenas o agregados finos que tienen un diámetro de hasta 1 centímetro y por agregados gruesos (grava natural o triturada), son partículas duras, compactas y resistentes. Los agregados constituyen entre el 60% y el 75% del volumen del concreto. Debido a que la formación geológica de la cuenca del río Pastaza, se caracteriza por la presencia predominante de suelos arcilloso-limosos con un bajo contenido de balastos y gravas; para suplir la carencia de agregados gruesos, se plantea mezclar la arcilla con cal para formar agregados con una textura que permita incrementar la resistencia a la compresión del concreto. Es importante realizar ensayos pilotos para determinar la dosificación y los efectos directos en la resistividad del concreto.

- o Calidad del Agua:

El agua que se utilice para la preparación del cemento deberá contener una concentración de sólidos suspendidos menor a 2000 mg/L debido a que una concentración excesiva de impurezas incide negativamente en la resistencia del concreto, en el tiempo de fraguado y en la durabilidad del concreto.

La relación cemento-agua, incide directamente en la calidad del concreto; la reducción en el contenido de agua permite obtener concretos más resistentes a la compresión y flexión, menor permeabilidad, y mayor resistencia al intemperismo, permitiendo reducir la probabilidad de agrietamientos por contracción; la selección de las proporciones de la mezcla se debe determinar a través de ensayos de laboratorio.

- o Fraguado del Concreto:

En esta actividad los compuestos solubles del cemento se disuelven en la pasta, este proceso es exotérmico y como resultado de las reacciones químicas de hidrólisis, la pasta pierde plasticidad y adquiere rigidez hasta transformarse en un compuesto sólido.

En el proceso de fraguado inciden los siguientes factores:

- a) Calidad del cemento.
- b) Temperatura: a mayor temperatura menor tiempo de fraguado.
- c) Cantidad de agua: a menor volumen de agua el tiempo de fraguado será más rápido. Sustancias y compuestos orgánicos desaceleran el proceso de fraguado.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

○ **Curado de Concreto:**

Después de vaciar la mezcla de concreto, se deberá controlar el porcentaje de humedad y la temperatura del concreto para que el curado sea el apropiado y se alcance la resistencia y durabilidad deseada. Se propone utilizar un cemento seco que pierde hasta un 50% de su resistencia potencial, por lo tanto, es importante garantizar la humedad apropiada durante el curado del concreto.

Un adecuado curado del concreto mejorará la dureza superficial e incrementará el grado de impermeabilidad de los bloques en los cuales se encuentran inmovilizados los metales pesados. La humedad durante el curado del concreto garantizará que las propiedades físicas del concreto como dureza, permeabilidad y resistencia sean las apropiadas, evitando que el concreto se cuarte, resquebraje o fracture. Es necesario mantener una temperatura constante en la superficie de los bloques de concreto para evitar el agrietamiento de las estructuras por choque térmico.

○ **Estabilidad Química:**

La estabilidad del concreto puede alterarse por la acción de diferentes factores medio ambientales, las aguas ácidas disuelven los constituyentes del cemento transformándolos en sales solubles que se eliminan por arrastre y lavado; los ácidos orgánicos e inorgánicos modifican las propiedades del concreto.

○ **Acción de Sulfatos:**

La acción de sulfatos de sodio, amonio, calcio y magnesio presentes en el suelo o en el agua, pueden causar daños severos a las estructuras de concreto. Los iones de sulfato reaccionan con el aluminato tricálcico ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}$), los productos generados por esta reacción tienen un mayor volumen que los reactivos, factor que genera tensión, expansión y agrietamiento del concreto, alterándose de esta manera las propiedades de permeabilidad y durabilidad del concreto.

Para minimizar el riesgo de movilización de los contaminantes de preocupación hacia el medio ambiente, el cemento que se sugiere utilizar para la solidificación de los metales pesados será cemento Portland tipo 5, debido a que es un cemento con un bajo contenido de aluminato tricálcico (<5%), lo que les confiere a los concretos una mayor estabilidad a las reacciones con los sulfatos. Cabe mencionar que este tipo de cemento no es resistente a la acción de ácidos y elementos corrosivos.

- **Ensayos pilotos de laboratorio**

En laboratorio se podrán realizar las siguientes pruebas y ensayos para determinar las propiedades que debe tener la mezcla suelo-cemento y del concreto, para garantizar estándares de calidad para la solidificación de los metales pesados.

- Prueba de densidad: La densidad se define como: $\rho = m/V$
- Conociendo el peso y la densidad del material a solidificar se puede calcular su volumen, adicionalmente permite comparar la densidad del material no estabilizado con la densidad del material estabilizado, este valor junto con la gravedad específica y la humedad permiten calcular la porosidad del material.
- La densidad del monolito estabilizado se calcula midiendo y pesando el material estabilizado.
- Prueba de compactación-humedad / densidad de las mezclas suelo-cemento: Esta prueba se realiza cuando el material no ha sido estabilizado y permite establecer el grado de humedad del material que permite alcanzar la máxima compactación.
- Prueba de permeabilidad: Esta prueba permite determinar la cantidad y el flujo de agua que pasa a través de un material bajo condiciones de saturación. Se recomienda que los desechos estabilizados destinados a ser enterrados, tengan una permeabilidad de 10^{-5} cm/s.
- Este parámetro al igual que las pruebas de lixiviación permite cuantificar la probabilidad que un contaminante de preocupación sea liberado al medio ambiente. Cabe señalar que la prueba de

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

permeabilidad no es totalmente determinante en la caracterización del grado de seguridad que ofrece un material estabilizado, se pueden tener grados de permeabilidad mayores a 10^{-5} cm/s, siempre y cuando los contaminantes de preocupación no lixivien.

- Pruebas de resistencia a la compresión: Estas pruebas se realizan para determinar la capacidad del concreto de sufrir estrés mecánico y resistir sobrecargas, los ensayos se realizan para asegurarse que la mezcla del material estabilizado cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada.
- Un resultado de resistencia a la compresión es el promedio del resultado de al menos dos muestras elaboradas con el mismo tipo de concreto y sometidas a ensayo a la misma edad. Los tiempos para el curado del cemento son 1, 7, 14 y 28 días.
- Según la EPA los materiales solidificados a 50 psi (0,344 MPa).
- El ensayo a la resistencia a la compresión se realizará según la Norma NTC 550 y 673
- Según la NSR/98, las muestras para las pruebas de resistencia deben estar conformadas por al menos una pareja de cilindros tomados no menos de una vez por día, ni menos de una vez por cada 40 m³, en caso de la cantidad de concreto es tal que son necesarios menos de 5 ensayos de resistencia para una misma clase de concreto, las muestras deberán seleccionarse de al menos cinco mezclas seleccionadas al azar.
- Fuerza de flexión: La resistencia a la flexión de un concreto es inferior al valor de la resistencia a la compresión, este valor indica la resistencia a la ruptura de un material solidificado cuando sobre él se aplica una fuerza en sentido axial. Este parámetro permite establecer el límite de sobrecarga de materiales sobre el concreto si que sufra ruptura.
- Las pruebas se realizarán según la Norma NTC 1377 o ASTM C31 y ASTM C78.
- Pruebas de durabilidad (opcional): Se define la durabilidad del concreto de cemento Portland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto. La durabilidad no depende exclusivamente de la dosificación empleada para la preparación del concreto, sino que también depende de factores ambientales y de las condiciones de trabajo a la cual se someta la mezcla estabilizada-solidificada.
- La durabilidad del concreto no está relacionada única y exclusivamente con la resistencia a la compresión, existen adicionalmente otros factores relacionados con la durabilidad.
- Los factores que afectan la durabilidad del cemento son los siguientes: Ambientes químicamente agresivos, la abrasión, corrosión de metales en el concreto, reacciones químicas en los agregados.
- Si los resultados de los ensayos muestran poca pérdida de peso y la integridad física se mantiene, entonces se puede afirmar que la cantidad de agente solidificante fue la adecuada, en caso que la pérdida de peso sea considerable es necesario considerar el tipo o la cantidad del agente solidificante.
- Límites de Atterberg (opcional): Son ensayos de laboratorio que se utilizan para caracterizar el comportamiento de suelos y permiten determinar los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico.
- Para calcular los límites de Atterberg se trabaja con todo el material menor que la malla #40 (0,42 mm), por lo tanto, se trabaja no solo con la parte fina del suelo (< malla #200) sino también con la fracción de arenas finas. (*Lambe, T.W. Soil Testing for Engineers Wiley*).
- Los resultados de las pruebas permitirán caracterizar al material en función del contenido de agua, el límite líquido y plástico son relacionada con otras propiedades del suelo para establecer la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción e hinchazón.
- Los límites líquidos para mezclas de solidificantes-estabilizantes generalmente están en un rango de 40-55% de contenido de agua. Los límites plásticos para este tipo de mezclas están en el rango 20-50% de contenido de agua. Los resultados de estos límites darán una idea sobre la cantidad de solidificante-estabilizante a mezclar con el suelo contaminado.
- pH: Debido a que cada contaminante de preocupación, según su concentración, estado de oxidación, grado de especiación pueden acomplejarse, generar lixiviados, solubilizarse o precipitarse, es recomendable determinar el comportamiento químico del material estabilizado-solidificado. Un pH ácido favorece la solubilidad y lixiviación de los metales pesados.
- Potencial de Oxido-Reducción: Permite determinar si un medio es Oxidante o Reductor, los agentes reductores tienen un potencial alto de transferencia de electrones. El potencial de

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Oxido-Reducción indica la posibilidad de lixiviar de un metal y permite determinar el estado de oxidación de los metales y consecuentemente su grado de toxicidad ya que la toxicidad de los elementos químicos está relacionada con su grado de especiación.

- Pruebas de lixiviación: El grado de lixiviación de los metales pesados depende entre otros factores de su estado de oxidación y de las propiedades hidrológicas y geoquímicas del medio en donde se realizará su disposición por lo tanto para conocer cómo se comportará el material estabilizado-solidificado bajo condiciones ideales y críticas es necesario realizar pruebas de lixiviación.

- Caracterización del Suelo a Solidificar

Los ensayos de laboratorio permiten determinar las características físicas de los materiales que serán empleados para la preparación del concreto; propiedades como la granulometría del suelo que será estabilizado-solidificado y el pH, deberán ser analizadas para establecer las proporciones de mezcla.

- Granulometría del Suelo

La **Tabla 5-14** indica la descripción de granulometría que presenta el suelo de los sitios impactados. Estos resultados indican según criterio global del componente que el suelo está compuesto principalmente por arcillas, en menor porcentaje limos y arenas. Las gravas se encuentran en porcentajes menos representativos.

Por lo tanto, el suelo del sitio se clasifica como suelo de textura limo arcilloso; los materiales muy finos o muy gruesos generan dificultades en los procesos de solidificación lo que da como resultado una matriz resistente, de baja permeabilidad y bajas propiedades de lixiviación debido a la presencia de materiales de diferente granulometría.

Tabla 5-14. Resultados de Granulometría

Estación de Muestreo		S0105-S004-0,40	S0105-S004-1,40	S0105-S004-2,10	S0105-S013-0,50	S0105-S013-1,75
Época de Muestreo		Húmeda			Seca	
Fecha de Muestreo		03/05/2018			14/09/2018	
Coordenadas	Este	339621			339622	
	Norte	9692184			9692023	
Profundidad (m)	Inicial	0,00	1,2	1,9	0,5	1,75
	Final	0,4	1,4	2,1	0,75	2,00
Descripción (g/100)						
Grava (<64 mm - >4 mm)		0,78	0	0	0	0
Grava muy fina (<4 mm - >2 mm)		0,16	0,38	0	0,06	0
Arena muy gruesa (<2 mm - >1 mm)		0,27	0,06	0,01	0,04	0
Arena gruesa (<1 mm - >0,5 mm)		0,74	0,18	0,04	0,01	0
Arena media (<0,5 mm - >0,25 mm)		2,28	0,6	0,12	0,03	0,05
Arena fina (<0,25 mm - >0,125 mm)		2,12	0,46	0,09	0,02	0,05
Arena muy fina (<0,125 mm - >0,0625 mm)		2,44	0,55	0,11	0,04	0,04
Limo grueso (<0,0625 mm - >0,031 mm)		7,17	6,7	6,92	10,68	6,04
Limo mediano (<0,031 mm - >0,0156 mm)		4,2	2,57	3,92	10,82	13,98
Limo fino (<0,0156 mm - >0,0078 mm)		10,09	9,68	10,36	3,86	5,26
Limo muy fino (<0,0078 mm - >0,0039 mm)		6,76	7,65	11,28	1,48	5,64

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Estación de Muestreo		S0105-S004-0,40	S0105-S004-1,40	S0105-S004-2,10	S0105-S013-0,50	S0105-S013-1,75
Época de Muestreo		Húmeda			Seca	
Fecha de Muestreo		03/05/2018			14/09/2018	
Coordenadas	Este	339621			339622	
	Norte	9692184			9692023	
Profundidad (m)	Inicial	0,00	1,2	1,9	0,5	1,75
	Final	0,4	1,4	2,1	0,75	2,00
Descripción (g/100)						
Arcilla (< 0,0039 mm)		62,99	74,87	67,15	72,96	68,94

Fuente: Informes de Ensayo 25981 Laboratorio ALS, 2018.

Los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que el suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32), está compuesto principalmente por arcillas en un porcentaje que oscila en 62,99% y 74,87%, en menor porcentaje limos y arenas, las gravas Se encuentran en porcentajes menos representativos. La secuencia de suelos del Sitio S0105 (Botadero CS-32), se clasifica como suelo de textura arcillo limosa.

Los materiales muy finos o muy gruesos generan dificultades en los procesos de solidificación *ex situ-on site*, la mezcla de materiales de diferente granulometría da como resultado una matriz resistente, de baja permeabilidad y bajas propiedades de lixiviación.

- pH del Suelo:

Los metales pesados se solubilizan y lixivian en medios ácidos, materiales de mezcla con un bajo pH, inciden en las propiedades del concreto.

La **Tabla 5-15** detalla los resultados de pH para el sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 5-15. Resultados de Potencial de Hidrógeno (pH) en Suelo

Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Valor pH
		Inicial	Final	Este	Norte		
S0105-S002-0,00	14/09/2018	0,00	0,25	339604	9692089	Seca	5,23
S0105-S006-1,00	15/09/2018	1,00	1,25	339609	9692209	Seca	5,06
S0105-S010-1,75	15/09/2018	1,75	2,00	339720	9692002	Seca	5,16
S0105-S011-1,00	14/09/2018	1,00	1,25	339677	9691995	Seca	4,47
S0105-S015-2,00	16/09/2018	0,8	2,00	339676	9692076	Seca	8,77

Fuente: Informe de Ensayo 52874, 52927, 52874 y 52937 de Laboratorio ALS, 2018.

Para el Sitio S0105 (Botadero CS-32) se analizó el pH en (5) cinco puntos de Muestreo, los valores del pH indican que se trata de un suelo ácido en la parte Perimetral y en la parte central se observa que el suelo es alcalino.

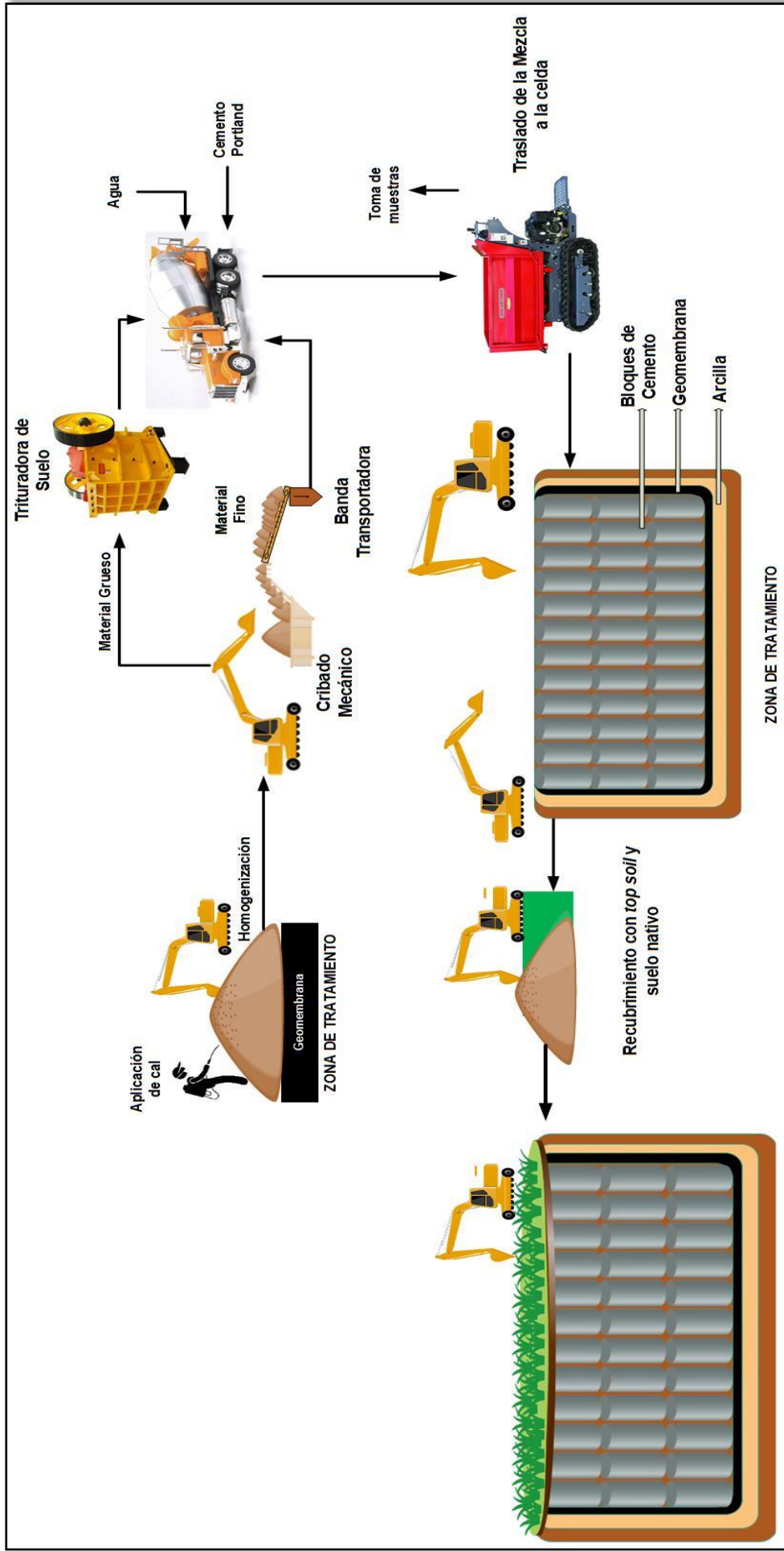


Figura 5-3. Proceso de Solidificación *ex situ*

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.5.6. Análisis de los Riesgos Operacionales para la ejecución de las actividades y en concordancia con la experiencia en campo.

Es importante observar, identificar y analizar los peligros o factores de riesgo relacionados con los aspectos y el ambiente de trabajo, las instalaciones, los equipos, la maquinaria y las herramientas. De igual forma se deben identificar los riesgos químicos, físicos, biológicos y ergonómicos que se pueden generar en el desarrollo de las actividades de remediación.

La evaluación de riesgos operacionales deberá realizarse considerando la realidad para la ejecución de la técnica, las características y la complejidad del trabajo, los materiales utilizados, los equipos existentes, y el estado de salud de los trabajadores, valorando los riesgos existentes en función de criterios objetivos que brinden confianza sobre los resultados a alcanzar.

Existen varias metodologías de estudio para el análisis y evaluación de riesgos, en este caso se tuvo en cuenta la metodología descrita en la R.M. N° 375-2008-TR, cuya valoración del riesgo se basa en la metodología de Richard y Pickers; donde se relacionan tres variables a través de la multiplicación que corresponden a la probabilidad, frecuencia y consecuencia.

5.5.6.1. Suelo

En el **Anexo 6.11.9** se encuentra el análisis de los riesgos operacionales que pueden llegar a materializarse y que deberán tenerse en cuenta para la remediación del suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32) de acuerdo a la técnica que se recomienda implementar que corresponde a Solidificación ExSitu.

5.5.6.1.1. Solidificación Ex situ

Por otro lado, en la **Figura 5-4** se muestran los niveles de riesgo obtenidos según el análisis realizado para la ejecución de la técnica.

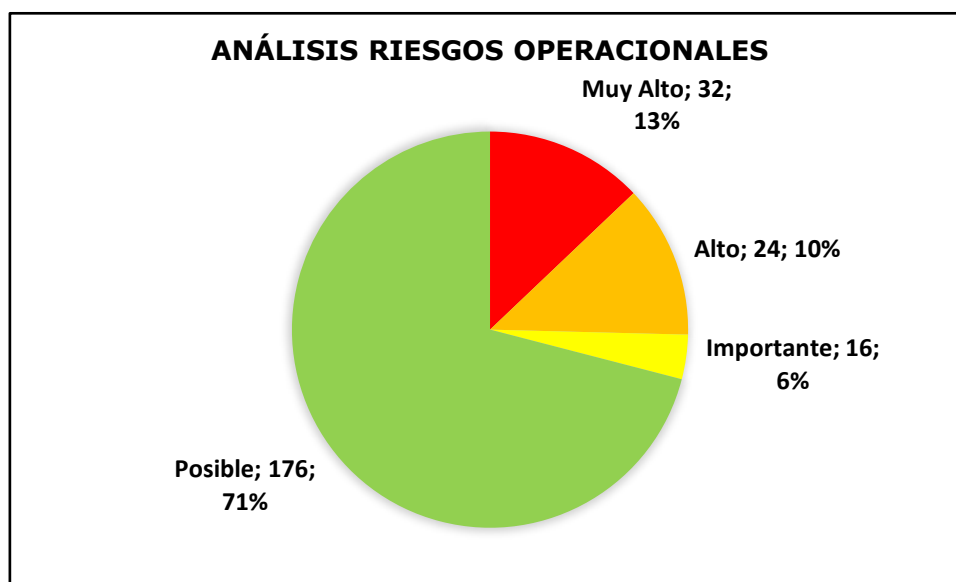


Figura 5-4. Distribución del Nivel de Riesgo para Solidificación Ex situ
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

De acuerdo con la calificación obtenida se evidencia que las consecuencias sobre el ambiente y la reputación obtienen los valores más altos debido a la localización de la zona a remediar; lo cual contribuye significativamente a la determinación del nivel de riesgo. En esta calificación se determinó un 71% de los eventos con riesgo posible (identificado con color verde), 6% de los eventos con riesgo

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

importante (identificado con color amarillo), un 10% de los eventos con riesgo alto (identificado con color naranja) y un 13% de los eventos con riesgo muy alto (identificado con color rojo).

La **Tabla 5-16** presenta los riesgos operacionales que obtuvieron un nivel de riesgo alto y muy alto, los cuales requieren implicaciones de alerta y paralización de las actividades.

Tabla 5-16. Riesgos Operacionales en la Ejecución de la Remediación del Sitio Impactado para Solidificación Ex Situ

Fase	Riesgo	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
Fase 1: Aspectos Logísticos y de Selección de Personal para la Aplicación de la Técnica de Remediación.	Paralización actividades de los trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
Fase 2: Transporte e Instalación de Personal, Maquinaria, Productos y Equipos	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Inundación	Muy alto	720
Fase 3: Reconocimiento y Adecuación de la Zona para la Aplicación de la Técnica de Remediación.	Paralización actividades de los trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de actividades de los proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
Fase 4: Construcción de la Estructura de Mezclado e Instalación de las Unidades Operativas para la Aplicación de la Técnica.	Paralización actividades de los trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de actividades de los proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de	Muy alto	720

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Fase	Riesgo	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
	Mano de Obra Local y Límites geográficos		
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
Fase 5: Excavación, Transporte y Descarga del Suelo Contaminado a la Zona de Tratamiento.	Paralización actividades de los trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de actividades de los proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
Fase 6: Implementación de la Técnica de Remedación	Paralización actividades de los trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de actividades de los proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Fase	Riesgo	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
Fase 7: Finalización de la Implementación de la Técnica de Remediación	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
	Paralización actividades de los trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de actividades de los proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
Fase 8: Cierre y Desmantelamiento del Campamento de Obra	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Inundación	Muy alto	720

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.6.1.2. Remoción de Residuos

Por otro lado, en la **Figura 5-5** se presentan los niveles de riesgo obtenidos para la remoción de residuos.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

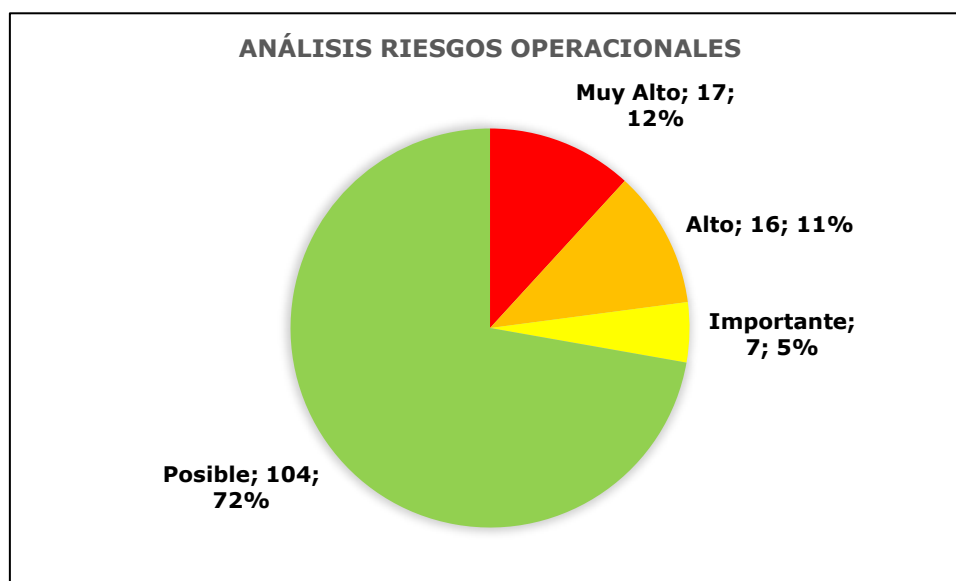


Figura 5-5. Distribución del Nivel de Riesgo para Remoción de Residuos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Según la calificación de riesgos, se puede observar que los altos niveles que se presentan son debido a las consecuencias, ya que la localización de la zona a remediar corresponde a la selva amazónica del Perú, lo que causa que la calificación sea más exigente en cuanto al ambiente y la reputación; se tiene un 72% de riesgo posible (identificado con color verde), 8% de riesgo importante (identificado con color amarillo), 8% de riesgo alto (identificado con color naranja) y un 12% de riesgo muy alto (identificado con color rojo).

La **Tabla 5-17** presenta los riesgos operacionales que obtuvieron un nivel de riesgo alto y muy alto, los cuales requiere implicaciones de mantener la alerta para la continuidad de las actividades.

Tabla 5-17. Riesgos Operacionales en la Ejecución de la Remediación para Remoción de Residuos

Fase	Riesgo	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
Fase 1: Aspectos Logísticos y de Selección de Personal para la Aplicación Técnica de Remediación.	Paralización de Actividades de Trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
Fase 2: Transporte e Instalación de Personal, Maquinaria, Productos y Equipos	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Inundación	Muy alto	720
Fase 3: Adecuación de la Zona para la	Paralización de Actividades de Trabajadores	Alto	360

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Fase	Riesgo	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
Extracción de Residuos Enterrados.	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de Actividades de Proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
Fase 4: Excavación y Retiro de Residuos Contaminados.	Paralización de Actividades de Trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de Actividades Proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
Fase 5: Cierre y abandono	Inundación	Muy alto	720
	Inundación	Muy alto	720
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Inundación	Muy alto	720

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.5.7. Lista de Alternativa de Remediación Aplicable

Con respecto al resultado de la matriz de selección de tecnologías de remediación, la **Tabla 5-18** muestra el listado de las alternativas de remediación que son aplicables al suelo impactado del Sitio S0105 (Botadero CS-32), en consecuencia a la evaluación técnica realizada, la cual tuvo en cuenta criterios sociales, económicos y ambientales (Ver numeral **5.5.2.1**). Dicha matriz se encuentra en el **Anexo 6.11.6** Pestaña - Sitio S0105 (Botadero CS-32) MP.

Tabla 5-18. Lista de Alternativas de Remediación Aplicables

Contaminante de Preocupación	Tecnologías de remediación	Puntaje (%)
Arsénico, Cadmio Y Plomo	Remediación Electrocinética	67,75
	Lavado <i>ex situ</i> (<i>Washing</i>)	66,71
	Solidificación <i>ex situ</i>	68,75

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Es importante mencionar que antes de la implementación de la técnica seleccionada es necesario el desarrollo de ensayos piloto, con el propósito de determinar la efectividad de la misma considerando las condiciones de la zona y así mismo evaluar el comportamiento de los diferentes insumos que se requieren para la técnica.

5.6. Planificación Detallada de la Alternativa Seleccionada

A continuación, se especifica el volumen y superficie del sitio impactado que debe ser tratado. Igualmente se realiza la descripción de las acciones de remediación que se deben implementar en la aplicación de la técnica de *Solidificación ex situ* como los insumos y mano de obra que requiere cada una, detallando los costos de los mismos. Además, se mencionan las actividades de ingeniería que se deben llevar a cabo para que la técnica de remediación pueda ser implementada y los residuos y/o emisiones que generan la aplicación de las tecnologías de remediación mencionadas.

5.6.1. Superficie y Volumen a remediar y rehabilitar de acuerdo al objetivo definido.

La determinación de la superficie y el volumen a remediar, se realizó partiendo del volumen estimado en la caracterización del sitio (estimación preliminar de las áreas y volúmenes del sitio impactado, ver numeral **3.8.2** del plan de Rehabilitación). Con el volumen definido previamente se realizó una zonificación de las áreas que deben ser intervenidas, las cuales presentan contaminación por metales pesados, específicamente Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb); dicha zonificación también tuvo en cuenta los análisis realizados en el análisis del ERSA y se generó usando el método de las secciones transversales por medio del Software AutoCAD Civil 3D.

En la **Figura 5-6** se puede ver de forma gráfica la distribución estimada del contaminante presente en el suelo del Sitio S0105 (Botadero CS-32) que debe ser objeto de tratamiento por la tecnología de remediación de Solidificación *ex situ*.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

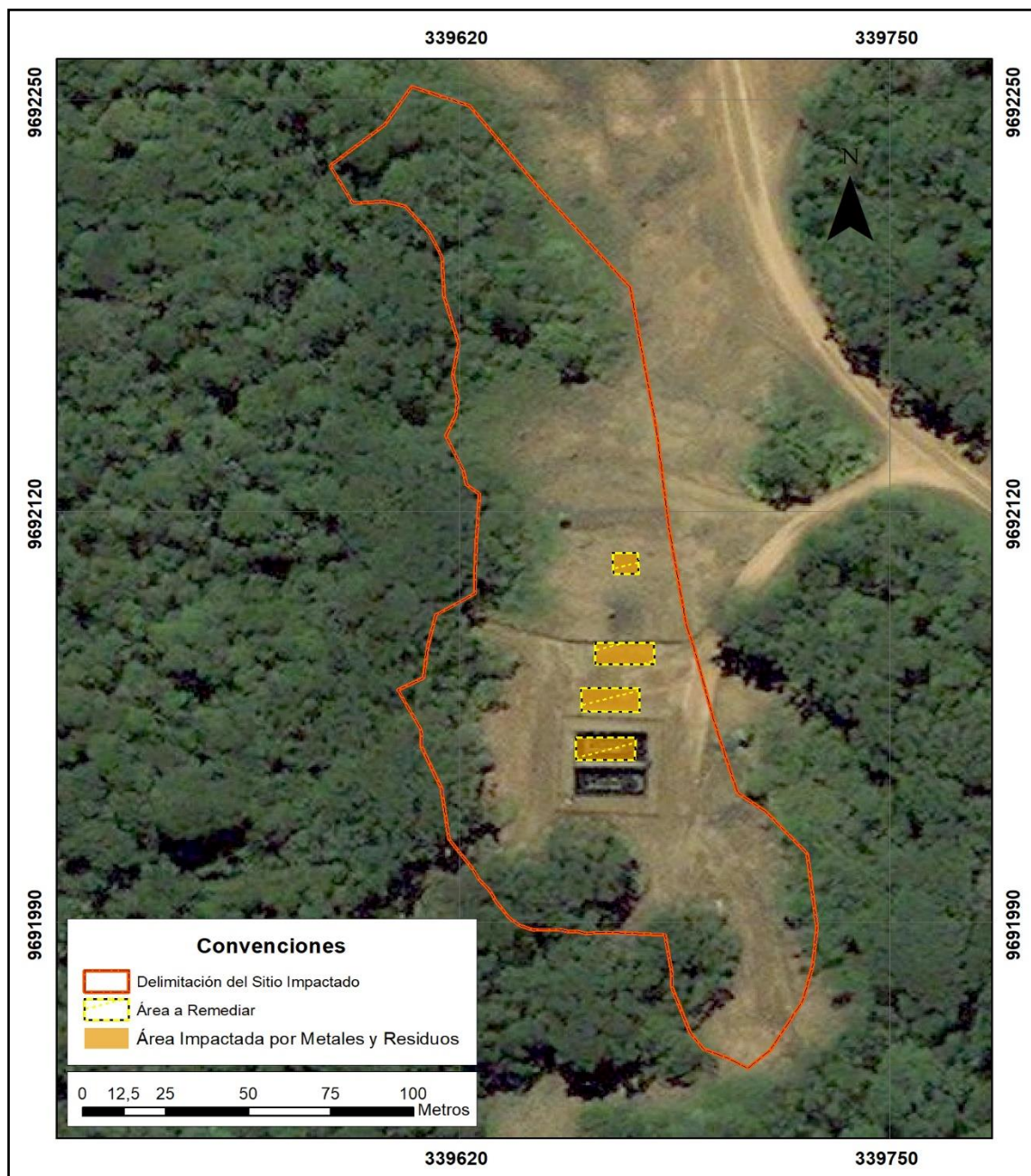


Figura 5-6. Zonas a Remediar en el Sitio Impactado

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cabe mencionar que al estimar el volumen a través del método de las secciones transversales por medio del Software AutoCAD Civil 3D, se obtuvo el siguiente volumen que se observa en la **Tabla 5-19:**

Tabla 5-19. Estimulación de volúmenes por el Software AutoCAD Civil 3D

Sitio S0105 (Botadero CS-32)			
Abscisa	AREA CORTE	VOLUMEN CORTE	VOLUMEN CORTE ACUMULADO
0+000,00	0,00	0,00	0,00
0+005,00	0,00	0,00	0,00

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Sitio S0105 (Botadero CS-32)			
Abscisa	AREA CORTE	VOLUMEN CORTE	VOLUMEN CORTE ACUMULADO
0+010,00	59,92	149,79	149,79
0+015,00	67,18	317,73	467,52
0+020,00	10,94	195,30	662,83
0+025,00	2,32	33,17	695,99
0+030,00	6,49	22,04	718,03
0+035,00	0,00	16,23	734,26
0+040,00	11,12	27,81	762,06
0+045,00	25,29	91,02	853,08
0+050,00	0,00	63,21	916,30
0+055,00	0,00	0,00	916,30
0+060,00	0,00	0,00	916,30
0+065,00	0,00	0,00	916,30
0+070,00	7,41	18,52	934,82
0+075,00	7,37	36,95	971,77
0+080,00	0,00	18,42	990,19

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el cual se observa que el volumen acumulado de corte que se obtuvo tiene un valor de 990,19 m³ (Ver **Anexo 6.3. S0105-CEV-ALT-05 Cálculos de Áreas y Volúmenes**). Para lograr estimar el volumen de suelo susceptible de ser tratado y el volumen de residuos enterrados que tendrán que ser transportados fuera del lugar y ser dispuestos por una empresa autorizada para la gestión de residuos sólidos (EO-RS); se estimó un factor de expansión de 15% y se elaboró una matriz a partir del volumen anteriormente mencionado el cual fue calculado con el software y con los resultados obtenidos de los muestreos de suelo y del estudio geofísico por el método de Georradar, en donde se arrojó una distribución porcentual promedio de los volúmenes a considerar.

El volumen total del sitio contaminado es representado como la sumatoria de cilindros de profundidad variable (Ver **Figura 5-7**), el cual es dado por la profundidad en donde se encontraron residuos por el georradar que varían de 1 metro hasta 3,5 metros. Con el fin de lograr un estimado real del volumen, se tuvo en cuenta las visitas de reconocimiento de campo, en donde se determinó que existe una capa de suelo que cubre estos residuos de 0,3 metros y otra capa contaminada que se ubican debajo no mayor a 1 m, según los perfiles litológicos y la experiencia de extracción mecánica de suelo en el lugar, por lo tanto, la distribución porcentual promedio de los volúmenes es la sumatoria del volumen representado como el superficial y el volumen de la capa profunda, el cual corresponde al suelo susceptible de un tratamiento de remediación. Por otro lado, la capa media en donde están ubicados los residuos que serán transportados para ser dispuestos adecuadamente.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

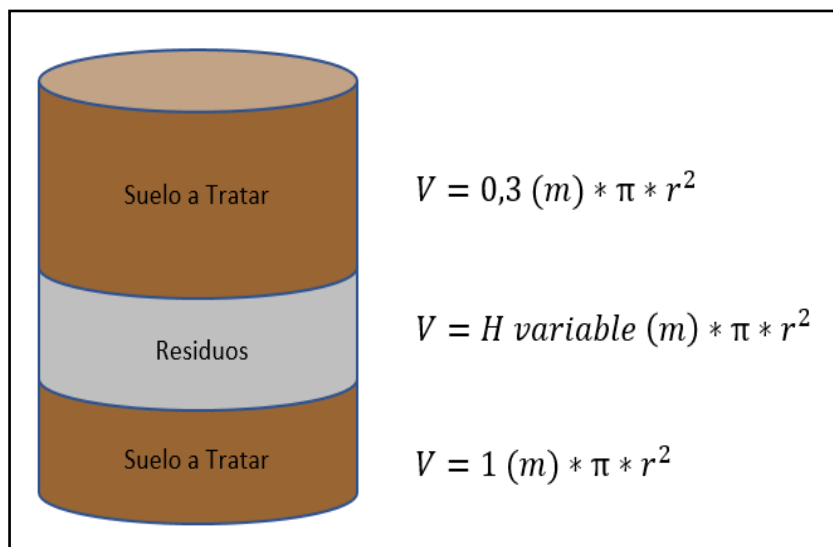


Figura 5-7. Cilindro de Profundidad para determinación de Volúmenes

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El análisis promedio de distribución del suelo arrojó que la capa superficial y la capa profunda quienes son susceptibles de tratamiento son el 40% del volumen total, y el otro 60% es la capa media quien contiene residuos sólidos. Teniendo en cuenta que los residuos enterrados no son un bloque macizo metálico y que, por el contrario, se conoció a través del trabajo de campo y excavaciones mecánicas que ese volumen contiene suelo y residuos, se encontró que su distribución porcentual de residuos sólidos es de 5% del 60% del volumen total, logrando una distribución general del sitio. (Ver **Figura 5-8**)

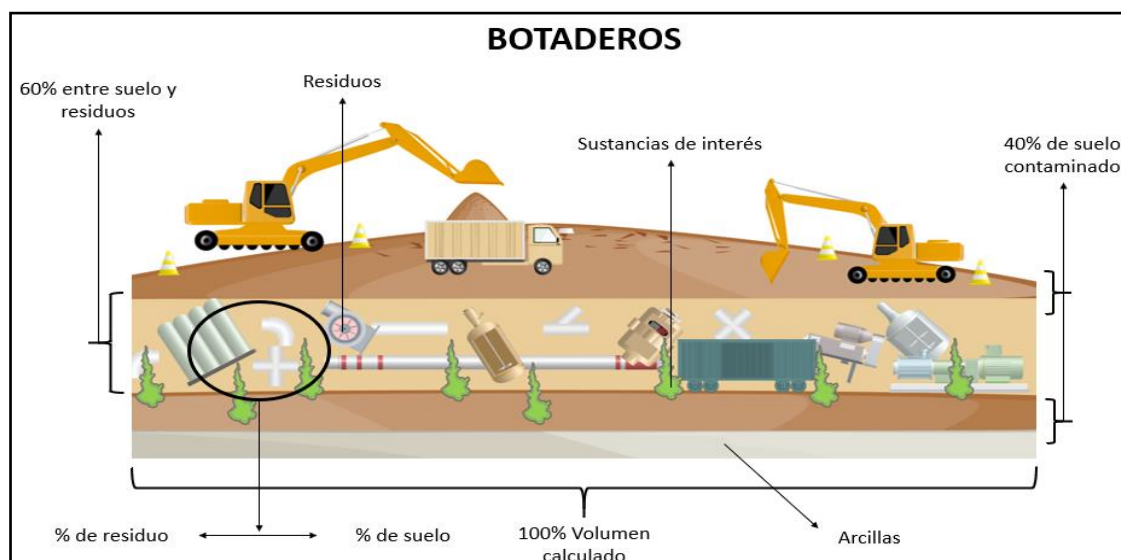


Figura 5-8. Distribución General de un Botadero

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

De acuerdo a lo anterior se determinó el volumen y superficie (con el método composite), que se debe remediar en base en la profundidad en la que se encuentra el agente contaminante. En la **Tabla 5-20**, se detalla la superficie y el volumen del área a remediar con la técnica de *Solidificación*.

Tabla 5-20. Volúmenes y Superficies del Suelo a Remediar del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Superficie y Volumen de Suelo a Remediar de Metales Pesados (Cd, As y Pb)			
Tipo de Contaminación	Superficie	Volumen	Técnica
	(Ha)	(m ³)	
Contaminación por Metales Pesados	0,043	960,48	Solidificación Ex situ

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A través de los sondeos mecánicos realizados con retroexcavadora y el estudio geofísico por el método de georradar realizado en el en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), se identificaron áreas con residuos enterrados y superficiales de diferente tipo y naturaleza. En la parte central del sitio impactado se registraron concentraciones de Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) que superaban el límite establecido en el D.S. N°011-2017-MINAM, en esta área se identificaron residuos, se definió un volumen de suelo a remediar de 960,48 m³ para lo cual se realizará la remoción y separación de los residuos y posteriormente se aplicará la técnica de Solidificación (*Ex situ-On site*) a la capa de suelo.

Se identificaron también áreas donde se encontraron residuos superficiales y enterrados, los cuales se deberán retirar por medio de excavaciones mecánicas y posteriormente ser clasificados de acuerdo con lo establecido por la normatividad vigente. De igual forma dichas áreas deberán ser monitoreadas con el fin de verificar que las concentraciones de los contaminantes de preocupación no sobrepasen los valores límites establecidos para el Estándar de Calidad Ambiental para Suelo (ECA) de uso agrícola.

En la **Tabla 5-21**, se puede identificar la estimación de las áreas superficiales y volúmenes de los residuos, que se identificaron en el trabajo de campo realizado en época húmeda y época seca (menos húmeda) en el sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 5-21. Volúmenes y Superficies de Residuos del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Áreas de Remoción de Residuos	Superficie	Volumen	Técnica
	(Ha)	(m ³)	
Área total Residuos Enterrados	0,043	29,71	Disposición Final de Residuos Peligrosos en Relleno de Seguridad en Lima

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.2. Descripción de las Acciones de Remediación y rehabilitación que correspondan.

5.6.2.1. Suelo

En este numeral se describen las acciones de remediación para la técnica de remediación que se debe desarrollar en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), para las zonas que presentaron contaminación por Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) (Ver **Figura 5-6**), en donde se deberá tratar un volumen de suelo de 960,48 m³ con la técnica de *Solidificación Ex situ*.

En la **Figura 5-9** se puede evidenciar la ubicación de la zona de tratamiento y la zona de acopio, que son recomendadas. La zona de acopio, tiene como objetivo el almacenamiento del suelo contaminado que va ser tratado y los residuos sólidos (generales y peligrosos) que son recolectados para su posterior disposición; la ubicación de la zona de acopio y de la zona de tratamiento debe ser gestionada con la empresa operadora del lote por encontrarse en una zona de operaciones.

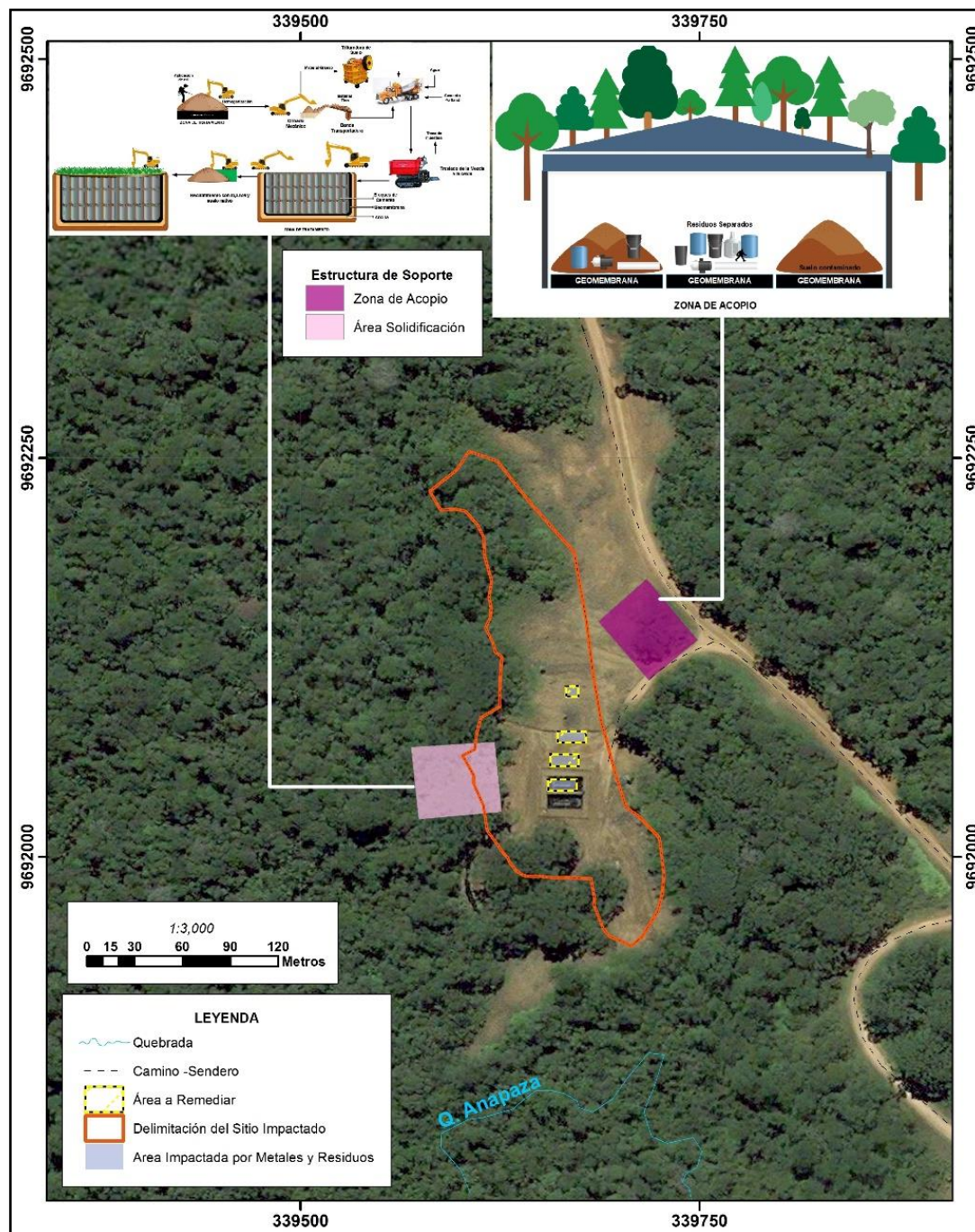


Figura 5-9. Zonas de Acopio y Tratamiento del Sitio S0105 (Botadero CS-32)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.2.1.1. Remoción de Residuos

En el sector central del Sitio S0105 (Botadero CS-32), se encuentran residuos enterrados en celdas de diferente naturaleza como, plástico, vidrio y piezas metálicas utilizadas en la industria del petróleo; como resultado de la interacción de los metales con el agua y con agentes químicos como el oxígeno, presentes en el suelo, se está presentando la deposición de metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), en concentraciones que superan el estándar de calidad para suelos de uso agrícola, de estos metales identificados a través de ensayos de laboratorio, según los

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

cálculos realizados a través del ERSa. La prospección del suelo con georradar indica que existen sectores complementarios en donde han sido enterrados residuos de diversa naturaleza.

El volumen de residuos es de 29,71 m³, de este volumen se debe realizar la separación del suelo a tratar, los residuos metálicos y no metálicos de manera manual y/o mecánica.

A continuación, se listan las acciones que se deben realizar antes, durante y después en el sitio S0105 (Botadero CS-32), con el propósito de cumplir con el objetivo planteado. Las acciones se presentan por fases:

1. Fase 1: Aspectos Logísticos y de Selección de Personal para la Extracción de Residuos Enterrados.

- 1.1. Selección y habilitación del personal calificado que va a ser parte del proyecto de recolección.
- 1.2. Permiso de Vertimientos de aguas industrial tratada (Reglamento Para El Otorgamiento De Autorizaciones De Vertimiento y Reusó de Aguas Residuales Tratadas, R.J. N° 224-2013-ANA).
- 1.3. Permiso de aprovechamiento forestal, de acuerdo a la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 27308) y su reglamento (D.S. N° 014-2001-AG), D.S. No. 018-2015-MINAGRI, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal.
- 1.4. Permisos según la Ley N° 28256, ley que regula el transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos.
- 1.5. Permisos según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278).
- 1.6. Permiso o acuerdo con las CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir para el establecimiento de las áreas donde se van a realizar los trabajos de acopio y separación de residuos.
- 1.7. Contratación de los servicios de la empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS).
- 1.8. Permiso o acuerdo con las CC.NN. Nuevos Andoas y Nuevo Porvenir, para el establecimiento de las áreas donde se van a realizar los trabajos de acopio y separación de residuos. Contratación de los servicios de la empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS), cabe resaltar que la (ES-RS), debe contar con una póliza de seguro que cubra las operaciones de transporte de residuos peligrosos según el D.S. 57 del 2004.
- 1.9. Contar con un plan de contingencia de transporte de materiales y residuos peligrosos, el cual debe ser aprobado por MINAM (Ministerio de Ambiente). De acuerdo artículo 22 del capítulo V del D.S. 21 DEL 2008.

2. Fase 2: Transporte e Instalación de Personal, Maquinaria y Equipos para la Extracción de Residuos Enterrados.

2.1. Para viajar desde Lima a Nuevo Andoas existen las siguientes rutas comerciales:

- Lima – Iquitos – Nauta – San Lorenzo – Nuevo Andoas.
- Lima-Iquitos: La duración del vuelo es de 2 horas
- Iquitos – Nauta: Iquitos está interconectada con Nauta por una vía asfaltada, la distancia es de 101 km.
- Nauta – San Lorenzo: A través del río Marañón se puede viajar en embarcaciones que cubren esa ruta en 12 horas (aproximadamente), el río Marañón es navegable en todas las épocas del año.
- San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este tramo se realiza a través del río Marañón, hasta la confluencia con el río Pastaza y luego se navega a través del río Pastaza. Las embarcaciones emplean 12 horas (aproximadamente). El río Pastaza es navegable dependiendo de la estacionalidad, en época seca (menos húmeda) el caudal del río decrece significativamente, restringiendo la navegabilidad para botes y embarcaciones de gran calado.
- Lima – Tarapoto – Yurimiguas – San Lorenzo

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Lima – Tarapoto: diariamente hay vuelos comerciales desde Lima a Tarapoto, la duración del vuelo es de 1,25 horas.
- Tarapoto – Yurimaguas: Tarapoto está interconectada con Yurimaguas por una vía asfaltada, la distancia es de 130 km.
- Yurimaguas – San Lorenzo: Empresas aéreas regionales cubren la ruta Yurimaguas – San Lorenzo. La duración del vuelo es de 40 minutos.
- San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este recorrido se realiza vía fluvial.
- Lima – Nuevo Andoas.
- o La empresa Operadora del Lote 192, cubre la ruta Lima – Nuevo Andoas, en vuelos asignados exclusivamente a sus trabajadores y a personas de las comunidades Nativas.

2.2. El transporte y movilización de la maquinaria, equipos e insumos que no se puedan contratar o comprar en Nuevo Andoas se realizará desde Lima, a través de la siguiente ruta:

- Lima – Yurimaguas: La distancia entre estas dos ciudades es de 1097 km, la carretera es asfaltada.
- Yurimaguas – Nuevo Andoas: Este tramo se realiza a través del río Huallaga hasta su desembocadura en el río Marañón, se navega a través del río Marañón hasta la desembocadura del río Pastaza y posteriormente a través del río Pastaza. El río que según la estacionalidad presenta restricciones para el transporte de embarcaciones de gran calado es el río Pastaza.

3. Fase 3: Adecuación de la Zona para la Extracción de Residuos Enterrados.

- 3.1. Desbosque y desmonte.
- 3.2. Retiro de capa orgánica del suelo (Manejo de Top Soil).
- 3.3. Disposición de material vegetal retirado.
- 3.4. Despeje y retiro del material vegetal del área, la cobertura vegetal podrá emplearse para realizar la revegetalización de áreas o disponer para evitar procesos erosivos.
- 3.5. Instalación de la zona de acopio y separación de residuos.
- 3.6. Instalación de la zona almacenamiento de sustancias químicas y de residuos peligrosos, el cual debe cumplir con los requerimientos dispuestos en el numeral **5.7.8.3.2**.
- 3.7. Instalación de la zona para manejo de herramientas y equipos.
- 3.8. Instalación de zona de almacenamiento químico y almacenamiento de residuos peligrosos, (Ver numeral **5.8.5.2**).
- 3.9. Muestreo de fauna silvestre e identificación de hábitats sensibles y/o susceptibles en faunas que se puedan identificar en las áreas a intervenir.

4. Fase 4: Excavación y Retiro de Residuos Contaminados.

- 4.1. **Caracterización de los residuos:** En el Sitio S0105 (Botadero CS-32), se identificaron residuos metálicos que se encuentran dispersos superficialmente y a nivel sub superficial, se han identificado residuos, que como consecuencia de procesos de deposición y lixiviación están aportando al suelo metales pesados. como piezas metálicas, plásticos, residuos tecnológicos, partes de carros.
- 4.2. Acondicionamiento de canal perimetral para manejo y control de aguas lluvias y/o de escorrentía que puedan ser contaminadas. (ver numeral **5.7.8**).
- 4.3. Los residuos de materiales metálicos serán retirados de manera manual y mecánica, el cual se realizará por medio de personal debidamente capacitado para la actividad, el personal empleará palas para extraer el suelo y facilitar el retiro de residuos del área. Cabe resaltar que los residuos se encuentran de manera superficial, por lo cual no se realizara una tala de árboles para su remoción.
- 4.4. Almacenamiento temporal de los residuos en la zona de acopio temporal teniendo en cuenta si es chatarra o residuos que puedan generar lixiviados los cuales debidamente estar contenidos en bolsas o geomembranas (dependiendo su volumen o peso) diferenciados por

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

tipo de residuo y su separación respectiva, teniendo cuenta el código de colores y clasificación que se describe en el numeral **5.8.5.2**.

4.5. Transporte de residuos

- 4.5.1. El transporte terrestre de los residuos contenidos en las bolsas o geomembranas será por medio de vehículos cerrados y herméticos para evitar posibles derrames de lixiviados en las vías, desde el sitio S0105 (Botadero CS-32) hasta los contenedores de carga (con o sin sistema de rodillos) ubicados en el desembarcadero Nuevo Andoas. Es importante aclarar que el transporte terrestre de los residuos debe dar cumplimiento a los requerimientos de la normatividad vigente para el transporte de los residuos peligrosos (ver numeral **5.8.4.1**). Los residuos de chatarra se podrán movilizar en las volquetas. El despacho de los residuos deberá realizarse con una frecuencia adecuada dada la cantidad removida.
- 4.5.2. El desembarcadero debe estar acondicionado con una plataforma de concreto y una pluma-grúa para la ubicación y traslado de los contenedores a la embarcación. Estos contenedores almacenarán temporalmente los residuos, debidamente identificados y separados por su clasificación, los cuales para su movilización por ser cerrados evitarán el derrame de lixiviados. Estos contenedores podrán contar con el sistema roll-on o rodillos para cargarse a la unidad de transporte terrestre.
- 4.5.3. En el desembarcadero se realiza el pesaje de la carga de residuos en la báscula volquetera móvil que lleve residuos de chatarra, así como también de los contenedores.
- 4.5.4. El transporte vía Fluvial de los residuos, se realizará por medio de una embarcación tipo planchón la cual moviliza debidamente asegurados los contenedores con los residuos y la chatarra, desde Nuevo Andoas hasta Yurimaguas; este tramo se realiza a través del río Pastaza hasta la desembocadura del río Marañón y posteriormente al río Huallaga hasta el desembarcadero Yurimaguas.
- 4.5.5. En el desembarcadero de Yurimaguas los contenedores serán descargados de la embarcación con ayuda de una pluma-grúa para cargar las unidades de tractocamiones que los movilizarán vía terrestre.
- 4.5.6. El transporte terrestre de los residuos se realiza por medio de vehículos cerrados y herméticos para evitar posibles derrames de lixiviados en las vías, desde Yurimaguas hasta Lima. Es importante aclarar que el transporte terrestre de los residuos debe dar cumplimiento a los requerimientos de la normatividad vigente para el transporte de los residuos peligrosos (ver numeral **5.7.5**).

5. Fase 5: Cierre y Abandono

- 5.1. Cubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana para evitar contaminación cruzada por las precipitaciones y con cobertura vegetal no contaminada (viva o muerta), para impedir el impacto de la lluvia y controlar el escurrimiento del agua (erosión hídrica). Transporte del material contaminado a la zona de acopio, que posteriormente será llevado a la zona de tratamiento.
- 5.2. Disposición final de los residuos en el relleno.
- 5.3. Movimiento de tierras para reconfiguración y nivelación del terreno.
- 5.4. Estabilización del terreno en zonas donde existen pendientes (si aplica).
- 5.5. Adquisición de las especies vegetales y reforestación de la zona, proceso de revegetalización.
- 5.6. Desmantelamiento del campamento instalado.
- 5.7. Transporte de los equipamientos, y mano de obra.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Consideraciones Importantes para las Actividades Relacionadas en el Sitio S0105 (Botadero CS-32)

- **Actividades Previas**

Previamente al desarrollo de las actividades relacionadas con la remoción de la cobertura vegetal y el descapote, el personal técnico responsable del proyecto conjuntamente con el contratista encargado, deberá realizar la delimitación del área que será intervenida y verificar el cumplimiento de distancias mínimas a cuerpos de agua (si aplica).

- **Capacitación al Personal Responsable de las Actividades**

Previo a las labores de desbroce y descapote es necesario realizar una capacitación al personal responsable de la actividad con registros de actas de asistencia, que permita identificar y orientar las actividades a realizar en campo minimizando el impacto causado a los recursos y de las medidas de seguridad a seguir.

- **Descapote**

Antes de iniciar las labores de descapote, en el caso de observar la presencia de éstos o de otros animales, se les ahuyentará y/o relocará, y por ningún motivo se debe permitir su captura. El descapote es una de las primeras actividades que se deben realizar en la fase de ejecución con equipos apropiados (Buldócer) que permitan retirar primero la capa superficial. Se sugiere realizar los cortes a la profundidad promedio del horizonte orgánico del suelo y de forma simétrica, de manera que permita la disposición y posterior utilización en la revegetalización del área.

Se debe localizar y replantear las obras a realizar de acuerdo a la proyección que se realice en la ingeniería de detalle; esto con el fin de determinar y delimitar solo las áreas que requerirán ser descubiertas y evitar afectaciones innecesarias, así como la generación de focos de erosión.

Es importante tener especial cuidado con el descapote y en general con los primeros movimientos de tierra, para evitar daño de animales con hábitos cavadores, que pudieran encontrarse en los sitios de intervención y permitir que estos se alejen, sin que salgan lastimados. Es así, que el material se debe almacenar en la zona de disposición del material vegetal (Zona de acopio proyectada).

Una vez dispuesto el suelo, se sugiere llevar a cabo las siguientes labores:

- Cubrir el montículo con el material del desbroce (material picado, de hojas y ramas), con el objeto de dejar los materiales más finos en la parte interna, preservándolos de cualquier evento.
- Colocar como cobertura al montículo una tela de geotextil o material similar, para proteger el suelo de las máximas precipitaciones y exposiciones solares intensas y posible lavado de nutrientes. Además, el depósito podría ser confinado con una corona de saco-suelo, con el objetivo de conservar o mejorar las condiciones del suelo, mientras se dispone nuevamente.

Este material puede ser empleado en la fase de recuperación. En caso de ser necesario, el transporte del material de descapote se sugiere realizar con volquetas con lona impermeable para cubrir la tolva, aclarando que estos vehículos deben cumplir con las medidas propuestas para el control de calidad del aire y mantenimiento de maquinaria y equipo.

- **Remoción de la Cobertura Vegetal Arbórea y Arbustiva**

- **Limpieza previa del área:** Antes de proceder con la tala de los árboles contando con la autorización previa para la tala de árboles emitida por la autoridad competente; se debe realizar la limpieza del material vegetal de menor porte que pueda obstruir o incomodar las labores de apeo. La limpieza debe efectuarse en un radio de dos (2) metros a la redonda del árbol a apear.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Marcado de los árboles: Para garantizar que solamente van a ser talados los árboles al interior de las áreas a intervenir, se requiere que las áreas de aprovechamiento se encuentren materializadas en campo con estacas a una altura mínima de 70 cm, enterradas cada 50 m. Antes de realizar la fase de aprovechamiento forestal se requiere hacer el traslado de las especies en veda, para tal fin se debe seguir el siguiente procedimiento:

Selección de árboles: Identificación de individuos (árboles) para rescate de epífitas en peligro crítico en veda o aquellas que no se encuentren registradas dentro del inventario nacional o que se cataloguen como posibles especies no identificadas.

Liberación de lianas: Previo al aprovechamiento de los individuos seleccionados, el personal encargado de dicha actividad deberá asegurarse que estos individuos se encuentren libres de lianas o bejucos, pues dificultan la orientación de caída del árbol a talar en la medida que puede quedar enganchado o colgado sobre otros árboles, una situación que origina la tumba de árboles vecinos que no son objeto de aprovechamiento y pone en peligro la vegetación. De igual manera, cuando el árbol cae, las lianas se rompen y actúan como látigos que golpean con fuerza hacia los lados, lo que aumenta el riesgo de accidentes para los trabajadores.

Se requiere definir la dirección de la caída de los árboles, teniendo en cuenta la mínima afectación a la vegetación que no debe ser intervenida, específicamente, a otros árboles o arbustos, así como a la regeneración natural que pueda encontrarse en sectores aledaños y que no hacen parte del corredor a intervenir.

Tumba direccionada de los individuos: Esta actividad contempla el retiro total de los individuos previamente seleccionados y marcados en las áreas proyectadas a intervenir, mediante el uso de motosierra, aplicando técnicas de apeo con caída direccionada hacia él un área libre de otros individuos arbóreos, utilizando las medidas de seguridad apropiadas, con el fin de evitar accidentes en las labores y afectar la vegetación y demás recursos naturales cercanos al área de interés.

5.6.2.1.2. Solidificación Ex situ

A continuación, se listan las acciones que se deben realizar antes, durante y después de la implementación de la técnica, con el propósito de cumplir con el objetivo de remediación. Las acciones se presentan por fases:

1. **Fase 1: Aspectos Logísticos y de Selección de Personal para la Aplicación de la Técnica de Remediación**

- 1.1. Selección y habilitación del personal calificado que va a ser parte del proyecto de remediación.
- 1.2. Gestión de los permisos ambientales para la captación de agua (Ley De Recursos Hídricos- Ley N° 29338).
- 1.3. Selección y adquisición de los insumos requeridos para la excavación, movimiento y carga de los materiales a la zona de tratamiento y para el tratamiento del suelo:
 - 1.3.1. Adquisición del equipamiento requerido, el cual se describe en el **numeral 5.6.3.**
 - 1.3.2. Adquisición de los insumos/productos⁵⁹ requeridos para la aplicación de la técnica:
 - **Cemento Portland:** Cemento puzolánico tipo 1, este insumo proporciona a la mezcla las siguientes características: (a) fijación química de los contaminantes (interacción química entre los productos de hidratación del cemento y los contaminantes); (b) la adsorción física de los contaminantes en la superficie de los productos de hidratación del cemento; y (c) la encapsulación física de desechos o suelos contaminados.

⁵⁹ Deberá realizarse una evaluación previa sobre los productos a usar para asegurar el rendimiento y efectividad de los mismos, esto con ensayos previos al inicio de la aplicación de las técnicas.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- **Cal:** Este insumo se emplea para reducir la humedad en el suelo a tratar, acondicionar el pH, volver más manejable el suelo arcilloso y también actúa como estabilizante químico.
- **Agua:** El agua que se utilice para la preparación de la mezcla cementante deberá contener una concentración de sólidos suspendidos menor a 2000 mg/L pues una concentración excesiva de impurezas incide negativamente en la resistencia del concreto, en el tiempo de fraguado y en la durabilidad del concreto. La relación cemento-agua, incide directamente en la calidad del concreto; la reducción en el contenido de agua permite obtener concretos más resistentes a la compresión y flexión, menor permeabilidad y mayor resistencia al intemperismo permitiendo reducir la probabilidad de agrietamientos por contracción⁶⁰.

1.4. Logística de los ensayos de control de la técnica.

1.5. Selección, capacitación y habilitación del personal de la zona (pobladores de las comunidades nativas Nuevo Porvenir y Nuevo Andoas).

2. Fase 2: Transporte e Instalación de Personal, Maquinaria, Productos y Equipos para el Desarrollo de las Actividades de Remediación en la Zona de Tratamiento.

2.1. Transporte de insumos y mano de obra especializada por vía aérea, fluvial y terrestre, según corresponda.

- Lima – Iquitos – Nauta – San Lorenzo – Nuevo Andoas.
- Lima-Iquitos: La duración del vuelo es de 2 horas.
- Iquitos – Nauta: Iquitos está interconectada con Nauta por una vía asfaltada, la distancia es de 101 km.
- Nauta – San Lorenzo: A través del río Marañón se puede viajar en embarcaciones que cubren esa ruta en 12 horas (aproximadamente), el río Marañón es navegable en todas las épocas del año.
- San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este tramo se realiza a través del río Marañón, hasta la confluencia con el río Pastaza y luego se navega a través del río Pastaza. Las embarcaciones emplean 12 horas (aproximadamente). El río Pastaza es navegable dependiendo de la estacionalidad, en época seca (menos húmeda) el caudal del río decrece significativamente, restringiendo la navegabilidad para botes y embarcaciones de gran calado.
- Lima – Tarapoto – Yurimaguas – San Lorenzo.
 - Lima – Tarapoto: diariamente hay vuelos comerciales desde Lima a Tarapoto, la duración del vuelo es de 1,25 horas.
 - Tarapoto – Yurimaguas: Tarapoto está interconectada con Yurimaguas por una vía asfaltada, la distancia es de 130 km.
 - Yurimaguas – San Lorenzo: Empresas aéreas regionales cubren la ruta Yurimaguas – San Lorenzo. La duración del vuelo es de 40 minutos.
 - San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este recorrido se realiza vía fluvial.
 - Lima – Nuevo Andoas.

La empresa Operadora del Lote 192, cubre la ruta Lima – Nuevo Andoas, en vuelos asignados exclusivamente a sus trabajadores y a personas de las comunidades Nativas.

2.2. El transporte y movilización de la maquinaria, equipos e insumos que no se puedan contratar o comprar en Nuevo Andoas se realizará desde Lima, a través de la siguiente ruta:

- Lima – Yurimaguas: La distancia entre estas dos ciudades es de 1097 km, la carretera es asfaltada.

⁶⁰ La selección de las proporciones de la mezcla se determinará a través de ensayos de laboratorio.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Yurimaguas – Nuevo Andoas: Este tramo se realiza a través del río Huallaga hasta su desembocadura en el río Marañón, se navega a través del río Marañón hasta la desembocadura del río Pastaza y posteriormente a través del río Pastaza. El río que según la estacionalidad presenta restricciones para el transporte de embarcaciones de gran calado es el río Pastaza.

En la **Figura 5-10**, se identifican las actividades que se deben llevar a cabo antes de la aplicación de la tecnología de remediación. En ella se especifica las actividades que se describen en la Fase 3.

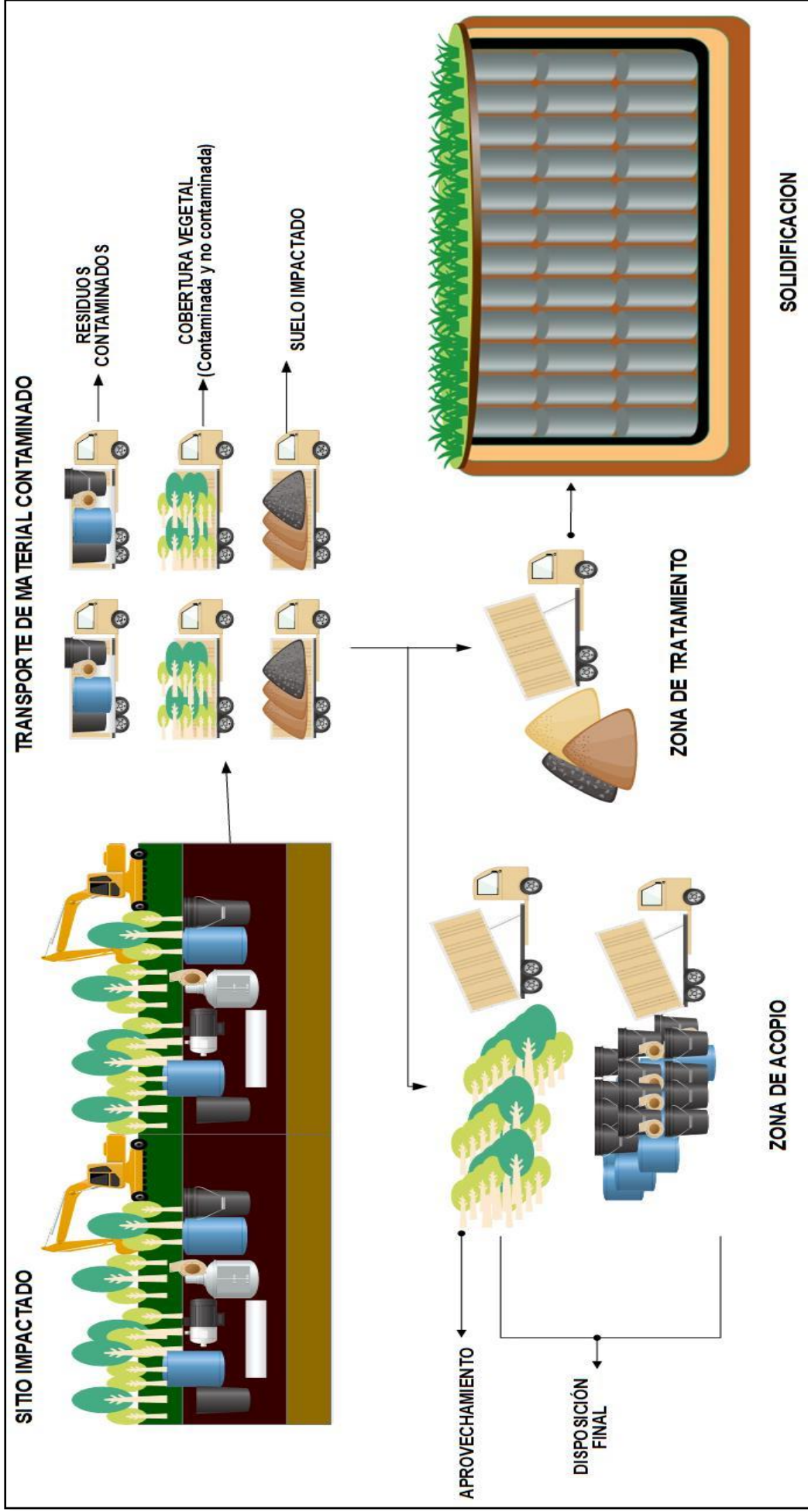


Figura 5-10. Actividades antes de la Aplicación de la Técnica de Solidificación ex situ
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

3. Fase 3: Reconocimiento y Adecuación de la Zona para la Aplicación de la Técnica de Remediación

- 3.1. Gestión del permiso ambiental para el desbosque de la zona de tratamiento *ex situ* (mencionado en Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 29763) y su reglamento (D.S. N° 018-2015-MINAGRI), y en el D.S. N° 018-2015-MINAGRI que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal. Siguiendo los lineamientos del Plan de Desbosque y Revegetación que se describe en el numeral **5.7.9**
- 3.2. Preparación del terreno donde se va a realizar el trabajo. Realización del reconocimiento del terreno y verificación de las características de drenaje, delimitación y señalización, así como las necesidades de impermeabilización, limpieza y desmonte.
- 3.3. Delimitación e instalación de las zonas de acopio.
- 3.4. Instalación de la geomembrana en la zona de acopio donde se va a ubicar el material vegetal contaminado recolectado, con el fin de evitar generación de lixiviados y escorrentía, en condiciones de pluviosidad.
- 3.5. Delimitación de la zona de tratamiento (la zona de tratamiento *ex situ* en un área aproximada de 800m²).
- 3.6. Despeje y retiro de material vegetal del área; en esta actividad se debe identificar si existe contaminación en el material vegetal, con el fin de realizar su debida disposición o si se puede considerar como material vegetal de aprovechamiento forestal y cubrimiento para la zona donde fue retirado el material contaminado para evitar la erosión hídrica.
- 3.7. Recibo y registro del material afectado y su posterior ubicación y distribución dentro del área de acopio y tratamiento. El área estimada de la zona de tratamiento y acopio se detalla en la **Figura 5-9**.
- 3.8. Instalación de un laboratorio portátil en el campamento base: servirá para realizar análisis y monitorear los principales parámetros de la técnica de solidificación, además servirá para la conservación y el almacenamiento de las muestras y de los equipos de campo.

En la **Tabla 5-10**, se identifican las actividades que se deben llevar a cabo durante el proceso de Solidificación fisicoquímica *ex situ*.

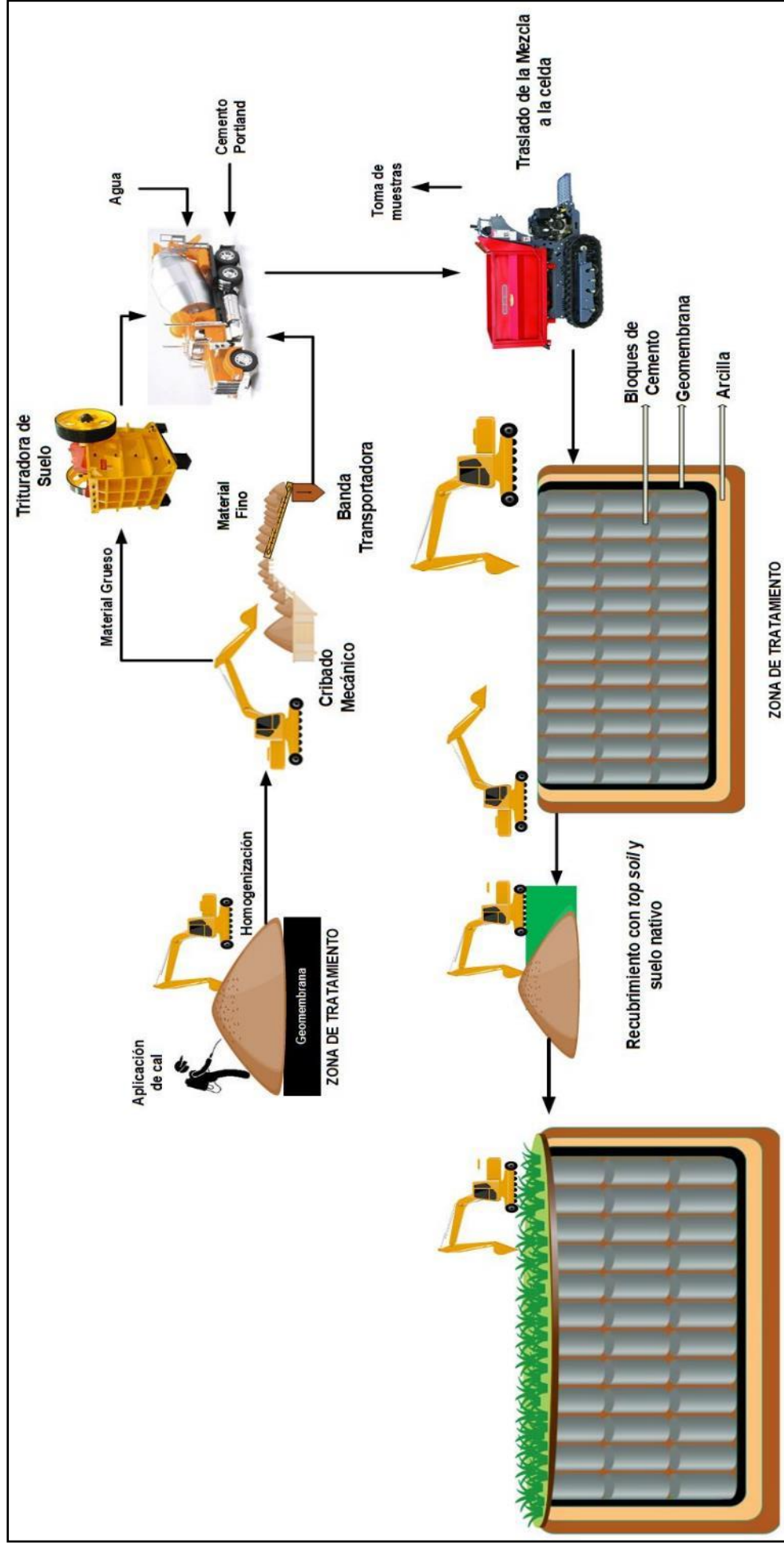


Figura 5-11. Operaciones durante la Aplicación de la Técnica de Solidificación ex situ

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

4. **Fase 4: Construcción de la Estructura de Mezclado e Instalación de las Unidades Operativas para la Aplicación de la Técnica**

- 4.1. Instalación del tamiz vibratorio para separar el material fino y los terrones de suelo contaminado.
- 4.2. Instalación de la trituradora.
- 4.3. Instalación de dos (2) bandas transportadoras, las cuales deben conducir el material contaminado al camión mezclador o concretero.
- 4.4. Arranque del camión mezclador o concretero para llevar a cabo las actividades de mezclado del material contaminado con los insumos (agua y cemento Portland).

5. **Fase 5: Excavación, Transporte y Descarga del Suelo Contaminada a la Zona de Tratamiento del Sitio S0105 (Botadero CS-32)**

- 5.1. Excavación del material contaminado que presenta contaminación por Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb); el tiempo estimado de excavación se detalla en el **Anexo 6.11.10**. (Anexo 1. Cronograma del Plan de Rehabilitación). Esta actividad se desarrolla mediante un tractor o excavadora y con el apoyo de operaciones manuales.
- 5.2. Recubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana para evitar contaminación cruzada por las precipitaciones y con cobertura vegetal no contaminada (viva o muerta), para impedir el impacto de la lluvia y controlar el escurrimiento del agua (erosión hídrica). La cantidad de geomembrana a utilizar se detalla en el **Anexo 6.11.10** (Anexo 3. Costos Técnicas Seleccionadas) y la geomembrana contaminada deberá ser dispuesta en celdas de seguridad (en el relleno de seguridad).
- 5.3. Selección del material contaminado: retiro o eliminación de la fracción de gran tamaño del material contaminado (la fracción de gran tamaño consiste en concreto, troncos de árboles, ramas o raíces, entre otros).
- 5.4. Transporte del material contaminado a la zona de acopio, que posteriormente será llevado a la zona de tratamiento.
- 5.5. Recibo y registro del material afectado y su posterior ubicación y distribución dentro del área de tratamiento.

6. **Fase 6: Implementación de la Técnica de Remediación**

- 6.1. Homogenización y secado del material contaminado; este proceso se recomienda realizar por medio de un lecho de secado, en donde se deberá prevenir la filtración de las aguas de lluvia para evitar fallas en el proceso mediante operaciones manuales y de un tractor o una retroexcavadora, con la finalidad de homogenizar de manera adecuada el suelo; el secado se realiza para que la operación de cribado se pueda llevar de manera óptima. Esta operación se debe realizar en la zona de tratamiento (deberá estar techada), para evitar incremento de la humedad del material contaminado por efecto de las precipitaciones.
- 6.2. Medición de parámetros fisicoquímicos *in situ* del suelo. (humedad y pH).
- 6.3. Adición de cal para reducir la humedad e incrementar el pH del suelo a tratar. El secado del suelo se realiza para que la operación de cribado se pueda llevar a cabo. (Esta operación se debe realizar en la zona de tratamiento la cual tendrá que estar techada, para evitar incremento de la humedad del material contaminado por efecto de las precipitaciones).
- 6.4. Separación y trituración del material contaminado: permitirá separar el material fino de los terrones del suelo con el uso del tamiz vibratorio (cribado). El material rechazado luego del tamizado, se reduce de tamaño mediante la trituración para dar inicio a las actividades de mezcla.
- 6.5. Toma de la muestra compuesta para medición de los parámetros *ex situ* (Arsénico, Cadmio y Plomo por TCLP).
- 6.6. Actividad de mezclado: el material contaminado proveniente de la etapa de separación y trituración se debe mezclar con los insumos: agua y el cemento Portland. Esta mezcla se

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

debe realizar en un camión mezclador o concretero. La dosificación del suelo contaminado, el cemento y la necesidad de agregados (arena y grava) se debe determinar luego de las pruebas piloto.

- 6.7. Elaboración de bloques: se debe vaciar el concreto en moldes para elaborar los bloques de concreto. Estos bloques fraguarán en la zona y deberán ser acomodados de manera ordenada para su colocación el área de donde se retiró el material contaminado.
- 6.8. Colección de probetas con la mezcla final para desarrollar ensayos de las características del concreto. Prueba de compresión y ensayo de metales por TCLP.
- 6.9. Colocación de los bloques de concreto: esta actividad se debe realizar acomodando los bloques en la zona de donde salió el material contaminado. Previo a ello, se debe realizar un acondicionamiento del área con un recubrimiento de arcilla en el fondo, así como en las paredes laterales; encima del recubrimiento con arcilla se sugiere colocar una geomembrana que permitirá asegurar la impermeabilidad de la disposición de los bloques. Culminado el proceso de colocación de los bloques de concreto, se debe cubrir con geomembrana y encima de esta con otra capa de arcilla y finalmente, cubrir con material preparado para la revegetación (*top soil*). Es importante mencionar que la mezcla (cemento y tierra contaminada) tendrá mayor volumen en comparación al suelo removido.
- 6.10. Después del recubrimiento con geomembrana (para proteger la estructura donde se encuentra la mezcla); se debe recubrir con suelo nativo y finalmente, en la parte superficial se debe colocar una capa orgánica (*top soil*), el cual va a funcionar como sustrato para la recuperación del sitio.
- 6.11. Se debe considerar, que en el sitio se encontraron excavaciones empleadas como pozas, estas áreas deberán ser niveladas, estabilizadas y recubiertas de forma similar a lo mencionado en los numerales anteriores.
- 6.12. Construcción de la estructura para confinar el material solidificado.
 - 6.12.1. La estructura en donde se realizará el confinamiento del suelo estabilizado-solidificado, se impermeabilizará con una geomembrana HDPE, la impermeabilización se realizará con el fin de prevenir que el concreto sea afectado por la humedad y los compuestos naturales presentes en el suelo como por ejemplo los sulfatados. Los taludes al igual que el suelo sobre el cual se colocará la geomembrana deberán estar constituidos por material arcilloso compacto a manera de protección complementaria ante la probabilidad que por factores externos y no previstos se presente la movilización de los metales pesados.
- 6.13. Se debe determinar las propiedades de la mezcla suelo-cemento y del concreto de acuerdo a las pruebas y ensayos piloto propuestos en el numeral **5.5.5.1**

En la **Figura 5-12** se identifican las actividades que se deben llevar después del proceso de Solidificación ex situ.

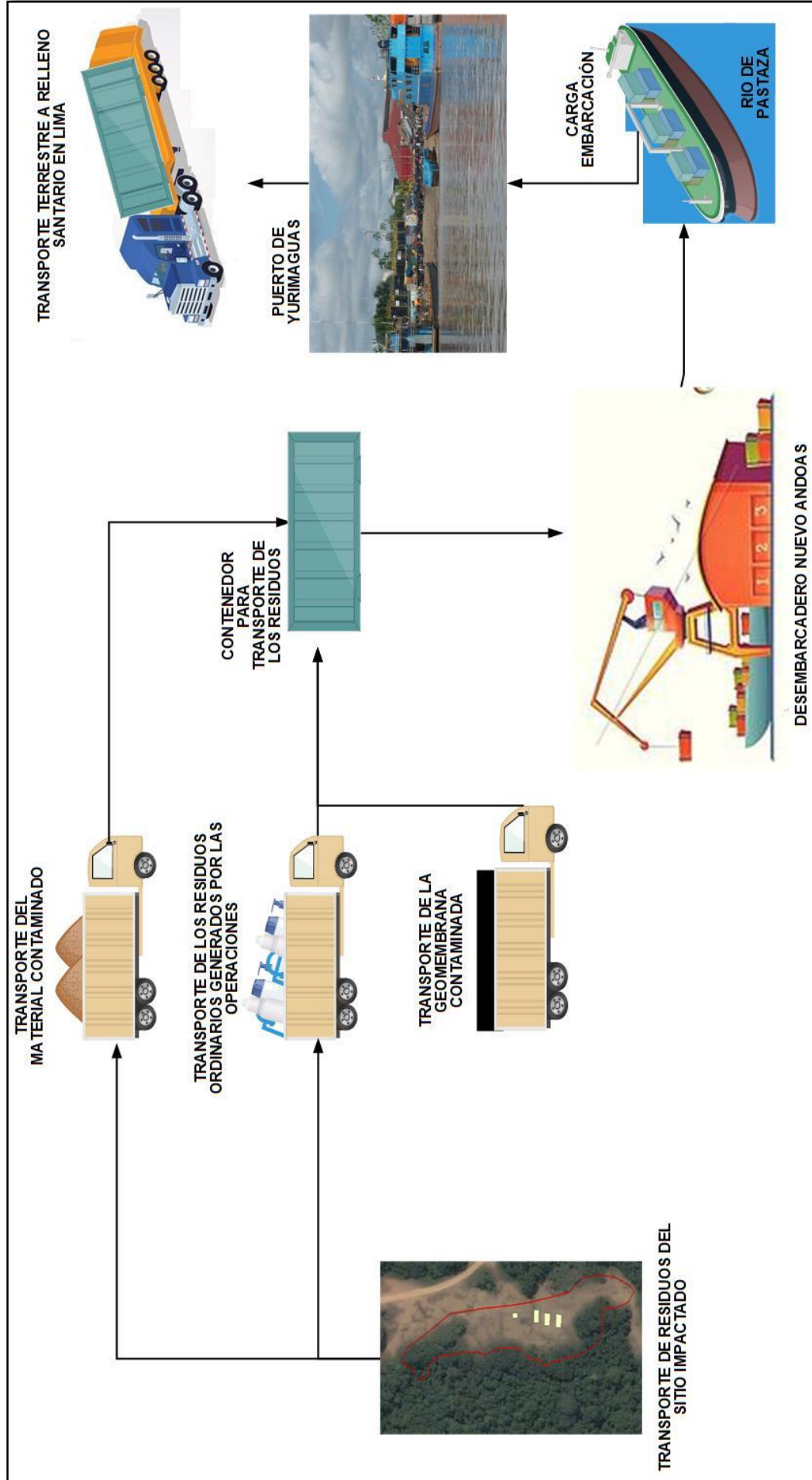


Figura 5-12. Actividades que se deben llevar después la Aplicación de la Técnica de Solidificación ex situ

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

7. Fase 7: Finalización de la Implementación de la Técnica de Remediación.

- 7.1. Ejecución del plan de muestreo de comprobación cabe resaltar que para la técnica de Solidificación (*Ex situ*), el muestreo de comprobación se realizará en las paredes del área excavada donde se desarrollará la técnica de solidificación.
- 7.2. Retiro, recolección, transporte y disposición final de la cobertura vegetal y la geomembrana instalada en la capa de suelo expuesta. Si la geomembrana y la cobertura vegetal resulta contaminada se debe considerar disponer en una celda de seguridad (en el relleno sanitario El Treinta existen dichas celdas de seguridad).

8. Fase 8: Cierre y Desmantelamiento del Campamento de Obra

- 8.1. Desmantelamiento del campamento obra (donde se realizaron las actividades de remediación)
- 8.2. Recolección, transporte y disposición (por parte de la empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS)) del material contaminado como los insumos, los residuos generales y los residuos peligrosos generados. Se llevarán al Relleno Sanitario Portillo Grande, el cual tiene un área de 307 ha, está ubicado a la altura del kilómetro 40 de la antigua Panamericana Sur, al este de la quebrada Pucara entre las faldas de los cerros Conejo y Portillo Grande en el distrito de Lurín. Esta infraestructura posee una zona para la disposición final de residuos industriales peligrosos.
- 8.3. Ejecución del plan de monitoreo post-ejecución de obra.
- 8.4. Desmantelamiento y abandono del campamento base instalado.
- 8.5. Transporte de los equipamientos, insumos y mano de obra especializada hacia su lugar de destino o almacenamiento.

5.6.3. Descripción de Insumos y mano de obra, así como los costos necesarios.

En este numeral se describen los insumos, la mano de obra y los costos que contiene cada una de las acciones de remediación que se sugieren implementar en el Sitio S0105 (Botadero CS-32) con volúmenes y costos de referencia.

5.6.3.1. Costos del Proyecto

En este numeral se describen los principales costos asociados a la implementación de la alternativa de *Solidificación* que, de acuerdo a los resultados del análisis costo/efectividad son las técnicas más viables para ser implementadas en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

5.6.3.1.1. Análisis Agregado General

En términos generales, la implementación de la alternativa de *solidificación* tiene un costo aproximado de S/. 4.230.307 soles. La **Tabla 5-22** muestra el volumen total a tratar y el costo total de tratamiento del Sitio S0105 (Botadero CS-32), el cual y de acuerdo a las estimaciones del equipo consultor, se encuentran desagregados por los componentes de operación (rubros específicos) y las fases de ejecución, que podrían variar según la ingeniería de detalle, la estimación económica de los riesgos y las utilidades del contratista temas que se recomienda tener en cuenta.

Tabla 5-22. Volumen de Material Contaminado y Costo Total del Tratamiento

Alternativa	Costo Total	Volumen del Material Contaminado (m ³)	Costo x m ³	Tiempos (meses)
Solidificación	S/. 4 230 307	960,48	S/ 4 404,37	3

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la distribución porcentual del presupuesto en función de las fases de operación de la técnica de *solidificación* la fase 1 *aspectos logísticos y de selección de personal para la aplicación la técnica de*

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

remediación. y la fase 6 *Implementación de la Técnica de Solidificación ex situ – on site* que representan el 62,2% del costo total (37,0% y 25,2% respectivamente), estas fases incluyen todas aquellas actividades de adecuación de las zonas para realizar las actividades, capacitación de personal y actividades operacionales encaminadas a la preparación y transporte del suelo para la aplicación de la técnica.

Por otra parte, el 37,8% restante corresponde a la fase 2 *Transporte e Instalación de Personal, Maquinaria, Productos y Equipos* (4,1 %). Fase 3 *Reconocimiento y Adecuación de la Zona de Tratamiento* (15,6 %). Fase 4 *Construcción de la Estructura de Mezclado e Instalación de las Unidades Operativas para la Aplicación de la Técnica de Solidificación ex situ on site* (2,4%). Fase 5 *Excavación, Transporte y Descarga del Suelo Contaminado en la Zona de Tratamiento* (6,3%). Fase 7 *Finalización de la Técnica de Solidificación ex situ – on site y Acciones de Revegetación, Cierre y Desmantelamiento* (9,4 %). Las fases mencionadas anteriormente se pueden observar en la **Figura 5-14**.

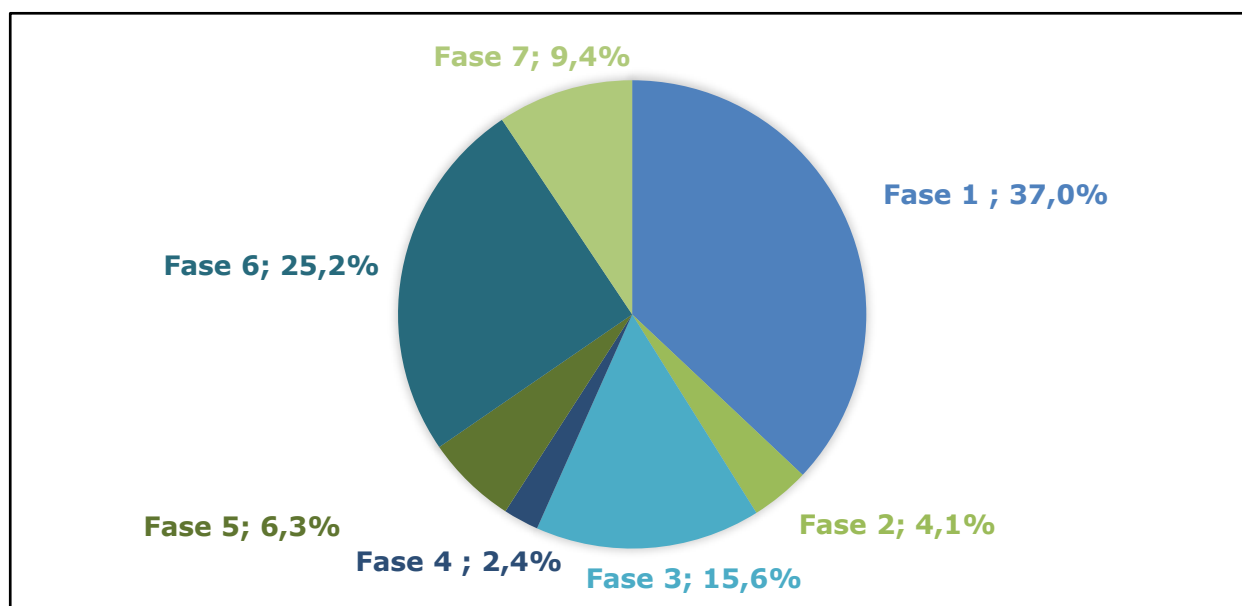


Figura 5-13. Distribución Porcentual del Presupuesto en Función de las Fases de Operación de la Técnica de Solidificación

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En efecto, el presupuesto de *equipos e insumos* es de mayor predominancia en la estimación de los costos (representa cerca del 35 % del costo total) para la implementación de la técnica de remediación, en virtud que incluye actividades de adquisición de maquinaria tales como los equipos para la excavación, el transporte, los insumos y la generación eléctrica necesarios para ejecutar las acciones de remediación; actividades que requieren mayor inyección de recursos.

Por otra parte, el presupuesto de *personal* representa cerca del 30% del costo total y, además, presenta sus mayores picos de inversión en las fases de implementación de la técnica. Por último, el rubro de *consumibles, gastos logísticos y administrativos* representan el 7% y el 28%, respectivamente, del costo total de las técnicas, debido a que contienen rubros asociados a las actividades de transporte de personal, acondicionamiento de las zonas de alimentación y alojamiento que, a su vez, influyen significativamente en los costos totales por la implementación de las técnicas (Ver **Figura 5-14**).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

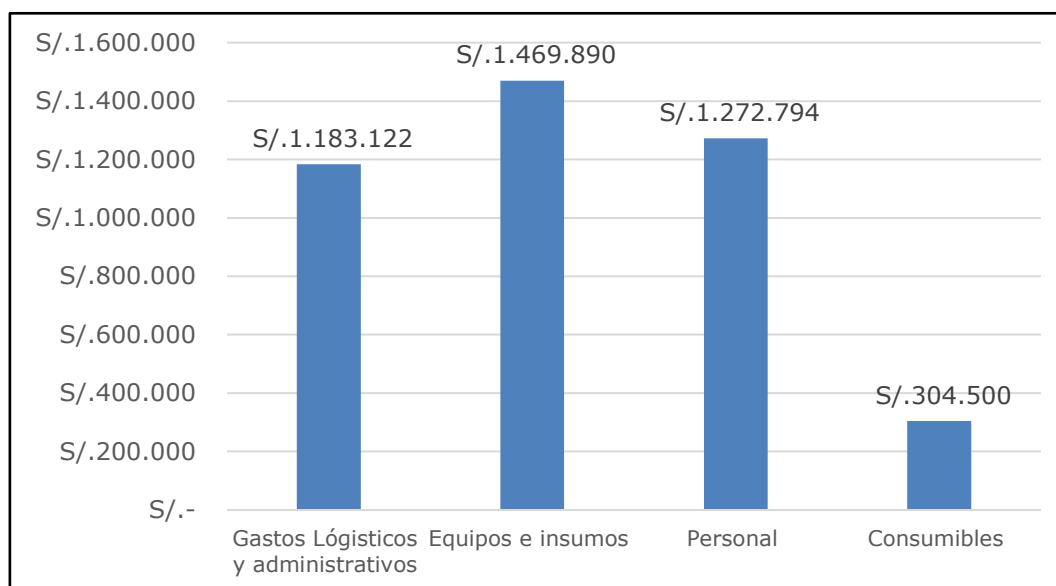


Figura 5-14. Distribuciones de Costos Agregados por Tipo de Presupuestos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 5-15** se observa la representación que tiene cada presupuesto, dentro del esquema de costos estimado para las siete (7) fases, en el cual, es evidente el alto grado de significancia que tiene el presupuesto de *gastos logísticos y administrativos*, que incluye el transporte de personal rotatorio, los técnicos especializados y los ingenieros con turnos 28-7, como también, los campamentos base y de obra que incluyen la gestión de agua potable y residual, la alimentación y la energía eléctrica para mantener una oficina de hasta 20 personas con equipos de cómputo y torre de comunicaciones. En efecto, el presupuesto de *personal* es bastante representativo a lo largo de toda la duración del proyecto presentando su mayor inversión en la etapa de la aplicación de la técnica.

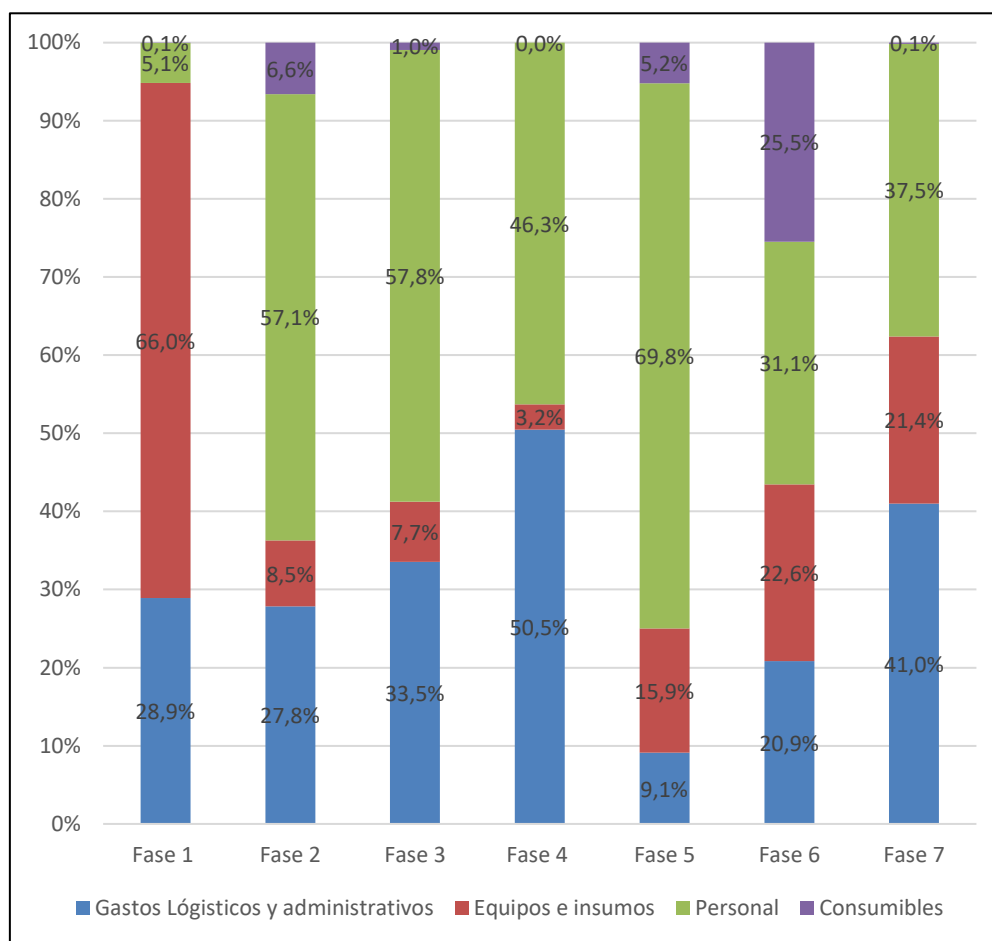
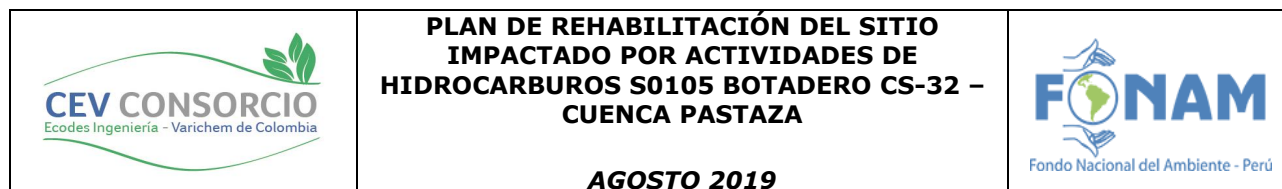


Figura 5-15. Distribuciones de Costos por Tipo de Presupuestos en Función de las Fases
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Por último, la **Figura 5-16**, muestra un análisis de necesidades financieras en función de los meses de implementación de las técnicas. Este análisis indica que el mayor esfuerzo financiero se genera a mitad del segundo mes en donde arrancan las actividades de remediación, así, hasta el tercer mes, en donde terminan las actividades de remediación.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

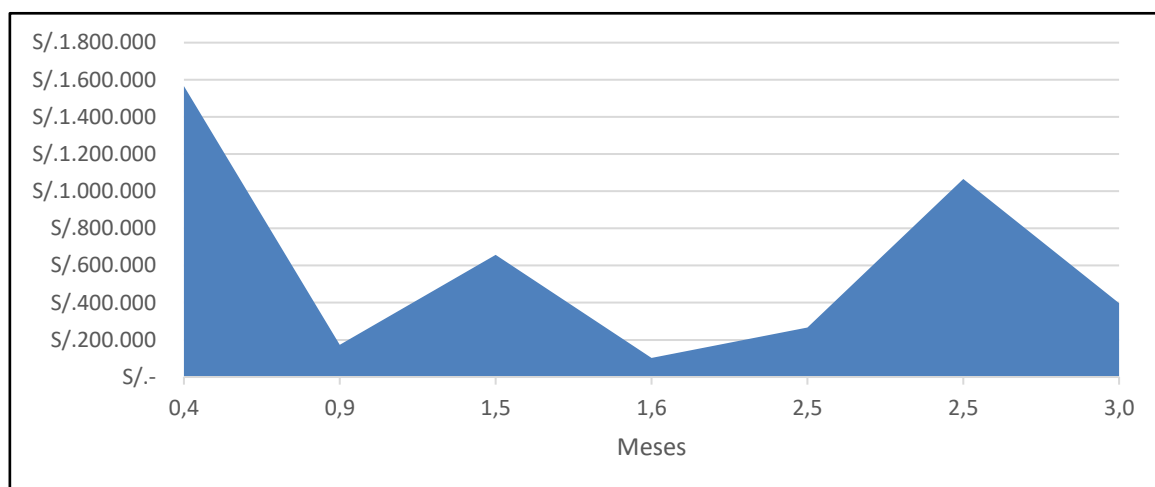


Figura 5-16. Necesidades Financieras para la Implementación de la Alternativa
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los costos asociados a cada fase del proyecto para los cuatro rubros establecidos, pueden ser consultados en el **Anexo 6.11.10**, así como también el cronograma del desarrollo en donde se contemplan las fases del proyecto de remediación.

5.6.3.1.2. Administración Logística y Mano de Obra

Con respecto a la mano de obra, los salarios estimados incorporan la carga prestacional de acuerdo al caso (depende en gran medida del salario mensual), en la **Tabla 5-23**, se mencionan los criterios considerados para la determinación de los salarios totales.

Tabla 5-23. Variables Consideradas en la Estimación del Salario para el Personal

Aspecto	Descripción
Horas Extras	Se consideró un escenario mínimo, que, de acuerdo al Ministerio de Trabajo y promoción del empleo en Perú, en promedio un trabajador labora 4 horas extras al mes
Aportes Obligatorios	Constituido por el aporte a los fondos, seguro de invalidez, sobrevivencia y gastos de sepelio además de la comisión a la AFP.
Asignación Familiar	Beneficio económico a los trabajadores con hijos menores de 18 años.
Seguro de Salud	Aportes dirigidos Al Seguro Social de Salud (ESSALUD), que prestan servicios integrales de salud.
Gratificaciones Laborales	Derecho laboral que está formado por las leyes del trabajo del Estado Peruano. Es un pago adicional que se suma a la remuneración o sueldo de los trabajadores. En el Perú la gratificación se entrega en los meses de julio y diciembre.
Vacaciones Truncas	Son vacaciones truncas cuando el trabajador ha cesado sin haber cumplido con el requisito de un año de servicios y el respectivo récord vacacional para generar derecho a vacaciones; en ese caso, se le abonará como vacaciones truncas tantos dozavos de la remuneración vacacional como meses efectivos que haya laborado.
Compensación por tiempo de Servicios	Beneficio económico a los trabajadores en el momento que la relación laboral con el empleador termine, y así pueda disponer de un fondo para asegurar imprevistos.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Aspecto	Descripción
Exámenes Médicos	Como requisito para efectuar el proceso de contratación y que para efectos del ejercicio se calcula sobre S/1.223,00.
Impuestos	Asociado al impuesto de renta.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La **Tabla 5-24** presenta la estimación de mano de obra requerida para la implementación de la técnica de *Solidificación* en el sitio S0105 (Botadero CS-32). En esta tabla para cada cargo requerido se establecieron la cantidad de trabajadores, el tiempo de contratación y el salario estimado; llegando así a definir un valor total para cada uno de los cargos. Teniendo en cuenta lo anterior, el valor total de la contratación de la mano de obra para las técnicas es de S/ 1.272.794 soles.

Tabla 5-24. Valor Económico del Salario para la Mano de Obra Directa Solidificación

Cargos	Cantidad de Trabajadores ²	Salario x trabajador ¹	Tiempo de Contratación Meses	Valor Total
Apoyos Locales/Banderillero (Operario)	10	S/ 6 950	3	S/ 208 500
Coordinador Logístico	2	S/ 14 167	3	S/ 85 000
Eléctrico	2	S/ 17 401	3	S/ 104 403
Jefe De Proyecto	2	S/ 15 050	3	S/ 90 300
Logístico ³	2	S/ 7 996	3	S/ 47 976
Mecánico Especializado	2	S/ 10 883	3	S/ 65 298
Médico	2	S/ 20 252	3	S/ 121 513
Operador de Maquinaria	7	S/ 13 769	3	S/ 289 157
Paramédico	2	S/ 10 679	3	S/ 64 774
Supervisor de Relaciones Comunitarias - Profesional Gestión Social	2	S/ 14 853	3	S/ 89 167
Supervisor HSE-Q	2	S/ 10 835	3	S/ 65 007
Vigilancia	2	S/ 6 950	3	S/ 41 700
Total				S/ 1 272 794

¹ Los salarios presentados consideran las remuneraciones a los trabajadores más la carga prestacional establecida por la normatividad vigente en el Perú. (Horas extras, prima de seguro (aporte obligatorio), comisión, asignación familiar, seguro de salud, gratificaciones laborales, CTS, Vacaciones Truncas, Impuesto 27.47 UIT, Impuesto Más de 57 UIT, examen médico).

² Las cantidades de personal estimadas consideran backup de aquellos cargos que lo requieren.

³ Se debe contar con un técnico de muestreo con un perfil de técnico ambiental, bachiller de ingeniería o bachiller en biología para realizar los muestreos del plan de monitoreo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El presupuesto invertido en la movilización, la instalación de los centros de operación administrativos y logísticos, la gestión ambiental y social, los rubros asociados y disgregados se presentan en la **Tabla 5-25**, de acuerdo con lo que se considera necesario en función de lograr los objetivos de remediación del Sitio S0105 (Botadero CS-32).

De esta manera, las cantidades se han calculado incluyendo el transporte, la movilización del personal, la maquinaria y, la gestión legal con los porcentajes correspondientes al trámite administrativo dispuesto por el ANA, Autoridad Nacional del Agua del TUPA según el UIT al año 2019.

Cabe mencionar que los valores fueron calculados para las acciones de remediación que se realizarán únicamente para el Sitio S0105 (Botadero CS-32) de la cuenca del río Pastaza.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 5-25. Presupuesto de la Administración y Logística

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Alimentación (Desayuno, almuerzo, comida) ¹	Glb	1,00	S/ 37 800	S/ 37 800
Almacén para Equipos	Glb	1,00	S/ 70 000	S/ 70 000
Alojamiento y Lavandería ²	Glb	1,00	S/ 13 500	S/ 13 500
Autorización de reúso de aguas residuales industriales, municipales y domésticas tratadas	UIT ³	0,1009	S/ 4 200	S/ 424
Autorización de vertimientos de aguas residuales, municipales y domésticas tratadas	UIT ³	0,1303	S/ 4 200	S/ 547
Bote para personal rotativo	Mes	3,00	S/ 17 000	S/ 51 000
Camioneta 4x4 + Conductor + horas Extra + stand by ⁴	Día	162,00	S/ 800	S/ 126 000
Embarcación Menor (Disponibilidad 24 Horas)	Día	5,00	S/ 2 000	S/ 10 000
Gastos Asociados a Contratación de Servicios empresa recolección residuos	Glb	1,00	S/ 7 000	S/ 7 000
Gastos de Capacitación del Personal	Glb	1,00	S/ 2 000	S/ 2 000
Pasajes Aéreos (Lima - Iquitos)	Und	36,00	S/ 350	S/ 12 600
Pasajes Terrestres (Lima - Iquitos)	Und	36,00	S/ 13	S/ 468
Satelital (Compra +Recarga)	Und	3,00	S/ 6 000	S/ 18 000
Servicio de alquiler campamento + Servicio Catering + Servicio mantenimiento Campamento para 20 personas Durante 3 meses	Glb	1,00	S/ 437 188	S/ 437 188
Transporte Logístico de Equipo y materiales (Entrada y Salida)	Glb	1,00	S/ 250 000	S/ 250 000
Transporte Terrestre (Iquitos - Nauta)	Und	15,00	S/ 20	S/ 300
TOTAL				S/ 1 036 827

¹ La alimentación se estimó solamente para las fases 1 y 2 para 21 personas durante 30 días a un costo de S/ 60 soles.

² El alojamiento se estimó solamente para las fases 1 y 2 para 9 personas durante 30 días a un costo de S/ 50 soles, en las siguientes fases se tiene estimado el Servicio de Catering para el campamento base cuando este ya se encuentre instalado.

³Corresponde al porcentaje según el Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) 2019, para la Autoridad Nacional de agua para estas autorizaciones.

⁴Evaluado para tres (3) Camionetas.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.3.1.3. Equipo, Maquinaria e Insumos

En esta sección se describen cuatro tipos de presupuestos: *maquinaria, insumos y otros, consumibles y gestión de residuos sólidos*; siendo el costo total del segundo, el que concentra cerca del 72% de los recursos estimados en estos componentes y, cuyo costo total, asciende a S/.1.390.751 soles. Cabe resaltar que, frente al presupuesto en mención, los principales factores que influyen en su elevado costo son la aplicación de insumos, el segundo rubro y con mayor importancia es el de *Consumibles* el cual tiene el 7,6% de la serie y su valor asciende a S/.304.500 Ver **Figura 5-17**).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

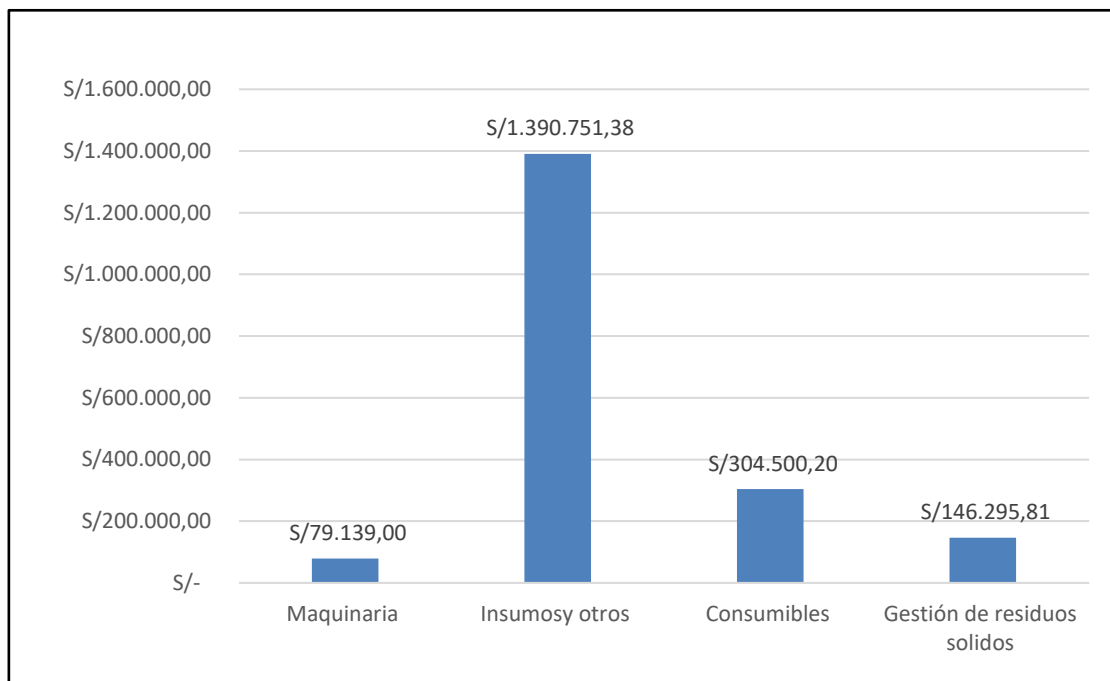


Figura 5-17. Distribución Costos de Insumos, Maquinaria y Equipos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 5-26** se evidencia el costo total para el presupuesto de *maquinaria*, en el cual se destaca la relevancia financiera que tiene el uso de los vehículos como la retroexcavadora y las volquetas en las labores de extracción, movilización del material contaminado, adecuación del terreno para zona de solidificación, transporte de los residuos contaminados hacia el lugar de acopio y/o disposición final.

Tabla 5-26. Presupuesto de Maquinaria para Solidificación

Descripción ¹	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Apisonadora estática	Hora	20,00 ³	S/ 250	S/ 5 000
Bulldócer 155 hp 3,88m de hoja	Hora	27,00 ²	S/ 250	S/ 6 750
Camión Cisterna 5000 gal	Hora	24,00 ³	S/ 81	S/ 1 944
Camión Volqueta 8m ³ 210Hp	Hora	125,00 ²	S/ 150	S/ 18 750
Cargador frontal 100 hp 1,5m ³	Hora	49,00 ²	S/ 100	S/ 4 900
Generador CAT XQP 300	Hora	15,00 ³	S/ 83	S/ 1 245
Motoescrepa CAT 621	Hora	49,00 ²	S/ 350	S/ 17 150
Retroexcavadora de 20 a 24 Ton	Hora	78,00 ²	S/ 300	S/ 23 400
Total				S/ 79 139

¹Evaluado para una (1) Maquinaria.

²La cantidad de horas esta evaluada según el volumen de suelo y/o sedimentos a tratar, sobre la capacidad de cada una de las maquinas mas un 50% de imprevistos. (Rendimientos: Buldócer 230m³/h, Mini excavadora 30m³/h y Camión Volqueta 10m³/h, Tractor 230m³/h).

³La cantidad de horas esta evaluada en función de la duración de las fases en días pre-operativas y operativas.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Respecto al presupuesto de *insumos y otros*, existen varios rubros significativos dentro del mismo (Ver **Tabla 5-27**). Sin embargo, se destaca el valor que tienen los procesos de recopilación y análisis de muestras para los respectivos estudios de suelo, así como las actividades de restauración ecológico.

Por otro lado, los estudios de verificación de porcentajes de eficiencia son necesarios para realizar el seguimiento operativo y con antelación, ver errores o daños en los equipos.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 5-27. Presupuesto de Insumos / Otros (Técnica de Solidificación)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Antena repetidora radio de 20KM, Radio base	Und	1,00	S/ 7 066	S/ 7 066
Actividades de Restauración por Ha	Glb/Ha	1,00	S/ 50 000	S/ 50 000
Ampliación y Adecuación del desembarcadero	Glb	1,00	S/ 1 000 000	S/ 1 000 000
Barreras de absorción oleofílica	Und	15,00	S/ 250	S/ 3 750
Bomba de desplazamiento positivo 150 m ³ /hora (PD100)	Und	2,00	S/ 445	S/ 890
Bomba de desplazamiento positivo 35 m ³ /hora (PD75)	Und	3,00	S/ 252	S/ 756
Botiquines para primeros auxilios. (02EA) (Elementos HSE)	Und	7,00	S/ 4 500	S/ 31 500
Carpa plegable móvil x 500 m ²	Und	3,00	S/ 8 620	S/ 25 860
Cinta de Seguridad	Und	25,00	S/ 35	S/ 875
Conos de seguridad	Und	70,00	S/ 60	S/ 4 200
Elementos de Señalización EPP - Pare - Operaciones	Und	44,00	S/ 135	S/ 5 940
Extintores de 30 libras con certificaciones UL, FM, CSA, CE Elementos (HSE)	Und	9,00	S/ 850	S/ 7 650
Geomembranas de 15m x 15m	Und	5,00	S/ 77	S/ 385
herramientas generales	Glb	1,00	S/ 125 000	S/ 125 000
Kits de Laboratorio (Medición de parámetros in situ) para suelo)	Glb	1,00	S/ 15 000	S/ 15 000
Malla anaranjada para delimitar las áreas de trabajo	Und	15,00	S/ 38	S/ 570
Megáfonos	Und	6,00	S/ 500	S/ 3 000
Mezcladora	Und	1,00	S/ 10 000	S/ 10 000
Muestreo y análisis de Metales en suelo ¹	Und	22,00	S/ 405	S/ 8 910
Muestreo y análisis de suelo para Plan de Comprobación ¹	Und	8,00	S/ 1 200	S/ 9 600
Prueba de ensayo de características del concreto (Resistencia, compresión, permeabilidad y tiempo de Fraguado)	Und	1,00	S/ 636	S/ 636
Radios Intrínsecos	Und	1,00	S/ 2 300	S/ 2 300
Refuerzo Malla electrosoldada x kg	kg	600,00	S/ 3	S/ 1 800
Rollos de tela oleofílica (Rollo captura 73 galones)	Und	10,00	S/ 200	S/ 2 000
Sacos de Propileno vacíos	Und	9,00	S/ 1	S/ 13
Silo dosificador	Und	4,00	S/ 10 000	S/ 40 000
Tanques de Almacenamiento Temporal de 2.000 galones (Área 6,39 m ²) ²	Und	4,00	S/ 1 875	S/ 7 500
Tanques de Almacenamiento Temporal de 3.000 galones (área 10,18m ²) ³	Und	6,00	S/ 2 470	S/ 14 820
Trajes de manipulación de sustancias químicas nivel C	Und	9,00	S/ 50	S/ 450
Tramo de Mangueras de Descarga x 20 metros	Und	10,00	S/ 12	S/ 120
Tramo de Mangueras de Succión x 6 metros	Und	10,00	S/ 16	S/ 160
Trituradora	Und	1,00	S/ 10 000	S/ 10 000
Total				S/ 1 390 751

¹El costo del muestreo incluye a los analistas de laboratorio e insumos necesarios para tomar las muestras.

² Diámetro: 2.85 m, Altura máxima 1.15 m, Volumen 7.34 m³.

³ Diámetro: 3.60 m, Altura máxima 1.15 m, Volumen 11.60 m³

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

El presupuesto de *consumibles* evidencia el gasto que supone el funcionamiento de las diferentes máquinas y equipos que funcionan con combustible, en función al número galones por las horas de trabajo de cada una de las máquinas (gal/h). Asimismo, el costo de los insumos como el modificador de arcillas, el desengrasante, el emulsificante, cemento Portland tipo 5 y están calculados específicamente para el volumen de material contaminado del Sitio S0105 (Botadero CS-32) que requiere ser remediado al igual que los insumos para la solidificación. (Ver **Tabla 5-28**).

Tabla 5-28. Presupuesto de Consumibles Técnica de Solidificación

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Bulto de Cemento Portland tipo V (42,5 kg) ¹	Und	S/ 3 842	50	S/ 192 096
Cal (CaOH)	Und	S/ 3 602	20	S/ 72 036
Combustible	gal	S/ 2 375	17	S/ 40 368
Total				S/ 304.500

¹ La cantidad del Cemento Portland representa un valor global de toda el área contaminada, porque existe incertidumbre en el volumen real de la zona mixta susceptible de la técnica de solidificación, y es por esto, que se ha sobre estimado la cantidad de este insumo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 5-29** se evidencia el presupuesto para la gestión de residuos sólidos. En este presupuesto se contempla el valor del transporte desde la cuenca Pastaza – Yurimaguas – Lima y su disposición final en Lima.

Tabla 5-29. Gestión de Residuos Sólidos

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Transporte de Residuos ordinarios de la Zona a Yurimaguas	m3	0,58	S/ 3 140	S/ 1 831
Transporte de Residuos peligrosos o especiales de la Zona a Yurimaguas	m3	30,18	S/ 3 140	S/ 94 766
Transporte y Disposición de Residuos Yurimaguas a Lima	Ton	1,31	S/ 500	S/ 656
Transporte y Disposición de Residuos peligrosos de Yurimaguas a Lima	Ton	18,86	S/ 2 600	S/ 49 043
Total				S/ 146 296

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Finalmente, en la **Tabla 5-30** se observa el resumen económico de la aplicación de las acciones de remediación, indicando el costo directo, los gastos fijos, los gastos variables, la utilidad.

Tabla 5-30. Costo Total del Proyecto

Costo Directo Total incluyendo IGV	
Costo Directo total	S/ 4 230 307
Imprevistos 2%	S/ 84 606
Expediente Técnico	S/ 19 625
Supervisión 8%	S/ 338 425
Liquidación 2%	S/ 84 606
Utilidades 10%	S/ 423 031
Pólizas de seguros (Plan de contingencia, del proyecto, civil extracontractual)	S/ 423 031
Gastos fijos variables y utilidad	S/ 5 603 630
IGV 18%	S/ 1 008 653
Costo directo total incluyendo IGV	S/ 6 612 284

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.6.4. Descripción de las Actividades de Ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora.

Las actividades de ingeniería son las acciones que se deben ejecutar para que la implementación de la alternativa de remediación antes, durante y después de su aplicación, se desarrolle y cumpla con su objetivo de remediación, evitando intervenciones y, por lo tanto, riesgos operacionales. Por ende, se sugieren las siguientes actividades de ingeniería:

5.6.4.1. Suelo

A continuación, se relacionan las actividades de ingeniería para el manejo del suelo:

5.6.4.1.1. Implementación Operacional:

La seguridad y eficacia de las operaciones en la ejecución de la técnica de remediación son factores muy importantes para evitar algún tipo de contaminación cruzada durante el desarrollo de las operaciones. Por lo que, resulta necesario la instalación de dos (2) campamentos, en ellos se deberán implementar cuatro (4) zonas, dos de ellas en el campamento obra (acopio, tratamiento) y las otras dos zonas en el campamento base (de transición y limpia). A continuación, se especifica que deberá tener cada zona con respecto a la técnica de remediación de *Solidificación ex situ*:

- **Acopio:** En esta zona se deben realizar actividades de almacenamiento y transporte de la cobertura vegetal recolectada en las acciones de limpieza, el suelo excavado (contaminado) y los equipos contaminados que requieren disposición final. Estos residuos deberán ser almacenados y segregados por tipo de contaminante según la Norma Técnica Peruana 900.058.2019. (Ver **numeral 5.8.4.1**).
- **Tratamiento:** En esta zona se deben instalar los equipamientos necesarios para la aplicación de la alternativa de remediación, se deben realizar las siguientes operaciones:
 - Instalación de la zona de acopio
 - Solidificación fisicoquímica *ex situ*: Instalación de los equipos requeridos para la aplicación de la técnica:
 - Camión mezclador
 - Trituradora de suelo
 - Criba Vibratoria
 - Fajas Transportadoras (bandas de transporte)
 - Apisonadoras estáticas
 - Caseta de almacenamiento de insumos (productos químicos).

5.6.4.1.2. Construcción del Campamento Base

En este campamento se desarrollarán actividades domésticas, servirá de alojamiento del personal y estará ubicado el comedor (alimentación). Se sugiere instalar en una zona equidistante en la que se pueda acceder y llegar a todos los sitios impactados ubicados en la cuenca Pastaza. Además, en este campamento se deberán instalar las zonas que se ilustran en la **Figura 5-18**:

- **De transición:** En esta área se debe realizar la descontaminación del personal y equipos. Además, se deberá instalar un área de mantenimiento industrial.
- **Limpia:** En esta área se deben realizar las labores administrativas, de atención médica de emergencia y, además, se deberá instalar un laboratorio para el desarrollo de ensayos pilotos y la conservación y almacenamiento de muestras y de los equipos de laboratorio.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

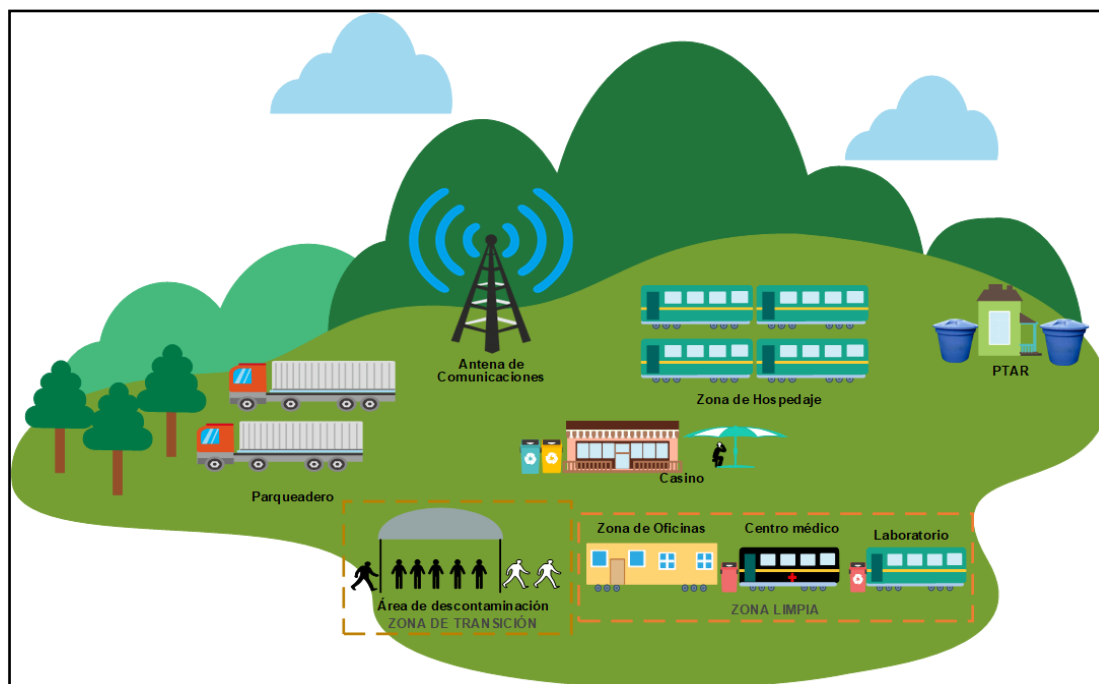


Figura 5-18. Diagrama del Campamento Base

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La construcción del campamento base como la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) se recomienda ubicar a 0,29 km del Sitio S0105 (Botadero CS-32) por la cercanía que tiene con el río Pastaza y por ser un punto equidistante a los demás sitios impactados pertenecientes a la cuenca de este río. (Ver **Figura 5-19**).

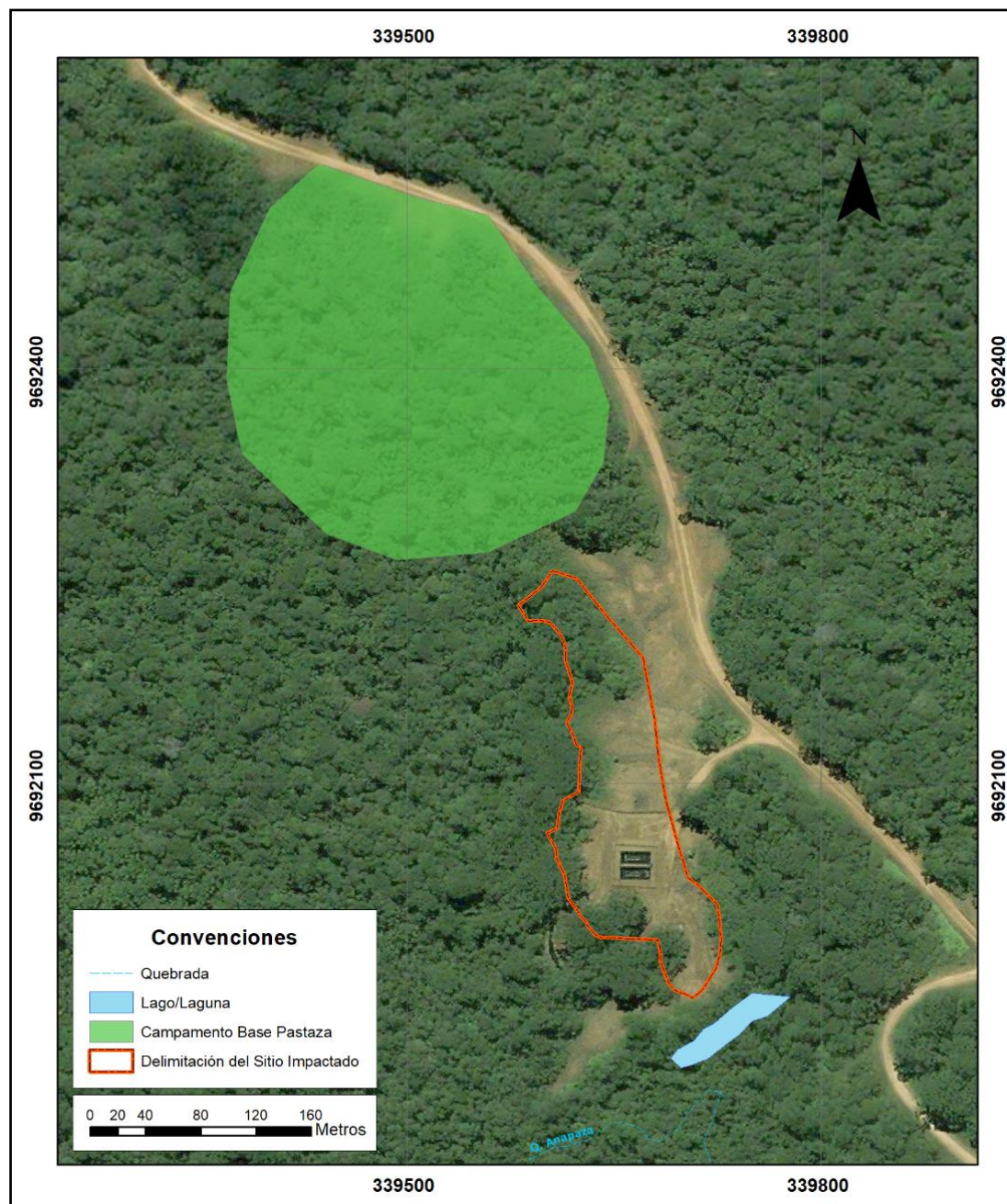


Figura 5-19. Ubicación Propuesta del Campamento Base
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cada área deberá ser diseñada teniendo en cuenta un espacio adecuado para la maniobra de los equipos y para permitir la correctiva evacuación en caso de una emergencia. Es necesaria una cuidadosa evaluación para determinar la distancia mínima de seguridad entre las distintas áreas de operación.

5.6.4.1.3. Adecuación y Utilización de Desembarcaderos:

Para que se lleve a cabo el transporte de la maquinaria, sin que se presenten retrasos en los tiempos estipulados para el proyecto de remediación, resulta necesario la adecuación y mantenimiento de los embarcaderos empleados por la empresa operadora del Lote 192. (Ver **Figura 5-20**).

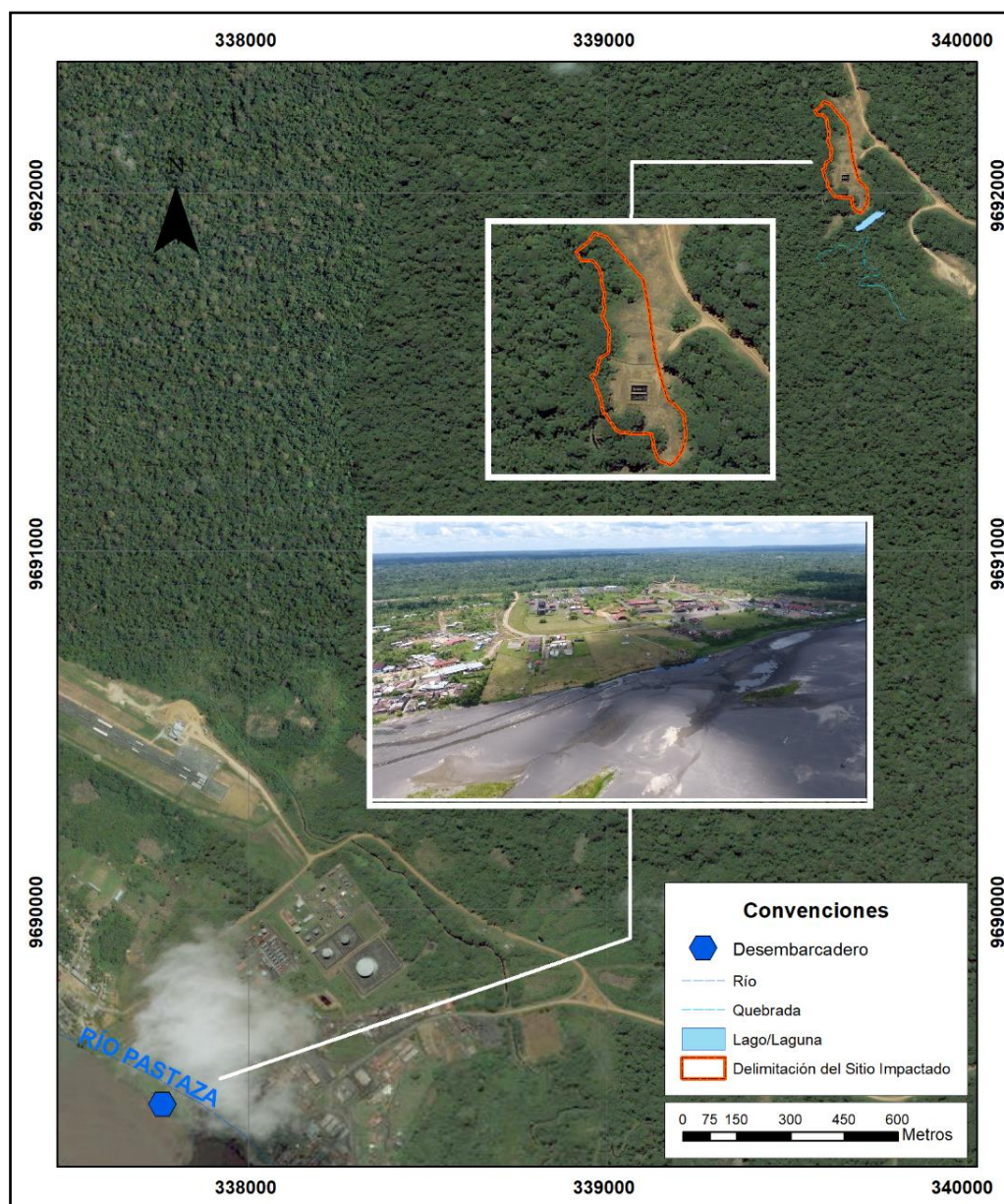


Figura 5-20. Ubicación del Desembarcadero

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.5. Descripción de los Residuos y/o Emisiones

Los residuos generados en la aplicación de la técnica de remediación *solidificación* son aquellos que después de su aplicación resultan contaminados por el tratamiento que se le realiza al suelo impactado, en donde los principales desechos producidos corresponden a los recipientes de los insumos utilizados en la aplicación de la técnica. Además de los residuos orgánicos aprovechables y generales no aprovechables generados por la mano de obra utilizada en esta técnica.

La técnica de remediación *solidificación* genera residuos peligrosos, los desechos generados como tapabocas, guantes, cofia y la geomembrana que resulte contaminada, son considerados como residuos peligrosos no aprovechables, los cuales se deben disponer en un recipiente de color rojo y transportar a un gestor que realice su disposición final. Así como los desechos que resultan del uso del laboratorio y de elementos de protección personal.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Las emisiones son la liberación de gases de combustión, CO₂ y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera, y la generación de material particulado en consecuencia a las actividades de tipo industrial.

En la aplicación de la técnica de remediación *solidificación ex situ – on site-* la extracción y transporte del suelo puede ocasionar la generación de material particulado. Así mismo, durante la excavación del suelo se puede volatilizar fracciones de hidrocarburos (C6 – C10), por lo tanto, se debe realizar un control del aire para determinar los niveles contaminantes peligrosos utilizando instrumentos portátiles de medida directa (detectores de gases, medidores de oxígeno, medidores de radiación solar, etc.) y, los operarios deben contar con elementos de protección personal (mascarillas auto filtrantes, tapón auditivo y gafas industriales) durante las actividades de excavación y transporte del suelo.

5.7. Plan de Manejo Ambiental

5.7.1. Introducción

Las medidas de manejo ambiental desarrolladas para el Plan de Rehabilitación del Sitio S0105 (Botadero CS-32), se contemplan dentro de los lineamientos establecidos en la R.M. N° 118-2017-MEM, emitido por la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos. El establecimiento de las medidas de manejo ambiental en primera instancia y como herramienta principal, está enfocada a prevenir y mitigar la ocurrencia de impactos ambientales y sociales por el desarrollo o implementación de las actividades de remediación por la técnica de Solidificación.

El Plan de Manejo Ambiental es la herramienta básica para desarrollar las actividades de remediación de forma adecuada controlando los impactos negativos que se puedan manifestar en los diferentes elementos del medio (medio físico, medio biótico y medio socioeconómico). Para este caso, algunos impactos identificados son: contaminación del suelo, afectación a la fauna y a la flora, afectación a especies hidrobiológicas y peces, generación de material particulado y/o emisiones de gases y afectación a los comuneros cercanos a los sitios impactados.

5.7.2. Objetivos

5.7.2.1. Objetivo General

Establecer las medidas de manejo para prevenir la ocurrencia de impactos negativos generados por las diferentes actividades en la ejecución del Plan de Rehabilitación en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

5.7.2.2. Objetivos Específicos

- Evitar y/o mitigar la ocurrencia de impactos negativos más significativos en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).
- Establecer las consideraciones ambientales para la realización de las diversas actividades y trabajos que se desarrollarán en las diferentes etapas para la ejecución de las alternativas de rehabilitación.
- Conservar y manejar adecuadamente los recursos naturales.

5.7.3. Alcance

El Plan de Manejo Ambiental se deberá aplicar en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), donde se realizarán las actividades que generan impactos al ambiente, durante las diferentes etapas del Plan de Rehabilitación. Las medidas de manejo deberán ser implementadas y ejecutadas por aquella empresa seleccionada para ejecutar las acciones de remediación.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

El Plan de Manejo Ambiental se encuentra compuesto por diferentes planes, los cuales contienen las medidas específicas que contrarrestan los impactos negativos durante las actividades de remediación. Plan de Habilidadación de Campamentos; Plan de Transporte Terrestre, Aéreo y Fluvial; Plan de Control de Ruido y Emisiones; Plan de Aguas Residuales Domésticas; Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas, Plan de Desbosque y Revegetación y, por último, Medidas de Abandono.

5.7.4. Plan de Habilidadación de Campamentos

Durante la ejecución de las actividades de rehabilitación será necesario habilitar un campamento (ubicado en las coordenadas Este 339940 m y Norte 9692066 m, para el desarrollo de las actividades asociadas a la implementación de la alternativa de remediación. El campamento deberá contar con las facilidades para el alojamiento del personal según la capacidad y función.

5.7.4.1. Objetivos

- Establecer las medidas preventivas necesarias para mitigar los impactos negativos generados por la implementación del campamento.
- Cumplir con los requerimientos ambientales durante la habilitación del campamento, de manera que no se comprometa la salud, seguridad de los trabajadores y pobladores locales, se proteja el medio ambiente y las relaciones con los vecinos.

5.7.4.2. Alcance

Este plan deberá ser aplicable en la habilitación del campamento que será utilizado durante las actividades de remediación en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

5.7.4.3. Desarrollo del Plan de Habilidadación de Campamentos

Para la instalación del campamento, deberá tenerse en cuenta los siguientes lineamientos:

- En primera instancia, se deberán gestionar y obtener todos los permisos y autorizaciones necesarias ante los diferentes organismos gubernamentales (Permiso de desbosque, uso de agua, vertimiento de agua, entre otros servicios), poblaciones aledañas y propietarios.
- El campamento se instalará en zonas donde no exista peligro de deslizamientos y/o desprendimientos, fallas geológicas activas, desbordes de ríos o de otra naturaleza, que supongan algún riesgo para el personal, insumos e infraestructura del Plan de Rehabilitación.
- La habilitación del campamento deberá ser adaptado a los niveles topográficos disponibles del terreno natural y solo se removerá el suelo donde se coloque la infraestructura, evitando excesivos movimientos de tierra.
- Cuando sea necesario remover capa superficial del suelo durante la construcción u operación del campamento, éste deberá ser retirado y almacenado en pilas para ser luego reutilizado en las actividades de reconformación y revegetación.
- La capa superficial del suelo almacenado deberá ubicarse según lo establecido en el Plan de Desbosque y Revegetación.
- El campamento deberá tener un área de terreno restringido al tamaño mínimo requerido, de preferencia en zonas despejadas, libres de caídas de árboles o troncos que puedan causar accidentes al personal, y alejadas de cualquier condición que favorezca el desarrollo de vectores.
- El campamento deberá contar con una adecuada ubicación de sus instalaciones las cuales estarán adecuadamente señalizadas.
- Se deberá prohibir la introducción de plantas o animales extraños a los ecosistemas que rodean las instalaciones del campamento. Se prohíbe a todo el personal intentar la captura de especies de fauna y recolección de vegetación, así como mantener mascotas (silvestres y domésticas) dentro de los mismos.
- Los residuos generados en el campamento deberán ser manejados de acuerdo al Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Se deberá evitar la escorrentía de superficie en las áreas de mantenimiento o cerca de las fuentes potenciales de contaminación.
- El agua de lluvia deberá ser manejada según el Plan de Manejo de Aguas Residuales Domésticas con el fin reducir al mínimo los impactos fuera del lugar, como la erosión, inundación e impactos de sedimentación en fuentes de agua.
- El lavado de maquinaria, reabastecimiento de combustible y cambio de aceite se deberán realizar en patios de máquinas impermeabilizados específicamente para este fin.
- Los combustibles y lubricantes se deberán disponer en envases adecuados y rotulados dentro de áreas diseñadas apropiadamente, contar con Pits de contención para almacenamientos de químicos, en cumplimiento con el Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas.
- Se deberá contar con personal de seguridad con el fin de proteger a los trabajadores, prevenir robos, restringir el acceso de personas no autorizadas a las áreas del campamento y asegurar que los trabajadores cumplan con las restricciones implantadas en lo referente al contacto con los pobladores de la zona.
- Al abandonar el campamento, se deberán realizar labores de restauración que faciliten la disgregación y aireación del suelo, especialmente en aquellas áreas que hayan sufrido una mayor compactación, y se aplicarán las especificaciones establecidas en el Plan de Desbosque y Revegetación y las Medidas de Abandono.
- El campamento deberá contar con condiciones higiénicas adecuadas que protejan los alimentos y el agua de posibles contaminaciones, responsabilidad que estará a cargo de personal calificado, el cual deberá examinar estas condiciones periódicamente.
- Periódicamente se deberán realizar las actividades de saneamiento ambiental, a través de programas de fumigación y desratización.
- Se deberá realizar el control periódico de insectos por medio de insecticidas en las áreas externas e internas del campamento. El tipo de insecticida deberá ser aprobado por su acción y prolongado poder residual, teniendo en cuenta los riesgos a la salud humana, medio ambiente y especificaciones del producto (MSDS – Material Safety Data Sheets – Hojas técnicas u Hojas de Seguridad del Material).

El saneamiento del campamento tiene el objetivo de prevenir y controlar la proliferación de mosquitos que transmiten enfermedades (malaria, leishmaniasis, dengue) y plagas domésticas o menores, (cucarachas, moscas) que signifiquen riesgo sanitario e insectos ponzoñosos (avispa, hormigas, abejas) y pongan en riesgo la salud de los trabajadores.

- El campamento deberá contar con un Plan de Emergencia Médica (MEDEVAC). El tópico se establecerá en un área para uso exclusivo del servicio médico y deberá estar dotado de equipo de diagnóstico básico, instrumental de cirugía menor y existencias de medicinas que deberán ser reabastecidas oportunamente.
- El campamento deberá contar con sistemas de comunicación, con teléfonos de escritorio, teléfonos celulares y para el campamento y frentes de trabajo teléfonos satelitales.
- Asimismo, se deberá establecer un sistema de comunicación radial instalado en el campamento y vehículos.

5.7.4.3.1. Abastecimiento de Agua

- Para los servicios higiénicos, se deberá utilizar el agua captada del río Pastaza, donde se incluye el consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc.
- Antes de realizar cualquier tipo de captación de agua se deberá contar con las autorizaciones de la Autoridad Nacional del Agua y comunicar a los pobladores aledaños.
- Se deberá asegurar que el caudal de agua a captar no altere el caudal ecológico del cuerpo de agua, por ello al momento de identificar el curso de agua próximo deberá registrarse información del caudal, y será usado siempre y cuando supere ampliamente el caudal requerido del campamento.
- Las bombas de captación deberán estar ubicadas en casetas, dentro de un sistema de contención impermeabilizado con una capacidad del 110% del volumen del tanque de

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

combustible del motor, para prevenir que, en un eventual derrame, el fluido hidráulico o combustible afecte el suelo aledaño y pueda alcanzar el cuerpo hídrico.

5.7.4.3.2. Abastecimiento de Energía

- El abastecimiento de energía será a través de generadores eléctricos, se contará con dos (2) generadores, uno permanecerá en Standby.
- Todos los equipos deberán ser sometidos a mantenimiento continuo y el área donde se encuentren deberá contar con todas las medidas de seguridad requeridas.
- Los generadores eléctricos deberán estar ubicados lejos de las áreas de dormitorios y de las áreas de recreación, así como evitar generar problemas de ruido a la población.
- Los generadores deberán contar con silenciadores, así como deberán estar aislados acústicamente.
- Los generadores deberán tener un mantenimiento periódico para garantizar su adecuado funcionamiento.
- Las áreas donde se ubiquen los generadores deberán ser impermeabilizadas, con sistemas de contención del 110% de la capacidad del volumen de combustible del equipo, cercadas perimetralmente y techadas, así mismo deberán contar con la señalización correspondiente.
- Se deberá instalar kits de limpieza en caso de derramen en las áreas donde se ubiquen los generadores, las cuales contarán con paños absorbentes, material absorbente (tipo aserrín o tierra de bentonita, entre otros), palas y contenedores herméticos. Los residuos producto de la limpieza del área se deberán tratar como residuos peligrosos siguiendo los lineamientos establecidos en el Plan de Manejo de Residuos.

5.7.4.3.3. Abastecimiento de Combustible y Lubricantes

- En el campamento y en las zonas de tratamiento donde se realizará la técnica de Solidificación para el funcionamiento de la maquinaria, se deberá habilitar un área de almacenamiento de combustible, la cual deberá estar ubicada en un lugar que no comprometa al campamento ni a los cuerpos de agua cercanos, según las recomendaciones y lineamientos establecidos en el Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas.
- El combustible para los generadores, maquinaria, vehículos y otros equipos, deberá estar debidamente almacenado en áreas acondicionadas.
- El combustible deberá ser almacenado en tanques sobre superficie con un sistema de contención secundario impermeabilizado y con una capacidad de 110% del tanque más grande, de acuerdo con el Reglamento de Protección Ambiental para Actividades de Hidrocarburos (D.S. No. 039-2014-EM) y Reglamento de seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos (D.S. No. 052-1993-EM), etc.
- Las instalaciones de almacenamiento deberán contar con un dique de contención con un diseño que minimice la ola de combustible en el caso de ocurrir un derrame. Las áreas de almacenamiento deberán contar con extintores y puesta a tierra de acuerdo a los riesgos existentes y a las características del almacenamiento. Asimismo, se deberá contar con el equipamiento necesario frente la ocurrencia de una contingencia (derrame).
- Se deberá prohibir el almacenamiento de combustible en fosas para desechos al aire libre.
- El inventario del combustible recibido y despachado para la ejecución de las actividades de la alternativa de remediación, deberá realizarse en cada ubicación de almacenamiento de combustible. Los dispositivos de control deberán estar en buen estado, calibrado y sellados para evitar eventuales manipulaciones.
- Se sugiere que los tanques de almacenamiento tengan contómetros para realizar la lectura adecuada del volumen de combustible y/o lubricantes.
- Se deberán llenar los formularios apropiados que permitan hacer el inventario. El resultado del inventario deberá ser comparado con los registros acumulados mensualmente de los contómetros de los tanques para llevar un adecuado control de los volúmenes suministrados con el fin de determinar si hay pérdidas.
- Todos los tanques o recipientes de combustibles deberán estar rotulados con su respectivo contenido. Asimismo, en las áreas de almacenamiento de combustible, se deberán instalar

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

señales que prohíban fumar a una distancia menor de 50 m alrededor del lugar donde se hallan dichos recipientes.

- Todas las áreas de almacenamiento de combustible deberán contener las señales la siguiente información:
 - Peligro, combustible inflamable;
 - No hacer fuego abierto dentro de 50 m;
 - No se permiten vehículos o personal no autorizado;
 - Apague el motor del vehículo, el radio y cualquier otro equipo electrónico;
 - Coloque una cuña debajo de las llantas del vehículo para inmovilizarlo durante la carga y descarga, (para actividades de abastecimiento y suministro de combustible en general);
 - No fumar.

5.7.5. Plan de Transporte Terrestre, Aéreo y Fluvial

El Plan de Rehabilitación requiere el transporte de diversa maquinaria y equipo pesado, tuberías, materiales e insumos. El transporte terrestre se realizará por la vía de acceso desde el campamento base ubicado cerca a las comunidades nativas de Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir hasta el Sitio S0105 (Botadero CS-32). En cuanto al transporte aéreo se realizará desde Lima, Iquitos o San Lorenzo hacia el aeropuerto de Andoas.

5.7.5.1. Objetivos

Establecer las medidas preventivas y de respuesta a ocurrencias y/o emergencias en las operaciones de transporte que puedan afectar las actividades de remediación, la seguridad de las obras, la integridad o salud del personal que laborará durante la ejecución de la alternativa de remediación y de terceras personas, y, por último, a la calidad ambiental del entorno al Sitio S0105 (Botadero CS-32).

5.7.5.2. Alcance

Las acciones establecidas en el presente plan son aplicables a todas las actividades de transporte y deberán ser implementadas por la empresa encargada de la ejecución de las alternativas de remediación y deberán ser cumplidas por el personal que ingrese al Sitio S0105 (Botadero CS-32).

5.7.5.3. Desarrollo del Plan

El plan de transporte cubre todas las acciones de carga en todas las etapas de las actividades de remediación, desde su inicio hasta su fin (desmantelamiento).

5.7.5.3.1. Transporte Terrestre

Todos los conductores deberán contar con la licencia de conducir vigente, de acuerdo a la categoría del vehículo que conducirán (según lo indica la Reglamentación del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú).

Los operadores deben contar con la experiencia y certificaciones requeridas para el manejo de la maquinaria y/o equipo pesado que corresponda.

En la **Tabla 5-31**, se pueden observar las acciones a implementar tanto para las personas involucradas con el transporte, como para los vehículos. Todas las unidades de transporte liviano y pesado deben contar con un kit antiderrames

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Tabla 5-31. Acciones a Implementar: Personal y Vehículos

Personal	Vehículos
Inducción	Inspección técnica según normatividad del MTC
Curso de manejo vial	Póliza de seguros vigentes
Entrenamiento para el manejo de vehículos 4x4	Programas de inspección periódica y seguimiento
Norma de manejo vehicular	Inspección y certificación de equipos
Uso de cinturones de seguridad obligatorio	Láminas de seguridad para las ventanas del vehículo
Licencias internas	Reinducción luego de desviaciones
Análisis y socialización de accidentes e incidentes	Tarjeta de propiedad vigente
Re inducción luego de desviaciones	Inspección técnica según normatividad del MTC

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Las luces bajas del vehículo deberán estar prendidas durante todo el trayecto del viaje.
- El uso de cinturones de seguridad deberá ser obligatorio para todos los pasajeros.
- La velocidad está determinada por los límites de velocidad fijados a lo largo de las rutas, de acuerdo a las condiciones de la superficie de esta y de acuerdo al clima, o a la proximidad de pueblos o comunidades nativas. Los conductores deberán conducir a una velocidad que les permita mantener la unidad/vehículo bajo control total todo el tiempo.
- Los vehículos a emplearse en las actividades de remediación, deben ser adecuados para el tipo de terreno (trochas) de la zona de trabajo.
- La velocidad en las vías del área no deberá exceder de 30 Km por hora. Se deberá reducir la velocidad al mínimo cuando se pasen cerca a poblaciones a fin de minimizar la generación de polvo o evitar accidentes.
- Se deberá dar aviso previo a la comunidad nativa sobre el paso de vehículos en una zona determinada.
- Se deberá prohibir el traslado de personas ajenas a las actividades de remediación en los vehículos, a menos que se traten de emergencias y estén autorizadas por el responsable del área.
- Los vehículos deberán inspeccionarse previamente al inicio de la jornada de trabajo, estas inspecciones serán documentadas. Cualquier deficiencia encontrada durante la inspección deberá reportarse de inmediato.
- Todos los vehículos deberán tener un programa de mantenimiento para asegurar que las emisiones de combustión serán minimizadas.
- Las rutas a emplearse deberán ser inspeccionadas de manera previa, a fin de asegurar que se encuentren en condiciones seguras para su uso. De ser necesarios se deberán realizar trabajos previos de acondicionamiento y señalización, de manera coordinada con la comunidad nativa y líderes de la comunidad o autoridades correspondientes.
- Como mínimo, el vehículo debe contar con el siguiente equipo de seguridad: extintor (tipo ABC) asegurado/montado dentro de la cabina, botiquín de primeros auxilios, llanta de repuesto y gato, cables de batería, linterna, medidor de presión, un medio de advertencia como luces de bengala o triángulos iluminados, conos de tráfico o postes delineadores (mínimo dos) y chalecos reflectivos de seguridad.
- Se deberá brindar capacitación a los conductores sobre el Código de Conducta aplicable y charlas sobre aspectos de seguridad y manejo defensivo, límites de velocidad, respeto a las señales reglamentarias, etc.

5.7.5.3.2. Transporte De Residuos Terrestre

Durante la ejecución de las actividades de remediación, se realizará transporte de residuos peligrosos desde el centro de acopio temporal de los residuos hasta el embarcadero de Petroperú. Para este proceso se debe dar cumplimiento a los requerimientos del D.S. 57 del 2004 y al D.S. 21 del 2008, en los cuales se debe:

- Contar con el permiso de operación especial para transporte de materiales y/o residuos peligrosos por carretera.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Contar con licencias de conducción de categoría especial para los conductores de las unidades de transporte de sustancias químicas y/o residuos peligrosos, de acuerdo al Capítulo III, del D.S. 21 del 2008.
- Se debe separar y apartar o aislar residuos peligrosos, de acuerdo libro naranja reglamento de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas.
- Se debe contar con tarjeta de emergencias donde se defina; la identificación de los productos químico, identificación de peligros, controles de exposición y protección personal, medidas de primeros auxilios, medidas para extinción de incendios y medidas en caso de vertido accidental.
- Debe contar con programas de mantenimiento preventivo de los equipos y vehículos que se empleen.
- Los contenedores que se usen en el transporte de materiales y residuos peligrosos deberán cumplir con lo señalado en el libro naranja reglamento de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas.
- Contar con equipo de protección personal y equipo de protección personal especializado en recolección y limpieza de derrames.
- Se debe informar y capacitar al personal operativo de transporte sobre los tipos y riesgos de los residuos que se manejan y las medidas de emergencia frente a un accidente, de acuerdo al capítulo VI del D.S. 21 del 2008.
- Supervisar el movimiento de los residuos, de forma que no queden restos de vertido de residuos y verificar que el embalaje que contiene los residuos peligrosos concuerde con el tipo y característica y volumen indicado en la hoja de seguridad.

Los vehículos que se van a emplear para el transporte de los residuos peligrosos, deben cumplir con los requerimientos:

- Los vehículos destinados al transporte de sustancias químicas y/o residuos peligrosos, debe contar con habilitación de cada uno de los vehículos y/o unidades de carga, de acuerdo al artículo 41 del capítulo I, del D.S. del 2008, proceso que se realiza de manera conjunta con el permiso especial para operación de servicios de transporte de Materiales y/o Residuos Peligrosos, con la entidad de MINAM.
- Debe contar con una póliza de seguro que cubra los riesgos derivados del transporte de residuos peligrosos, desde la recepción de la carga hasta su entrega a la empresa gestora, que cubra los gastos que puede ser ocasionado por los daños personales, materiales y ambientales derivados de los efectos de un accidente generado por la carga.
- Debe contar con un plan de contingencia de transporte de materiales y residuos peligrosos, el cual debe ser aprobado por el MINAM. De acuerdo artículo 22 del capítulo V del D.S. 21 DEL 2008.
- Contar con un sistema especial y exclusivo para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos utilizando contenedores y unidades de transporte según estándares.
- Los vehículos solo podrán usarse para dicho fin, salvo que sean utilizados para el transporte de sustancias peligrosas de similares características.
- Deben contar con cubrimiento, para que el movimiento y las acciones a que se someta el vehículo no sea causa de vertido.
- Se sugiere que los vehículos sean de color blanco, que permita ser visualizado a distancia y de noche.
- Identificación en color rojo del tipo de residuo que transporta en ambos compartimientos de carga del vehículo, el cual pueda ser visualizada a 50 metros de distancia.
- Número de registro emitido por el MINAM en ambos lados del vehículo, en un tamaño de 40 por 15 centímetros.

5.7.5.3.3. Transporte Aéreo

El transporte aéreo deberá ser de personal y posiblemente carga mínima en las rutas Lima-Iquitos-Nuevo Andoas, donde se encuentra una base aérea.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Toda aeronave al contratarse para las actividades de remediación deberá ser auditada antes del inicio de actividades, ya sea para el transporte de pasajeros y/o carga. La auditoría debe ser llevada a cabo por personal calificado y especializado en consultoría aeronáutica.

Toda aeronave deberá seguir las rutas de vuelo establecidas. Asimismo, se debe contar con un manual de operaciones que incluya como mínimo:

- Responsabilidades de los miembros de la tripulación.
 - Entrenamiento y calificación de los miembros de la tripulación.
 - Responsabilidades en el pre-vuelo.
 - Limitaciones meteorológicas.
 - Comunicaciones.
 - Procedimientos de aproximación y partida.
 - Procedimientos de emergencia.
- Durante la realización de sobrevuelos se deberá considerar lo siguiente:
- Los sobrevuelos se deben realizar exclusivamente en condiciones meteorológicas visuales óptimas.
 - No se debe volar a altitudes de seguridad menores a las establecidas por la autoridad aeronáutica local, a menos que dispongan de autorización especial emitida por dicha institución.
 - Deberá prohibirse el transporte de personas que no estén involucradas directamente con las actividades de remediación.
- **Transporte de Pasajeros**
 - Deberá prohibirse fumar a bordo de las aeronaves, así como utilizar teléfonos satelitales o celulares.
 - El ámbito de espera de pasajeros no debe estar nunca en la línea de aproximación o alejamiento de las aeronaves. Los pasajeros seguirán estrictamente las indicaciones de la tripulación y/o Supervisor.
 - No se deberá transportar en la cabina de pasajeros aquellos objetos que puedan ser peligrosos por su naturaleza, por más que sean considerados como “personales”.
 - Los pasajeros deberán ser provistos de protectores auditivos e instruidos acerca de su uso apropiado, deberán ser transportados sentados en sus respectivos asientos, con el cinturón de seguridad ajustado y la puerta de acceso de la aeronave cerrada.
 - Todos los pasajeros deben ser informados acerca de los procedimientos de emergencias y de cualquier otra norma de seguridad antes de cada vuelo. La información de seguridad para los pasajeros deberá incluir, pero no estará limitada a: descripción general de la aeronave, procedimientos para acceso y abandono de la aeronave.
 - No se deberá permitir el abordaje de personas que, evidentemente, se encuentren bajo los efectos de drogas o alcohol.
 - Una vez en la aeronave, los pasajeros deberán permanecer sentados y sin cinturón de seguridad, el que será colocado y ajustado una vez que se hayan cerrado las puertas de acceso de la aeronave, previamente a la puesta en marcha. Deberá ser obligatorio el uso del cinturón de seguridad toda vez que esté encendida la señal que así lo indica. En vuelo, está prohibido quitarse el cinturón de seguridad, por más que se haya apagado el cartel indicador.
 - Durante el vuelo, el uso de GPS por parte de un pasajero está condicionado a la autorización del comandante de la aeronave.
 - **Transporte de Carga**
 - Ninguna persona ajena a la tripulación deberá accionar elementos o equipos de las aeronaves (puertas, escaleras, ventanas, portalones de carga, etc.).
 - Los operarios no deben usar casco protector.
 - No se deberá permitir ninguna carga a la máquina sin ser previamente pesada e inspeccionada.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- La carga interna debe permanecer protegida por una red durante todo el vuelo. No se deberá transportar ninguna persona, a excepción de tripulantes auxiliares, con carga interna.
- Deberá prohibirse el transporte de personas cuando se realice el transporte de carga externa.
- El personal de superficie para apoyo de enganche y desenganche deberá permanecer lateral a la línea de vuelo de la máquina mientras se aproxima a despegar o descargar con carga.
- Se debe informar a la tripulación el tipo de carga que se enganchará y su peso.
- Ninguna persona debe realizar tareas de apoyo a la carga sin haber recibido un curso teórico-práctico de cómo desempeñar dicha tarea.
- Antes de enganchar, el cargo master deberá ser el responsable de controlar el estado de la chingura y de verificar que la carga sea enganchada correctamente.

5.7.5.3.4. Transporte Fluvial

Durante la ejecución de las actividades remediación, el acceso ubicado cerca de la ribera del río de Pastaza, desde la ciudad de Yurimaguas, que se encuentra en el río Huallaga, hasta la comunidad nativa de Nuevo Andoas será vía Fluvial.

Para el transporte de carga (materiales y combustible), se deberán utilizar (barcazas y/o pongueros) de diferente calado. Las barcazas deberán contar con almacenamientos apropiadas para el transporte de combustible. Todos los medios de transporte fluvial que se utilicen durante las actividades de remediación se ajustarán a los requerimientos de las normas y políticas de seguridad.

- Procedimientos y guías generales de seguridad en el transporte:
 - Requisitos de inspecciones e identificación de botes o naves.
 - Guías para el uso de deslizadores y canoas.
 - Reglas de aprovisionamiento de combustible.
 - Límites de velocidad.
- Durante el transporte de carga pesada, el capitán de la embarcación será el responsable de las medidas de seguridad. En caso de embarcaciones menores (deslizadores, botes) el responsable será el motorista de la embarcación.
- Toda embarcación que transporte materiales o personal de la empresa, sus contratistas o subcontratistas, debe estar previamente autorizada.
- Las embarcaciones utilizadas en las actividades de remediación deberán mantener en buen estado de funcionamiento y se llevarán registros de mantenimiento, a fin de mantener las emisiones gaseosas y los niveles de ruido permitidos.
- Se debe mantener un inventario de todas las embarcaciones utilizadas para las actividades de remediación, el cual deberá incluir como mínimo, los siguientes datos:
 - Tipo, tamaño y capacidad de las embarcaciones.
 - Características de flotabilidad. o Límites de carga de equipo.
 - Capacidad máxima de pasajeros.
 - Equipo de seguridad.
 - Número y ubicación de flotadores.
 - Número y ubicación de extintores.
- Antes del zarpe de las embarcaciones, se realizará una auditoría interna, verificando la correcta implementación del bote en cuanto al equipo médico y de seguridad (extintores, salvavidas con cables de nylon, botiquines, equipos de contención de derrames de combustibles, chalecos salvavidas), debe contar con radiobaliza.
- Todo el personal en la embarcación usará chalecos salvavidas durante el trayecto. Se deberá asegurar que estos equipos se encuentren en perfectas condiciones.
- Los pasajeros de las embarcaciones deberán desamarrarse los zapatos o quitarse las botas durante la navegación.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Es responsabilidad de los capitanes y patrones de las embarcaciones reportar su posición diariamente y de acuerdo a los horarios previamente establecidos.
- Queda prohibida la navegación en horas de la noche.
- Ante ocurrencia de incidentes, derrames o accidentes con las embarcaciones, la tripulación deberá comunicarse inmediatamente con el campamento base a través de la radio de la embarcación.
- Todos los incidentes deberán ser registrados y reportados a través de la presentación de un informe escrito.
- **Aspectos Sociales**
 - La tripulación de todas las embarcaciones que estén realizando las actividades de remediación deberán mostrar un trato cordial y respetuoso hacia las poblaciones locales, comunidades nativas y navegantes. Se respetarán sus derechos, costumbres y actividades cotidianas.
 - Se deberá reducir la velocidad de las embarcaciones en caso de encontrarse a una distancia mínima de 200 m de los puertos, centros poblados o de las comunidades nativas al borde del río Pastaza. La velocidad relativa máxima de las embarcaciones dependerá de las condiciones de navegación del río.
 - Se deberá prohibir el transporte población local en las embarcaciones, salvo casos de emergencias médicas o catástrofes.
 - Se deberá prohibir la compra, venta y consumo de alcohol dentro de las embarcaciones.
 - Se recomienda tener cuidado para evitar hundimientos o colisiones con otras embarcaciones, especialmente rápidos o peque que tengan un francobordo mínimo.
 - Las embarcaciones menores (botes y deslizadores) deberán viajar de día, quedando prohibido pernoctar en caseríos y poblados. Las embarcaciones mayores (barcazas, chatas y remolcadores) sólo podrán pernoctar en aquellas áreas previamente autorizadas, salvo en casos de emergencia.
 - Las embarcaciones deben usar la sirena (corneta o bocina) antes de cada curva durante la navegación.
- **Aspectos Ambientales**
 - Se deberá prohibir la caza, la pesca y la recolección de géneros vegetales y/o animales para todos los trabajadores relacionados con las actividades de remediación. Por ello, durante la navegación en los ríos y/o cualquier tipo de cuerpo de agua estará terminantemente prohibida la captura y el comercio de animales como lagartos, tortugas, peces, otras especies de la fauna acuática y/o sus huevos; así como, extraer especies de la flora local para uso propio y/o para comercialización.
 - Los residuos sólidos que produzcan las embarcaciones, sea orgánica o inorgánica, no podrá ser arrojada al río. Esta basura se guardará en las naves, se seleccionará y se depositará en el campamento para su segregación y posterior disposición final.
 - El cambio periódico de aceite de los motores de las embarcaciones, se realizará con mucha precaución, evitándose la contaminación de las aguas del río con dicho material.
 - Los equipos necesarios para la contención y manejo de posibles derrames y/o fugas deberán estar disponibles en el campamento y en cada embarcación tendrá un kit en caso se dé un derrame y/o fuga accidental.
 - No se deberá perturbar o aproximarse a animales observados en los márgenes de cualquier cuerpo de agua
- **Aspectos Operacionales**
 - Las embarcaciones utilizadas para el transporte de combustibles serán inspeccionadas por el supervisor HSE. Por ningún motivo, las embarcaciones que transportan combustibles deberán utilizar cables de acero para sus amarres (para evitar generar chispas al rozar con la cubierta).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- El combustible se deberá transportar en barcasas cisterna o en motochatas debidamente autorizadas. Estas embarcaciones cuentan con equipos de comunicación, cuarto de controles, mapas y equipos para su ubicación.
- Las embarcaciones que transporten combustible deberán estar provistas de material absorbente suficiente para contener 50 galones de combustible en caso de un derrame accidental.
- Al transportar carga de tipo peligroso como combustibles, la embarcación se deberá destinar exclusivamente a ese propósito y la tripulación se limitará al personal necesario según la capacidad de la embarcación. No se transportará pasajeros en estos viajes.
- Las embarcaciones mayores (motochatas, barcasas) deberán viajar con un deslizador auxiliar, siendo esta condición obligatoria para aquellas embarcaciones que transportan combustibles durante todo su recorrido.
- Las embarcaciones deberán contar con el respectivo seguro de acuerdo a ley y con los equipos respectivos para la navegación. El personal no abordará ninguna embarcación que no reúna estos requisitos.
- Las embarcaciones con motor a gasolina deberán estar siempre en óptimas condiciones de operación y de limpieza, para ello serán sometidas periódicamente a mantenimiento. Se deberá llevar un registro del mantenimiento.
- Las cubiertas y pantoques de las embarcaciones deben mantenerse libres de grasa, aceite y desperdicios.
- La recarga de combustibles se deberá realizar preferentemente fuera de los cursos de agua (puertos autorizados, muelle del campamento). Antes del zarpe de las embarcaciones, se deberá verificar el contenido de combustibles de la embarcación.
- Los residuos sólidos que produzcan durante el transporte fluvial se almacenarán temporalmente en las naves, estos serán entregados en el puerto o embarcadero para su segregación y posterior disposición final.

5.7.6. Plan de Control de Ruidos y Emisiones

Durante las diferentes etapas de las actividades de remediación, se generarán partículas de emisiones a la atmósfera y al mismo tiempo, se generarán ruidos, debido principalmente a las obras de adecuación del campamento, el transporte de algunos equipos de remediación, motores de los equipos, generadores y demás maquinaria que emiten emisiones a la atmósfera.

5.7.6.1. Objetivos

Establecer las medidas de manejo para atenuar y/o minimizar los ruidos y las emisiones a la atmósfera, que se generarán durante las diferentes etapas del Plan de Rehabilitación en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

5.7.6.2. Alcance

Las acciones establecidas en el presente Plan son aplicables a todas las actividades del Plan de Rehabilitación y, deberán ser implementadas y ejecutadas por aquella empresa seleccionada para ejecutar las acciones de remediación.

5.7.6.3. Desarrollo del Plan

En el presente plan se realizarán las medidas de manejo para las emisiones y ruido.

5.7.6.3.1. Control de Emisiones

• Manejo de Emisiones de Polvo

- Durante la construcción y el transporte, los caminos deberán ser rociados con agua antes del paso de vehículos en las áreas cercanas a las áreas pobladas. Corresponde realizar un acuerdo entre la empresa ejecutora y la operadora para riego y mantenimiento de vías.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Se deberá contar con los permisos y autorización correspondientes por parte de las autoridades competentes para el uso del agua que será utilizada para el regado de los caminos de accesos.
- Se deberán aplicar los límites máximos de velocidad en caminos no pavimentados que cruzan cerca de las comunidades nativas.

- **Manejo de Emisiones de Vehículos**

- Las emisiones de los vehículos usados deberán cumplir con la legislación nacional aplicable, que establezca los Límites para las emisiones de vehículos. Se sugiere que no se permita la operación de vehículos o maquinarias que no cumplan con las normas de emisión, y se deberá aceptar vehículos que hayan pasado las revisiones técnicas y tengan el certificado vigente.
- Cualquier vehículo con emisiones inaceptables deberá ser retirado de servicio y ser reparado según sea necesario; para volver al servicio deberá presentar el certificado de emisiones emitidas con las revisiones técnicas y/o se comprobare en campo con el equipo correspondiente.
- Se deberá realizar un mantenimiento preventivo a todas las unidades móviles, la empresa encargada de realizar las acciones de remediación presentará el cronograma de mantenimiento respectivo según indicaciones del fabricante de los vehículos que emplee.
- Durante la operación de los vehículos en los trabajos de rehabilitación, se debe minimizar el uso de bocinas.

- **Manejo de Emisiones de Equipos Estacionarios**

- Los equipos deberán ser operados de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Se deberá realizar un mantenimiento preventivo según cronograma y respetando las indicaciones del fabricante, a todos los equipos y maquinarias que lo requieran.

5.7.6.3.2. Manejo del ruido

- **Funcionamiento de Fuentes Fijas y Móviles**

- Deberá ser obligatorio el uso de silenciadores en los escapes de vehículos, maquinaria y equipo pesado.
- Se debe realizar mantenimiento a todos los sistemas de silenciadores cuando sea necesario, con el fin de asegurar un funcionamiento adecuado.
- Los grupos electrógenos y compresores deberán ubicarse lejos de las áreas de dormitorios y las áreas de recreación.
- El personal de mantenimiento de los equipos, maquinarias y vehículos velará por el correcto funcionamiento de los dispositivos para la reducción de ruido.
- Se deberá realizar un monitoreo de ruido de acuerdo a lo estipulado en el Plan de Control y Monitoreo en la ejecución de las medidas de remediación.

5.7.7. **Plan de Manejo de Aguas Residuales Domésticas**

En este documento se establecen los lineamientos generales para organizar el manejo y tratamiento de aguas residuales domésticas, durante las actividades de remediación en el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

El tratamiento que se deberá dar a las aguas residuales domésticas y aguas lluvia dependerá del tipo de campamento y del volumen que se genere en el campamento.

5.7.7.1. *Objetivos*

- Manejar adecuada y responsablemente las aguas residuales domésticas generadas en el campamento, de manera que se conserve el medio ambiente y no se comprometa la salud y seguridad de los pobladores locales y trabajadores.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Controlar el agua de lluvia (escorrentía), definiendo las medidas técnicas y de manejo ambiental para su adecuada disposición, con el fin de minimizar al máximo los impactos ambientales que puedan generar.
- Cumplir con todos los requisitos de protección ambiental locales y gubernamentales aplicables al tratamiento y el vertido de aguas domésticas.

5.7.7.2. Alcance

El alcance de este plan contempla al campamento base, durante las actividades de remediación del Sitio S0105 (Botadero CS-32). Las medidas de manejo deberán ser implementadas y ejecutadas por la empresa que ejecutara las acciones de remediación.

5.7.7.3. Desarrollo del Plan

Los efluentes domésticos se generarán en el campamento base y deberán ser tratados hasta cumplir con los estándares aplicables en la normatividad peruana y de acuerdo con las características del campamento que se habilitará y a la población que cada campamento albergue. Posteriormente a su tratamiento, los efluentes deberán ser descargados en el río Pastaza, previo monitoreo de control de calidad, para verificar el cumplimiento con Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales, D.S. N° 003-2010-MINAM.

En base a lo establecido en el Artículo 31 del Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reúso de Aguas Residuales Tratadas, (RJ N° 224-2013-ANA), se deberá tramitar la obtención de la Autorización de Vertimiento de Aguas Domésticas Tratadas ante la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

5.7.7.3.1. Clasificación de las Aguas Residuales Domésticas

Las aguas residuales domésticas se clasifican, según su origen, como aguas grises y aguas negras.

- Aguas Grises: Se definen como los efluentes provenientes de la lavandería, cocina, duchas y lavaderos los cuales pasan por una trampa de grasa antes de ser descargados al ambiente por infiltración natural o derivados a la planta de tratamiento biológico.
- Aguas Negras: Son aquellas provenientes de los servicios sanitarios.

5.7.7.3.2. Abastecimiento de Agua para los Servicios Higiénicos

Para los servicios higiénicos, se deberá utilizar el agua captada del río Pastaza, el requerimiento de agua estimado es de aproximadamente 250 litros/persona/día, e incluye el consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc. En general, se ha estimado un volumen de consumo diario de 9000 litros de agua (9.00 m³/día), para las labores del campamento.

5.7.7.3.3. Medidas Específicas para el Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales Domésticas

El agua residual deberá ser tratada para proteger la salud pública, la salud de los empleados y preservar el medio ambiente. Para este fin se deberán instalar sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, con el propósito de eliminar toda contaminación química y bacteriológica del agua que pueda ser nociva para los seres humanos, la flora y la fauna de manera que el agua sea dispuesta en el ambiente en forma segura. El proceso, además, deberá ser optimizado de manera que la planta no produzca olores ofensivos hacia el ambiente, mediante procesos biológico conocido como "Aireación Extendida" o "Digestión Aeróbica", de la siguiente manera:

• Tratamiento de Aguas Grises

Las aguas grises deberán ser recolectadas y llevadas directamente a una trampa de grasa. Esta trampa deberá realizar un tratamiento de los desagües provenientes del comedor y cocina, mediante la sedimentación y flotación, donde se retendrá y recuperará el aceite, el cual se colectará y se

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

almacenará en cilindros para su transporte y disposición final adecuada, según el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

Las características de las trampas de grasa se pueden observar en la **Figura 5-22**.

- Debe ser de material de fácil transporte y/o material que pueda ser removido fácilmente.
- Debe ser hermética, para no generar malos olores.
- Debe ser resistente a la acción de los químicos y bacterias que se puedan encontrar en este sistema.
- La operación y mantenimiento deben ser sencillos y rápidos de ejecutar.
- Debe ser de diseño y desempeño comprobado.
- No deberá presentar grietas ni fisuras en su estructura.
- Se deberá realizar la eliminación de la grasa cuando el volumen alcance un espesor equivalente al 50% de la altura del líquido en ella.
- La trampa de grasa estará ubicada en lugar de fácil acceso y en la proximidad de la cocina y comedor.

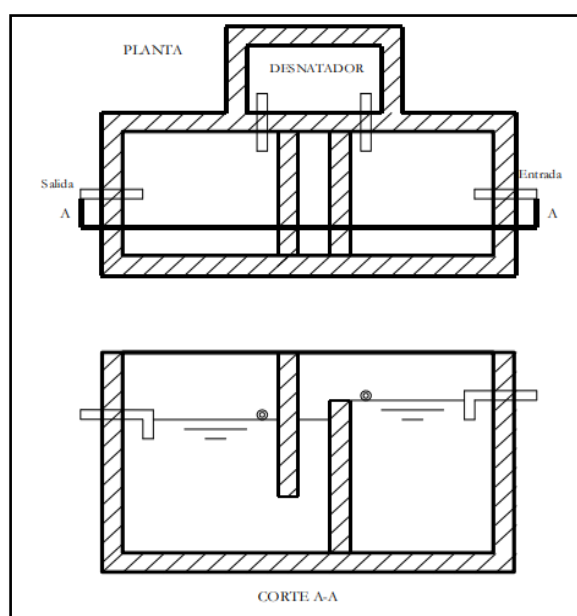


Figura 5-21 Esquema Típico de Trampa de Grasas
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

• Tratamiento de Aguas Negras

A continuación, se expone de forma esquemática el sistema de tratamiento agua residual doméstica (**Figura 5-22**).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

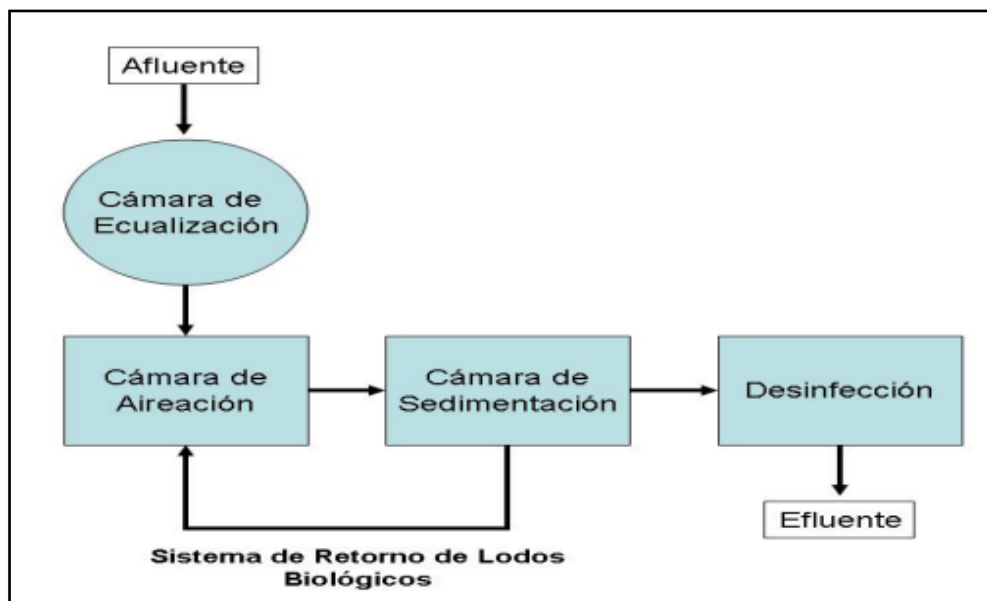


Figura 5-22. Esquema del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Cámara de Rejas

Permite eliminar los sólidos orgánicos gruesos, así como partículas inertes como arenas, arenillas y cualquier otro material intratable (no digeribles) como plásticos, latas, papeles etc.

- Cámara de Ecuilización

Deberá ser instalada como punto final de la línea de desagüe y de este punto se impulsará el efluente hacia la cámara de aireación. Esta cámara tiene como función homogenizar y triturar los sólidos contenidos en el efluente por medio de una bomba para aguas negras instalada en su interior.

- Cámara de aireación

En la cámara aeróbica, el efluente está en constante agitación mediante la inyección de aire (aireación extendida) en cantidades calculadas, permitiendo el crecimiento de una colonia de microorganismos aeróbicos (bacterias, algas, protozoos y otros microorganismos) que digieren la materia orgánica biodegradable presente en el efluente.

- Cámara de Decantación

Esta cámara permite la clarificación del agua por sedimentación; en esta cámara no hay turbulencia que interfiera con el proceso de sedimentación de los sólidos en suspensión que pudieran haber pasado de la cámara de aireación, los mismos que son decantados para favorecer su precipitación y ser recirculados hacia la cámara de aireación, donde se reincorporan en el proceso de digestión por microorganismos.

- Cámara de Contacto (Desinfección)

Finalmente, el efluente es desinfectado en la cámara de contacto. En esta, se aplicará cloro en pastillas y se mantendrá en contacto por un lapso de 30 minutos con la finalidad de eliminar los organismos patógenos del efluente tratado.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Disposición final de efluentes

Los efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas serán descargados en el río Pastaza, previo monitoreo de control de calidad para verificar el cumplimiento con los límites máximos permisibles para efluentes líquidos domésticos del D.S. N° 003-2010-MINAM

- Disposición de Lodos

Los lodos de las plantas de tratamiento deberán ser retirados al terminar el proyecto de Rehabilitación y según especificaciones del manual de la planta. Debido al bajo caudal, la extracción de lodos será mínima, ya que dicho lodo se recirculará a la unidad de aireación para mejorar la masa bacteriana y degradar mejor la materia orgánica presente en dicha unidad, sin embargo, de existir una producción de lodos en exceso, este se manejará como Residuo Peligroso, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Plan de Manejo de Residuos del presente documento; en tal sentido, el lodo en exceso que se genere en la planta de tratamiento deberá ser retirado en recipientes herméticos para ser trasladados y dispuestos en un relleno sanitario de seguridad autorizado, este será realizado por una empresa prestadora de servicios de recolección de residuos sólidos, conforme lo indica la normativa vigente.

- Registros

Monitoreo Diario: Se deberán realizar controles operativos diarios de pH, cloro libre, turbiedad y caudal promedio. Estas mediciones se deberán realizar en diferentes horarios, preferentemente en horas de mayor descarga.

Monitoreo: Se deberán realizar controles mensuales de los parámetros descritos en el Plan de Monitoreo de la Calidad Ambiental. El monitoreo del efluente deberá ser complementado con la evaluación de la calidad del cuerpo receptor aguas arriba y abajo del punto de vertimiento, con la finalidad de evaluar la influencia del vertimiento sobre el mismo. Los resultados deberán ser contrastados con los estándares nacionales para calidad de agua.

5.7.7.3.4. Desarrollo Del Plan Para Manejo De Letrinas En Campamento De Obra

El campamento deberá servir de alojamiento provisional para aproximadamente 50 trabajadores en el frente de trabajo, este campamento a medida que avance el programa de remediación deberá ser habilitado y todas las cuadrillas de trabajo deberán utilizar el mismo campamento; para la disposición de aguas residuales domésticas se deberán emplear sistemas de letrinas.

Las letrinas son estructuras que se construyen para disponer material fecal sin arrastre de agua, con la finalidad de proteger la salud de las personas y evitar la contaminación del suelo, aire y fuentes de aguas subterráneas. Deberán instalarse en el campamento de acuerdo a la cantidad de personal, teniendo en cuenta las siguientes características.

La instalación de las letrinas deberá cumplir con las siguientes distancias mínimas:

De letrina a pozo de agua: 15 metros;
De letrina a vivienda: 5 metros;
De letrina a comedor: 5 metros.

- El suelo, debe presentar una consistencia que permita la excavación del foso sin deformaciones en su interior. Debe ubicarse en terrenos que no presenten riesgos de deslizamientos de tierra.
- Debe ubicarse en terrenos secos y en zonas libres de inundaciones previa observación de los niveles de inundación en época de invierno.
- La distancia mínima vertical entre el fondo del foso de la letrina y el nivel freático debe ser de 3 metros en época lluviosa.
- La letrina deberá estar protegida de los efectos climáticos, vectores y animales.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- El perímetro de la letrina deberá prevenir la entrada de agua de lluvia.
- La letrina sanitaria debe dotarse de un recipiente con hipoclorito de calcio y tierra, mezcla que se adicionará al foso cada vez que se utilice el sistema.

5.7.7.3.5. Control de Agua lluvia y de escorrentía en el Centro de Acopio Temporal de los Residuos

Para evitar la mezcla de agua lluvia y de agua de escorrentía, con el centro de acopio temporal de los residuos, se recomienda realizar la recolección y conducción de manera adecuada, con el fin de evitar la dispersión de agua contaminada, para ello se requiere:

- Crear un canal perimetral, con el fin de que las aguas de escorrentía, que entren en contacto con el contaminante sean conducidas de manera adecuada hacia el canal perimetral en el cual contara con cubrimiento de geomembrana para impedir el paso del contaminante al suelo.
- Construir canaletas o cunetas que rodeen el centro de acopio, en el borde externo que rodea la canaleta, se deberá tener una pendiente en dirección contraria que impida el aumento de agua de escorrentía que se dirige al canal perimetral.
- Se deberá proteger el área del centro de acopio temporal de los residuos y el canal perimetral por medio de carpas.
- Se deberá contar con un equipo de bombeo, que tenga capacidad de sólidos (bombas de desplazamiento positivo rotativo PD75), esto debido al material particulado que puede llegar al canal perimetral.

En la **Figura 5-23**, se presenta el esquema de la sección transversal del canal perimetral.

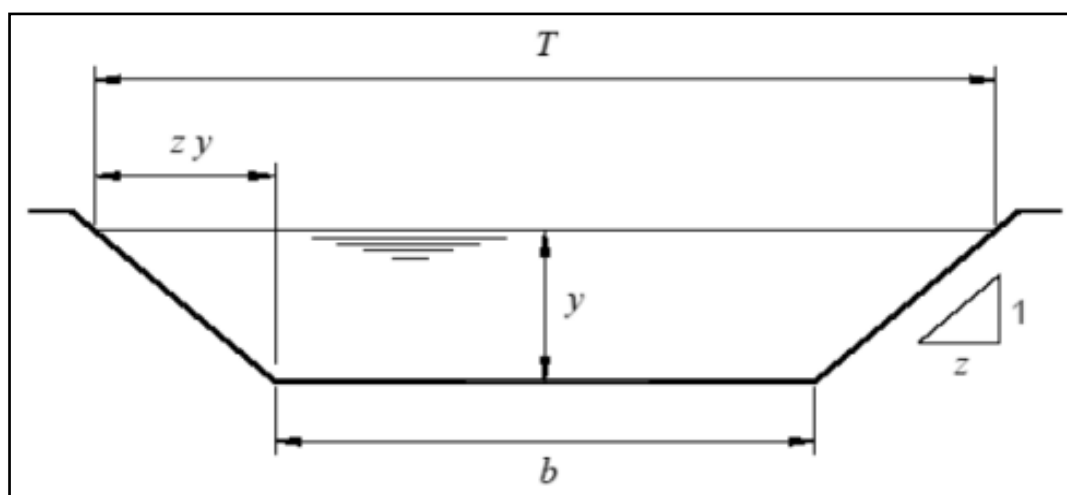


Figura 5-23. Canaleta perimetral vista frontal

Fuente: Universidad Nacional De Ingeniería de Perú, 2001.

El valor de los taludes se presenta con la letra (Z), el cual depende del tipo de material, como se puede ver en la **Tabla 5-32**.

Tabla 5-32. Materiales de Talud

Material	Talud (Z)
Roca dura y sana	0
Roca fisurada	0,5
Suelos cementados, firmes	1
Suelo arcilloso	1,25
Suelo arenoso	1,5
Arena	2 o más

Fuente: Tomado de Universidad Nacional De Ingeniería de Perú, 2001.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.7.8. Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas y Residuos Peligrosos

El Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas presenta los lineamientos generales sobre el transporte, almacenamiento y manejo de combustibles, lubricantes y productos químicos en general a ser usados durante las actividades de remediación.

Las sustancias peligrosas son elementos, insumos, productos y subproductos, o sus mezclas, en estado sólido, líquido y gaseoso que, por sus características físicas, químicas, toxicológicas, de explosividad u otros, representan riesgos para la salud de las personas, el medio ambiente y la propiedad.

Dentro del presente Plan, el término “Sustancias Peligrosas” incluye: combustibles, lubricantes y productos químicos en general. Sin perjuicio de lo establecido en las normas internacionales vigentes para el país o las reglamentaciones nacionales específicas, se consideran sustancias peligrosas las que presenten por lo menos una de las siguientes características: auto-combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radioactividad o patogenicidad.

5.7.8.1. Objetivos

- Establecer los lineamientos generales sobre el almacenamiento, transporte, manejo y disposición final de sustancias peligrosas, para minimizar los potenciales riesgos de derrames y emisiones al ambiente, y la afectación de la seguridad y salud del personal del Plan de Rehabilitación y los pobladores locales.
- Establecer los lineamientos para la operación segura y correcta de todos los equipos y del almacenamiento de los materiales peligrosos.
- Establecer los lineamientos para las instrucciones y procedimientos sobre Higiene y Seguridad.
- Establecer las instrucciones y procedimientos en caso de emergencias con los materiales peligrosos.

5.7.8.2. Alcance

Los lineamientos establecidos en el presente Plan son aplicables a las actividades de remediación, y deberán ser implementados y ejecutados por aquella empresa seleccionada para ejecutar las acciones de remediación, donde se haga uso de: combustibles y productos químicos.

5.7.8.3. Desarrollo del Plan

5.7.8.3.1. Consideraciones Generales

• Hojas de Seguridad de Materiales (MSDS)

Las hojas de seguridad de materiales de todas las sustancias peligrosas que se utilicen, durante las actividades de remediación se deberán mantener actualizadas y deben contener información en base a los estándares internacionales. Las hojas de seguridad (en los lugares de almacenamiento) deberán estar en un lugar visible y en idioma español.

• Transporte

El transporte de sustancias peligrosas en general se deberá realizar en cilindros bien asegurados y/o envases adecuados para evitar pérdidas o derrames por roturas o caídas. El transporte de productos químicos y combustibles desde el campamento y frentes de trabajo se deberá realizar como carga externa, quedando prohibido el transporte de pasajeros de manera simultánea.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

• Almacenamiento

En el almacenamiento de productos químicos en general, incluyendo lubricantes y combustibles, se deberá evitar la contaminación del aire, suelo y cuerpos de agua y se deberán seguir las indicaciones contenidas en las hojas de seguridad (MSDS). Para ello, el almacenamiento se deberá realizar protegiendo y/o aislando los productos químicos y combustibles de los agentes ambientales, y se deberá realizaren áreas impermeabilizadas y con sistemas de contención.

Como una medida para reducir los riesgos de contaminación, todas las áreas de almacenamiento de productos químicos, combustibles y lubricantes estarán situadas lo más lejos posible de cuerpos de aguas superficiales y provistas de los equipos necesarios para casos de derrame de acuerdo al Plan de Contingencias.

• Señalización

Todos los tanques o recipientes de sustancias peligrosas estarán rotulados con su respectivo contenido y la clase de riesgo que representa. En las áreas de almacenamiento, se colocarán las siguientes señalizaciones:

- Señalizar todas las áreas de almacenamiento con la clase de riesgo correspondiente a la sustancia peligrosa almacenada.
- Señalizar el requerimiento de uso de equipo de protección personal para acceder a los sitios de almacenamiento.
- Señalizar todos los lugares de almacenamiento con las correspondientes señales de obligación a cumplir con determinados comportamientos, tales como no fumar, uso de equipo de protección personal, entre otros.
- Señalizar el acceso restringido a los sitios de almacenamiento de sustancias peligrosas.
- Señalizar los equipos contra incendios, las salidas de emergencia, ubicación de kit contra derrames, duchas de emergencia y lavaojos.

Se debe asegurar que todas las señales (**Figura 5-24**) colocadas se encuentren en buen estado y libres de obstáculos.



Figura 5-24 .Señales de Prohibición y Advertencia

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.7.8.3.2. Almacenamiento De Sustancias Químicas Y De Residuos Peligrosos

Para realizar la ubicación del centro de acopio de residuos peligrosos y sustancias químicas, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones

- De ser posibles el centro de acopio de sustancias químicas y residuos peligrosos debe estar alejado de las zonas de campamento, fuentes de captación de agua potable y de las áreas inundables.
- En la medida de lo posible debe estar ubicado en un sitio de fácil acceso para realizar el transporte y para la atención de situaciones de emergencia.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Deben separarse guardarse en un contenedor seguro que pertenezca cerrado cuando no se utilice y debidamente protegido de la lluvia.
- El centro de acopio debe mantener la separación de materiales incompatibles teniendo áreas separadas, teniendo en cuenta la tabla de incompatibilidad en el almacenamiento conjunto de productos químicos y residuos peligrosos, de acuerdo libro naranja reglamento de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas.
- Debe existir el espacio suficiente para el movimiento y manejo seguro de las sustancias químicas y sustancias de residuos peligrosos.
- Debe contar con kit antiderrames.
- Debe contar con un sistema de drenaje que, en caso de emergencias, las corrientes contaminadas no alcancen las fuentes de agua cercanas.
- Debe contar con ventilación, iluminación, accesibilidad y seguridad.
- Se debe mantener un inventario de las sustancias químicas.
- Contar con sistema contra incendios, dispositivos de seguridad operativos y equipo de protección personal de acuerdo a la naturaleza y toxicidad del residuo.
- Los pisos deben ser lisos, hechos con material permeable.
- El proceso de rotulado debe ser visible, identificando el etiquetado de los residuos peligrosos y sustancias de residuos peligrosos.
- Debe realizarse la identificación de los residuos las hojas de seguridad de todos los residuos.
- Debe implementar una señalización que indique la peligrosidad de los residuos y productos químicos, en un lugar visible.

5.7.9. Plan de Desbosque y Revegetación

El desbroce⁶¹ y desbosque⁶² consisten en un conjunto de actividades donde se corta, retira y dispone el material vegetal (árboles, arbustos y hierbas) existente en el área donde se realizarán las actividades de remediación.

Cabe señalar, que previo a la realización de las actividades de desbosque en la zona donde se construirá el campamento, en las áreas de sitios impactados y en las zonas de tratamiento (Solidificación), se deberá contar con la autorización de la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura, para lo cual se tendrá que elaborar el Informe Final de actividades de desbosque y reforestación de área intervenidas, el cual incluye la descripción de la ubicación geográfica del Plan de Rehabilitación, sus características físicas, biológicas y ecológicas; así como la descripción del inventario forestal que caracteriza los tipos de bosques y especies arbóreas a ser afectadas por las actividades de remediación.

Por lo observado durante los trabajos de campo se puede concluir que las zonas impactadas tienen una capacidad de resiliencia alta a pesar de los factores tensionantes del medio, pues hay altas concentraciones de contaminantes en ciertos puntos y se observa deficiencia en los nutrientes del suelo y aun así se observa una buena capacidad de regeneración en la selva. Pueden existir zonas en las que se evidencie que se puede dar un proceso de regeneración natural o restauración pasiva en los que implemente con el retiro de los factores tensionantes que impiden la actuación de los mecanismos de regeneración natural (Vargas Ríos, 2012).

5.7.9.1. Objetivos

Establecer los lineamientos generales para regular y supervisar las tareas de desbosque y desbroce que realizará de tal manera que se asegure la salud y seguridad de los trabajadores y pobladores locales, y minimice el impacto medio ambiental de las actividades de remediación en el sitio S0105 (Botadero CS-32).

⁶¹ Desbroce: corte de vegetación con leño poco conformado cuyo DAP es menor a 10 cm; incluye las hierbas, arbustos y brinzales también conocido como vegetación menor.

⁶² Desbosque: corte de vegetación con leño conformado cuyo DAP supera los 10 cm; incluye los árboles, latizales y arbustos.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.7.9.2. Alcance

El presente plan aplica para las actividades de desbosque y desbroce a realizarse durante la ejecución de las actividades de remediación en el sitio S0105 (Botadero CS-32).

5.7.9.3. Desarrollo del Plan

La autorización de desbosque se solicitará a la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura, mediante la presentación de un Informe Final de actividades de desbosque y reforestación de área intervenidas, de acuerdo a lo especificado en el artículo 76° del reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado por D.S. N° 018-2015-MINAGRI⁶³.

Los trabajos se realizarán de forma tal que no se deteriore los servicios y bienes que brinda el bosque y las áreas de uso de las poblaciones; para tal efecto, y a manera de disminuir el impacto ambiental producido como consecuencia de las actividades de remediación, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- En zonas con suelos fácilmente erosionables, los trabajos deberán realizarse en un área mínima compatible con el componente a implementarse, de acuerdo al Plan de Rehabilitación, a efecto de mantener la mayor superficie posible con la cubierta vegetal existente para evitar la erosión.
- Se deberá señalar los árboles que permanecerán en el lugar, así como los árboles semilleros, lo cual es una medida de preservación del ambiente porque permitirán favorecer la regeneración natural en el área.
- Se deberá evitar, en lo posible, la tala de especies con valor comercial y la remoción de plantas medicinales o especies que tengan usos aprovechables por las comunidades aledañas, así como las especies con alguna categoría de conservación.
- Se deberá evitar en lo posible, la perturbación de áreas con presencia de fauna, en la cual exista evidencia de colpas, bebederos, rutas de tránsito, entre otros.
- La capa de suelo vegetal excavado (topsoil), producto del desbosque y desbroce, deberá ser adecuadamente manejada para posteriormente disponer de éste durante las actividades de revegetación.

El Patrimonio Cultural de la Nación está protegido por Ley General del Patrimonio Cultural N° 28296; en consecuencia, las actividades de desbosque y desbroce deberán tener en cuenta:

- La preservación de valores culturales en aquellas áreas de interés arqueológico que puedan dilucidarse durante la ejecución de alguna de las actividades de remediación, se efectuará a través de la valoración y rescate correspondiente.
- En territorios pertenecientes a minorías étnicas, se debe evitar la intervención de áreas sagradas y ceremoniales.
- Antes de empezar los trabajos, el personal de campo encargado de realizar el desbosque recibirá charlas de capacitación relacionadas a aspectos técnicos, tales como: tala dirigida de árboles, manejo de material orgánico (topsoil), identificación de árboles semilleros, con valor comercial, plantas medicinales, entre otras.
- Durante las charlas de capacitación, se incluirán aspectos relacionados a la conservación del ambiente (sensibilización), la salud y seguridad ocupacional (acorde a la actividad) y relaciones comunitarias, entre otros.
- El personal que realice desbroce y desbosque deberá contar con los equipos de protección personal adecuados (cascos, lentes, botas, guantes) y deberán ser capacitados en el manejo de machetes y motosierras.

⁶³ Cabe señalar que el 21 de julio del 2011 se publicó en el Diario Oficial El Peruano la nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N° 29763), el cual según la Sexta Disposición Complementaria Final indica que: La Ley entrará en vigencia al día siguiente de la publicación de su reglamento en el diario oficial, mientras tanto se aplica la Ley N° 29763 y su reglamento, con excepción de lo dispuesto en los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 135; la sexta, séptima y octava disposiciones complementarias transitorias de la presente ley.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Una vez obtenido el visto bueno para el inicio de trabajo, sobre la base de los permisos correspondientes, el desbosque del área se realizará de acuerdo con las siguientes pautas:

- Demarcar de manera visible y clara los límites (mínimos necesarios) de las respectivas áreas a desboscar, teniendo en consideración no sobrepasar los límites definidos.
- Designar a una persona capacitada en la identificación de especies forestales, para que tome los datos de los árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm.
- Recolectar los siguientes datos: nombre común, nombre científico, DAP y altura de fuste (altura comercial); esta información será entregada a la Supervisión. Una vez recolectados y resumidos los datos, serán utilizados para ajustar la caracterización general obtenida previamente del área.

5.7.9.3.1. Campamentos

En estas áreas principalmente se deberá realizar desbroce, debido a que son áreas que ya se han utilizado en otras actividades y están desbrozadas. Esto evitara generar un impacto significativo minimizando la tala de especies arbóreas.

La vegetación retirada deberá ser conservada, con la finalidad de ayudar a la estabilización y regeneración del área y que no represente un riesgo de erosión.

5.7.9.3.2. Manejo del Topsoil

Una vez realizado el desbroce y desbosque de las áreas, se deberá retirar la capa de suelo orgánico o topsoil, cuyo espesor deberá ser determinado por el personal idóneo. El adecuado manejo del topsoil considerará lo siguiente:

- El topsoil deberá ser trasladado a un área de acopio (depósito de material orgánico) habilitado para este propósito, y protegido con ramas y/o trincheras de coronación para su posterior reutilización en labores de revegetación y/o restauración. En la zona de acopio este material se ubicará en geomembranas dispuestos para este fin, cabe mencionar que las zonas de acopio tendrán un techado por medio de carpas movibles.
- El área de almacenamiento de topsoil deberá estar alejado mínimamente a 50 m de los cuerpos de agua superficial, con la finalidad de no alterar la calidad del agua; la distancia dependerá de la topografía y condiciones del lugar.
- La altura de las rumas de topsoil en los lugares de acopio no debe sobrepasar los 2 m, con un ángulo de la pendiente igual a su ángulo de reposo, pero no más de 45% para prevenir los riesgos de compactación excesiva y condiciones anaeróbicas.
- El topsoil deberá mantenerse separado del material resultante de las nivelaciones del terreno y del resto de la vegetación
- El topsoil será protegido por canales de desviación o canales colectores, cortacorrientes y trincheras, si es necesario.
- No se almacenará topsoil en terrenos con fuerte pendiente para evitar su pérdida por deslizamiento o por la lluvia.

5.7.9.4. *Plan de Restauración*

5.7.9.4.1. Restauración de suelo

Partiendo de la técnica de remediación Solidificación para el sitio S0105 (Botadero CS-32), se realizará una restauración y reconociendo que el primer proceso requerido para el tiramiento de los suelos contaminados es el desbosque o desbroce del área contaminada; se plantea un proceso de restauración ecológica para la revegetalización de las áreas degradadas que derivan del proceso de tratamiento del suelo contaminado.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Ahora bien, los lineamientos para restauración de ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre para Perú (SERFOR, 2018), permiten clasificar estas áreas degradadas del proyecto en superficies con un nivel de degradación severo. Las áreas obtienen esta clasificación principalmente por sus características de ausencia de cualquier cobertura vegetal, paisaje que corresponde a suelos desnudos y la ausencia de fuentes de regeneración.

Acogiendo los lineamientos para la restauración de ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre para Perú (SERFOR 2018), a continuación, se plantean los lineamientos y directrices que se deben acoger, con el objetivo de restaurar las áreas en las cuales se aplicó el tratamiento de Solidificación debido a su contaminación con hidrocarburos. Para la formulación de las estrategias se deberá entender el proceso de restauración ecológica como un conjunto de estrategias que involucran los componentes bióticos (flora y fauna), físico (suelo) y social (concertación de los actores involucrados) (Ver **Figura 5-25**), en la búsqueda de la recuperación de un área degradada.

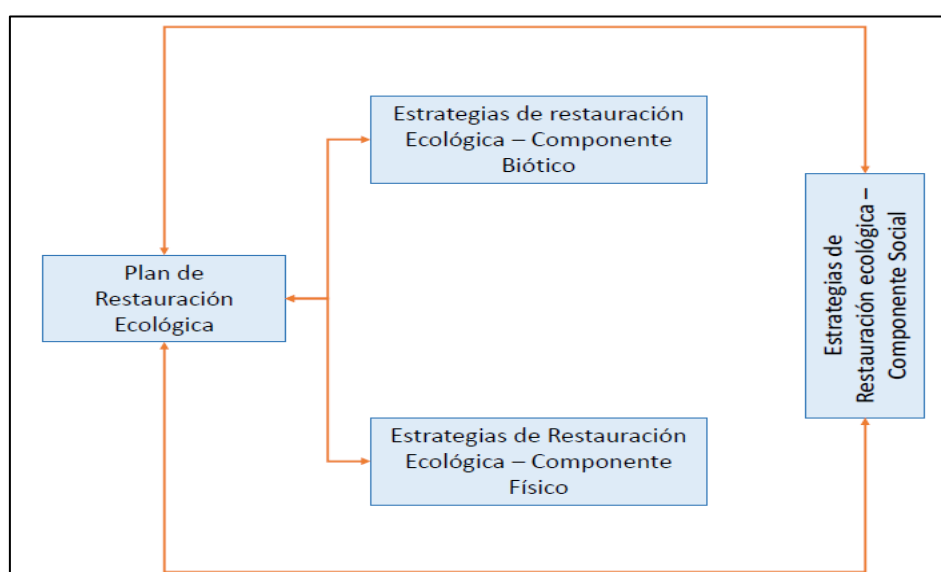


Figura 5-25. Esquema del proceso de restauración ecológica
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.7.9.4.2. Lineamientos para establecer estrategias de restauración ecológica

Partiendo de las orientaciones para la planificación, implementación y monitoreo de iniciativas de restauración (SERFOR, 2018), las estrategias de restauración ecológica deberán seguir la trayectoria sucesional del ecosistema de referencia que se identifique en el área de estudio (bosque de selva tropical).

La trayectoria sucesional (Ver **Figura 5-26**), debe ser entendida como el proceso de cambio dinámico y gradual que se da en los ecosistemas, y para la vegetación estos cambios se evidencian en la variación de la estructura y composición florística. Para este caso en particular la dinámica sucesional del área degradada está influenciada por el grado de perturbación que se realiza al momento de retirar la totalidad de la cobertura vegetal y el suelo para su descontaminación. Partiendo de este grado de perturbación presente en el área, los lineamientos para la restauración ecológica deberán estar enfocados en la recuperación de los diferentes estados dentro de la sucesión ecológica, partiendo desde la recuperación del suelo, el establecimiento de las especies formadoras de suelo, hasta llegar a consolidación de coberturas características de pastos enmalezados (arbustales), pastos arbolados, vegetación secundaria en transición, y la consolidación de bosques maduros (Ver **Figura 5-26**).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Se debe tener en cuenta la identificación de ecosistemas de referencia, el cual se debe caracterizar a la composición, estructura, funcionalidad y servicios de ecosistemas, por medio de un mapeo e identificación de áreas, ecosistemas o paisajes degradados.

Se recomienda el empleo de las especies vegetales identificadas durante la caracterización florística que desarrolló el profesional forestal como lo son las siguientes especies: *Chimarrhis* sp. (*Chimarrhis*) y *Warszewiczia cordata*. (*Manguano*), *Alchorneopsis floribunda*. (*Coshamuyo*) *Guatteria* sp. (*Carahuasca*) y la especie *Xylopia cuspidata* (*Espintana*), para el sitio S0105 (Botadero CS-32), no se identificaron especies en categoría de amenaza. (Ver ítem **3.6.6.1.6.** de la caracterización).

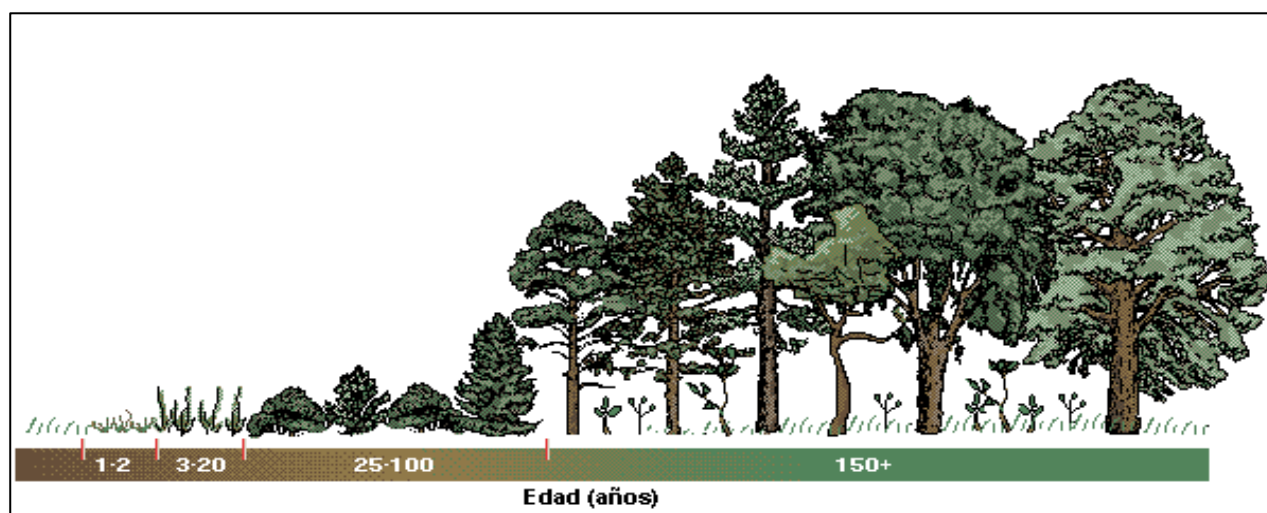


Figura 5-26. Sucesión Ecológica

Fuente: (Nitola, 2018).

Partiendo del objetivo de recuperar la estructura y la dinámica de los diferentes estados sucesionales en las áreas degradadas, a continuación, se presentan los lineamientos para las estrategias de restauración ecológica a realizar en el área.

- **Recuperación de suelo**

Entendiendo que el suelo es un componente integral del ambiente, donde interactúan constantemente factores, físicos (porosidad, forma, compactación etc.), químicos (N, P, K) y biológicos (ver **Figura 5-27**), se caracteriza por ser un sistema abierto cuyos flujos de materia y energía son variables en el tiempo y en el espacio, determinando su fertilidad.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

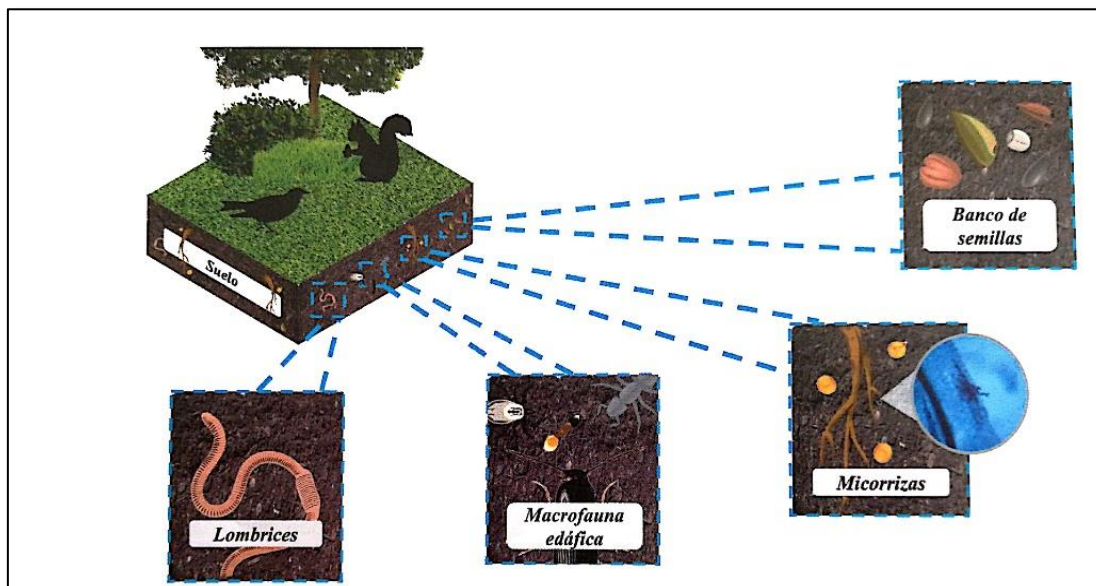


Figura 5-27. Componentes bióticos del suelo

Fuente: (Nitola, 2018)

Con el objetivo de recuperar la fertilidad necesaria para el establecimiento de especies pioneras en la sucesión ecológica, se proponen las siguientes estrategias o lineamientos:

Aplicación de nutrientes y enmiendas orgánicas al suelo: Al suelo proveniente del tratamiento se deberá agregar diferentes concentraciones de los nutrientes esenciales (N, P, K) para recuperar la capacidad de intercambio catiónico, pH, densidad y las demás características que le otorgan al suelo una condición de fertilidad adecuada para el crecimiento de material vegetal.

Trasposición de suelo presentes en el ecosistema de referencia: Con el fin de aumentar la capacidad de fertilidad en el suelo y generar las condiciones adecuadas para el uso del suelo tratado como sustrato de especies vegetales propias del estado de sucesión, la trasposición del suelo o mezcla de suelo tratado con un suelo en condiciones normales y proveniente del ecosistema de referencia, es una estrategia que permitirá recuperar el componente de macrofauna del suelo.

Aplicación de micorrizas y conformación del banco de semillas en el suelo: Con el fin de recuperar los componentes del suelo y con estos su capacidad de sustrato para las especies vegetales, se busca aplicar inocuos de micorrizas (especies endémicas del área de estudio) para recuperar la funcionalidad de la capa del rizoma y su interacción con las raíces de las especies de sucesión primaria (formadoras de suelo). La inserción de las semillas de especies endémicas identificadas para el área de estudio es una estrategia que acompaña la formación del suelo, agregando las especies vegetales al suelo con condiciones adecuadas de fertilidad.

Atendiendo que el primer estado de sucesión corresponde al suelo denudo, y paralelamente al mejoramiento de las condiciones físicas, químicas, y biológicas del suelo, se debe controlar la principal limitante para el establecimiento del suelo, el cual se consolida en la erosión. Para el control de la erosión se plantean las siguientes estrategias.

- **Arreglos florísticos Componente vegetal**

Las estrategias o tratamientos enfocados en el componente de la vegetación, consisten en arreglos florísticos que se van a implementar para la revegetalización del área degradada. Para su diseño se deberá tener en cuenta: (1) El ecosistema de referencia, (2) las características del paisaje circundante en cuanto a su estado de conservación o alteración, (3) la condición o estado de alteración del área que se va a restaurar y (4) los requerimientos de las especies en términos nutricionales, climáticos y de interacciones.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Para la implementación de los arreglos florísticos se debe establecer la composición de las especies en el arreglo, así como su distribución y su densidad, las cuales en gran medida deben seguir el mismo patrón que el ecosistema de regencia, y por ningún motivo deben seguir patrones uniformes de plantaciones forestales.

Los arreglos florísticos son micro comunidades fundadoras que se disponen en el territorio de manera estratégica en el territorio degradado y su propósito es dar inicio al proceso de sucesional teniendo como objetivo el ecosistema de referencia. Los tamaños y las formas deben corresponder a las necesidades y características del terreno como: el relieve, oferta hídrica, condiciones climáticas etc. Las formas más comunes son los arreglos circulares y rectangulares, pero para las áreas con pendientes pronunciadas se implementan los diseños en media luna. (Ver **Figura 5-28**).



Figura 5-28. Arreglo circular florístico

Fuente: (Nitola, 2018).

• Estrategias para fauna

El restablecimiento de la fauna en la recuperación de un área degradada es de vital importancia debido a la función que estos cumplen de acuerdo a sus grupos taxonómicos: (1) los insectos voladores en la polinización de las plantas, (2) Las aves en la polinización de las plantas y la dispersión de semillas, (3) los mamíferos en la dispersión de semillas y el control de poblaciones de otros grupos y (4) los anfibios y reptiles en la regulación de otros grupos y especies de fauna. Para logara el restablecimiento de la fauna en las aéreas degradas se plantea la adecuación de su hábitat con el fin de asegurar su presencia: (a) los herbívoros deben contar con plantas como alimento y refugio (**Figura 5-29**), (b) los carnívoros deben contar con la oferta de diferentes grupos de fauna. Para la adecuación del hábitat para las especies, existen las siguientes estrategias: (1) perchas para aves y murciélagos (Ver **Figura 5-30**), (2) descansaderos, comederos, y (3) implementación de núcleos de vegetación.

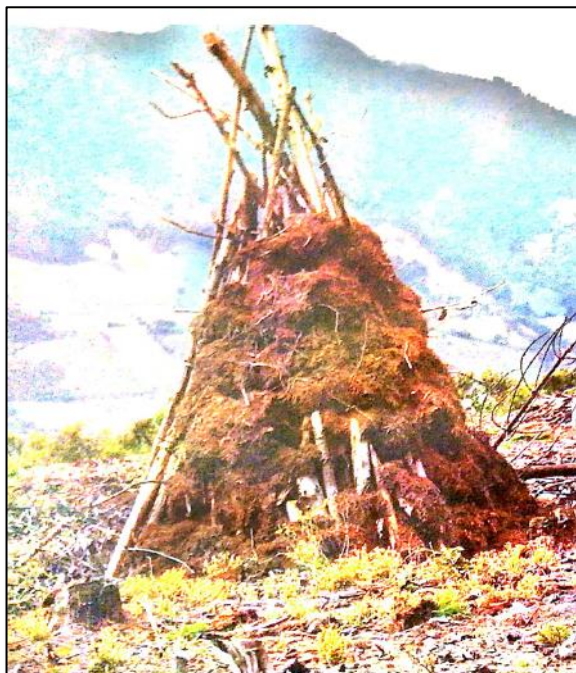


Figura 5-29. Refugio para fauna

Fuente: (Nitola, 2018)

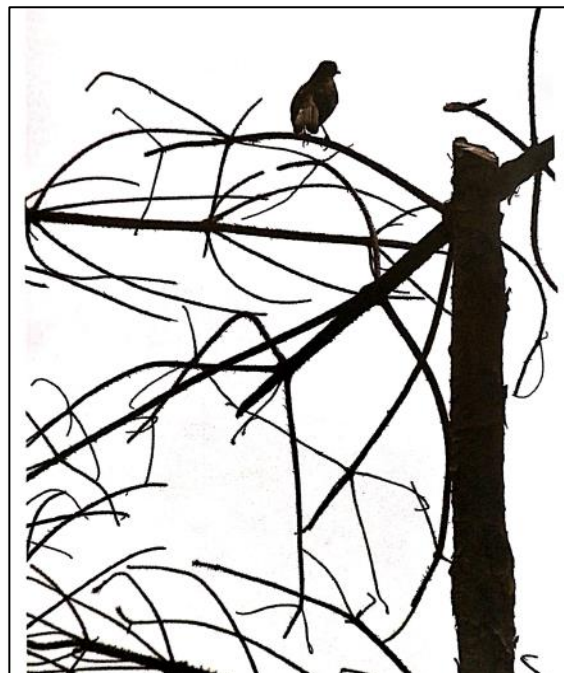


Figura 5-30 Perchas para aves

Fuente: (Nitola, 2018)

• **Actividades de Seguimiento y Monitoreo**

Las actividades de seguimiento y monitoreo a las estrategias de restauración que se generen para la recuperación de las áreas degradadas deberán estar enfocadas en las diferentes trayectorias sucesionales que se planteen para alcanzar el sistema de referencia establecido, o al menos la mayor de condiciones estructurales y funcionales.

Partiendo del sitio degradado: (1) la primera posibilidad es una trayectoria sucesional temprana con el restablecimiento de aspectos claves de la función del ecosistema (aumento de biomasa, biodiversidad y ciclo de nutrientes). Esta posibilidad representa las etapas intermedias de una trayectoria hacia el ecosistema de referencia. (2) la segunda posibilidad es una trayectoria que mantiene una tendencia sucesional progresiva y se espera que la función del área degradada sea similar a la del ecosistema de referencia en los próximos años. (3) la tercera posibilidad representa el establecimiento de un ecosistema estable alternativo, en donde se pueden presentar cambios, perturbaciones, la presencia de especies invasoras y cambios drásticos en las condiciones abióticas (uso del suelo, conflictos de uso de suelo). La cuarta posibilidad es una trayectoria sucesional regresiva la cual lleva al ecosistema a un estado de degradación, igual o similar al estado inicial. En general esta posibilidad está relacionada con la ocurrencia de eventos como fuego, erosión, avalanchas etc. (Ver **Figura 5-31**).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

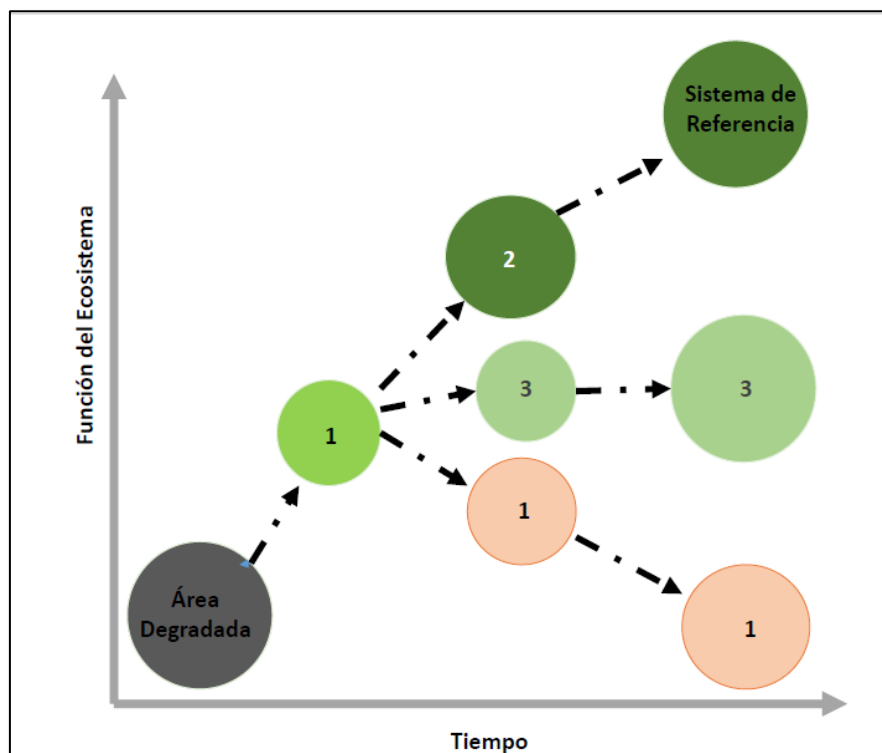


Figura 5-31 Trayectorias Sucesionales

Fuente: (Nitola, 2018)

Para monitorear la dinámica de los componentes del área degradada y su recuperación a través del tiempo, con el fin de poder evaluar las posibles trayectorias sucesionales, se deben establecer dentro de las áreas degradadas parcelas de seguimiento, que generalmente son de 10 m², para monitorear y registrar periódicamente los cambios en la composición y estructura de la comunidad a través del tiempo, particularmente en los componentes físico (características del suelo, banco de semillas, micorrizas). Según los lineamientos para la restauración de ecosistemas de vegetación silvestre, R.D.E. N° 083-2018-MINAGRI SERFOR-DE, 2018, se sugiere que el monitoreo de la restauración ecológica sea después de la aplicación de la técnica de remediación, con el fin de permitir la verificación de estas, la frecuencia de este monitoreo se encuentra en el numeral **5.7.9.4**

5.8. Plan de Manejo de Residuos

5.8.1. Introducción

El Plan de Manejo de Residuos (PMR) se elabora teniendo en cuenta y considerando lo establecido en la Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos (D.L. 1278) y su Reglamento el D.S. N° 014-2017-MINAM y la Norma Técnica Peruana 900.058.2019 "Gestión Ambiental. En este punto se establecen los lineamientos para el tratamiento, donde se incorporan prácticas de manejo, recolección, segregación, almacenamiento temporal, transporte, tratamiento y disposición final de todos los residuos sólidos generados en las diferentes etapas del Plan de Rehabilitación en el sitio S0105 (Botadero CS-32).

La Ley N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, nos dice que un residuo ya no es solo un desecho sino también puede ser materia prima para aquella empresa que sepa aprovecharla, esta Ley también introduce el término de "*materia de descarte*" para todos aquellos subproductos obtenidos de las actividades productivas, los cuales pueden ser reaprovechados dentro del proceso o comercializados para obtener un beneficio económico.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

El material de descarte no es considerado como un residuo sólido. La segregación de los residuos sólidos debe hacerse en el punto donde se genera el residuo.

La Norma Técnica Peruana 900.058.2019 "Gestión Ambiental", Gestión de residuos, Código de colores, da pautas para el correcto almacenamiento de los residuos usando el código de colores. El código de colores tiene la función de asegurar la correcta identificación y segregación de los residuos para su adecuado reaprovechamiento y disposición final.

5.8.2. Objetivos

5.8.2.1. Objetivo General

Definir y asegurar las medidas de manejo adecuadas de los residuos sólidos, desde la generación hasta la disposición final, para prevenir y mitigar los impactos que afecten al ambiente, población local y trabajadores, durante las diferentes etapas del Plan de Rehabilitación.

5.8.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar una adecuada recolección, separación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados durante las actividades de remediación, teniendo en cuenta las características propias de los diferentes tipos de residuos.
- Reducir la generación de residuos sólidos a través de la implementación de buenas prácticas operacionales, capacitación y sensibilización a los trabajadores.
- Promover el reusó y reciclaje durante las operaciones del Plan de Rehabilitación.
- Segregar, acondicionar en lugares de acopio temporal, transportar a sitios de disposición final, tratar y disponer en forma segura los residuos sólidos que no puedan ser re-usados o reciclados de acuerdo a sus características de peligrosidad.

5.8.3. Alcance

Las medidas de manejo establecidas en el presente Plan, deben ser implementadas y ejecutadas en todas las actividades y etapas del Plan de Rehabilitación por la empresa encargada de la ejecución de las alternativas de remediación, minimizando la afectación y generación de impactos en el entorno del sitio S0105 (Botadero CS-32).

5.8.4. Desarrollo del Plan

5.8.4.1. Clasificación de Residuos

Los residuos generados durante el desarrollo del presente plan de rehabilitación serán agrupados de acuerdo a sus características y forma de manejo, tal y como lo establece la "Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278)" Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.S. N° 014-2017-MINAM).

La Norma Técnica Peruana 900.058.2019 "Gestión Ambiental", los residuos son clasificados en: aprovechables y No aprovechables; y a su vez se clasificarán en residuos peligrosos y no peligrosos.

En este sentido, los residuos no peligrosos no podrán ser combinados con los residuos peligrosos ya que significará su contaminación y pasarán a ser catalogados y tratados como residuos peligrosos.

5.8.4.2. Código de Colores

El código de colores adoptado para el manejo de residuos, durante el desarrollo del Plan de Rehabilitación, se muestra en la **Tabla 5-33**.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Tabla 5-33. Código de Colores

Tipo de Residuos	Color
Metal	
Vidrio	
Papel y Cartón	
Plástico	
Orgánicos	
Peligrosos	
No aprovechable	

Fuente: Norma Técnica Peruana 900.058. 2019.

5.8.4.3. Características de los Recipientes

Los contenedores deben ser ubicados en forma oportuna, de preferencia en recipientes de plástico o cilindros en los puntos de recolección, debidamente identificados de acuerdo con el código de colores establecido anteriormente y/o rotulados.

El rotulado debe ser visible y debe identificar plenamente el tipo de residuo, acatando la nomenclatura y demás especificaciones técnicas que se establezcan en las normas correspondientes.

Las características de los recipientes a utilizar, de acuerdo con la clasificación de residuos establecida, se detalla a continuación:

5.8.4.3.1. Residuos Metálicos Aprovechables: Contenedor Color Amarillo

Deben ser puestos en cilindros metálicos de color amarillo, que contengan bolsas plásticas en su interior, para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros se ubicarán principalmente en áreas donde se ubican los talleres de mantenimiento.

Los residuos metálicos son latas de conservas, café, leche, gaseosa, tapas de metal, envases de alimentos, etc.

Los residuos metálicos, chatarras y maderas que por su tamaño no puedan ser colocados en el cilindro metálico, deberán ser en lo posible, transportados directamente al campamento. Caso contrario deberán ser almacenados cerca de la ubicación del cilindro metálico para su posterior traslado conjunto al área de almacenamiento, en forma ordenada y señalizada.

5.8.4.3.2. Residuos de Vidrio Aprovechables: Contenedor Color Plomo

Deben ser puestos en cilindros metálicos de color verde, que contengan bolsas plásticas en su interior para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones donde se encuentra funcionando en el campamento Base y del campamento de Obra.

Los residuos de vidrio son botellas de bebidas, gaseosas, vasos, envases de alimentos, etc.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.8.4.3.3. Residuos de Papel y Cartón Aprovechables: Contendor Color Azul

Deben ser puestos en cilindros metálicos de color azul, que contengan bolsas plásticas en su interior para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones del campamento Base y del campamento de Obra.

5.8.4.3.4. Residuos de Plástico Aprovechables: Contendor Blanco

Deben ser puestos en cilindros de plástico de color azul, que contengan bolsas plásticas en su interior para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones del campamento Base y del campamento de Obra.

Los residuos de plástico son envases de alimentos, bebidas, empaques de productos, embalajes de carga, envases de insumos, entre otros.

5.8.4.3.5. Residuos Orgánicos Aprovechables: Color Marrón

Deben ser puestos en cilindros plásticos de color marrón, que contengan bolsas plásticas en su interior para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros se ubicarán dentro de las instalaciones del campamento base donde se hospedará el personal y donde se realizan actividades domésticas.

Los residuos orgánicos son restos de la preparación de alimentos, de comida, de jardinería o similares.

5.8.4.3.6. Residuos No Reaprovechables: Contenedor Color Negro

Deben ser puestos en cilindros metálicos de color negro, que contengan bolsas plásticas en su interior, para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones del campamento base donde se hospedará el personal y se realizan actividades domésticas.

Los residuos no aprovechables son todo lo que no se puede reciclar y no sea catalogado como residuo peligroso: restos de la limpieza y aseo personal, residuos higiénicos, colillas de cigarrillos y otros.

5.8.4.3.7. Residuos Peligrosos: Contenedor Color Rojo

Los residuos peligrosos aprovechables y no aprovechables, deben ser puestos en cilindros metálicos de color rojo, que contengan bolsas plásticas en su interior, para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones del campamento Base y las zonas de tratamiento, acopio y transición.

Los residuos reaprovechables se deben gestionar de la siguiente manera: Los residuos reaprovechables peligrosos son baterías de autos, pilas, cartuchos de tinta, botellas de reactivos químicos, entre otros. Los residuos no reaprovechables son medicinas vencidas, jeringas, desechables, entre otros.

5.8.5. **Manejo de Residuos Sólidos**

5.8.5.1. *Minimización y Aprovechamiento de Residuos*

5.8.5.1.1. Minimización

La minimización en el origen tiene por objetivo reducir la generación de residuos y atenuar o eliminar su peligrosidad, mediante el uso de insumos que no generen o que generen un nivel inferior de residuos indeseables o peligrosos y el uso de técnicas destinadas al mejor aprovechamiento de insumos, optimizar los procesos y promover la participación del personal en los mismos.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Durante las actividades de remediación se deberá realizar esta tarea de modo planificado aplicándola antes, durante y después de cada una de las etapas del Plan de Rehabilitación; lo que entre otras medidas incluye:

Sustitución de insumos y materiales peligrosos por materiales biodegradables o re-usables (ejemplos: detergentes, pinturas, químicos), lo que conlleva en algunos casos a modificaciones en el equipamiento y procedimientos operacionales.

Acciones sobre inventario de materiales, incluido dentro de los procedimientos de control de inventario (tamaño, caducidad, etc.) y control sobre el almacenamiento (procedimiento de almacenamiento, control de pérdidas y contaminación).

5.8.5.1.2. Aprovechamiento

El aprovechamiento de un residuo consiste en obtener un beneficio del mismo a través de su reciclaje o reutilización, para lo cual se considera lo siguiente:

Usar los cilindros vacíos para almacenar residuos.

Se deberá evaluar la posibilidad de utilizar los aceites y lubricantes usados (no contaminados) como lubricantes de tipo industrial en los talleres, para máquinas y herramientas que no requieran lubricación final.

Los residuos industriales no contaminados que se puedan reciclar, deberán ser separados y vendidos o donados, ya sea como insumo o como residuo, para este último caso se deberá tener en cuenta que la empresa cuente con registro y autorización correspondiente y tenga toda la documentación en regla.

En los casos posibles, se deberá procurar utilizar los residuos de la papelería impresa por una cara, como papel borrador, para evitar el consumo innecesario de papel.

5.8.5.1.3. Segregación de Residuos en Fuente

La segregación de los residuos sólidos tiene como objetivo básico, evitar la mezcla de residuos incompatibles, contribuir al aumento de la calidad de los residuos que pueden ser recuperados o reciclados y disminuir el volumen de residuos peligrosos a ser dispuestos.

La segregación de residuos se deberá realizar en la fuente de generación y de acuerdo a la clasificación del código de colores establecido y/o etiquetado, para identificar los distintos tipos de residuos sólidos y de esta manera, facilitar a los trabajadores la colocación correcta de los residuos en el contenedor que corresponda evitando así mezclas peligrosas, para lo cual se habilitarán recipientes especiales como contenedores plásticos, cilindros metálicos, cajas rígidas, entre otros; de acuerdo a lo especificado anteriormente.

Una vez definida las actividades y el tipo de residuos que se generan se deberán ubicar en forma estratégica recipientes de plástico o cilindros metálicos de 50 galones de capacidad y/o de mayor volumen en los puntos de recolección, debidamente identificados de acuerdo al código de colores establecido anteriormente. Los contenedores estarán ubicados fuera de las áreas de tránsito frecuente.

Los residuos peligrosos deberán ser recolectados en recipientes originales, de ser posible, o caso contrario se deberán utilizar recipientes compatibles con la sustancia peligrosa. Todos los recipientes se encontrarán debidamente rotulados y mantenidos en buenas condiciones.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.8.5.2. Almacenamiento Temporal

5.8.5.2.1. Campamento Base y Frentes de Trabajo

Los residuos deberán ser almacenados de acuerdo a su naturaleza física, química y biológica, considerando sus características de peligrosidad, su incompatibilidad con otros residuos, y las reacciones que puedan ocurrir con el material del recipiente que los contiene.

Los lugares de almacenamiento de residuos autorizados en el campamento y/o puntos de generación de los residuos se deberán ubicar en lugares estructuralmente estables, alejados de los drenajes naturales, con una correcta protección ante las inclemencias meteorológicas, con las siguientes características:

- Las áreas de almacenamiento temporal deberán contar con medidas de impermeabilización del suelo.
- Señalización
- Cobertura (techo)
- Drenes perimétricos que permitan desviar las aguas pluviales
- Disposición adecuada de recipientes que permita su inspección visual.

En el almacenamiento de residuos peligrosos se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Los residuos peligrosos del tipo inflamable deberán ser mantenidos fuera de fuentes de calor, chispas, flama u otro medio de ignición.
- Los residuos peligrosos, con características corrosivas, inflamables, reactivas, y tóxicas deberán ser mantenidos en diferentes espacios.
- El almacenamiento de residuos que contenga componentes volátiles se realizara en áreas ventiladas.
- Se deberá contar con un sistema de contención que sea de una capacidad del 110% en relación a la cantidad máxima de residuos a almacenar.

5.8.5.2.2. Campamento Base

En el campamento, el área de almacenamiento de residuos sólidos cumplirá con las siguientes características:

- Se deberá contar con un techo y sistema de circulación de aire que permita la ventilación del sitio, así como un área de maniobras para el manipuleo, acondicionamiento, carga y descarga de los residuos.
- Será instalado en lugares donde se impida el ingreso del agua de lluvia o escorrentía superficial al almacenamiento, deberá contar con sistema de drenaje perimetral apropiado.
- Se deberá contar con áreas separadas para el almacenamiento de los residuos peligrosos y de los no peligrosos, con señalización adecuada para su identificación.
- El área de almacenamiento de residuos líquidos peligrosos deberá contar con piso impermeabilizado y un sistema de contención de derrames de líquidos, la cual será de una capacidad del 110% en relación a la cantidad máxima de residuos a almacenar.
- Se verificarán los posibles puntos de deterioro de los recipientes, causados por corrosión u otros factores, para su oportuna reparación o cambio.
- Se deberá contar con registros de ingreso y salida de residuos, en el que se indique la fecha del movimiento, el tipo de residuo, sus características, cantidad, origen y destino.

5.8.5.3. Recolección y Transporte

La recolección y transporte de los residuos sólidos, se deberá realizar desde los puntos de almacenamiento primario hacia el sitio de almacenamiento central (campamento base), de manera diferenciada en función del tipo de residuos, de acuerdo a la clasificación adoptada.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

La unidad de transporte de residuos peligrosos llevará en su interior, en un lugar de fácil acceso, información sobre la carga e instrucciones en caso de emergencia (observar los lineamientos establecidos en el Plan de Contingencias). Se deberá revisar periódicamente el estado del vehículo y del compartimiento de carga.

El transporte desde el campamento hasta su disposición final se deberá realizar con el apoyo de una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos.

5.8.5.4. Tratamiento Final

5.8.5.4.1. Residuos Aprovechables

- Residuos metálicos, de vidrio, plásticos, de papel y cartón: estos residuos deberán ser comercializados con una EC-RS autorizada.
- Residuos Orgánicos: Los residuos orgánicos se manejarán dentro del ámbito municipal para ser dispuestos hacia un relleno sanitario municipal para su disposición final y/o dispuestos en una zona adecuada mediante su entierro.
- Residuos Peligrosos: Deberán ser trasladados directamente desde el almacenamiento del campamento hasta su disposición final en un relleno de seguridad, mediante una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos que cuente con los permisos necesarios para su traslado hasta su disposición final.

5.8.5.4.2. Residuos No Aprovechables

- Residuos Generales: Los residuos generales se manejarán dentro del ámbito municipal para ser dispuestos hacia un relleno sanitario municipal para su disposición final.
- Residuos Peligrosos: Deberán ser trasladados directamente desde el almacenamiento del campamento hasta su disposición final en un relleno de seguridad, mediante una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos que se encuentre autorizada.

5.8.5.5. Duración del programa

El Plan de Manejo de Residuos Sólidos se deberá mantener durante todo el tiempo que duren las actividades de remediación.

5.8.6. Monitoreo de Residuos

Se deberá implementar un sistema de registro y control a través de planillas que reporten información sobre el manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos en el sitio S0105 (Botadero CS-32). El uso de estas planillas es responsabilidad de todos aquellos involucrados en el manejo de los residuos sólidos y será generalizado en todos los sectores y frentes de trabajo.

De manera periódica (mensual), se deberá presentar un consolidado con los registros generados, basados en la información registrada en el almacenamiento central, el cual deberá incluir el tipo de desecho, la cantidad generada y la forma de tratamiento y/o el método de disposición final, así como un resumen con la estadística y la documentación que sustente dicho registro.

Los residuos industriales y peligrosos a ser transportados por una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos debidamente autorizada para su disposición final en un relleno de seguridad, deberán diligenciar los manifiestos, en este se especificará el tipo de residuo y cantidad que se está evacuando.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.9. Plan de Control y Monitoreo en la Ejecución de las Medidas de Remediación y Rehabilitación

El plan de control y monitoreo tiene como propósito asegurar la eficiencia en la ejecución de las alternativas de remediación aplicables al sitio y de esta manera, servir como instrumento para la toma de decisiones en campo para asegurar la efectividad de la alternativa de remediación seleccionada. El presente plan de control y monitoreo aplica para el Sitio S0105 (Botadero CS-32) durante la ejecución de las medidas de remediación y rehabilitación.

5.9.1. Objetivos

5.9.1.1. Objetivo General

Establecer medidas de control y monitoreo para garantizar la calidad y eficacia de los trabajos de remediación durante la ejecución de las alternativas de remediación del Sitio S0105 (Botadero CS-32), para la matriz de suelo cumpliendo con los protocolos y guías que apliquen para cada caso en particular.

5.9.1.2. Objetivos Específicos

- Realizar seguimiento al manejo del suelo en los procesos de excavación, la separación y reposición en los sitios donde se va a aplicar la técnica de remediación.
- Supervisión del tratamiento de suelo en cada una de las zonas donde se va a aplicar la técnica de remediación.
- Acciones de supervisión para garantizar el cumplimiento de las medidas de seguridad e higiene ocupacional.
- Caracterización del suelo excavado por medio de muestreo antes y después del tratamiento para determinar la eficacia del suelo tratado.
- Muestreo de suelo remanente en el sitio impactado después de la excavación para asegurar que todo el suelo impactado es removido para el tratamiento.

5.9.2. Alcance

El alcance contempla el control y monitoreo de las actividades correspondientes a la extracción del suelo hasta la reposición del suelo al sitio impactado después del tratamiento efectuado por medio de técnica *solidificación* en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), para la matriz afectada de suelo.

5.9.3. Plan de Control durante la Ejecución de las Medidas de Remediación

5.9.3.1. Plan de Control para Suelo durante la Ejecución de las Medidas de Remediación

Se debe registrar metodologías para el seguimiento de las diferentes actividades que se deben ejecutar en el área impactada:

- Excavación
 - Se debe instruir a los operadores encargados de estas actividades acerca de los cuidados y la forma en que se debe remover y transportar el suelo; haciendo especial énfasis en lo que concierne a la profundidad a la cual se debe extraer el suelo con el fin de evitar la mezcla de éste con otros materiales.
 - Monitoreo y control a los procesos erosivos u otros fenómenos ocasionados por la extracción del suelo, por medio de evaluación visual por un profesional capacitado.
 - Hacer un seguimiento de los cortes realizados para identificar problemas de inestabilidad de taludes y/o de laderas derivados de su excavación, en base a la evolución de cada uno de ellos.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Si se presentan situaciones no deseadas como procesos de erosión, se deben tomar medidas puntuales y específicas; por ejemplo, manejo de escorrentía, sellamiento de grietas, estabilización de los taludes, etc.
- Seguimiento y monitoreo del aprovechamiento forestal.
- Se debe verificar que el retiro de la cobertura vegetal se realice sin mezclar la capa vegetal del suelo con el suelo contaminado.
- **Almacenamiento Temporal de Suelo Contaminado**
 - Se deberá ubicar con anticipación, el depósito temporal de los suelos contaminados.
 - El lugar destinado al almacenamiento debe cumplir con las siguientes recomendaciones:
 - Tener poca pendiente (área plana).
 - Estar libre de residuos, material rocoso, grasa, aceite y demás materiales sólidos y líquidos.
 - El área de tratamiento debe estar delimitado.
 - Contener una valla o señal informativa, en la cual se indique que se trata de suelo recuperado para actividades de restauración.
 - Hacer monitoreo periódico de la cobertura vegetal retirada y ubicada en la zona de acopio, contara con un canal perimetral para de evitar aniego del área de trabajo.
- **Separación y Trituración**
 - Se debe instruir y supervisar al personal que va a intervenir en la separación de los residuos y materiales presentes en el suelo (truncos, palos, raíces, entre otros) de forma mecánica y manual, teniendo en cuenta todos los aspectos de seguridad ocupacional para la realización de esta actividad.
 - Monitorear la separación del material fino y de los terrones del suelo que se realiza por medio tamizado vibratorio (cribado).
 - El material rechazado del tamizado, se reduce de tamaño mediante trituración.
- **Retiro y Reposición de la Capa Orgánica del Suelo**
 - Seguimiento y monitoreo en el manejo y conservación del suelo orgánico. El seguimiento se debe realizar mediante inspección visual de manera permanente durante el tiempo que se realice el retiro de la capa orgánica, para lo cual se debe contar con un profesional idóneo.
 - Durante este proceso se debe recuperar el horizonte orgánico y suelo en las zonas donde se desarrollan estas actividades.
 - Verificar diariamente la correcta recuperación y almacenamiento de los suelos orgánicos.
 - Verificar la efectividad de las prácticas de revegetación.
 - Verificar que se realice la reposición del suelo extraído en la zona donde fue removido para el tratamiento, con el mismo suelo tratado y/o con material de préstamo de las áreas aledañas.
 - Seguimiento de las actividades de revegetación. El suelo proveniente del retiro de la capa orgánica deberá ser usado en la revegetación de las áreas intervenidas para la construcción del proyecto; por lo tanto, se debe realizar un seguimiento y monitoreo estricto para evitar la contaminación del mismo y verificar su utilización en actividades de reconformación de taludes o de zonas verdes.
 - Revisión periódica de los canales perimetrales, bermas o canales de sedimentación para el control de aguas de escorrentías

5.9.3.2. Tratamiento del Suelo y Mezcla Final del Concreto

- **Mezclado**
 - Verificar que el material separado sea mezclado con agua y el cemento. Esta mezcla se sugiere realizar en un camión mezclador o concretero.
 - Verificar que el mezclador o la tubería donde se va a realizar la descarga se encuentre en buenas condiciones de funcionamiento.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Colocación del Concreto
 - Controlar que la disposición del concreto sea en el área establecida que está protegida con la geomembrana.
 - Verificar antes de la colocación del concreto la colecta de probetas o cilindros con la mezcla final para realizar ensayos de las características del concreto
 - La mezcla final de concreto presentará mayor volumen en comparación al suelo removido; se debe aprovechar la pendiente para la colocación de la mezcla final y la nivelación del terreno.
- Impermeabilización
 - Verificar la correcta colocación de la membrana de protección cuando se haya realizado el fraguado.
- Recubrimiento
 - Controlar visualmente que el recubrimiento de la zona donde se realizó la técnica sea recubierto con suelo nativo y que en la parte superficial se coloque una capa orgánica (*top soil*) entre 0,00 m a 0,30 m. La reforestación debe ser desarrollada siguiendo el plan de revegetación.

5.9.4. Plan de Monitoreo durante la Ejecución de las Medidas de Remediación

5.9.4.1. Muestreo de Suelos y Pruebas del Concreto durante los Trabajos de Remediación

El monitoreo de las características del suelo se debe realizar de acuerdo con lo establecido en la Guía de muestreo de Suelos en el marco del D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo o la norma ambiental vigente a la fecha de elaboración de este documento, los cuales deben programarse de acuerdo con los períodos de actividad de la ejecución de la técnica de remediación.

Con el objetivo de determinar si la cantidad de agente solidificante fue la adecuada, se realizarán ensayos para determinar la integridad física de los bloques de concreto, estos ensayos permitirán caracterizar al material en función del contenido de agua, el límite líquido y plástico para establecer la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción e hinchazón.

Los ensayos que se realizarán son los siguientes:

- Antes y Durante el Tratamiento
 - Determinar la densidad del monolito estabilizado
 - Prueba de compactación-humedad / densidad de las mezclas suelo-cemento: Esta prueba se realiza cuando el material no ha sido solidificado y permite establecer el grado de humedad del material que permite alcanzar la máxima compactación.
 - Prueba de permeabilidad: Esta prueba permite determinar la cantidad y el flujo de agua que pasa a través de un material bajo condiciones de saturación. Se recomienda que los desechos solidificados destinados a ser enterrados, tengan una permeabilidad de 10^{-5} cm/s.
 - Pruebas de resistencia a la compresión: Estas pruebas se realizan para determinar la capacidad del concreto de sufrir estrés mecánico y resistir sobrecargas, los ensayos se realizan para asegurarse que la mezcla del material solidificado cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada. El resultado de resistencia a la compresión es el promedio del resultado de al menos dos muestras elaboradas con el mismo tipo de concreto y sometidas a ensayo a la misma edad. Los tiempos para el curado del cemento son 1, 7, 14 y 28 días. Según la EPA la resistencia a la compresión debe ser equivalente a 50 psi (0,344 MPa).
 - El ensayo a la resistencia a la compresión se realizará según la Norma NTC 550 y 673.
 - Fuerza de flexión: La resistencia a la flexión de un concreto es inferior al valor de la resistencia a la compresión, este valor indica la resistencia a la ruptura de un material solidificado cuando sobre él se aplica una fuerza en sentido axial. Este parámetro permite establecer el límite de

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

sobrecarga de materiales sobre el concreto sí que sufra ruptura. Las pruebas se realizarán según la Norma NTC 1377 o ASTM C31 y ASTM C78.

- Pruebas de durabilidad (opcional): Se define la durabilidad del concreto de cemento Pórtland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto. La durabilidad no depende exclusivamente de la dosificación empleada para la preparación del concreto, sino que también depende de factores ambientales y de las condiciones de trabajo a la cual se someta la mezcla solidificada.
- Límites de Atterberg (opcional): Son ensayos de laboratorio que se utilizan para caracterizar el comportamiento de suelos y permiten determinar los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Los límites líquidos para mezclas de solidificantes generalmente están en un rango de 40-55% de contenido de agua. Los límites plásticos para este tipo de mezclas están en el rango 20-50% de contenido de agua. Los resultados de estos límites darán una idea sobre la cantidad de solidificante a mezclar con el suelo contaminado.
- Potencial de Oxido-Reducción: Permite determinar si un medio es Oxidante o Reductor, los agentes reductores tienen un potencial alto de transferencia de electrones. El potencial de Oxido-Reducción indica la posibilidad de lixiviar de un metal y permite determinar el estado de oxidación de los metales y consecuentemente su grado de toxicidad ya que la toxicidad de los elementos químicos está relacionada con su grado de especiación.
- Pruebas de lixiviación: El grado de lixiviación de los metales pesados depende entre otros factores de su estado de oxidación y de las propiedades hidrológicas y geoquímicas del medio en donde se realizará su disposición por lo tanto para conocer cómo se comportará el material solidificado bajo condiciones ideales y críticas es necesario realizar pruebas de lixiviación. Monitoreo de lixiviados TCLP de Arsénico (As), Cadmio y plomo (Pb); se realizará al finalizar el proceso de solidificación.
- El diámetro de los cilindros debe tener 6 x 12 pulgadas, de acuerdo a las normas ASTM C 31, C 39, C 617, C 1077, C 1231.
- Los resultados de las pruebas se compararán con el valor presentado en la **Tabla 5-34**.
- Antes de realizar la prueba de las probetas o cilindros, se debe tener un reposo mínimo de siete (7) días después de su elaboración.

Los muestreos de suelo se deben efectuar netamente en el área a remediar en el Sitio S0105 (Botadero CS-32) y en los suelos ubicados en las pilas de acopio para el tratamiento.

En la **Tabla 5-34** se relaciona las áreas donde se va a tomar el muestreo de monitoreo en las zonas donde se realizó la excavación.

Tabla 5-34. Ubicación del Área para el Muestreo en el Área Excavada

Sitios Impactados		Nombre	Coordenadas		Profundidad	Contaminante
Nombre	Código OEFA		Este	Norte		
Botadero CS-32	S0105	S0105-PMont-001	339670	9692105	0,5	Arsénico (As) Plomo (Pb) Cadmio (Cd)
		S0105-PMont-002	339670	9692101	0,5	
		S0105-PMont-003	339668	9692077	0,5	
		S0105-PMont-004	339671	9692072	0,5	
		S0105-PMont-005	339663	9692062	0,5	
		S0105-PMont-006	339668	9692057	0,5	
		S0105-PMont-007	339662	9692047	0,5	
		S0105-PMont-008	339665	9692041	0,5	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Después del Tratamiento:

Después de aplicada la técnica de solidificación *ex situ -on site*, el sólido formado por el cemento y el suelo contaminado deberá estar impermeabilizado por una geomembrana y por una capa

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

de arcilla; por ello, no se considera pertinente realizar muestreo fisicoquímico después del tratamiento.

Se realizará el seguimiento y el control de procesos erosivos y de desestabilización que eventualmente puedan presentarse por efecto de las aguas lluvia o por movimientos geológicos.

5.9.4.2. Consideraciones para el Muestreo

- Antes del Tratamiento
- Se debe realizar la muestra tipo compuesto según la guía de muestreo de suelo; las muestras de suelo deben ser tomadas del suelo homogenizado en diferentes áreas; el suelo homogenizado se encuentra en la zona de acopio.
- Mezclar las muestras tomadas en un área determinada para obtener una sola muestra que presuntamente representa el total. Este muestreo tiene la ventaja de permitir un muestreo mayor sin aumentar el número de análisis.
- Después del Tratamiento: Se debe considerar el periodo y las condiciones de curado previo a los análisis de las muestras de concreto (probetas).

5.9.4.2.1. Parámetros y Metodologías Analíticas

En la **Tabla 5-35**, se presenta los parámetros de muestreo, los métodos de análisis, los límites de detección empleados por laboratorios y los Estándares de Calidad para Suelo (ECA) de uso agrícola. Esto servirá como referencia de aquellos parámetros que deben ser analizados para verificar los objetivos de la remediación.

Tabla 5-35. Parámetros, Métodos de Análisis, Límites de Detección y Estándares de Comparación

Parámetros	Método de Referencia	Descripción	Límite de Detección	Estándares de Comparación
pH	EPA METHOD 9045 D, Rev. 4 2004	Procedimiento electrométrico para medir pH en suelos (<i>in situ</i>)	---	(a)
Cadmio total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Determinación de Metales por <i>Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectroscopy</i> (ICP OES)	0,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1,4 mg/kg)
	EPA 6200 B: 2007	Determinación de metales en suelo mediante espectrometría de fluorescencia de rayos X (<i>in situ</i>)	---	
Arsénico total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Determinación de Metales por <i>Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectroscopy</i> (ICP OES)	3,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (50 mg/kg)
Plomo total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Determinación de Metales por <i>Inductively Coupled Plasma - Optical</i>	2,0 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (70 mg/kg)

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Parámetros	Método de Referencia	Descripción	Límite de Detección	Estándares de Comparación
		<i>Emission Spectroscopy</i> (ICP OES)		
Arsénico en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev 0 July 1992 (Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	Determinación de la movilidad de contaminantes en una muestra	0,02 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (5,0 mg/l)
Plomo en extracto de TCLP			0,02 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (5,0 mg/l)
Cadmio en Extracto de TCLP			0,0015 mg/l	Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24 (1,0 mg/l)
Humedad en suelo	ASTM D2216 – 19	Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en el suelo (<i>in situ</i>) (b)	---	(a)

(a) Parámetros que tienen influencia sobre la movilidad de los contaminantes en el suelo y también en los procesos de tratamiento.

(b) Puede emplearse equipos de medición directa de humedad en suelo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.5. Monitoreo Medio Biótico

Durante el desarrollo de las actividades de adecuación de las áreas que serán construidas para el tratamiento del sitio impactado (campamentos y áreas de maniobra, entre otros) se generarán algunos impactos sobre la fauna que tendrán que ser evaluados y a los cuales se les tendrán que proponer medidas de manejo que estén enfocadas al control, mitigación y/o compensación sobre los grupos taxonómicos afectados.

5.9.5.1. Fases para el Proceso de Recuperación del Componente Fauna

Por ende, se sugiere una ruta de trabajo para el equipo especialista que desarrollará dichas labores en el componente fauna, las cuales se muestran en la **Figura 5-32**.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

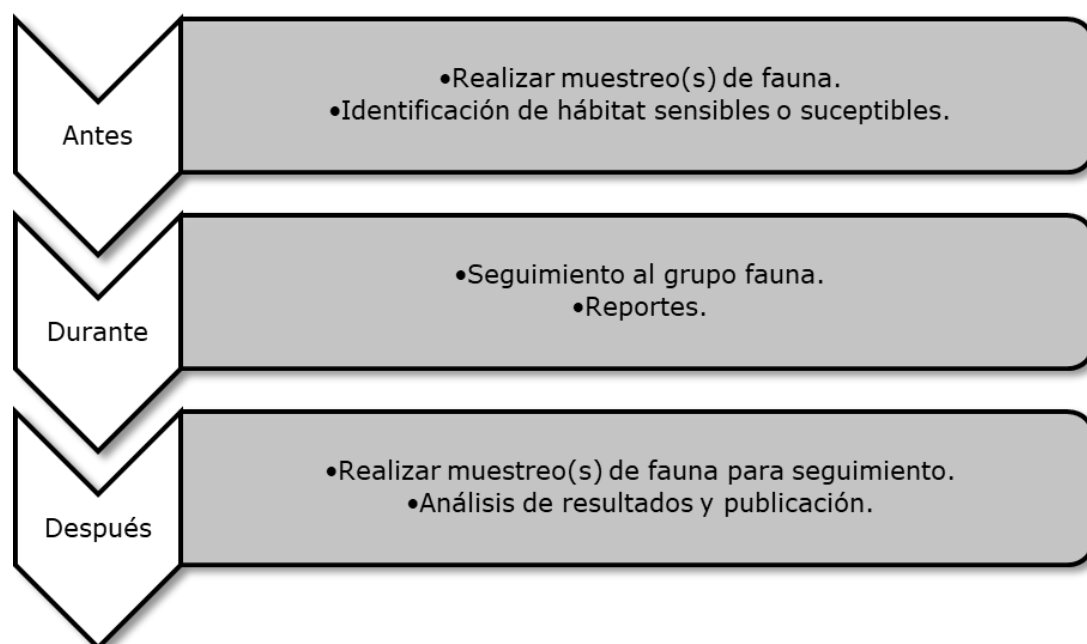


Figura 5-32. Ruta de Trabajo para el Monitoreo de Recuperación del Componente Fauna

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.5.1.1. Antes

Muestreo de fauna silvestre: 1 a 3 semanas antes de dar inicio a las obras en cada sitio será necesario realizar un levantamiento de información primaria de acuerdo a lo establecido en “La guía de inventario de la Fauna Silvestre” publicada por el MINAM en 2015 bajo el reglamento del decreto legislativo N° 1278 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.S. N° 014-2017-MINAM). o por aquella que se encuentre vigente en el momento de iniciar las actividades de rehabilitación. En ella se tendrá en cuenta el equipo mínimo de profesionales requerido por la norma (dos (2) mastozoólogos, un (1) ornitólogo y un (1) herpetólogo); con estos muestreos se garantizará tener la información actualizada de las comunidades de fauna presentes en cada sitio, y será una información comparable con los muestreos realizados en la caracterización de fauna (ver numeral **3.6.6.3**). Se debe considerar una comparación entre las especies identificadas en el muestreo de este estudio, y los resultados que se proponen en esta fase. Especialmente aquellas que se encontraron en los apéndices del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), y en las categorías de amenaza mencionadas en el D.S. 004 de 2014 (Ver numeral **3.6.6.3.5**, de especies de importancia ecológica, económica y cultural) para identificar el estado de vulnerabilidad con el tiempo.

5.9.5.1.2. Muestreo de Fauna

El muestreo de fauna se debe realizar siguiendo la metodología propuesta por “La guía de inventario de la Fauna Silvestre” publicada por el MINAM en 2015, la cual se adaptó a las características del área de estudio de la siguiente forma:

Se deben realizar dos (2) transectos de un mínimo de 100 metros de largo para muestrear los grupos taxonómicos de herpetofauna, avifauna y Mastofauna. El ancho fijo de cada uno debe ser de 100m x 5m para herpetofauna (Transecto de Banda Fija - TBF), 100m x 10m para mamíferos (Transecto de Ancho Fijo) y 100m x 20m para aves (Transecto de franja fijo). Se debe considerar realizar transectos cortos y no uno único en el área, con el fin de poder estandarizar el muestreo teniendo en cuenta otros sitios que son de tamaños diferentes. Durante el levantamiento de información se debe registrar datos relacionados con la identificación taxonómica, hábitat y/o cobertura donde se encuentre el ejemplar, el estrato vertical (sotobosque, estrato medio y dosel) y extractó horizontal (borde, interior)

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

y, el número de individuos. Adicionalmente, se debe realizar registros fotográficos y tomar datos morfométricos y de salud de los individuos capturados.

Complementariamente deben llevar a cabo recorridos de observación libre (transectos lineales), con los cuales se busca realizar encuentros directos e indirectos de fauna silvestre en el área de estudio. Esta técnica es complementaria con el fin de levantar la mayor cantidad de información posible.

Adicionalmente, se deben llevar a cabo las siguientes técnicas de muestreo por grupo taxonómico:

- Herpetofauna

Se debe realizar la técnica de búsqueda por encuentro visual (VES); esta técnica consiste en buscar posibles microhábitat o cuerpos de agua para aumentar la posibilidad de encontrar ranas, serpientes, lagartos, tortugas entre otros. Esta técnica se encuentra asociada a los recorridos de observación libre. Adicionalmente, se debe instalar 4 parcelas de 5m x 5m, en las que se debe remover hojarasca y tierra en búsqueda de individuos en horario diurno (12:00-13:00) y nocturno (16:00-19:00). Las áreas escogidas para desarrollar esta técnica fueron aquellas donde se observarán posibles microhábitat o zonas de refugio de anfibios y reptiles durante la caracterización.

- Avifauna

Se deben instalar 4 Redes de niebla de 10m, cada una para un total de 40 m lineales, las cuáles se recomiendan operar de 6:00 a 9:00 y revisar en periodos de 20 a 30 minutos. Lo anterior indica que el esfuerzo de muestreo a realizar será de aproximadamente 13,2 horas/red por día (Ralph, y otros, 1996). Adicionalmente, se deben realizar recorridos de observación libre con el fin de complementar el levantamiento de información de avifauna por medio de registros visuales, auditivos y registros indirectos como evidencias reproductivas o rastros. Para esta técnica se deben emplear binoculares y una cámara fotográfica. (Ver **Figura 5-33**).

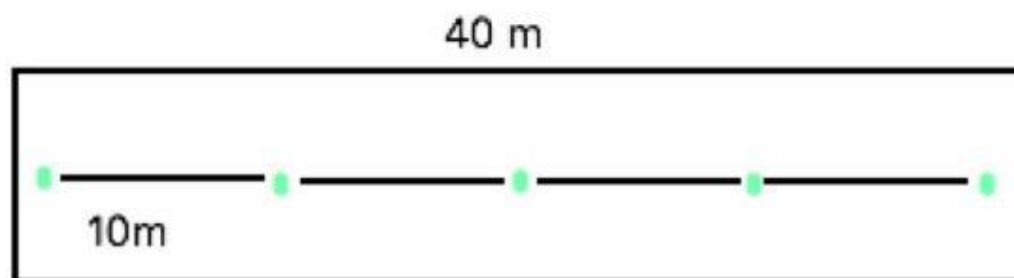


Figura 5-33. Distribución Redes de Niebla por Área Muestreada

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las redes de niebla se deben instalar cerca de uno de los transectos de franja fijo con el fin de lograr que ambas técnicas sean complementarias.

- Mastofauna

Para el caso de los mamíferos pequeños, se debe instalar 10 trampas Tomahawk por dos noches de muestreo, cada trampa debería estar separada entre 5 y 10 m de distancia de cada una y camuflar con vegetación además se deben usar los cebos recomendados en la guía del inventario de la fauna silvestre. (Ministerio del Ambiente, MINAM., 2015). En la **Figura 5-34**, se muestra cómo debería ser la distribución.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

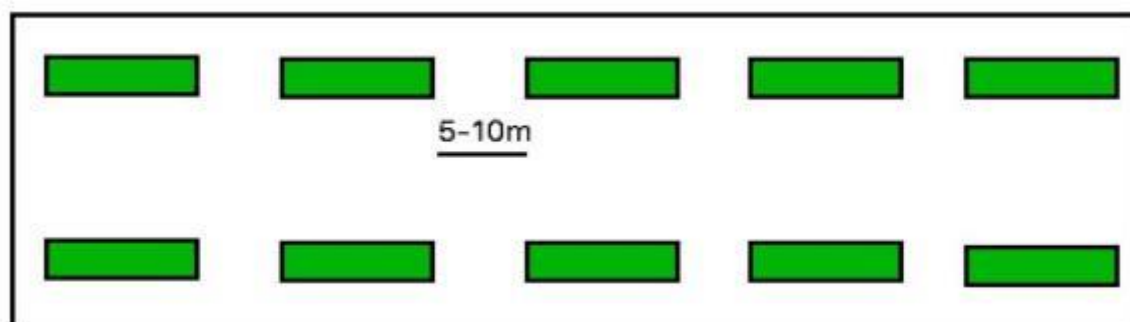


Figura 5-34. Distribución Trampas Tomahawk por Área Estudiada

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el caso de los *mamíferos medianos y grandes*, se deben instalar cuatro (4) cámaras trampa por 2 noches de muestreo con el fin de identificar las especies que por allí se desplacen.

Todos los grupos taxonómicos estudiados y las especies e individuos registradas se deben reportar en formatos de campo y/o libreta de campo y se deben tomar datos relacionados con: Ubicación geográfica, identificación taxonómica, hábitat, evidencia encontrada, actividad realizada por el individuo y/o estado de la evidencia; se debe tomar registro fotográfico y en caso de la captura de algún individuo vivo se deben realizar las medidas morfométricas y del estado de salud del individuo, para finalmente liberarlos sin ser afectados.

Las trampas Tomahawk y las cámaras trampa, se deben instalar muy cerca de alguno de los transectos de ancho fijo del área de estudio, con el fin de complementar la información que arrojen las técnicas de muestreo utilizadas y obtener un mejor resultado en el análisis.

A continuación, en la **Tabla 5-36** y **Tabla 5-37**, se muestran las coordenadas de los vértices de los transectos y parcelas sugeridos para el muestreo.

Tabla 5-36. Coordenadas de los Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna.

N°	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S			
				Inicio		Final	
				Este	Norte	Este	Norte
1	S0105	Transectos de referencia fauna	S0105-FAU-TRAF-01	339714	9692088	339713	9691974
2			S0105-FAU-TRAF-02	339598	9692188	339626	9692087
3			S0105-FAU-TRL-01	339641	9692312	339537	9691883

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 5-37. Coordenadas de Técnicas de Referencia para el Muestreo de Fauna.

N°	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
				Este	Norte
1	S0105	Fauna Parcelas Herpetofauna	S0105-FAU-HER-PAR-01	339838	9691863
2			S0105-FAU-HER-PAR-02	339806	9691828
3		Fauna Redes	S0105-FAU-AVI-RED-01	339609	9692217
4			S0105-FAU-AVI-RED-02	339601	9692229
5		Fauna Cámaras Trampa	S0105-FAU-MAS-CAM-01	339608	9692185
6			S0105-FAU-MAS-CAM-02	339596	9692127

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Nº	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
				Este	Norte
7	S0105	Fauna Trampa Mamíferos	S0105-FAU-MAS-CAM-03	339781	9692047
8			S0105-FAU-MAS-CAM-04	339800	9692048
9			S0105-FAU-TRAM-01	339623	9692129
10			S0105-FAU-TRAM-02	339602	9692158
11			S0105-FAU-TRAM-03	339608	9692176
12			S0105-FAU-TRAM-04	339611	9692185
13			S0105-FAU-TRAM-05	339602	9692194
14			S0105-FAU-TRAM-06	339608	9692185
15			S0105-FAU-TRAM-07	339751	9692090
16			S0105-FAU-TRAM-08	339757	9692097
17			S0105-FAU-TRAM-09	339756	9692114
18			S0105-FAU-TRAM-10	339781	9692047

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.5.1.3. Durante

- *Seguimiento al grupo fauna:* Es indispensable realizar muestreos periódicos y permanentes que permitan evaluar los cambios en la composición y estructura de la fauna, así como posibles cambios en la dinámica poblacional en las áreas a remediar e incluso en la etología de los individuos que se encuentren asociados a la actividad con el fin de realizar las medidas correctivas necesarias.
- *Reportes:* Se recomienda documentar toda la información levantada de fauna en bitácoras que sean revisadas por el personal experto de la supervisión con el fin de plantear estrategias y alternativas de mejora durante el desarrollo de la actividad. Así mismo, se sugiere realizar un convenio con alguna entidad especializada en el tema como universidades o centros de investigación que revisen y recomienden alternativas de manejo en caso de ser necesario.

El proceso de seguimiento al grupo fauna que se debe realizar después de finalizar las técnicas de remediación se encuentra en el numeral **5.12.2.7** en la fase de post ejecución de obra.

5.9.6. Mediciones y Controles de Seguridad e Higiene Ocupacional

El desarrollo de los trabajos deberá considerar las siguientes directrices:

- Se recomienda realizar de acuerdo a los requerimientos de la legislación vigente del Perú en materia de salud, seguridad en el trabajo y la preservación del ambiente.
- Realizar un reconocimiento de los espacios de los trabajadores, a fin de identificar y caracterizar los peligros, así como evaluar sus riesgos; para luego establecer las medidas necesarias para preservar la salud y seguridad del personal.
- Realizar control y tratamiento; el cual se debe realizar de acuerdo a la evaluación y valoración, teniendo en cuenta la selección de las respectivas medidas de control del riesgo bajo.
- Articular acciones de monitoreo de seguimiento de los riesgos periódicos, ya sean de equipo de protección personal o de controles en ingeniería de los lugares de trabajo.

Como instrumentos de monitoreo de salud y seguridad en el trabajo se pueden emplear los siguientes:

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Monitoreo Ruido Ocupacional:
 - Realizar medición y análisis de los niveles de ruido estandarizados en la R.M. N° 375-2008-TR, de acuerdo a las condiciones de trabajo y el tiempo de exposición de los trabajadores.
 - Verificación y seguimiento de la utilización de elementos de protección auditiva por parte de los trabajadores.
 - Contar con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de motores y equipos.
 - Verificación de la adecuación de accesorios en caso de requerirse para el control o mitigación de ruido.
 - La frecuencia de monitoreo de ruido se deberá realizar una sola vez en toda la ejecución de la actividad de remediación en las diferentes áreas, los controles se deben aplicar de acuerdo a los resultados obtenidos posterior al monitoreo.

En la **Tabla 5-38** se muestra la ubicación y frecuencia que se recomienda considerar para el monitoreo de ruido:

Tabla 5-38. Ubicación y Frecuencia del Monitoreo de Ruido

Área	Límite de Decibeles en 8 horas de trabajo	Frecuencia de Monitoreo
Zona de excavación de Suelo Contaminado	85 dB	Una sola vez
Zona de acopio de suelo Contaminado	85 dB	
Zona de la planta de tratamiento	85 dB	

Fuente: Extraído de la R.M. N° 375-2008-TR.

- Monitoreo y Medición de Ambientes Térmicos
 - En una primera etapa, se debe realizar la identificación de ambientes donde se presenten temperaturas extremas o de estados no confortables dentro de los ambientes de trabajo; para realizar este proceso se debe tener en cuenta la temperatura del aire, la humedad y la velocidad del aire.
 - En la fase de análisis, se debe tener en cuenta las temperaturas indicadas en el monitoreo de estrés térmico, se debe medir con la concentración o intensidad máxima permisible por el índice de WBGT; el cual formula el índice de trabajo al aire libre con carga solar, de acuerdo a la R.M. N° 375-2008-TR, considerando también la carga de trabajo y la jornada laboral del trabajador.
 - Verificación de la fase de control y tratamiento de acuerdo a las áreas de trabajo que presenten intensidad máxima permisible, se debe realizar la reducción de las actividades físicas, mediante limitaciones de ritmo o establecimiento de pausas, creación de microclimas en el puesto de trabajo (ambientes acondicionados), indumentaria de trabajo reflectante o aislante del calor, uso de ropa de trabajo fresca, ligera y permanente de hidratación con vigilancia médica.
 - La frecuencia de la medición de los ambientes térmicos se debe efectuar en las dos épocas (húmeda y seca), en todas las áreas donde se efectúen trabajos por parte de los trabajadores.
- Monitoreo Seguridad Vial
 - Verificación del adecuado manejo del tránsito vehicular y del flujo peatonal en la zona de trabajo, en lugares de intersección o en lugares de afluencia de personas.
 - Verificar el cumplimiento del Reglamento Nacional de Tránsito (D.S. N° 016-2009-MTC y sus modificatorias).
 - Seguimiento al control de accidentalidad vial.
 - Verificación del cumplimiento de las normas establecidas por ley para el transporte de maquinaria y equipos y en el manejo de las rutas de desplazamiento de materiales y maquinaria a la zona a intervenir.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Verificación del adecuado desempeño del personal de señalización (paleteros) y verificación de los procesos de capacitación previstos para estos trabajadores y conductores.
- Verificación de lo propuesto en el plan de transporte terrestre y los requisitos que se van a emplear en los vehículos para el transporte de los residuos. (Ver **numeral 5.7.5**).
- Monitoreo de Emisiones Atmosféricas
 - Seguimiento de las medidas para el control de dispersión de partículas.
 - Mantenimiento de los vehículos y la maquinaria, sincronización de los motores.
 - Humectación de vías para evitar las partículas de polvo levantadas por el paso de la maquinaria.
 - En caso de identificar acciones que no se estén cumpliendo o siendo efectivas, se deben tomar las medidas del caso, y se realizará seguimiento a las medidas correctivas para garantizar su efectividad.
 - En la zona de excavación, acopio y la zona de tratamiento donde se encuentre los suelos a tratar se debe hacer mediciones de gases o atmosferas explosivas por medio de equipos especiales.
 - Revisión de los insumos químicos que intervienen el proceso de la aplicación de la técnica.
 - Manejo y almacenamiento adecuado de materiales e insumos y mantenimiento de talleres.
 - Se debe realizar un seguimiento periódico y constante (semanal) a los vehículos de transporte pesado.
 - Se debe verificar que los vehículos cuenten con elementos de seguridad, con el fin de prevenir accidentes y la consiguiente dispersión aleatoria de los elementos transportados.
 - Se debe realizar la verificación de lo propuesto en el plan de transporte terrestre de los residuos.
 - Se debe hacer seguimiento periódico (semanal), verificando el óptimo almacenaje de elementos transportados.

5.10. Plan de Muestreo de Comprobación o Verificación

El presente plan de muestreo de comprobación se desarrolló en base a la guía para la elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos (PDS) en el marco del D.S. N°002-2013-MINAM, el cual tiene como propósito demostrar que las acciones de remediación implementadas, alcanzaron de forma estadísticamente demostrable, concentraciones menores o iguales al nivel de remediación establecido en el ECA para suelo agrícola para la matriz suelo.

El presente plan de muestreo abarca el Sitio S0105 (Botadero CS-32). Los subíndices de acceso al sitio, el marco normativo y los estándares nacionales aplicables, se encuentran descritos en el numeral **3.5.1.** del Plan de Rehabilitación.

5.10.1. Objetivos

5.10.1.1. Objetivo General

Definir las tareas necesarias para obtener muestras representativas de los sitios impactados para comprobar que la alternativa de remediación cumplió el nivel de remediación específico establecido en el ERSA.

5.10.1.2. Objetivos Específicos

- Asegurar el muestreo de comprobación del Sitio S0105 (Botadero CS-32), para evidenciar que se cumplió con los niveles de remediación específicos, considerando el marco legal y normatividad nacional y/o internacional vigente, cumpliendo con los protocolos y guías que apliquen para cada caso en particular.
- Documentar el procedimiento para la toma de muestras de la matriz suelo.
- Determinar el tipo de muestreo, estrategia de muestreo, tipo de muestras (simple y compuesta), número de muestras y profundidad de muestreo.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

5.10.2. Alcance

Las actividades descritas en este plan de muestreo aplican para el Sitio S0105 (Botadero CS-32), ubicados en la cuenca del río Pastaza.

Los lineamientos definidos en este documento deberán ser aplicables para las actividades del tipo de muestreo, estrategia de muestreo, tipo de muestras (simple y compuesta), número de muestras y profundidad de muestreo.

5.10.3. Muestreo de Comprobación para Suelo

El muestreo de comprobación se llevará a cabo en el sitio, luego de la restauración del mismo con el

Considerando los parámetros criterio de la base de estudio inicial, se propone los parámetros para el análisis de las muestras de suelo que se presentan en la **Tabla 5-39**.

Tabla 5-39 Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Niveles de Remediación

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección (a)	Niveles de Remediación mg/kg
Arsénico total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	3,5 mg/kg	50 mg/kg
Cadmio total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,5 mg/kg	1,4 mg/kg
Plomo total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	2,0 mg/kg	70 mg/kg

(a) El límite de detección es referencial

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.10.3.1. Tipo de Muestreo

El muestreo se deberá efectuar mediante sondeo manual, con el uso del barreno.

5.10.3.2. Número de Puntos de Muestreo de Comprobación

Los puntos de muestreo de comprobación serán efectuados según indica la guía de muestreo de suelos del D.S. No 002-2013-MINAM (Ver **Figura 5-35**). Para ello se tomarán muestras perimetrales, por lo cual de acuerdo al área a remediar se plantea efectuar el muestreo de comprobación en los puntos que se indican en la **Tabla 5-40**. Cabe mencionar que al aplicarse la técnica de Solidificación ex situ, no se tendrá en cuenta el punto de muestreo en la parte central.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

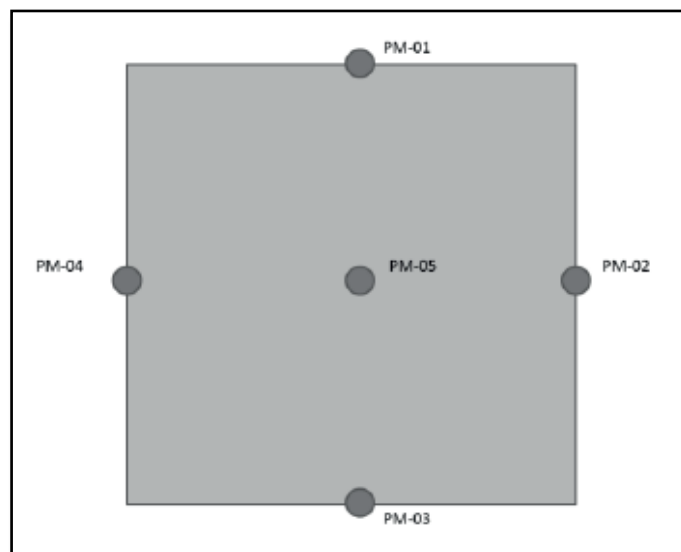


Figura 5-35. Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de cuadrado.

Fuente: Guía de Muestreo de Suelos, D.S. N° 002-2013-MINAM.

En la **Tabla 5-40** se presentan los puntos de muestreo de comprobación para el Sitio S0105 (Botadero CS-32).

Tabla 5-40. Puntos de Muestreo de Comprobación

Sitios Impactados		Nombre	Profundidad	Contaminante	Niveles de Remediación
Nombre	Código OEFA				
Botadero CS-32	S0105	S0105-SCom-001	0,5	Arsénico (As) Plomo (Pb) Cadmio (Cd)	50 70 1,4
		S0105-SCom-002	1,0		
		S0105-SCom-003	1,5		
		S0105-SCom-004	0,5		
		S0105-SCom-005	1,0		
		S0105-SCom-006	1,5		
		S0105-SCom-007	0,5		
		S0105-SCom-008	1,0		
		S0105-SCom-009	1,5		
		S0105-SCom-010	0,5		
		S0105-SCom-011	1,0		
		S0105-SCom-012	1,5		
		S0105-SCom-013	0,5		
		S0105-SCom-014	1,0		
		S0105-SCom-015	1,5		
		S0105-SCom-016	0,5		
		S0105-SCom-017	1,0		
		S0105-SCom-018	1,5		
		S0105-SCom-019	0,5		
		S0105-SCom-020	1,0		
		S0105-SCom-021	1,5		
		S0105-SCom-022	0,5		

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

5.10.3.3. Localización de Muestreo de Comprobación para Suelos

La ubicación de los puntos para el muestreo de comprobación en el Sitio S0105 (Botadero CS-32) se presentan en la **Tabla 5-41**.

Tabla 5-41. Estaciones de Muestreo de Suelo

Sitios Impactados		Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S	
Nombre	Código OEFA		Este	Norte
Botadero CS-32	S0105	S0105-SCom-001	339670	9692105
		S0105-SCom-002	339670	9692100
		S0105-SCom-003	339666	9692102
		S0105-SCom-004	339673	9692103
		S0105-SCom-005	339661	9692074
		S0105-SCom-006	339664	9692077
		S0105-SCom-007	339665	9692071
		S0105-SCom-008	339674	9692077
		S0105-SCom-009	339673	9692072
		S0105-SCom-010	339678	9692074
		S0105-SCom-011	339657	9692060
		S0105-SCom-012	339660	9692063
		S0105-SCom-013	339659	9692057
		S0105-SCom-014	339667	9692062
		S0105-SCom-015	339667	9692057
		S0105-SCom-016	339673	9692059
		S0105-SCom-017	339655	9692044
		S0105-SCom-018	339659	9692047
		S0105-SCom-019	339658	9692042
		S0105-SCom-020	339667	9692047
		S0105-SCom-021	339666	9692042
		S0105-SCom-022	339672	9692043

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.10.3.4. Procedimiento, Medidas y Custodia de Toma de Muestra de Comprobación para Suelo

En el **Anexo 6.5.1** se presentan los procedimientos de toma de muestra, el aseguramiento de la calidad de las muestras y la respectiva custodia.

5.10.3.5. Porcentaje de Remoción de los Contaminantes de Preocupación

Con el propósito de evaluar el porcentaje de remoción del contaminante de preocupación, será necesario utilizar la ecuación del porcentaje de inmovilización, como se presenta a continuación:

$$\% EI = \frac{C_i \left(\frac{mg}{kg} \right) - C_f \left(\frac{mg}{kg} \right)}{C_i \left(\frac{mg}{kg} \right)}$$

Donde:

%EI: Eficiencia en la inmovilización de contaminantes en el suelo.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Ci: Concentración inicial de los contaminantes en el suelo.

Cf: Concentración final de los contaminantes en el suelo.

5.11. Cronograma y Presupuestos de las Actividades de Remediación y rehabilitación ambiental, incluyendo las especificaciones técnicas, costos y actividades de ejecución de obra.

Los costos asociados a cada fase del proyecto para los cuatro rubros establecidos pueden ser consultados en el **Anexo 6.11.10**, en el cual se encuentran los siguientes anexos:

1. Cronograma del Plan de Rehabilitación, donde se encuentran los tiempos de duración de cada una de las fases.
2. Modelo Análisis Financiero, donde se encuentran cada uno de los costos estimados para la aplicación de la técnica.
3. Costos Técnicas Seleccionadas, donde se encuentra descrito el Análisis de Costo/Efectividad de las técnicas evaluadas.

5.12. Plan de Monitoreo Post Ejecución de Obra

Dicho plan tiene como objetivo principal probar la sostenibilidad con respecto a la eficacia de la o las acciones de remediación que serán implementadas. Dicho plan debe contener lineamientos técnicos, ambientales y sociales para la verificación correspondiente.

De forma general el plan de monitoreo post ejecución de obra debería estar enfocado en tres pilares principalmente:

- El primero corresponde a la evidencia de la disminución de los contaminantes de preocupación en las matrices afectadas en el tiempo.
- El segundo corresponde a un proceso de regeneración asistida y/o proceso de restauración ecológica en las zonas afectadas, por el impacto actual y el que se realizaría durante las acciones de remediación.
- El tercero corresponde a un monitoreo del componente fauna para recolectar evidencias de la recuperación de las zonas con la presencia y/o abundancia de especies claves o bioindicadores. Es importante considerar que la implementación de las acciones de remediación si bien no están orientadas a restablecer las condiciones originales de los sitios, esto porque los impactos llevan un tiempo extenso y la actividad petrolera en los sitios va a continuar ejecutándose, si debe estar al final dirigida a restablecer la función productiva o algunos servicios ecológicos que se perdieron.

A continuación, se presentan de forma general los lineamientos que se deben considerar para los procesos mencionados.

5.12.1. Plan de monitoreo de Suelo

El primero corresponde a la evidencia de la disminución de los contaminantes de preocupación en las matrices afectadas en el tiempo, el cual se tomará al año, cuando se haya cumplido su ciclo hidrológico (época húmeda, época seca (menos húmeda)), los puntos de muestreo corresponden a los puntos plasmados en el plan de muestreo de comprobación y verificación (ver numeral **5.10**).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.12.2. Proceso de monitoreo de restauración ecológica

5.12.2.1. Definición del Ecosistema de Referencia

Es importante que se tenga la mayor información histórica de las especies existentes antes de los impactos en el sitio con el apoyo de información científica referencial o de imágenes antiguas que den evidencia. También es importante considerar e identificar aquellas zonas que queden con relictos o parches de la vegetación original y la identificación de especies en ecosistemas similares e intactos, lo cual se puede evidenciar también con trabajos directos en campo en aquellas zonas que no están intervenidas, de acuerdo a lo establecido en la restauración ecológica del numeral

5.12.2.2. Evaluación del Estado Actual del Ecosistema

El sitio impactado tendrá dos momentos referenciales para la evaluación de su estado, que corresponden a cómo se encontraba el ecosistema al momento de la caracterización y como se encontrará el ecosistema una vez se hallan implementado y finalizado las acciones de remediación y es partir de estas dos evaluaciones que se deben que se deben plantear los objetivos del proceso de restauración ecológica. De forma general para dicha evaluación se debe considerar:

- Los Factores del Sitio o Ecosistema
 - Vegetación: Presencia de especies al igual que las presentes en el ecosistema de referencia, que dominan sobre especies invasivas. Por medio de fotos aéreas/imágenes satélites/drones, la cobertura de bosque/herbáceas/gramíneas, conectividad a escala de paisaje.
 - Fuentes de regeneración: Presencia de lluvia de semillas, escasos bancos de semillas viables y de plántulas.
 - Suelo: Presencia de nivel de degradación y estado de fertilidad del suelo antes de intervenir, de acuerdo a los parámetros de materia orgánica, pH, nutrientes del suelo y de los contaminantes de preocupación.
 - Agua: Para los parámetros de pH, temperatura, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos, turbidez.
 - Microclima: Para los parámetros de temperatura y humedad relativa
- Factores del Paisaje:
 - Ecosistema de referencia: Permanecen cercanas como fuente de semillas y con posibilidad de conectividad con las áreas de interés para la iniciativa.
 - Fauna Silvestre: Diversa en áreas cercanas a la iniciativa; leve reducción en la población de dispersores de semillas. Por medio de muestreo de fauna polinizadora (aves, mamíferos terrestres y murciélagos).
 - Riesgo de fuego: Determinar si existe el riesgo de incendios.
 - Las condiciones del paisaje: Ubicación de parches del ecosistema original y el uso actual de la tierra.
 - Las condiciones bióticas: Evaluar los tipos de comunidades en composición y la dinámica de la vegetación.

Se debe tener en cuenta la identificación de ecosistemas de referencia, el cual se debe caracterizar a la composición, estructura, funcionalidad y servicios de ecosistemas, por medio de un mapeo e identificación de áreas, ecosistemas o paisajes degradados.

5.12.2.3. Definición de las Escalas y los Niveles de Organización

Tiene gran representatividad definir el alcance del proceso de restauración si es a nivel de especies o comunidades o a nivel de paisaje y ecosistema. De acuerdo con lo que se pretende, se buscaría una escala a nivel regional o ecosistémico en donde la función principal del proceso de restauración sería la recuperación de algunas funciones del ecosistema, su estructura y composición.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.12.2.4. *Establecimiento de las Jerarquías de Disturbios*

En primer lugar, se deberán identificar los disturbios de tipo antrópico y natural del sitio impactado y de las zonas donde se ejecutará la rehabilitación; al momento estas corresponden al desarrollo de la actividad petrolera cerca del sitio impactado y quizás inundaciones, sin embargo, esta condición podría cambiar unos años después de terminadas las acciones de rehabilitación, por lo que debería verificarse. Para cada disturbio se debe identificar su dimensión espacial, temporal y magnitud

5.12.2.5. *Consolidación de Participación Comunitaria*

La pérdida de los servicios ambientales de los ecosistemas es también una preocupación de las comunidades nativas y por lo tanto hay que tener en cuenta tanto el manejo regional como las necesidades de las comunidades locales. De ahí la importancia de que las comunidades participen activamente en el proceso desde su formulación y durante la ejecución, lo cual puede garantizar su continuidad y la consolidación del proceso de restauración en el tiempo. El conocimiento que pueden tener los pobladores locales puede resultar muy importante para el éxito del proceso de regeneración además porque estos procesos son a largo plazo, razón por la cual se requiere la participación activa de las comunidades. Una de las actividades propuestas es la implementación de un vivero lo que representa a la comunidad un aprendizaje en el establecimiento y manejo del mismo, selección de especies útiles para el proceso de restauración y actividades propias de la restauración. Para lograr dicha consolidación se puede hacer uso de herramientas metodológicas tales como cartografía social, recorridos territoriales, conversatorios y talleres en donde las comunidades nativas aprendan haciendo.

5.12.2.6. *Establecimiento de los Tensionantes a Diferentes Escalas*

Se deben identificar los tensionantes de tipo ecológico y lo de tipo socioeconómico. Los primeros comúnmente corresponden a ausencia de polinizadores, ausencia de propágulos, ausencia de animales dispersores, corta longevidad de semillas, ausencia de plantas facilitadoras, predación de semillas y presencia de especies invasoras o colonizadoras agresivas. Con respecto a los de tipo socioeconómico están asociados a factores económicos, políticos y sociales que pueden limitar el proceso de regeneración propuesto.

5.12.2.7. *Monitoreo del Proceso de Restauración*

La etapa de monitoreo en el proceso de restauración se basa en el seguimiento y evaluación de los cambios que va teniendo el ecosistema. El diseño del programa de monitoreo se debe realizar cuando se planteen los objetivos del proceso de restauración (De ahí la importancia en el establecimiento de los objetivos), con esto el monitoreo acompañará todo el proceso de restauración y puede dejar evidencia de los cambios identificados para saber si están siendo satisfactorios o hay que reevaluar ciertas acciones. Los aspectos importantes para el monitoreo del proceso de restauración son:

- Objetivos del programa de monitoreo
- Establecer escalas espaciales y temporales
- Parámetros a Monitorear e identificar indicadores ecológicos para evaluar el desempeño
- Definición de metodología adecuada para el monitoreo de los diferentes indicadores ecológicos

Los indicadores de éxito en el proceso de restauración, que cita la normatividad de R.D.E. No 083-2018-MINAGRI-SERFOR, se evalúan de acuerdo a la etapa de proceso de restauración, en los cuales se hacen necesario realizar diferentes variables de medición que permitan la confirmación de las acciones de restauración implementadas.

Los indicadores de evaluación y monitoreo de procesos de restauración pueden ser divididos en tres (3) fases:

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

- **Fase de instalación (1 a 12 meses):** Evalúa el desempeño de la regeneración natural o de las plantaciones instaladas (viveros), donde se sugiere un total de dos (2) a tres (3) evaluaciones.
- **Fase de Post-Instalación (2-4 años):** Esta evaluación se sugiere realizar un total de dos (2) a tres (3) evaluaciones (mínimo se realice una por año).
- **Fase del establecimiento de la restauración (4-5 años a más):** En esta fase se debe priorizar el uso de indicadores que posibiliten medir el éxito de la restauración de un área determinada, donde la periodicidad de la evaluación podrá ser interanual o incluso cada (3) tres años, dependiendo las necesidades y los recursos de la iniciativa.

A continuación, se presentan algunos indicadores biofísicos que se podrán tener como referencia para el monitoreo del proceso de restauración. (Ver **Tabla 5-42**).

Tabla 5-42. Sugerencia de algunos Indicadores Biofísicos para el Monitoreo

Fases	Protección del suelo y fertilidad	Estructura de la Vegetación	Autenticidad Biológica
Fase de instalación (1 a 12 meses)	Nivel de degradación y estado de fertilidad del suelo antes de la intervención	Identificación taxonómica, sobrevivencia, altura, diámetro de la planta sembradas. Presencia de especies invasoras.	Aumento en la cobertura, biomasa o abundancia de plantas nativas o reducción de la cobertura, abundancia o biomasa de plantas exóticas.
Fase de Post-Instalación (2 a 4 años).	Aumento en la materia orgánica y hojarasca, carbono orgánico, actividad biológica, retención de humedad en el suelo.	Sobrevivencia de plantas sembradas. Cambios en la distribución diamétrica y de alturas de la vegetación, área basal, cobertura de dosel, densidad de estratos foliares, densidad de tallos y volumen total de vegetación. Disminución de la biomasa de especies invasoras.	Cambio en el número de especies nativas que se establecen a partir de la regeneración natural. Reclutamiento de plantas con grandes semillas.
Fase del Establecimiento de la Restauración (4-5 años a más).	Porcentaje de recuperación de propiedades físicas, químicas y biológicas en comparación al ecosistema de referencia.	Cambios en la distribución diamétrica y de alturas de la vegetación, área basal, densidad de estratos foliares, densidad de tallos y volumen total de vegetación. Aspectos fisionómicos de la vegetación restaurada, por medio de un levantamiento florístico incluyendo especies plantadas, no plantadas y otras formas de vida vegetal	Reemplazo de especies pioneras y secundarias por especies tolerantes a la sombra. Aumento en el número de especies de plantas epífitas y lianas. Evaluación de fauna, por medio de presencia de polinizadores, dispensadores de semillas, diversidad de especies de diferentes niveles tróficos

Fuente: Lineamientos para la restauración de ecosistemas de vegetación silvestre, R.D.E. Nº 083-2018-MINAGRI-SERFOR-DE, 2018.

De forma general plan de monitoreo en el momento en el que se formule debe contener cómo mínimo los siguientes ítems⁶⁴:

⁶⁴ Vale la pena aclarar que lo presentado en este documento corresponde a lineamientos generales que se deben considerar sin embargo en base en la alternativa de remediación seleccionada se debe detallar a futuro el plan de monitoreo post ejecución.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Localización y descripción de las áreas de trabajo
- Antecedentes y descripción del área intervenida
- Objetivos de la restauración
- Metas del proyecto de restauración
- Metodología a implementar
- Cronograma
- Costos y Rubros
- Resultados
- Análisis de Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones

5.12.3. Monitoreo del Proceso de Recuperación desde el Componente Fauna

De acuerdo al monitoreo estipulado en el numeral **5.9.5**, se realizará un monitoreo después considerando los siguientes aspectos:

- *Muestreos de fauna:* Una vez sean finalizadas las actividades y se concluya con las medidas de abandono de las áreas intervenidas se recomienda realizar un muestreo de acuerdo al numeral **5.12.2** con el fin de tener la información suficiente para registrar los cambios en la composición y estructura de dichas especies en el lugar.
- *Análisis de resultados y publicación:* Es fundamental que los resultados de este ejercicio de rehabilitación sean publicados y dados a conocer en revistas científicas indexadas ya que será un ejercicio que sirva de ejemplo y podrá ser usado como referente para futuros estudios, por lo cual se recomienda que se haga un plan de trabajo, un análisis y propuesta presupuestal y una contratación de personal idóneo para que esto pueda llevarse a cabo.
- Supuestos que deben ser considerados:
 - Se parte de la presunción de que las zonas que serán utilizadas son cercanas a zonas pobladas o previamente intervenidas por las actividades hidrocarburíferas, por lo cual se sugiere enfocarse en el seguimiento de especies reconocidas en el sitio impactado, las cuales se pueden identificar en el numeral **3.6.6.3**.
 - El proceso de remediación del componente fauna será efectivo siempre y cuando se realice una sensibilización social a las comunidades acerca de la importancia de la conservación de individuos y procesos de caza sostenibles en el tiempo (temporadas de veda, tallas mínimas de casería, abstención de caza de animales que estén en proceso de cría y/o gestación, entre otros).

Es importante tener en cuenta que la rehabilitación depende en gran medida de lo que las comunidades nativas y pobladores del área entiendan como rehabilitación y, debe tenerse en cuenta el uso que ellos quieran darle a dichas áreas, por lo anterior, y basándose en la experiencia tenida en el presente estudio, se propone plantear una estrategia de seguimiento a la fauna que involucre a personal de la comunidad que eventualmente puede seguir alimentando la información de las especies en términos descriptivos y de identificación de algunas especies clave bajo la supervisión permanente de un equipo especializado. Lo anterior, incluiría actividades de capacitación de personal, entrenamiento y prácticas de campo que serían transversales a todas las etapas del proyecto.

5.12.4. Medidas de Abandono

Las medidas de abandono deberán contener las medidas de desmovilización, restauración y rehabilitación de las áreas intervenidas, una vez finalizadas las diferentes etapas del Plan de Rehabilitación, las cuales permitirán minimizar los posibles impactos al ambiente por efecto de la implementación de las acciones de remediación.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

La desmovilización se refiere a las acciones a aplicar con relación al cese de las operaciones, como son las actividades de desmontaje y retiro de equipos, demolición de estructuras de operación (si se llegan a requerir), entre otros retiros de materiales.

5.12.4.1. *Objetivos*

- Proporcionar los lineamientos para el abandono de las áreas ocupadas durante la ejecución del Plan de Rehabilitación, lo cual involucra el desmontaje y retiro de equipos, y estructuras de las diferentes instalaciones habilitadas.
- Formular los lineamientos de prevención, control y mitigación ambiental para el desarrollo de las actividades de abandono.

5.12.4.2. *Alcance*

Los lineamientos establecidos en las medidas deberán aplicar en la etapa de abandono del Plan de Rehabilitación.

5.12.4.3. *Desarrollo de las Medidas*

Conforme se completa la fase de registro, se debe retirar todos los desperdicios y materiales del área de trabajo.

- Todas las estructuras habilitadas deberán ser desmanteladas; el material vegetal utilizado (madera) será recortado en trozos pequeños y dispuestos de acuerdo a su uso y el interés de los diferentes actores.
- Las pozas sépticas (letrinas) en caso de ser construidas deberán ser tratadas con hipoclorito de calcio, y se rellenarán con tierra del lugar hasta nivelar el terreno con el relieve del área.
- El terreno deberá ser descompactado con picos y barretas en todas las áreas.
- Se deberá verificar que los puntos usados para captación de agua no se encuentren obstruidas por elementos que puedan afectar su cauce.
- Se deberá recorrer toda la extensión del campamento y proceder al recojo de todos los residuos encontrados los cuales deben ser manejados de acuerdo a lo estipulado en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.
- En caso de verificar la presencia de suelo contaminado en las áreas de almacenamiento de combustibles, este deberá ser retirado para su adecuada disposición de acuerdo a lo estipulado en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.
- Se deberá realizar una inspección ocular de las áreas desbrozadas, así como del bosque aledaño, para verificar el estado general en que se están abandonando el campamento: la recuperación de la vegetación, compactación del suelo, etc.
- Realizar trabajos de revegetación, con especies de la zona de acuerdo al análisis previo de los especialistas correspondientes. La recuperación de la cobertura vegetal se llevará a cabo a través de los lineamientos establecidos para el proceso de restauración.

Mientras el proyecto se encuentre en la etapa de abandono se deben considerar actividades de señalización respectiva, desmonte de maquinaria e infraestructura de soporte, demolición de estructuras en concreto (si aplica), reconformación paisajística.

Para la verificación de dichas actividades se puede hacer uso de herramientas tales como listas de chequeo y verificación de las actividades de las medidas de abandono las cuales deberán considerar la actividad o aspecto a revisar, el estado, el % de avance, observaciones y los compromisos correspondientes. Sobre dichas verificaciones se debe establecer un índice de cumplimiento de las actividades de abandono.

Finalmente, y como última medida dentro de las medidas de abandono también se debe considerar una estrategia comunicacional para las comunidades nativas interesadas, así como durante en el desarrollo del proyecto el aspecto social es parte fundamental en la etapa de abandono no debe dejar

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

de serlo y debe considerarse la mejor estrategia para comunicar el avance en la fase de abandono del proyecto. Es importante la participación de todos los actores interesados, especialmente las comunidades nativas junto con sus autoridades o representantes.

5.13. Matriz de Beneficios de los Impactos Sociales

La implementación de la alternativa de remediación de Solidificación en el Sitio S0105 (Botadero CS-32), representará ciertos cambios sobre el medio y la comunidad nativa, específicamente nos referimos a cambios o impactos de carácter social, económico, cultural, medioambiental entre otros. Será la empresa ejecutora de las actividades quien debe asegurar la implementación y gestión de las medidas requeridas para el control adecuado de los impactos, dichas medidas deben reflejarse en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto a futuro.

La ejecución de las acciones de remediación desde su objetivo y naturaleza representan varios beneficios de impacto social positivos para la comunidad nativa, los cuales estarán dados en las diferentes fases de la ejecución del proyecto. Los beneficios de los impactos sociales deben entenderse como aquellos que permiten a la población relacionada con el proyecto de forma directa o indirecta, incrementar su nivel de bienestar, producto de la implementación del proyecto. De acuerdo con lo anterior, se presenta una matriz cualitativa de los impactos sociales, que generaría la ejecución del Plan de Rehabilitación en el Sitio S0105 (Botadero CS-32). (Ver **Tabla 5-43**).

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Tabla 5-43. Matriz de Beneficios Sociales

Beneficios sociales	Fase	Carácter Positivo	Tipo		Magnitud			Importancia			Efecto		Plazo de Manifestación		
			Directo	Indirecto	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Temporal	Permanente	Corto	Mediano	Largo
Aumento en el ingreso económico de pobladores locales por la comercialización de productos durante el tiempo de ejecución del plan de Rehabilitación.	Todas las fases	Si	x			x		x			x		x		
Mejoramiento de competencias técnicas de los monitores ambientales de las CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir.	Fase 1	Si	x			x			x			x		x	
Apoyo con personal de las CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir para la adecuación y mantenimiento del embarcadero.	Fase 1	Si	x			x			x		x		x		
Gestión con la operadora del lote para control de fuentes de contaminación.	Fase 3	Si		x		x			x		x			x	
Apoyo con personal de las CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir para la adecuación del terreno.	Fase 5	Si	x		x				x		x		x		
Disponibilidad de recurso maderable ¹ para aprovechamiento de las CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir.	Fase 3	Si	x			x		x			x			x	
Apoyo con personal de las CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir para la instalación de campamentos, y los equipamientos necesarios para la aplicación de la técnica.	Fase 4	Si	x			x			x		x		x		

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Beneficios sociales	Fase	Carácter Positivo	Tipo		Magnitud			Importancia			Efecto		Plazo de Manifestación		
			Directo	Indirecto	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Temporal	Permanente	Corto	Mediano	Largo
Apoyo con personal de las CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir para la excavación, transporte y descarga del Suelo Contaminando a la zona de tratamiento.	Fase 6	Si	x			x			x		x		x		
Apoyo con personal de las CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir para la implementación de la técnica de remediación de Solidificación <i>ex situ</i> .	Fase 6 y 7	Si	x				x		x		x			x	
Apoyo con personal de las CC.NN. Nuevo Andoas y Nuevo Porvenir. Para el desmantelamiento y adecuación del sitio.	Fase 8	Si	x			x			x		x		x		
Reducción del nivel de riesgo por exposición de las comunidades a contaminantes de preocupación.	Fase 8	Si	x		x			x				x			x
Mejoramiento en la calidad del suelo (Nutrientes) para chacras.	Fase 8	Si	x			x		x				x			x
Restauración paisajística.	Fase 8	Si	x		x			x				x			x
Recuperación de zonas cercanas al sitio impactado para mejorar actividades caza y pesca.	Fase 8	Si		x	x			x				x			x

¹El uso del recurso maderable deberá ser gestionado y autorizado por medio del APU de las dos (2) Comunidades Nativas.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

5.14. Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consulta en el Proceso de Elaboración a las Poblaciones Locales

Durante la fase de estudio y visita de campo a las tres (3) comunidades nativas ubicadas en la cuenca del río Pastaza, se desarrollaron talleres y reuniones informativas, que permitieron la participación directa de la población, a través de preguntas y/o consultas, respecto al proyecto de Elaboración de los Planes de Remediación de Sitios Impactados”. Esta información fue recabada, procesada y sistematizada en dos (2) documentos; estos son la Base de Datos Sistematizada de las Atenciones dadas por Consulta durante el proceso de elaboración a las comunidades locales y la respectiva transcripción detallada de atención de estas consultas. Ambos documentos organizan la información de manera fácil y amigable, aspecto que permitió realizar un análisis pertinente sobre la percepción real de las comunidades respecto al proyecto.

La Base de Datos Sistematizada además de facilitar el acceso a esta información, también nos permite realizar un seguimiento y monitoreo adecuado de los temas o aspectos que deben ser atendidos según prioridad o importancia, así como la identificación de los temas más recurrentes o los actores sociales más interesados o involucrados en la problemática.

Es preciso resaltar que la información que contiene la Base de Datos Sistematizada, es una información analizada y procesada (interpretada), por lo tanto, usted encontrará un resumen o extracto de la intervención del poblador en los talleres o reuniones informativas.

Por su parte, el documento de transcripción detallado de atención a las consultas, permite acceder a detalle a las mismas planteadas por la población en los talleres o reuniones informativas, es decir; conocer las consultas o preguntas completas tal cual se formuló al representante del Consorcio CEV o del FONAM.

En el **Anexo 6.13**, en la **Tabla 5-44** y en la **Tabla 5-45**, se podrá verificar en resumen o a detalle las consultas dadas en los talleres o reuniones informativas, así como las respuestas correspondientes a cada una de estas preguntas.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Tabla 5-44. Base de Datos Sistematizada de Consultas de la Comunidad del Nuevo Porvenir

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación							
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Porvenir					
Fecha:		20/08/2018					
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Porvenir	Comunero-Varón (No identifica)	¿Por qué no realizan la toma de muestras a las parcelas de las chacras, a las hojas de los plátanos, de las yucas, de las papayas? Lastimosamente solo vemos los intereses de la empresa y no de los agricultores. Yo le invitaría a una de las parcelas para que vean que las hojas de los plátanos se están secando, cuando aún ni se produce (cosecha-recolecta), eso nos preocupa a nosotros señor. Ahora dicen que en el kilómetro dos (02) no hay contaminación.	Pregunta Oral	Recuerden esto que es importante; ya se identificó en unos puntos del suelo, plomo, cadmio y arsénico, Es decir; si hay contaminación en un área específica. vamos a terminar de muestrear los demás puntos, para tener una visión completa. Ahora, si allí hay cultivos de plátanos u otros productos, en cercanías al Botadero kilómetro dos (02), tomaremos la muestra. El kilómetro dos (02), es el área que nos corresponde delimitar y es el área que nos han delegado para hacer un plan de rehabilitación. Si en esta área hay hojas de plátanos u otro tipo de especies, por supuesto que se	Ing. Jefferson Becerra. CEV CONSORCIO.	Atendido (Cerrado)
						Al parecer la pregunta se orienta a incluir como área de estudio las parcelas agrícolas, se debe tener mucho tino y cuidado para dar respuesta a este tipo de peticiones o reclamos.	20/08/2018 Minuto: 01.00 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo Porvenir Taller

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:	Comunidad Nativa Nuevo Porvenir								
Fecha:	20/08/2018								
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
DELIMITACIÓN TERRITORIAL	CC.NN. Porvenir	Nuevo Varón (No se identifica)	Después del Botadero Km 2, hay otro Sitio impactado, tengo entendido que la CC.NN. Nuevo Andoas reclama ese lugar como parte de su jurisdicción, ya se les entregó a ustedes el título de nuestra propiedad. Espero que tengan en consideración no solo el Botadero kilómetro dos (02), sino el otro punto que se encuentra dentro de nuestras propiedades (Sitio CS 32).	Sugerencia Oral	Antes en el Porvenir informábamos solamente sobre un Sitio, que es el Botadero kilómetro dos (02), pero ahora estamos incluyendo también el CS32, que se ubica en un área que ustedes nos han mostrado y que la vez pasada también pudimos trabajar conjuntamente.	Ing. Yuri Molina. FONAM – MINAM.	Atendido (Cerrado)	Se definió que este Sitio será considerado tanto para la comunidad de Nuevo Andoas como para Nuevo Porvenir	20/08/2018 Minuto: 09:45 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo Porvenir Taller
	CC.NN. Porvenir	Nuevo Varón (No se identifica)	Por el Botadero kilómetro dos (02), al otro lado de la carretera, hay un pozo; es como un Botadero ¿no sé si también están considerando ese lugar?	Pregunta Oral	En este primer paquete, en lo que refiere a la cuenca del Pastaza, se ha considerado siete (07) Sitios. De esos siete Sitios, dos (02) Sitios se encuentran en Nuevo Porvenir. La vez pasada, junto a los monitores visitamos un Sitio denominado	Ing. Yuri Molina. FONAM – MINAM.	Atendido (Cerrado)	Los pobladores quieren incrementar áreas o zonas dentro de los paquetes de Sitios Impactados.	20/08/2018 Minuto: 10:47 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo Porvenir Taller

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Porvenir							
Fecha:		20/08/2018							
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Porvenir	Comunero-Varón (No se identifica)	Ingeniero una pregunta. Usted dice que el agua no tiene contaminación, pero aquí se ha hecho un análisis de sangre de la población encontrándose Plomo, ¿de dónde viene eso?	Pregunta Oral	Limoncocha, llegamos en Peque, hicimos un recorrido en camioneta cerca al aeropuerto porque por allí se origina. Ya hemos pedido a OEFA que incluya este Sitio para un segundo paquete. Se asume que el cuerpo de agua se incrementa en temporada de lluvia, en ese escenario es muy difícil que los metales permanezcan o queden. En esta oportunidad se va tomar muestras en época seca, o sea vamos a tomar muestra del sedimento. ¿Qué es el sedimento?, es el barro o suelo que queda en el fondo de los cuerpos de agua, donde hay probabilidades que se impregne el	Biólogo. Luis Reaño. TEMA-LITOCLEAN	Atendido (Cerrado)	Ninguno	20/08/2018 Minuto: 23:30 Video – Parte 2 CC.NN. Nvo Porvenir Taller

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación								
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Porvenir						
Fecha:		20/08/2018						
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	FUENTE DE VERIFICACIÓN
SOCIALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	CC.NN. Porvenir	Nuevo			contaminante que usted menciona.			
	Comunero-Varón No se identifica		¿Quisiera saber si ya están entregando información a todos los asesores de la federación?	Pregunta Oral	Aquí tenemos información que va a permitir que los monitores puedan hacer el acompañamiento y seguimiento a los trabajos y actividades que se van a realizar. Están indicados la ubicación de los puntos, la cantidad de puntos que se van a tomar para que ustedes también puedan contarlos y verificar, además de esto hay unos cuadros con los parámetros que se van a usar para tomar muestra en cada punto, en lo que es agua, suelo, sedimento, de todo.	Ing. Yuri Molina. FONAM – MINAM.	Pendiente	La información se entregó a los directivos de la comunidad Nativa Nuevo Porvenir (monitores), mas no los asesores de las Federaciones como se solicita en la pregunta.
BIENES Y SERVICIOS LOCALES (Reclamo)	CC.NN. Porvenir	Nuevo	En el mes de mayo (2018), ustedes estaban por acá y tomaron los servicios de la comunidad, al respecto;	Pregunta Oral	Nosotros hacemos los pagos, según el control que hacemos de cada una de las	Ing. Jefferson Becerra. CEV CONSORCIO.	Atendido (Cerrado)	20/08/2018 Minuto: 02:20 Video – Parte 3 CC.NN. Nvo

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación								
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Porvenir						
Fecha:		20/08/2018						
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	FUENTE DE VERIFICACIÓN
SITIOS IMPACTADOS	CC.NN. Porvenir	Comunero Varón No se identifica	un comunero que realizó trabajos con ustedes, nos ha informado que hasta la fecha no se le realiza el pago correspondiente por sus servicios prestados, detalló que solamente le habían pagado los días trabajados mas no las noches. ¿Por qué no le han pagado sus noches trabajadas?		personas, y ese pago se lo hacemos completo a la empresa comunal, es la empresa comunal la que le termina pagando directamente al trabajador.			Porvenir Taller
			Nosotros notamos que la Comisión que está haciendo este trabajo, no están haciendo un buen estudio y un buen trabajo. Si hemos conseguido cincuenta millones es para que hagan un buen estudio, porque el Estado te va decir; dame las pruebas primero, ¿cómo sabes que estas contaminado? No estoy contento con la empresa TEMA, que está supervisando, están tomando puntos lejos, estoy diciendo a mis hermanos, a los Apus que deben ir por su lado, no solamente a ver respecto	Sugerencias - OralReclamo	No requiere respuesta	Ninguno	Ninguno	Alternó el idioma nativo con el castellano para un mejor entendimiento de la población local y foránea. 20/08/2018Minuto: 13:20Video – Parte 3CC.NN. Nvo PorvenirTaller

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Comunidad Nativa Nuevo Porvenir									
20/08/2018									
Locación:	TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	FUENTE DE VERIFICACIÓN
Fecha:									
				a los puntos sino también tenemos que exigir que excaven donde se tiene que hacer. Necesito que se haga un buen estudio.Ecodes, TEMA, FONAM, yo creo que todos los seres humanos queremos vivir un ambiente sano limpio, tranquilo. Muchas gracias. Alternó el idioma nativo con el castellano para un mejor entendimiento de la población local y foránea.					
	SITIOS IMPACTADOS	CC.NN. Porvenir	Comunero Varón (No identifica)	¿Por qué no han considerado el Sitio que está al otro lado del Botadero kilómetro dos (02)? En esa zona no solo está este botadero sino otros más que deberían estar considerados en este documento.	Resumen de reunión con sugerencias - Oral	Eso ya está considerado, pero no está en el documento, la OEFA también ha verificado esa zona, pero eso no es culpa mía, eso es culpa del Estado.	Monitor Ambiental CC.NN. Nuevo Porvenir.	Ninguno	20/08/2018 Minuto: 21:10 Video – Parte 3 CC.NN. Nvo Porvenir Taller
	BIENES Y SERVICIOS LOCALES	CC.NN. Porvenir	Comunero Varón (No identifica)	Se informó a la comunidad que los contratos se realizarán a través de la Empresa Comunal ECOPOR, el honorario de los Monitores Ambientales será de S/. 100,00 (ciento	Acuerdo	No requiere respuesta	Ninguno	Ninguno	18/04/2018 Acta: Taller Nvo Porvenir M1_18/04/2018 página 2 y 3, Ítem 3. CC.NN. Nuevo

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación							
Comunidad Nativa Nuevo Porvenir							
20/08/2018							
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)
			diez nuevos soles). Este acuerdo se realizó en coordinación con el APU de la Comunidad y la Empresa Comunal.				
							Porvenir Taller

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 5-45. Base de Datos Sistematizada de Consultas de la Comunidad del Nuevo Andoas

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación							
Comunidad Nativa Nuevo Andoas							
19/08/2018							
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Nuevo Andoas	Monitor Ambiental Varón (No identifica)	En los términos de análisis que ustedes han hecho como profesionales, quisiera preguntarles ¿Cuál sería su análisis de usted? Porque yo estoy viendo allí (presentación) que en los siete (7) sitios no han pasado los Límites Máximos Permisibles. ¿Qué acciones van a tomar frente a eso? Porque	Pregunta Oral	Los sitios si están contaminados, eso no lo decimos nosotros sino los estudios. Los planes de rehabilitación se hacen para sitios que ya están denominados como contaminados, lo que nosotros estamos delimitando es ¿Cuál es el grado contaminante y sobre qué punto o parámetro; en	Ing. Jefferson Becerra. CEV CONSORCIO.	Atendido
							Ninguna
							19/08/2018 Minuto: 12.45 Video – Parte 2 CC.NN. Nvo. Andoas Taller



PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA

AGOSTO 2019



Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Andoas							
Fecha:		19/08/2018							
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
			cuando nosotros nos fuimos a ese sitio, vimos que, si había petróleo, igual pasó con el sitio "Palomares" que dijeron que solo hay dos sitios que estaban medio contaminados con Plomo y Cadmio y el resto todo estaba bien.		que metales específicamente están contaminados? Ahora estamos viendo que, de los 16 sitios, tomamos 2 o 3 y dio arsénico, cadmio y plomo, esto es un tema importante y crítico, con esto estamos corroborando que hay contaminación y estamos determinando los niveles de contaminación, el que no haya superado los Límites Máximos Permisibles no quiere decir que no haya contaminación o que no se vaya hacer nada, lo que estamos haciendo es terminar el trabajo.				
MEDIO AMBIENTE	CC.NN. Nuevo Andoas	Monitor Ambiental	Ingeniero, queremos que nos	Pregunta Oral	- Esta es la tabla que nosotros	Ing. Jefferson Becerra.	Atendido	Ninguna	19/08/2018 Minuto: 18:58

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Andoas							
Fecha:		19/08/2018							
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
		Varón (No identifica)	explica cuánto asciende al valor del ECA (Estándares de Calidad Ambiental) ?, ¿cuál es el límite máximo?		utilizamos, la llamamos de resumen resultados, por ejemplo, en el caso del plomo nos dice que todo lo que está por encima de 70, está por encima del Estándar de Calidad Ambiental – ECA, en este caso cuanto nos dio (revisando tabla), la norma dice 70 y la muestra dice 74. (Continuó con la explicación del cuadro ECA al público asistente)	CEV CONSORCIO.			Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo. Andoas Taller
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Nuevo Andoas	Comunero-Varón (No identifica)	Ya que están hablando del agua, ustedes dicen que no supera la contaminación, sin embargo, si vas a esa quebrada, vas a encontrar crudo, por eso está contaminado. ¿Por qué no va superar los LMP?	Pregunta Oral	Esta es una prueba de agua, aquí no se toca el sedimento ni la tierra del agua, ahora en esta oportunidad, vamos a tomar muestras de sedimento pero una cosa importante; no	Ing. Jefferson Becerra. CEV CONSORCIO.	Atendido	Ninguna	19/08/2018 Minuto: 24.07 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo. Andoas Taller

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación								
Comunidad Nativa Nuevo Andoas								
19/08/2018								
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	FUENTE DE VERIFICACIÓN
					sólo con tomar muestra de agua puedes saber si está contaminado o no, la naturaleza es todo un conjunto, el equipo no puede llegar a conclusiones con solo medir el agua, hay que medir el agua, los sedimentos, los microbios, los animales que habitan allí, los peces, entonces hay que medir todo en conjunto y entre todos los resultados se puede saber que tan contaminado esta esa zona (ejemplifica mostrando cuadro).			
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Nuevo Andoas	Comunero-Varón No se identifica	Ingeniero se pregunta, ¿a qué llama contaminación ambiental? Si nosotros vemos que el petróleo	Pregunta Oral	Bueno, ¿están contaminados?, sí, pero les puedo decir ¿todo el sitio está contaminado? No, porque nos	Ing. Jefferson Becerra. CEV CONSORCIO.	Atendido	19/08/2018 Minuto: 25.34 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo. Andoas Taller

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Comunidad Nativa Nuevo Andoas									
19/08/2018									
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL			está derramado allí, y ustedes dicen que no está contaminado. No nos vengamos a engañar, queremos la verdad, si estamos contaminados, díganos la verdad y trabajen en remediar la tierra, hablemos directo.		hace falta terminar todas las muestras para poder determinar.				
	CC.NN. Nuevo Andoas	Monitor ambiental Varón (No identifica)	Del análisis de agua que ustedes han realizado, ¿Qué exámenes se hizo?, ¿solamente para sacar la oxigenación?, ¿Qué tipo de parámetros han usado?, ¿porque han hablado de ver la oxigenación en el agua y todo eso?, aquí no somos biólogos. Necesitamos una mejor explicación para entender.	Pregunta Oral	Quiero comentar sobre el agua, lo que se llaman los parámetros físicoquímicos y los metales pesados, aquí se miden si tienen fracciones de hidrocarburos que puedan estar en el agua, si tienen lo que se llaman los compuestos o productos volátiles, si tiene los hidrocarburos cromáticos aromáticos.	Ing. Jefferson Becerra. CEV CONSORCIO.	Atendido	Solicitan una explicación más sencilla de los aspectos técnicos.	19/08/2018 Minuto: 28.08 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo. Andoas Taller

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación								
Comunidad Nativa Nuevo Andoas								
19/08/2018								
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	FUENTE DE VERIFICACIÓN
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Nuevo Andoas	Monitor ambiental Varón (No identifica)	Y el oxígeno que tomaron la muestra ¿no arrojó ninguno de ellos?	Pregunta Oral	Que supere la norma. No. Hay que recordar que el agua superficial corre y eso va lavando y como es algo de hace muchos años, es probable que ya no esté en el agua, pero si se haya afianzado en las laderas, en el sedimento, cuando se tome la muestra del sedimento, allí debe salir el resultado.	Ing. Jefferson Becerra. CEV CONSORCIO. Ing. Yuri Molina FONAM - MINAM.	Atendido	19/08/2018 Minuto: 00.12 Video – Parte 3 CC.NN. Nvo. Andoas Taller
	CC.NN. Nuevo Andoas	Monitor ambiental Varón (No identifica)	En el Botadero 7, decían que hay lugares enterrados, entonces casualmente era para cavar no con calicata sino con excavadora para acceder a lo más profundo, eso también ha quedado pendiente, En los EEUU, los ECA con 5 puntos ya	Sugerencia OralReclamo	Al finalizar esta presentación, se va especificar como se va realizar el tema de la excavación, y sobre el cálculo que se necesita para continuar con ello. Ahora toma la palabra (Monitor ambiental no identificado)	Ing. Jefferson Becerra. CEV CONSORCIO.	Atendido	19/08/2018Minuto: 01.00Video – Parte 3CC.NN. Nvo. AndoasTaller

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Comunidad Nativa Nuevo Andoas									
19/08/2018									
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL			denotan contaminación, aquí en Perú tienes que llegar a 10 puntos para que te consideren zona contaminada, las diferencias existen. Nosotros y los monitores ambientales debemos estar vigilando y obligando que se haga el trabajo correctamente, para identificar todas a las áreas contaminadas, de eso se trata. Muchas gracias.						
	CC.NN. Nuevo Andoas	Monitor ambiental Varón (No identifica)	Nosotros para conseguir esto hemos tenido que levantar nuestras lanzas, de parte del Estado, nosotros no hemos recibido ningún buen resultado respecto a la contaminación, gracias al esfuerzo de cada uno de nosotros hemos conseguido al	Sugerencia - Oral Reclamo	No requería respuesta.	Ninguno	Ninguno	Ninguna	19/08/2018 Minuto: 03.55 Video – Parte 3 CC.NN. Nvo. Andoas Taller



PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA
AGOSTO 2019



Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Andoas							
Fecha:		19/08/2018							
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL			Estudio Técnico Independiente, que es el ETI. Gracias a la Federación. Trabajamos con todas las comunidades indígenas de las cuatro (04) cuencas, y ahora yo les digo acá a los señores de FONAM y de la empresa Ecodes Varichem, que nos digan la verdad, ya no más mentiras, les pido dar el resultado tal como es, porque estos sitios están recontaminados, el Estado nos está maltratando, nos están matando día a día. Gracias.						
	CC.NN. Nuevo Andoas	Monitor ambiental Varón (No identifica)	Tanto ha costado para que ustedes estén aquí, lo único que queremos es toda la verdad, nada más, sea positivo o	Sugerencia - Oral Reclamo	No requería respuesta.	Ninguno	Ninguno	Considerar como una amenaza directa a los equipos encargados del proyecto.	19/08/2018 Minuto: 22.10 Video – Parte 3 CC.NN. Nvo. Andoas Taller



CEV CONSORCIO
Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA

AGOSTO 2019



FONAM
Fondo Nacional del Ambiente - Perú

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Andoas							
Fecha:		19/08/2018							
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
			negativo, sin alterar ninguna información, porque si se altera alguna información, tenlo por seguro, que nosotros vamos a encargar de informar esos temas y nos vamos a negar a sacar los análisis. Si el presupuesto que ha salido para estos estudios llega a gastarse en vano, muy caro lo van a pagar ustedes si engañan de esa manera, Ya no es la primera entrada que están viniendo, con esta ya sería la tercera. Esperemos que hagan un buen trabajo hermanos, tienen las puertas abiertas, pero también tiene la lanza de por medio. Gracias. Hablamos quedado con FONAM para que evalúe la						
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Nuevo Andoas	Monitor ambiental		Pregunta Oral	-	Todos queremos saber, que es lo que está	Atendido	Ninguna	19/08/2018Minuto: 04,45Video – Parte

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Andoas							
Fecha:		19/08/2018							
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
		Varón(No se identifica)	forma más práctica de traer una máquina y realice estudios y análisis, porque nosotros no podemos hacerlo y no es nuestra función.		enterrado, nos ustedes pueden dar toda la información, pero no sabemos a ciencia cierta que hay, para eso se necesita la ayuda de los monitores y del equipo, pero hay un tema ambiental, el ecosistema, por ejemplo; tú te vas a un botadero y utilizas una retroexcavadora y estas cavando y cavando, ¿eso no es daño al ecosistema?, es un daño al ecosistema, es por eso que nosotros recibimos toda la información de monitores y apoyos locales, más el equipo comunitario que está trayendo la consultora.				4CC.NN. Nvo. AndoasTaller

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación								
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Andoas						
Fecha:		19/08/2018						
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	FUENTE DE VERIFICACIÓN
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Nuevo Andoas	CC.NN. Nuevo Andoas Comunero-Varón No se identifica	Ustedes nunca van a remediar nuestras tierras, y nunca van a remediarlos a nosotros que estamos contaminados, ¿hasta cuándo vamos a seguir con esta charla?, ¿hasta cuándo vamos a vivir engañados?, cuando nos van a decir; señores ya está remediada su tierra. La gente está muriéndose. Yo quisiera realmente que ustedes como estudiantes, como ingenieros se pongan las manos al pecho como peruanos que son, sino son peruanos, como extranjeros pónganse la mano al pecho, eso es lo que quiero yo, nada más.	Sugerencia - Oral Reclamo	Yo también he estado desde la reunión del MINSA y los resultados de los metales en las personas, es realmente preocupante. El Plan de Rehabilitación, que refiere al ERSA, es el estudio de la salud de la persona y el medio ambiente, es parte de recoger todos los antecedentes para saber si hay afectación, tanto al medio ambiente como a la persona.	Biólogo: Luis Reaño. TEMA - LITOCLEAN	Atendido	Ninguna
			Menciona que existe un Acta en la cual el FONAM	Sugerencia - Oral Reclamo	No se respondió (No figura una	Ninguno	Pendiente	19/08/2018 Minuto: 07.05 Vídeo – Parte 4 CC.NN. Nvo. Andoas Taller
MEDIO AMBIENTE	CC.NN. Nuevo Andoas	Monitor ambiental	Menciona que existe un Acta en la cual el FONAM	Sugerencia - Oral Reclamo	No se respondió (No figura una	Ninguno	Pendiente	18/04/2018 Acta: Taller Nvo Andoas

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Andoas							
Fecha:		19/08/2018							
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
		Elmer Hualinga.	tiene el compromiso de implementar un laboratorio en la CC.NN. de Nuevo Andoas, para no perder la muestra y asegurar los resultados.		respuesta en el Acta)				M1_18/04/2018 página 3, ítem 2. CC.NN. Nvo Andoas Taller
MEDIO AMBIENTE	CC.NN. Nuevo Andoas	Monitor ambiental Varón (No identifica)	¿Cuántos miembros van a participar de eso?	Pregunta Oral	Ahora le hago la sugerencia, un momento. (Pendiente de respuestas)	Biólogo: Luis Reaño. TEMA - LITOCLEAN	Pendiente	No se registró ninguna respuesta para esta pregunta.	19/08/2018 Minuto: 09.00 Vídeo – Parte 4 CC.NN. Nvo. Andoas Taller
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Nuevo Andoas	Comunero Varón (No identifica)	Ingeniero, yo también quiero dar mi punto de vista, ustedes dicen que el suelo está contaminado (parte que no se entiende), peruano Estado se preocupó por nosotros, ahora el Estado recién se está preocupando, pero por las tierras, y la salud de nosotros, ¿cómo quedamos nosotros? (parte que no se	Sugerencia Oral Reclamo	En el año 2015, se firma con el Estado varios compromisos; hay un compromiso de salud con las personas, entiendo que hay compromisos de obras de saneamiento y de otros tipos, nosotros venimos por uno de esos compromisos, que es el tema de los Sitios	Ing. Yuri Molina FONAM - MINAM	Atendido	Ninguna	19/08/2018 Minuto: 12.05 Vídeo – Parte 4 CC.NN. Nvo. Andoas Taller

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Andoas							
Fecha:		19/08/2018							
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	OBSERVACIONES	FUENTE DE VERIFICACIÓN
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Nuevo Andoas	Comunero Varón(No identifica)	entiende), ingenieros les pido que hagan bien su trabajo, hay niños enfermos con cadmio, arsénico, plomo, tenemos que cuidar nuestra salud.		Impactados, porque la problemática es, no solo lo que está en las personas, es lo que está en el ambiente. Es también todo lo que sucede en la salud, entonces; ese compromiso con el Estado es grande, El tema de las personas en la Salud, lo está viendo el MINSA, MINAM, creo que han hecho un estudio epidemiológico, a nosotros nos han encargado, ver el tema del ambiente y a eso venimos, sin embargo, vamos a llevar sus observaciones para que en las reuniones que tengamos en Lima con el Ministerio de Salud, lo tengan en cuenta.				19/08/2018Minuto: 14.30Video – Parte 4CC.NN. Nvo. AndoasTaller
			Ingeniero, me permite.Buenas noches con todos(Saludo en idioma local)Hace ocho (08) meses atrás, había cuatro (04) muertos aquí, han llegado a ocho (08) muertos en las comunidades ¿Por qué están muriendo nuestros hermanos?, o sea; que primero hay que arreglar la tierra, la tierra, pero la tierra ya está hecha, más bien, porque no se preocupan por la gente que está contaminada, ya se ha comprobado, ya está demostrado, la	Pregunta - OralReclamo		Ing. Yuri Molina FONAM - MINAM	Atendido	Ninguna	



PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA
AGOSTO 2019



Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación								
Locación:		Comunidad Nativa Nuevo Andoas						
Fecha:		19/08/2018						
TEMA EMERGENTE	INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD	REPRESENTANTE	INTERVENCIÓN	TIPO DE INTERVENCIÓN	RESPUESTA	RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)	ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)	FUENTE DE VERIFICACIÓN
			población está contaminada, Mejor digan señores; esto ya está hecho, ahora como hacemos para que tengan un poquito más de vida, ¿por qué no estamos pensando en eso?, estamos pensando en cogernos millones y millones de plata, pero esos estudios deben servir para las personas que estamos contaminados. Por favor ingenieros, amigos, hermanos (parte que no se entiende) pónganse la mano al pecho y digan "hay que pagarles a ellos". Gracias.					

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

 CEV CONSORCIO Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	 FONAM Fondo Nacional del Ambiente - Perú

BIBLIOGRAFÍA

- Aparicio, P. M., & Bodmer, R. (2009). *Pueblos Indígenas de la Amazonia Peruana*.
- Aros, E. (2007). *Aplicación y alcances de la fitorremediación como una alternativa de saneamiento ambiental*.
- Bertini, L. (2014). *Inmovilización en Cemento de óxidos de metales pesados: Revalorización de un residuo con fines sociales y ambientales*. Buenos Aires, Argentina.
- CIFOR. (2011). *Pago por Servicios ecosistémicos*. Obtenido de https://www.cifor.org/pes/_ref/sp/sobre/ecosystem_services.htm
- Elliott, H. A., & Brown, G. A. (1989). *Comparative evaluation of NTA and EDTA decontamination of Pb-polluted soils. Water, Air, and Soil Pollution*.
- EPA. (2003). *Guía para el Ciudadano sobre Solidificación/Estabilización*. Washington : U.S. EPA.
- EPA. (2010). *Tratamientos Biológicos*.
- Eweis, J., Ergas, D., & Schroeder, C. y. (1998). *Bioremediation principles*. McGraw-Hill International.
- Fristad, W. E. (1995). Case Study: Using soil washing/leaching for the removal of heavy metal at the twin cities army ammunition plant. *Remediation*, 5 (4), 61-72.
- Ibarra, J. (2015). *Electrobiorremediación, una técnica innovadora para la limpieza de suelos contaminados*. Sonora, Mexico. : Universidad de Sonora.
- Isosaari, P. (2010). *Electromigration of arsenic and co-existing metals in mine tailing*. *Chemosphere*.
- Iturbe-Arguelles, R. F.-T.-L.-M. (2002). *Saneamiento de Suelos Contaminados con Hidrocarburos mediante Biopilas*. Ingeniería Investigación y Tecnología.
- López, R. L. (2013). *Remediación electrocinética de suelos de baja permeabilidad contaminados con compuestos orgánicos hidrófobos*. Ciudad Real, España.
- Magín González Moscoso, M. (2018). *Los Surfactantes: una alternativa para la descontaminación de suelos con hidrocarburos. Una revisión*. Victoria, Tamaulipas, México.: Universidad Politécnica de Victoria.
- Maldonado, O. (2015). *Lavado In situ de un suelo contaminado con diesel, asistido con surfactantes*. Ciudad de Mexico: Instituto Politecnico Nacional.
- Menéndez García, M. A., & Loredó Pérez, J. (2003). *Instrumentación de campo para la detección de contaminantes orgánicos en suelos y tratamientos "On-site" en Planta Movil*. Madrid.
- MINAM. (2014). *Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos*. Lima.
- MINAM. (2015). *Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente*. Lima.
- MINAM. (2015). *Mapa de Cobertura Vegetal*. Lima.
- Ministerio del Ambiente, MINAM. (2015). *Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente*. Lima.
- Moran, E. (1993). *La Ecología Humana Pueblos Amazonia*.
- Ortiz, I. (2007). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados*.
- Ortiz, I. B., Sanz, J. G., Dorado, M. V., & Villar, S. F. (2007). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados*. Madrid: madridmasd.
- Pamucki, S. (1992). *Electrokinetic removal of Selected heavy metals from sold*. Environmental.
- Perez, D. A., Teutli, M. M., & Ramirez, M. E. (2007). *Electrorremediación de suelos contaminados, una revisión técnica para su aplicación en campo*. *Internacional de Contaminación Ambiental*, 131-132.
- PNUD. (2018). *Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB*. Lima: Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo.
- Riser-Roberts, E. (1998). *Remediation of petroleum contaminated soils*. Lewis Publishers.
- Rivas Panduro, S., Medina Mendoza, A., Abanto Llaque, J., & Rios Zumaeta, R. &. (2008). *Arqueología de las cuencas del Pastaza y Morona*. Lima: Reporte de zonificación ecológica económica. Amazonía Peruana.
- Rivas Panduro, S., Medina Mendoza, A., Abanto Llaque, J., & Rios Zumaeta, R. &. (2008). *Arqueología de las cuencas del Pastaza y Morona*. Reporte de zonificación ecológica económica. Amazonía Peruana.
- Romero Esquivel, L. G. (2008). *Desarrollo de la tecnología de Inmovilización: Estabilización/Solidificación de desechos peligrosos en Costa Rica*. Costa Rica.

	PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS S0105 BOTADERO CS-32 – CUENCA PASTAZA AGOSTO 2019	

- Scanferla, P., Ferrari, G., Pellay, R., Volpi Ghirardini, A., Zanetto, G., & Libralato, G. (2009). Innovative stabilization/solidification treatment for contaminated soil remediation: demonstration project results. *Soils and sediments JSS*, v. 9, no. 3, 229-236.
- Torres, L., Iturbe, R., & Chavez, C. &. (2004). *In situ Flushing of Contaminated Soils from a Refinery*.
- U.S. Environmental Protection Agency, EPA. (2001). *Treatment Technologies for Site Cleanup*. Annual Status Report. 10th Edition.
- United States Department of Energy, USDOE. (1998). *Cost and Performance Report: Chemical Extraction for Uranium Contaminated Soil, RMI Titanium Company Extrusion Plant Ashtabula Ohio*. Ohio.
- United States Environmental Protection Agency, USEPA. (16 de March de 1995). *Cost and Performance Report: Soil Washing at the King of Prussia Technical Corporation Superfund Site Winslow Township New Jersey*. Obtenido de <https://clu-in.org/PRODUCTS/COSTPERF/SOILWASH/KOP.HTM>
- Vargas Ríos, O. e. (2012). *Guías Técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas*. Bogota: Departamento de Biología Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia.
- Varichem International, I. (2018). *"Remediade" a product for oil spill cleanup using microbes*. Van Vleck, Texas.
- Villa, J. U. (2014). *Técnicas de biorremediación para el saneamiento del subsuelo*. . Proyectos Químicos.
- Wait, S. T., & Thomas, D. (2003). *The characterization of base oil recovered from the low temperature*. San Antonio, TX: SPE/EPA Exploration and Production Environmental Conference.
- Yuan, S. (2007). *Electrokinetic movement of multiple chlorobenzenes in contaminated soil in the presence of β -cyclodextrin* .