
	<p>LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES SUBSISTENTES DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM) – SITIO S0100 (SITIO 22), CUENCA PASTAZA</p> <p><i>MARZO, 2022</i></p>	
---	--	---

Anexo MINAM

Observación N° 8



**SERVICIO DE SUPERVISIÓN PARA EL
SEGUIMIENTO TÉCNICO PARA LA ELABORACIÓN
DE LOS PLANES DE REHABILITACIÓN DE LOS 19
SITIOS IMPACTADOS POR ACTIVIDADES DE
HIDROCARBUROS EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS
TIGRE Y PASTAZA**

**INFORME DE REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL
MODELO CONCEPTUAL Y PLAN DE MUESTREO
DEL SITIO S0100 – SITIO 22 DE LA CUENCA DEL
PASTAZA**

Preparado por:
Consorcio Supervisor TEMA LITOCLEAN
Ref.: 6938
Abril 2018
Rev. 0

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	Antecedentes	3
1.2	Ubicación	3
2	METODOLOGÍA.....	5
2.1	Modelo Conceptual.....	5
2.2	Plan de Muestreo	6
3	REVISIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL.....	7
3.1	Observaciones	7
3.2	Recomendaciones.....	7
3.3	Conclusiones y Resumen	7
4	REVISIÓN DEL PLAN DE MUESTREO	11
4.1	Resumen de Plan propuesto	11
4.1.1	Actividades propuestas.....	11
4.1.2	Cronograma de trabajo propuesto.....	14
4.2	Evaluación y recomendaciones	15
4.2.1	Muestreo de suelo	15
4.2.2	Muestreo de agua subterránea.....	17
4.2.3	Muestreo de agua superficial y sedimentos	17
4.2.4	Muestreo hidrobiológico.....	17
4.2.5	Muestreo de fauna y flora	17
4.2.6	Análisis de bioacumulación	18
4.2.7	Cronograma Propuesto.....	18
5	CONCLUSIONES	19

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El 26 de marzo de 2018 se aprobó el Plan de Trabajo para la Cuenca del río Pastaza presentado por el Consorcio Ecodes Ingeniería – Varichem de Colombia, en adelante CEV.

El 7 de marzo de 2018, tras haber presentado el día 5 de marzo los dos primeros modelos conceptuales y planes de muestreo de dos sitios “tipo” (S0130, Botadero 12 de octubre de la cuenca del río Tigre, y S0102, Sitio 2 de la cuenca del río Pastaza), se realizó un taller de presentación de planes de muestreo para otros dos sitios “tipo”: para el caso del botadero se presentó el Sitio S0103 (Botadero km 7, Pastaza) y para el caso de un sitio impactado por hidrocarburo se presentó el Sitio S0124 (Sitio 8, Tigre).

Posteriormente, TEMA remitió observaciones a los documentos que fueron parcialmente levantadas por CEV mediante la remisión de nuevas versiones de documentos. El 15 de marzo, se realizó la reunión con el Grupo Técnico Ambiental (GTA), para la exposición de los planes de muestreo “tipo”. Finalmente, el día 3 de abril de 2018, se procedió a realizar otra reunión de trabajo para consensuar criterios para la definición de tareas a proponer en los planes de muestreo.

El 9 de abril del 2018, CEV envía el modelo conceptual y plan de muestreo versión A del sitio S0100 (Sitio 22).

A continuación, se presenta el informe de la revisión y aprobación del modelo conceptual y Plan de Muestreo para el sitio S0100 (Sitio 22) de la cuenca del río Pastaza, que tiene como objetivo evaluar si se han identificado los aspectos más relevantes para el desarrollo del Modelo Conceptual Inicial del sitio impactado y las actividades necesarias para poder realizar la Caracterización y posterior Plan de Rehabilitación, las cuales deberían plasmarse en el Plan de Muestreo del sitio, así como validar y realizar sugerencias a los mismos.

1.2 Ubicación

El sitio S0100 se encuentra en la cuenca del Río Pastaza, se encuentra noreste de la comunidad de nuevo Andoas a 3 km en línea recta, el acceso al sitio es a través de una trocha carrozable existente y desvío de ingreso al pozo Capahuari Sur 32 y cuyo mantenimiento está a cargo de Frontera Energy (actual administradora del Lote). A una velocidad promedio de 30 km/hora se llega al sitio en aproximadamente 15 minutos (aprox.).

Cuadro 1. Ubicación Geográfica del Sitio S0100

Código Sitio	Nombre Fonam	Coordenadas UTM WGS 84 (m)		Comunidad Nativa	Cuenca	Distrito	Provincia	Departamento
		Norte	Este					
S0100	Sitio 22	9691879	0339748	Nuevo Andoas	Pastaza	Andoas	Datem del Marañon	Loreto

Fuente: Consorcio Supervisor TEMA-LITOCLEAN

2 METODOLOGÍA

2.1 Modelo Conceptual

El objetivo de la revisión del Modelo Conceptual es determinar aquellos aspectos que son determinantes para diseñar el plan de muestreo que permitirán caracterizar y posteriormente definir los planes de rehabilitación. En este sentido, se han dividido los comentarios en Observaciones, que deben ser levantadas para la aprobación del Modelo Conceptual, y Recomendaciones, que hacen referencia a aspectos de forma o adicionales que deberían tenerse en cuenta para el desarrollo de siguientes fases de trabajo y entregables (y que deben considerar el cumplimiento de los parámetros establecidos en las bases técnicas para el desarrollo del Modelo Conceptual Inicial del sitio impactado, los cuales según las bases deben incluir, entre otras, las siguientes consideraciones: i) Fuentes potenciales de la contaminación asociadas a las actividades de hidrocarburos; ii) Determinación de las áreas de influencia; iii). Contaminantes de Preocupación asociados a las actividades de hidrocarburos; iv) Potenciales receptores de la contaminación; v) Potenciales rutas y mecanismos de transporte; vi) Potenciales vías de exposición; vii) Posible migración de los contaminantes de un medio físico a otro, y su posible migración fuera de los límites del sitio de estudio; viii) Otros factores de estrés diferentes a los contaminantes evaluados; ix) Factores económicos, culturales y sociales de afectación).

A continuación, se exponen los aspectos que han sido objeto de evaluación en el presente documento:

Estudio histórico y de antecedentes
Exposición de información preliminar de estudios previos: resultados de muestreos previos e inspecciones que constituyen la Identificación del Sitio Impactado: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Muestras que superaron ECA ✓ Muestras que no superaron ECA en el sitio y en el entorno próximo si hay estudios de sitios cercanos.
Determinación de fuentes potenciales (origen de la contaminación): <ul style="list-style-type: none"> ✓ Residuos en superficie ✓ Residuos enterrados ✓ Derrames de crudo ✓ Vertido de aguas de producción o de desechos asociados a la actividad petrolera ✓ Otros
Levantamiento técnico -
Identificación de posibles focos en el área de estudio (fuentes secundarias o "hot spot", componentes afectados que pueden generar contaminación en otros componentes ambientales): <ul style="list-style-type: none"> ✓ Observación directa de suelos impactados ✓ Observación de charcos con crudo o agua de producción. ✓ Alteración organoléptica

Estudio del medio físico	
Incluir información básica sobre el medio geológico, hidrogeológico e hidrológico:	
✓	Estacionalidad (lluvias y épocas de creciente/vaciante)
✓	Topografía. Presencia/ausencia de áreas inundables en el sitio.
✓	Geología- Hidrogeología: indicar si existe información sobre la napa freática en el área y si se conoce la existencia de aprovechamientos de agua subterránea
✓	Hidrología: presencia de quebradas o cauces estacionales o permanentes, puntos de captación de agua o aprovechamiento de agua superficial.
Receptores potenciales	
✓	Distancia a comunidades o sitios poblados
✓	Presencia de sitios de caza, pesca o recolección en las inmediaciones
✓	Existencia de flora potencialmente afectada
✓	Determinar si hay fauna susceptible en el área
✓	Ubicar puntos de captación o aprovechamiento de agua subterránea o superficial

Cabe destacar que en las recomendaciones se incluirán sugerencias para mejorar el Modelo Conceptual en el Informe de Caracterización y en el Plan de Rehabilitación.

2.2 Plan de Muestreo

El objetivo de la revisión realizada es evaluar la propuesta de labores a realizar en las dos entradas para muestreo en el sitio S0100. No se evalúan en este documento aspectos formales asociados a requerimientos establecidos en la Guía de Muestreo de Suelo u otras Normas/Protocolos técnicos de aplicación, los cuales sí que deberán incluirse en el Informe de Caracterización y/o apartado correspondiente del Plan de Rehabilitación.

La revisión se ha realizado priorizando los siguientes aspectos:

- ✓ Determinación de número de puntos de muestreo necesarios
- ✓ Determinación de componentes ambientales a muestrear
- ✓ Ubicación de los puntos de muestreo propuestos
- ✓ Profundidad de los puntos de muestreo en el caso de suelos
- ✓ Estrategia planteada para acciones a realizar en la primera y segunda entrada
- ✓ Otras tareas planteadas asociadas a la mejora del Modelo Conceptual.

También se han revisado los procedimientos de trabajo y protocolos presentados por parte de CEV para el desarrollo de los trabajos, con el fin de validarlos y realizar sugerencias al respecto, inclusive respecto los medios y recursos asignados.

3 REVISIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL

3.1 Observaciones

No hay mayores observaciones al *Modelo Conceptual del Sitio S0100 - Versión A* de abril 2018, presentado el día 09/04/2018 por correo electrónico, que deban subsanarse para su aprobación. No obstante, deberán tenerse en cuenta las recomendaciones y conclusiones expuestas en siguientes apartados, para lograr un buen producto final.

3.2 Recomendaciones

Es necesario para complementar la información expuesta en los siguientes entregables para mejorar el Modelo Conceptual y elaborar un buen Plan de Rehabilitación.

Recomendación 1

Deben plasmarse en un plano/mapa los puntos de muestreo de estudios previos en el área, así como la información recabada en la visita preliminar, con los hallazgos más importantes de la misma.

En campo se identificó la presencia de iridiscencias de hidrocarburos al remover los sedimentos de la Ramada quebrada Anapaza, por lo que en campo deberá verificarse la afectación por hidrocarburo del aguajal y quebrada, debido a que en las fuentes de contaminación del modelo conceptual elaborado por CEV indica que no se ha identificado fugas o derrames visibles. Así mismo en la muestra SL-CAP-N-1A-9 tomada por OEFA se observa niveles de TPH en la fracción 2 (C10-C28) que excedió el ECA de suelos.

3.3 Conclusiones y Resumen

El Modelo Conceptual del emplazamiento se APRUEBA, teniendo en cuenta las recomendaciones incluidas en el apartado 3.2. A continuación, se resume la información más relevante del análisis:

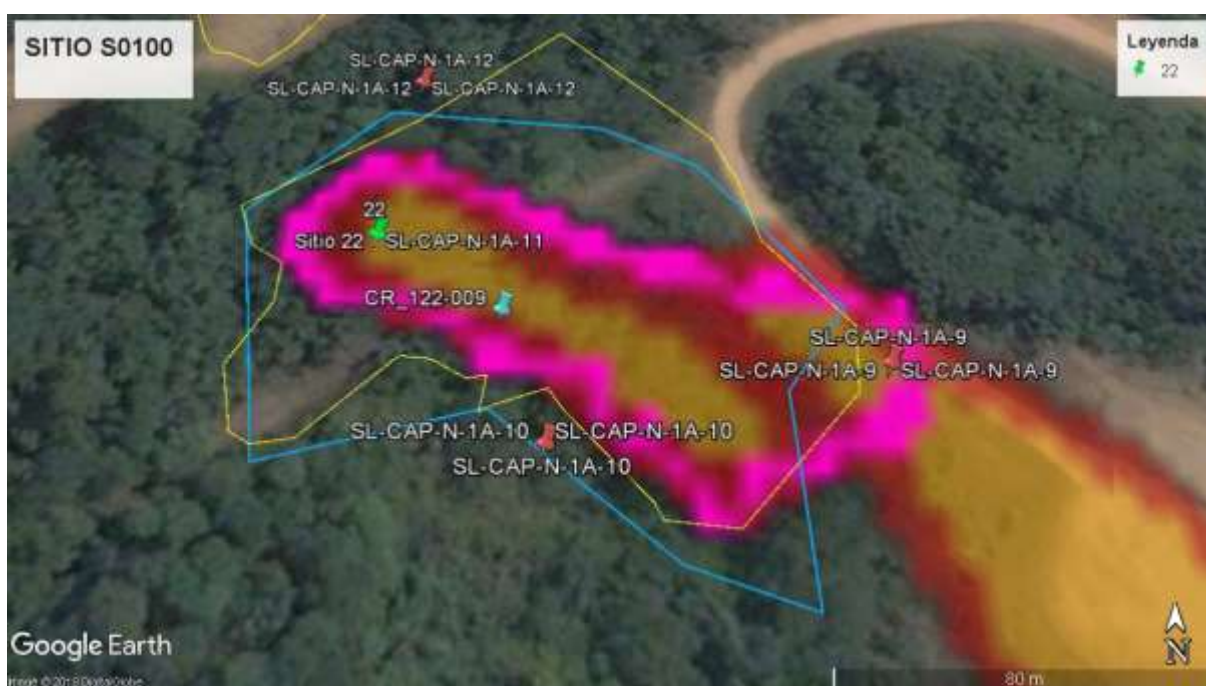
Antecedentes:

Los resultados analíticos de los muestreos realizados en trabajos anteriores se exponen a continuación:

Punto de Muestreo	Resultados (mg/kg)						
	FH F2 (C10-C28)	FH F3 (C28-C40)	As	Ba	Cd	Hg	Pb
SL-CAP-N-1A-9	5141	439	<0,06	590,7	<0,90	<0,60	26,6
SL-CAP-N-1A-10	91,79	64	-	-	-	-	-
SL-CAP-N-1A-11	227,983	30,294	3,26	165,7	2,2	<0,60	370,6
SL-CAP-N-1A-12	79,26	228	0,49	271,9	<0,90	<0,60	18,4

Supera el ECA Suelo Agrícola

Fuente: OEFA (Informe 326-2013-OEFA-DE-SDCA)



	Área de relevamiento OEFA
	Área de relevamiento CEV
	Área de relevamiento TEMA

Resumen del Modelo Conceptual y aspectos clave:

Durante los trabajos de muestreo y actividades asociadas a siguientes fases de trabajo, deberá obtenerse información para mejorar el Modelo Conceptual Inicial, para confirmar y/o descartar hipótesis expuestas, el cual considera en este emplazamiento lo siguiente:

1. Fuente Potencial:

- a. Residuos en superficie dispersos: describirlos y determinar si pueden considerarse fuentes activas.
 - b. Residuos semienterrados – los trabajos deberían confirmar la ubicación y determinación del volumen de residuos semienterrados.
2. Focos de Contaminación:
- a. Suelo impactado con hidrocarburo y metales, de acuerdo al informe de OEFA N° 0326-2013-OEFA-DE-SDCA, en el cual de las cuatro muestras tomadas en el sitio, la muestra SL-CAP-N-1A-9 arrojó un valor que superó el ECA suelo agrícola para TPH fracción F2 (C10-C28) y la muestra SL-CAP-N-1A-11 arrojó valores de plomo y cadmio que excedieron el ECA suelo agrícola.
3. Sustancias de interés:
- a. Metales: teniendo en cuenta la información histórica y el levantamiento técnico realizado, el plomo y cadmio sería sustancia relevante. El muestreo deberá confirmar/descartar si hay otros metales que se consideren sustancias relevantes.
 - b. PCB: el muestreo deberá confirmar/descartar si se considera sustancia relevante.
 - c. TPH (F2, F3) y HAP: el muestreo deberá confirmar/descartar si se consideran sustancia relevante, ya que se observó valores de TPH fracción F2 que excedió el ECA.
 - d. TPH F1 y BTEX: el muestreo deberá confirmar/descartar si se considera sustancia relevante
4. Potenciales Receptores de la Contaminación:
- a. Unidades de vegetación identificadas: evaluar si la vegetación potencialmente afectada puede bioacumular sustancias nocivas para la salud y el ambiente, y en base a ello, definir si en la segunda entrada a campo será necesario realizar muestreo de tejido vegetal.
 - b. Fauna silvestre.
 - c. Hidrobiológicos: En la quebrada Ramada Anapaza no se observó peces, sin embargo, esto deberá confirmarse mediante la observación en campo en siguientes entradas al sitio.
 - d. Humanos: evaluar si hay personal que transita la zona, con posibilidad de entrar en contacto con el medio impactado.
5. Rutas y Mecanismo de Transporte
- a. Infiltración/Lixiviación en el suelo. La observación directa del suelo (litología, observaciones organolépticas, etc.), permitirá evaluar si existe potencial de lixiviación. Si la determinación analítica en las muestras de suelo indica presencia

de metales, deberá plantearse si es necesario realizar ensayos de lixiviación para confirmar el mecanismo de transporte.

- b. Escorrentía superficial del sitio con presencia de residuos hacia la zona de aguajal y quebrada Ramada Anapaza.

6. Vías de Exposición

- a. Absorción: de metales a través de las raíces de la vegetación
- b. Contacto dérmico:
 - i. Con agua superficial de la quebrada y agua estancada del aguajal (poco representativo)
 - ii. Con suelo superficial afectado
- c. Ingestión:
 - i. Del agua de la quebrada y agua estancada existente en los aguajales por los animales de la zona.
 - ii. De suelos afectados por parte de personal que transite por la zona o de fauna.
 - iii. De flora/fauna afectada.
- d. Inhalación de vapores procedentes del subsuelo en caso de detectarse suelos y/o aguas subterráneas con hidrocarburos u otras sustancias volátiles.

7. Migración del contaminante de un medio físico a otro.

- a. Migración del contaminante del suelo hacia la napa freática, por efecto de lixiviación.
- b. Migración del contaminante del suelo hacia la zona de la quebrada y aguajal, por lixiviación y escurrimiento en superficie.

El área referencial identificada como impactada del Sitio S0100 (Sitio 22), es de 1,36 ha.

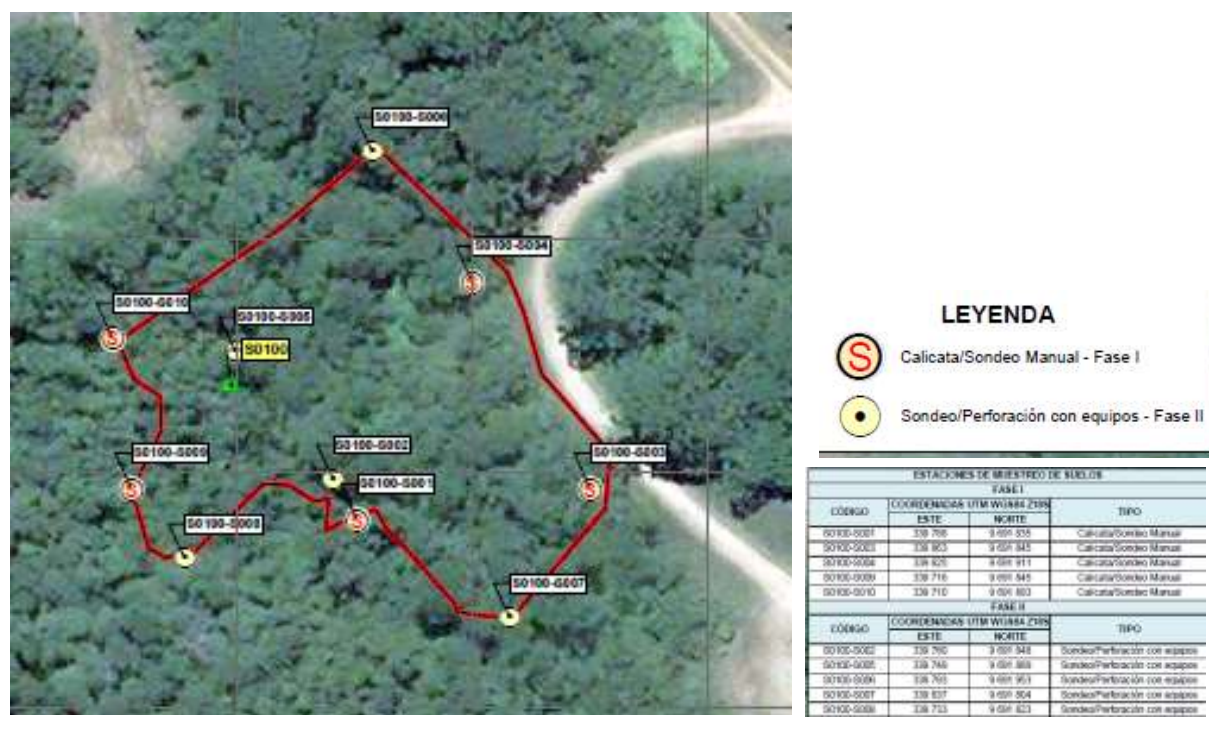
4 REVISIÓN DEL PLAN DE MUESTREO

4.1 Resumen de Plan propuesto

4.1.1 Actividades propuestas

A continuación, se resumen las actividades propuestas en este sitio:

Perforación de sondeos				
Punto de Muestreo	Ubicación / finalidad	Profundidad prevista (m)	Técnica de reconocimiento	Entrada
S0100-S001	En el perímetro del sitio	Hasta 3 m	Calicata/Sondeo Manual	1
S0100-S002	En la zona central del sitio	Hasta 3 m	Sondeo/Perforación con equipos	2
S0100-S003	En el perímetro del sitio	Hasta 3 m	Calicata/Sondeo Manual	1
S0100-S004	En el perímetro del sitio	Hasta 3 m	Calicata/Sondeo Manual	1
S0100-S005	En la zona central del sitio	Hasta 3 m	Sondeo/Perforación con equipos	2
S0100-S006	En el perímetro del sitio	Hasta 3 m	Sondeo/Perforación con equipos	2
S0100-S007	En el perímetro del sitio	Hasta 3 m	Sondeo/Perforación con equipos	2
S0100-S008	En el perímetro del sitio	Hasta 3 m	Sondeo/Perforación con equipos	2
S0100-S009	En el perímetro del sitio	Hasta 3 m	Calicata/Sondeo Manual	1
S0100-S010	En el perímetro del sitio	Hasta 3 m	Calicata/Sondeo Manual	1



Resumen de la propuesta de Muestreo de suelo			
Nº de puntos y objetivo	Profundidad propuesta y medios	Nº Muestras	Parámetros a analizar
10 puntos de muestreo <ul style="list-style-type: none"> ✓ 8 para delimitar ✓ 2 en el área impactada Se realizarán 5 puntos de muestreo en la primera entrada y 5 en la segunda.	Variable. Se ajustará en campo. Equipos: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sondeo Manual mediante barreno, ✓ Sondeo semi-mecánico con equipo helicoidal (capacidad para llegar a 8 y 15m), ✓ Calicatas hasta 1,2m, ✓ Excavaciones hasta 3m, 	30 (máx 3 por punto): Se plantea una a 0,3m, otra a 1m si se supera el metro de perforación, y a partir de ahí, una por metro de avance. El total de muestras será de tres (3), a partir de esta profundidad por cada metro de avance en la excavación se tomará una muestra.	<i>In-situ:</i> COV mediante PID (3 muestras por punto) <i>En laboratorio:</i> 100%: Metales totales 17% PCB 30%: Cr VI, Hg Total, BTEX 10%: F1, F2, F3, PAH, pH, %Granulometría

Muestreo de agua subterránea			
Nº de puntos	Profundidad propuesta y medios, ni profundidad estimada	Nº Muestras	Parámetros a analizar
3 según plan de muestreo, no presentaron plano de ubicación.	No se aclaran los medios que se usarán para perforar el piezómetro	6 (3 por entrada y punto)	Metales Totales, BTEX, TPH (C9 –C40), HAP y Cloruros.

Previo a la ejecución de los piezómetros se procederá a determinar la distribución de resistividad en diferentes profundidades, mediante la inyección de corriente eléctrica en el subsuelo – Sondeo Eléctrico Vertical – SEV en tres (3) puntos (triangulación), y se procederá a instalar un pozo en la parte superior con la cota más elevada y pendiente arriba del inicio del área impactada (pseudo pozo), para conocer el perfil litológico en campo del sitio impactado; estará ubicado.

Muestreo de agua superficial y sedimentos		
Nº de puntos	Nº Muestras	Parámetros a analizar
4 (Agua superficial) según plano Puntos: 4 en quebrada Ramada Anapaza	8 (4 por entrada y punto)	Cloruros, Metales Totales, BTEX, TPH, PAH.
4 (sedimento) según plano Puntos: 4 en quebrada Ramada Anapaza	4	Metales Totales, BTEX, TPH, PAH.



Muestreo hidrobiológico

Se plantea muestreo hidrobiológico de plancton, perifiton, bentos y peces, en 4 estaciones de muestreo del Sitio S0100, en la quebrada Ramada Anapaza.

Muestreo de flora y fauna.

Fauna: Se propone un muestreo de fauna en dos zonas de 0,3ha cada una, una incluirá el sitio impactado y la otra se ubicará fuera, en un área presumiblemente no afectada. En ambos casos se procederá al muestreo de los grupos herpetofauna, avifauna y mastofauna.

Flora: Para la flora se plantean 5 parcelas o transectos de un décimo de hectárea.

Se plantea un muestreo de **tejido vegetal** para evaluar el potencial de bioacumulación. Se incluyen criterios para la selección de muestra representativa, pero no se indica cantidad de muestras estimadas.

Los criterios para la selección de especies representativas en las que estudiar el potencial de bioacumulación considerarán lo siguiente:

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.

Se indica que 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.

4.1.2 Cronograma de trabajo propuesto

ACTIVIDADES	ÉPOCA ESTACIONAL	ÉPOCA SECA						ÉPOCA HÚMEDA			
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4
Muestreo de Agua Subterránea	Seca y Húmeda						X	X			
Muestreo de Suelos	Seca y Húmeda	X	X	X	X			X	X	X	X
Sondeo/perforación mecanizada	Seca							X	X	X	X
Calicata/perforación manual	Seca	X	X	X	X			X	X	X	X
Perforación e Instalación de Piezómetro	Húmeda	X	X	X	X						
Muestreo Biológico Terrestre	Seca y Húmeda	X	X	X	X			X	X	X	X

ACTIVIDADES	ÉPOCA ESTACIONAL	ÉPOCA SECA						ÉPOCA HÚMEDA			
		DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5	DÍA 6	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4
Sondeo Eléctrico Vertical (SEV)	Húmeda	X	X								
Nivelación de Piezómetros	Húmeda	X	X	X	X						
Levantamiento Topográfico del Sitio	Seca							X	X	X	X

4.2 Evaluación y recomendaciones

4.2.1 Muestreo de suelo

Número de puntos:

El número de puntos propuesto se considera aceptable. Sin embargo, se observan oportunidades de mejora:

Recomendación n°1: Se recomienda modificar los puntos a ejecutar en la primera fase, en la que debería primar la caracterización (puntos en el interior del sitio afectado), mientras que en la segunda fase deberían realizarse puntos, solo para terminar de delimitar el área y/o recabar información complementaria en el área afectada. La ubicación de estos puntos (segunda entrada) y el plan analítico para la segunda entrada, podrá ajustarse teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el primer muestreo.

Recomendación n°2: Se recomienda tener como base de información acerca de los porcentajes de parámetros a analizar por sitio, de acuerdo a la reunión entre Fonam, CEV y Tema: 100% Metales Totales, PCB y Hg Total; 50% Cr VI; 25% F2, F3, PAH y 10% BTEX, F1, pH, Granulometría.

Ubicación puntos:

Recomendación n°3: Teniendo en cuenta los resultados del muestreo de OEFA, las características de la fuente potencial y la información recabada en el levantamiento técnico se recomienda realizar en la primera entrada más de los 2 puntos propuestos en el centro del sitio impactado, se recomienda como mínimo 4 puntos.

La ubicación definitiva de los puntos de muestreo deberá ajustarse *in-situ*, siempre buscando optimizar los trabajos con los medios disponibles.

Toma de muestras de suelo (profundidad y parámetros a analizar)

Aclarar que no debe predefinirse la profundidad de la toma de muestras para envío a laboratorio, y que para los muestreos superficiales no será necesario la toma de tres muestras por punto, siendo suficiente la toma de entre 1 y 2 muestras representativas.

Recomendación nº4: Se recomienda realizar como mínimo un ensayo *Head-Space* mediante PID por cada metro de avance. Como norma general, las muestras de suelo se deberían seleccionar de la zona no saturada atendiendo a las características organolépticas realizadas *in-situ*. Por lo general, es coherente pensar en tomar una muestra del primer metro de perforación (primeros 30cm donde pueda existir contacto directo o ingestión por parte de receptores), y otra del punto más profundo, en zona no saturada, siendo el tercer punto seleccionado de la zona con mayores indicios de afectación. De esta manera se podrá proceder a realizar un modelo conceptual de la posible distribución de la contaminación en el subsuelo. Sin embargo, este criterio es orientativo y deberá ajustarse en campo en función de lo que se observe.

Igualmente, los parámetros a analizar en cada muestra de suelo podrán ajustarse en base a lo que se observe en campo (pudiendo hacer cambios respecto lo propuesto en el Plan de Muestreo). Por ejemplo: las muestras seleccionadas para la determinación analítica de BTEX y F1 deberían determinarse en base a los resultados de los ensayos *Head-Space*.

La supervisión debería aprobar la selección de muestras que finalmente se enviarán a laboratorio y parámetros que se analizarán, atendiendo a los lineamientos acordados en la reunión telefónica mantenida el jueves 5 de abril por la tarde para tratar el ajuste presupuestal.

Recomendación nº5: Las perforaciones mediante equipo semi-mecánico y las excavaciones manuales podrán requerir la selección de tres muestras para envío al laboratorio, mientras que las muestras más superficiales (de menos de 2m de profundidad), podrán seleccionar entre 1 y 2 muestras, no siendo necesario proceder a tomar 3 muestras.

Muestreo para determinación del nivel de fondo

A priori se considera correcto el enfoque que se ha dado para este muestreo. El punto ubicado en el mapa se podría ajustar en campo de acuerdo a la distancia correcta y características del

suelo, para que sea representativo de un área con características geográficas similares, pero que no se encuentre afectada por las fuentes potenciales identificadas en el sitio.

4.2.2 [Muestreo de agua subterránea](#)

Puntos de muestreo de agua subterránea

A priori el número de puntos propuestos se considera apropiados. El criterio de ubicar un punto en el área topográficamente más elevada de acuerdo a la geofísica (SEV), no debería ser determinante, pues lo que prevalece es la dirección de flujo subterráneo y no el superficial. En campo se definirá si es necesario modificar la ubicación de los puntos propuestos.

Recomendación n°6: Los puntos en los que se proceda a instalar piezómetro, también deben servir para el reconocimiento y toma de muestras de suelo, por lo cual deben coincidir con puntos de muestreo de suelo.

4.2.3 [Muestreo de agua superficial y sedimentos](#)

Puntos de muestreo de agua superficial

A priori, los puntos y metodología propuesta se consideran apropiados.

Puntos de muestreo de sedimento

A priori, los puntos y metodología propuesta se consideran apropiados.

4.2.4 [Muestreo hidrobiológico](#)

Puntos de muestreo hidrobiológico

A priori, los puntos y metodología propuesta se consideran apropiados.

4.2.5 [Muestreo de fauna y flora](#)

Puntos de muestreo de fauna

A priori los puntos y metodología propuesta se consideran apropiados.

Puntos de muestreo de flora

A priori los puntos y metodología propuesta se consideran apropiados. No presentaron mapas de ubicación de las parcelas y transectos propuestos.

4.2.6 [Análisis de bioacumulación](#)

Muestreo de tejido vegetal

Recomendación n°7:

No se considera necesario proceder al muestreo de tejido vegetal en la primera entrada, sino que deberá analizarse primero, en base a los resultados del primer muestreo si:

1. Existen suelos con presencia de metales en concentraciones superiores al ECA
2. Las especies vegetales que se identifiquen en el área tienen potencial de bioacumular metales (en base a estudios bibliográficos).

Se recomienda, en base a ello, plantear el muestreo de tejido vegetal siempre que se considere probable que exista una vía de exposición asociada o impacto asociado.

4.2.7 [Cronograma propuesto](#)

No queda claro cuál es el primer muestreo y cual el segundo, pues el muestreo de sedimentos se propone en época seca, pero en el calendario aparece en la segunda parte donde indica época húmeda. Se entiende que es un error de tipografía, y que donde se indican 6 días para época seca, se refiere a la primera entrada (época húmeda), mientras que los 4 días que se indican para época húmeda corresponden a la segunda entrada (en época menos húmeda).

5 **CONCLUSIONES**

El Plan de Muestreo y Modelo Conceptual se encuentran APROBADOS.

Deberán tenerse en cuenta las recomendaciones incluidas en el documento cuando se proceda a replantear los puntos definitivos *in-situ*, que deberán aprobarse en campo, igual que el plan analítico de las muestras que se tomen.