
IV. LINEA BASE AMBIENTAL

	<i>Pág</i>
4.1 LINEA DE BASE FISICO	4.1-3
4.2 LINEA DE BASE BIOLOGICO	4.2-1
4.3 LINEA DE BASE SOCIAL	4.3-1

IV. LINEA BASE AMBIENTAL

La información de Línea de Base Ambiental que incluye los componentes del medio físico, biológico y social; permite diagnosticar las condiciones ambientales existentes en el área de influencia del Proyecto “**Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D en el Lote XIII**”, requerido para el presente Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado – EIASd, de acuerdo a lo dispuesto en el D.S N° 015-2006- EM, Art. 27.

El diagnóstico ambiental, se realizó en las Áreas de influencia directa e indirecta que compromete los componentes y las actividades del proyecto; con el propósito de localizar las líneas sísmicas territorialmente, diferenciando las zonas de ubicación, sub dividido en tres Sistemas de Líneas Sísmicas:

- Sistema de líneas sísmicas Norte (Lote XIII A).
- Sistema de líneas sísmicas Este (Lote XIII B – Prospectos Expectativa y Rio Loco).
- Sistema de líneas sísmicas Sur (Lote XIII B – Prospecto Zapayal).

La elaboración Línea de Base Ambiental (LBA), estuvo a cargo de un equipo multidisciplinario de profesionales; la caracterización está basada en la revisión bibliográfica existente en el sector público, como es el caso, del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, Servicio Nacional de Meteorología – SENAMHI, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, Instituto Geográfico Nacional – IGN, entre otros, información disponible del sector privado y a la recopilada durante las actividades realizadas en campo.

Es de acotar, que se ha considerado en la LBA, los aportes y comentarios de la población ubicadas en el área de influencia del proyecto, obtenidas durante los trabajos de campo y en los mecanismos de participación ciudadana.

4.1 MEDIO FISICO

4.1.1 INTRODUCCION

El presente capítulo muestra la evaluación física realizados en la época de estiaje (seca) Noviembre (2 011) y época de avenida (húmeda) y Marzo (2013); en las áreas de influencia directa e indirecta de las actividades y operaciones que contempla el proyecto de **“Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D”** en el Lote XIII que incluye a los Lote XIII A y Lote XIII B.

El trabajo de campo se desarrolló en las áreas de los Lotes, XIII A y XIII B para el componente abiótico, tomando en cuenta las especialidades de Clima y Ecología, Zonas de Vida, Calidad de Aire y Ruido, Fisiografía, Geología, Hidrogeología, Geomorfología, Suelos y Capacidad de Uso de Tierras, Calidad de Suelos, Calidad del Recurso Hídrico (Hidrología) y Calidad de Sedimentos.

La Línea de Base Física (LBF) está sustentada en la planificación, diseño y ejecución de los monitoreos de los componentes ambientales, en la recopilación de información de campo y bibliográfico. El análisis e interpretación de los resultados de la información de campo y laboratorio; se considera los **Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)** vigentes en el Perú, referencialmente los valores de los normas internacionales.

4.1.2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

4.1.2.1 METODOLOGÍA

El medio físico (abiótico) en el área del proyecto, donde se realizara la Prospección Sísmica 2D, presenta características diferenciadas, por lo que es necesario establecer un orden para el análisis y descripción de sus componentes, a continuación se indica:

- ✓ Clima y Ecología.
- ✓ Calidad de Aire y Ruido Ambiental.
- ✓ Fisiografía.
- ✓ Geología.
- ✓ Geomorfología.
- ✓ Suelos.
- ✓ Hidrogeología.
- ✓ Recurso Hídrico.
- ✓ Calidad de Aguas.

La evaluación de las disciplinas mencionadas, se efectuaron para dos épocas, que por la ubicación del proyecto presentan variaciones poco significativas. La primera evaluación se

efectuó en el mes de Noviembre (2011) época seca y la segunda evaluación en época húmeda, en el mes de Marzo (2013).

4.1.2.1.1 Planificación del Monitoreo Ambiental

Para la evaluación de los componentes del medio físico, fue necesario el concurso de un equipo multidisciplinario de profesionales, en conjunto se planificó el monitoreo ambiental, que tuvo como objetivo, el levantamiento de la información de campo; relacionado con la caracterización, geológica, geomorfológica, fisiográfica, condiciones meteorológicas, el muestreo y mediciones de la calidad del aire, ruido ambiental, calidad del agua y caracterización de los suelos.

En la planificación y ejecución de los monitoreos, se tuvo presente la literatura especializada, los protocolos y guías, destacándose:

- ✓ Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua Naturales de Aguas Superficiales, Resolución Jefatural No 182 – 2011 – ANA.
- ✓ Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, D.S No 013-2010-AG.
- ✓ Protocolos de Monitoreo de Calidad de Aguas (1994), publicado por la DGAA del Ministerio de Energía y Minas.
- ✓ Protocolos de Monitoreo de Calidad del Aire y Emisiones (1994), publicado por la DGAA del Ministerio de Energía y Minas.
- ✓ Guías para el Muestreo y Análisis de Suelos.
- ✓ Los Estándares de Calidad Ambiental, ECAs

4.1.2.1.2 Análisis de Datos

El análisis de datos se inició con la recopilación y revisión de la información existente. A continuación se describen en forma breve las disciplinas evaluadas.

a) Sistema de Información Geográfica (SIG)

Mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG), utilizando software como el ARCGIS 10.1 para la estructuración de mapas. Se preparó todo el material cartográfico del estudio. La escala de estos mapas se determinó durante la etapa de planificación y el diseño del plan de trabajo.

b) Climatología, Zonas de Vida e Hidrología

Para la caracterización de estos aspectos se empleó la información existente del SENAMHI. A partir de esta información se calcularon los valores de los parámetros climáticos para el área de estudio.

c) Calidad de Aire y Ruido Ambiental

☐ Calidad de Aire

Las estaciones de monitoreo en un número de diez (10), se detallaron en los Términos de Referencia (TDR); documento presentado y aprobado por la DGAAE del Ministerio de Energía y Minas, los parámetros evaluados son los establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para Aire mediante los D.S No 074-2 001-PCM y el D.S No 003 – 2 008-MINAM, que a continuación se detallan:

- ✓ Partículas en Suspensión (PM₁₀).
- ✓ Partículas en Suspensión (PM_{2.5}).
- ✓ Gases de Combustión: Dióxido de Azufre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Oxido Nitroso (NO₂), Hidrogeno Sulfurado (H₂S) y Ozono (O₃).
- ✓ Hidrocarburos Totales (HT).
- ✓ Benceno
- ✓ Plomo (Pb) en los filtros de PM₁₀.

☐ Ruido Ambiental

Las mediciones de ruido ambiental se realizaron en diez (10) estaciones, considerando las pautas y lineamientos del D.S No 085- 2 003-PCM, Estándares de Calidad Ambiental de Ruido.

d) Mediciones Meteorológicas

Con el propósito de corroborar las condiciones meteorológicas en el área del proyecto, así como registrar información que permita analizar e interpretar los resultados de calidad de aire, se instalaron estaciones meteorológicas, para el registro, de velocidad y dirección de viento, temperatura ambiental, presión atmosférica y humedad relativa.

e) Calidad de Agua y Sedimentos

Se colectaron muestras simples de los cuerpos de agua que presentaron flujo, con mediciones In Situ de los parámetros perecibles, las muestras de agua fueron remitidas para sus análisis al laboratorio de EQUAS SA , laboratorio acreditado con la NTP ISO/IEC 17025 : 2 006 por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Para la caracterización de los sedimentos, se colectaron muestras en los mismos puntos del muestreo de agua.

f) Geología – Geomorfología

Se identificó unidades geológicas, discordancias, contactos, espesores y ambientes de depositación, así como también se estudiaron los tipos de roca y sus fracturas, para evaluar su comportamiento ante posibles impactos que modifiquen su equilibrio natural.

Esta evaluación determinó el riesgo (o sensibilidad física) presente en el área de estudio en relación al proyecto.

En el aspecto geomorfológico se realizó la identificación de las principales unidades que determinan el aspecto paisajista como respuesta a la alteración de las rocas producto de la erosión eólica y los procesos geodinámicos predominantes.

g) Suelos

Se colectaron muestras de suelo en veinticinco (25) áreas, distribuidas en los lotes XIII A y XIII B, las áreas monitoreadas, se encuentran aprobadas en los Términos de Referencia (TDR) para el Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado del Proyecto de Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D en el Lote XIII.

4.1.3 CLIMA

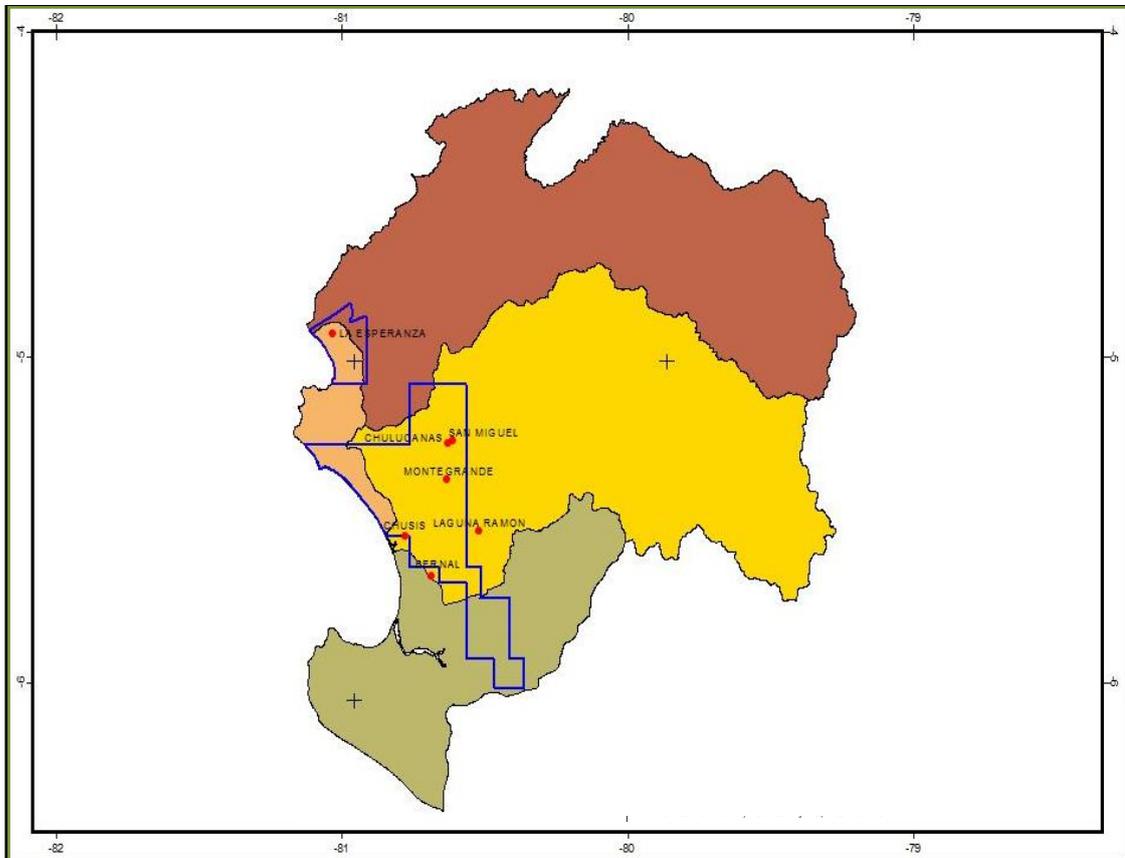
Las condiciones meteorológicas que se presenta en el área del proyecto, están definidas por las estaciones meteorológicas ubicadas en las dos áreas del proyecto, los cuales se indican en la tabla 4.1.3A y espacialmente se muestra en la Figura 4.1A

TABLA 4.1.3A
ESTACIONES METEOROLÓGICAS, LOTE XIII

Sector	Estación	Ubicación Geográfica		Altitud m.s.n.m
		Latitud S	Longitud W	
Lote XIII A	La Esperanza	04°55'04"	81°03'38"	12.0
Lote XIII B	Bernal	05° 38' 00"	80° 45' 00"	20.0
	Chusis	05° 31' 00"	80° 50' 00"	18.0
	Montegrande	05° 21' 18"	80° 43' 52"	27.0
	Chulucanas	05° 06' 12"	80° 09' 57"	95.0
	Miraflores	05° 10' 00"	80° 36' 51"	30.0
	San Miguel	05° 14' 24"	80° 41' 59"	29.0

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

Figura 4.1A
MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS



Fuente: Elaborado para el estudio.

En general el clima de las cuencas Chira y Piura, en donde hidrográficamente se ubica el proyecto, corresponde al de una zona sub-tropical, según clasificación de Koppen y al tipo de clima semi-tropical costero de Pettersen; caracterizados por pluviosidad moderada y altas temperaturas, con pequeñas oscilaciones estacionales.

Específicamente en la parte baja y media de las cuencas, el clima es cálido y seco, típico de la Costa Norte del Perú. Recibe influencia de las variaciones de la Faja Ecuatorial y los cambios de dirección en sentido Este-Oeste de las corrientes marinas de aguas frías (Humbolt) y caliente (Ecuatorial). Estas características ocasionan altas temperaturas ambientales con escasez de precipitaciones, salvo durante períodos cortos y esporádicos de ingresos al hemisferio sur de la corriente marina de aguas calientes (El Niño), y otros como los ocurridos en 1982-83 y 1997-98 de características extraordinarias.

En la parte alta de las cuencas el clima es temperado y muy húmedo, característica particular de la sierra norte de la vertiente del Pacífico, motivada por la vecindad con la Línea Ecuatorial y la Cordillera Occidental Andina. En esta zona se producen precipitaciones pluviales

generalmente en los cuatro primeros meses del año. Sin embargo, cada cierto número de años se presentan períodos con lluvias de gran intensidad, ocasionadas por nubes provenientes del Atlántico que al vencer la barrera de los Andes se enfrían y precipitan. A continuación se analiza y describe los parámetros meteorológicos.

4.1.3.1 PRECIPITACIONES

El régimen de lluvias en las cuencas puede clasificarse en tres tipos: el primero, corresponde la zona baja entre las curvas de nivel 0.0 y 80 m.s.n.m.. Esta franja bastante extensa, cubre precipitaciones escasas del orden de 10 a 80 mm anuales, concentrándose en el período de Enero – Abril, y siendo seco en los meses restantes del año. Las lluvias en esta zona son muy irregulares, y parecen estar fuertemente relacionadas por la ocurrencia aleatoria de fenómenos meteorológicos intensos ocasionados por el fenómeno de El Niño, que hacen producir lluvias de gran intensidad, llegando a superar en 20 veces los valores normales.

El segundo tipo, corresponde a la franja ubicada entre los 80 y 500 m.s.n.m., donde las lluvias registradas son del orden de los 100 y 600 mm. Su período de ocurrencia es generalmente de Diciembre a Mayo con características de variabilidad menor que el primer grupo y siendo en el resto del año significativamente baja llegando inclusive en algunos años a cero.

El tercer tipo corresponde a la franja ubicada desde los 500 m.s.n.m., hasta la línea divisoria de aguas de las 2 cuencas, esta zona alta obedece a un régimen pluvial amazónico caracterizado por baja variabilidad de lluvias promedios anuales que varían entre 700 y 1 100 mm., las máximas precipitaciones se registran en los meses de Enero –Mayo, siendo en el resto del año de baja intensidad, pero no llegando sus registros a cero. Se puede observar en esta zona, que la incidencia de fenómenos intensos de El Niño (ocurrencia aleatoria) es casi nula.

4.1.3.2 TEMPERATURA

La temperatura media anual en las dos cuencas para las zonas baja y media tiene valores similares de 24°C, luego decrece en la cuenca alta con registros hasta de 13°C, de 3.temperatura promedio anual. Los valores máximos puntuales se presentan entre las 13 y 15 horas, alcanzando 38°C en la zona baja (Febrero o Marzo) y de 27°C en la zona alta.

Los mínimos se producen en los meses de Junio a Agosto, alcanzando 15°C en la Costa, bajando hasta 8°C en los meses de Junio - Setiembre en la parte alta.

4.1.3.3 HUMEDAD RELATIVA

En la parte baja del valles, la humedad relativa tiene un comportamiento similar al régimen térmico, con tendencia a mantener valores mensuales comprendidos entre 67% y 73%. Este rango es superado en los meses con lluvias en años de El Niño intenso, con valores que llegan hasta 91%.

La parte media de las cuencas presentan características similares a la parte baja, no así en la parte alta cuyos valores de humedad relativa fluctúan entre 70% y 95%. En esta zona los valores más bajos se dan en los meses de Julio y Agosto.

4.1.3.4 EVAPORACIÓN

Los valores de evaporación son medidos en tanques evaporímetros Clase "A". Debido a la incidencia directa de la radiación solar por ubicación geográfica en las zonas bajas de las cuencas alcanzan aproximadamente 2,500 mm/año, en la zona media varía de 2,350 a 2,500 mm/año y en la zona alta se registra una variación promedio anual de 1,100 a 1,350 mm/año. Cabe mencionar que los mayores valores de evaporación, se presentan en el período Diciembre – Abril en la costa y en el período de Julio – Octubre en la sierra.

4.1.3.5 HORAS DE SOL

En la parte baja de las cuencas el valor medio anual de horas de sol alcanza 7.0 horas/día, en la parte media y alta 6.1 horas/día y 5.2 horas/día respectivamente. Los máximos valores se presentan en los meses de Agosto - Diciembre, disminuyendo en los meses de Enero - Marzo. Las horas máximas y mínimas diarias registradas se dan sólo en la parte alta, correspondiendo los valores de 10.1 horas/día y 0.7 horas/día respectivamente.

4.1.3.6 VIENTO

No se puede generalizar la dirección del viento en las cuencas, debido a la topográfica variada existente. En las cuencas bajas de los valles existen una predominancia de vientos Sur-Oeste, Sur y Sur-Este; la velocidad de estos alcanzan hasta 11,0 km/hora como promedio anual. Entre Setiembre –Diciembre, se manifiesta los valores máximos, mientras que en las cuencas media, la dirección del viento es Sur-Sur Oeste, llegando a superar los 5,0 m/s en los meses de Noviembre-Diciembre. El promedio anual en estas zonas alcanza 4.1 m/s. En la cuenca alta, la dirección del viento está condicionada al estrechamiento topográfico de los Valles. Sus valores medios anuales están entre los 4,0 y 5,0 m/s pudiendo llegar a 13,0 m/s en el mes de Agosto.

En las tablas del 4.1.3 B al 4.1.3H, se presenta las principales variable meteorológica para el periodo 1970-2010.

TABLA 4.1.3B
ESTACIÓN: MIRAFLORES (1970-2010)

Latitud S : 05°10'00"		Longitud W : 80°36'51"						Altitud : 30,0 msnm					
Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	5.9	13.6	33.5	11.8	1.9	0.4	0.1	0.1	0.2	0.8	1.3	9.7	79.3
T Máxima (°C)	33.2	34.0	33.9	32.6	30.4	28.5	27.6	27.8	28.9	29.6	30.3	31.8	30.7
Tmedia (°C)	26.3	27.4	27.2	26	23.9	22.2	21.1	20.9	21.3	21.9	22.8	24.6	23.8
T mínima (°C)	21.6	22.8	22.4	21.2	19.4	18	16.9	16.8	16.9	17.5	18	19.7	19.3
Humedad Relat (%)	66	66	67	68	70	73	73	73	71	71	69	68	70
Evaporación (mm)	249.0	218.5	227.5	213.2	194.1	166.6	164.3	179.4	195.8	216.7	222.0	247.1	2494.2
Horas de Sol (horas/día)	6.7	6.3	6.8	7.2	7.0	6.4	6.3	6.7	7.2	7.3	7.4	7.3	6.9
Veloc.Viento (m/s)	3.8	3.6	3.4	3.7	3.7	3.4	3.4	3.7	4.0	3.9	4.0	4.0	3.7

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

TABLA 4.1.3C
ESTACIÓN: MONTEGRANDE (1970-2010)

Latitud S : 05°21'18"		Longitud W : 80°43'52"						Altitud : 27,0 msnm					
Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	6.0	10.5	9.5	8.3	1.1	0.1	0.1	0.2	0.5	0.5	0.8	0.7	38.3
T Máxima (°C)	32.6	33.3	33.4	32	29.9	27.9	26.8	27.1	28	28.4	29.3	31.2	30.0
Tmedia (°C)	25.7	26.7	26.5	25.3	23.2	21.6	20.5	20.1	20.6	21.0	22.0	24.0	23.1
T mínima (°C)	21.1	22.4	22.2	21	19.3	17.7	16.9	16.5	16.6	17.1	17.8	19.6	19.0
Humedad Relat (%)	70	71	71	73	75	76	76	76	74	74	72	70	73
Evaporación (mm)	228.7	207.6	219.8	204	176.6	152.7	148.5	154.2	164.5	181.7	186.6	213.9	2238.8
Horas de Sol (horas/día)	6.8	6.9	7.4	7.6	7.1	6.2	5.7	6.1	6.7	6.8	7.1	7.3	6.8
Veloc.Viento (m/s)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	4.0	5.0	4.3

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

TABLA 4.1.3D
ESTACIÓN: CHULUCANAS (1970-2010)

Latitud S : 05°06'12"		Longitud W : 80°09'57"						Altitud : 95,0 msnm					
Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	20.3	87.2	103.2	29.7	2.6	0.3	0.1	0.3	0.3	1	0.8	1.9	247.7
T Máxima (°C)	33.3	33.4	33.3	32.6	31.4	30	29.5	30.4	31.4	31.9	32.3	33.1	31.9
Tmedia (°C)	26.3	26.6	26.1	25.7	24.1	22.3	21.5	21.7	22.1	22.8	23.6	25.1	24.0
T mínima (°C)	21.2	22.2	21.6	20.7	18.8	17.2	16.4	16.1	16.2	17.1	17.7	19.3	18.7
Humedad Relat (%)	68	71	73	72	74	75	75	74	71	70	69	68	72
Evaporación (mm)	217.9	185.3	193.7	177.4	178.8	159.4	157.3	177.6	185.5	212	212.2	226.1	2283.2
Horas de Sol (horas/día)	4.7	4.3	5.5	5.2	5.4	5.5	5.5	6.3	6.7	6.5	6.6	5.7	5.7
Veloc.Viento (m/s)	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	4.0

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

TABLA 4.1.3E
ESTACIÓN: LA ESPERANZA (1970-2010)

Latitud S : 04°55'04"			Longitud W : 81°03'38"					Altitud : 12,0 msnm					
Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	20.3	87.2	103.2	29.7	2.6	0.3	0.1	0.3	0.3	1	0.8	1.9	247.7
T Máxima (°C)	33.3	33.4	33.3	32.6	31.4	30	29.5	30.4	31.4	31.9	32.3	33.1	31.9
Tmedia (°C)	26.3	26.6	26.1	25.7	24.1	22.3	21.5	21.7	22.1	22.8	23.6	25.1	24.0
T mínima (°C)	21.2	22.2	21.6	20.7	18.8	17.2	16.4	16.1	16.2	17.1	17.7	19.3	18.7
Humedad Relat (%)	68	71	73	72	74	75	75	74	71	70	69	68	72
Evaporación (mm)	217.9	185.3	193.7	177.4	178.8	159.4	157.3	177.6	185.5	212	212.2	226.1	2283.2
Horas de Sol (horas/día)	4.7	4.3	5.5	5.2	5.4	5.5	5.5	6.3	6.7	6.5	6.6	5.7	5.7
Veloc.Viento (m/s)	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.0	4.0

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

TABLA 4.1.3F
ESTACIÓN: SAN MIGUEL (1970-2010)

Latitud S : 05°14'24"			Longitud W : 80°41'59"					Altitud : 29,0 msnm					
Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	8.7	9.7	20.1	7.7	1.5	0.4	0	0.1	0.3	0.9	1	1.3	51.7
T Máxima (°C)	32.9	33.7	33.7	32.2	29.9	27.9	27	27.5	28.6	29.2	30.1	31.7	30.4
Tmedia (°C)	25.8	26.7	26.5	25.2	23.2	21.5	20.5	20.5	20.8	21.5	22.5	24.1	23.2
T mínima (°C)	20.8	22	21.6	20.5	18.9	17.4	16.4	16.4	16.5	17.1	17.7	19.2	18.7
Humedad Relat (%)	70	70	72	74	77	79	78	77	76	73	72	70	74
Evaporación (mm)	226.4	208	216	191.7	171.5	147.8	145	160.9	177.3	194.6	198.9	222.4	2260.5
Horas de Sol (horas/día)	6.9	6.7	7.3	7.5	6.8	5.9	5.7	6.6	7	7	7.2	7.3	6.8
Veloc.Viento (m/s)	6.0	5.0	4.0	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.0

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

TABLA 4.1.3G
ESTACIÓN: BERNAL (1970-2010)

Latitud S : 05°38'00"			Longitud W : 80°45'00"					Altitud : 20,0 msnm					
Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	15.16	17.51	20.6	5.85	0.48	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4	0.6	1.7	63.1
T Máxima (°C)	32.83	33.64	33.28	32.1	29.33	27.14	26.82	26.98	27.59	27.89	29.0	30.71	29.8
Tmedia (°C)	27.3	28.2	27.7	26.3	24.1	22.5	22.1	21.9	22.2	22.3	23.2	24.8	24.4
T mínima (°C)	21.8	22.7	22.2	20.5	18.8	17.8	17.4	16.9	16.7	16.7	17.4	18.9	19.0
Humedad Relat (%)	73.8	74.3	74.5	75.6	79.8	80.4	78.5	78.5	76.9	75.4	74.6	74.0	76
Evaporación (mm)	173.9	147.6	171.9	149.6	126.2	103.5	105.3	102.9	118.0	134.5	127.9	154.9	1616.0
Horas de Sol (horas/día)	7.9	5.6	7.4	6.8	5.7	5.8	5.0	6.0	5.6	6.0	6.1	6.6	6.2
Veloc.Viento (m/s)	5.3	4.7	4.7	4.8	5.9	6.0	6.1	7.0	7.5	7.0	6.6	6.6	6.0

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

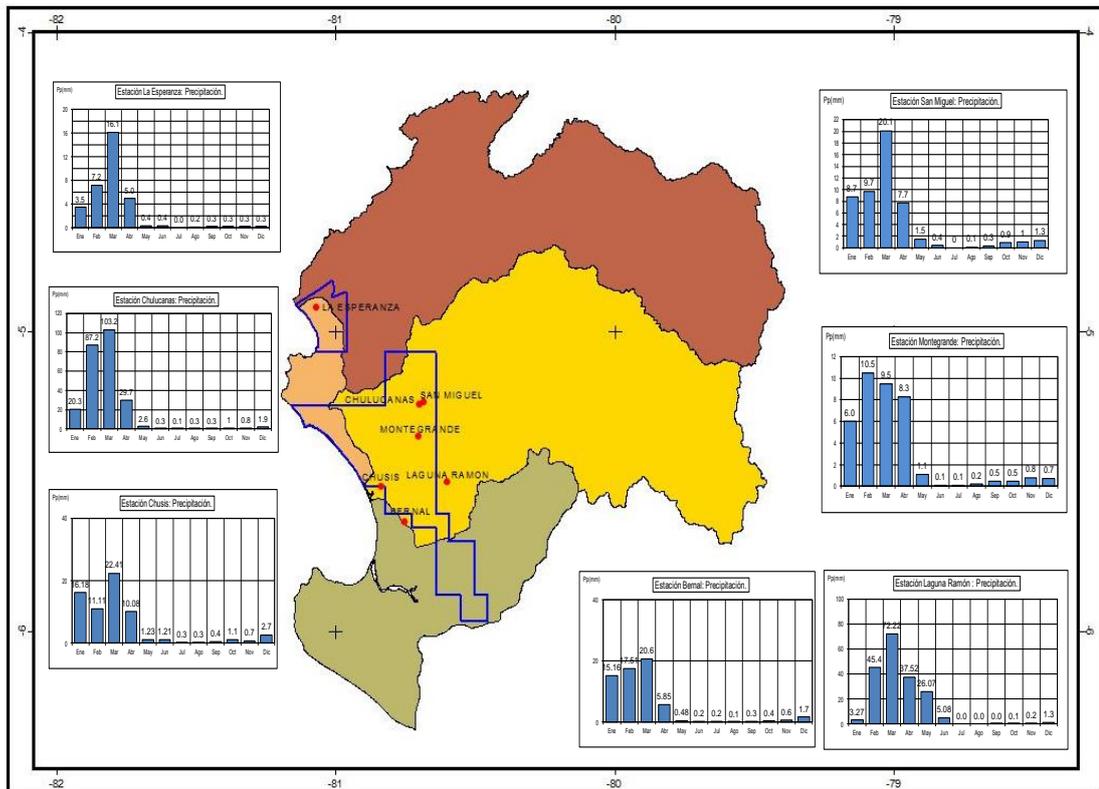
TABLA 4.1.3H
ESTACIÓN: CHUSIS (1970-2008)

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación (mm)	16.18	11.11	22.41	10.08	1.23	1.21	0.3	0.3	0.4	1.1	0.7	2.7	67.7
T Máxima (°C)	31.18	32.15	32.25	31.2	29.07	26.84	25.76	25.7	26.3	26.74	27.6	29.33	28.7
T media (°C)	26.2	27.3	27.2	26.0	24.2	22.4	21.5	21.3	21.6	22.0	22.7	24.3	23.9
T mínima (°C)	21.2	22.4	22.2	20.8	19.3	18.0	17.2	16.9	16.9	17.2	17.7	19.3	19.1
Humedad Relat (%)	70.8	70.7	71.3	71.9	74.9	76.2	77.2	77.4	76.1	75.1	73.8	72.5	74
Evaporación (mm)	140.1	132.0	143.4	130.8	110.5	87.8	83.0	84.7	88.2	101.6	111.2	127.3	1340.5
Horas de Sol (horas/día)	7.7	7.3	7.4	7.9	7.2	5.5	5.1	5.8	6.7	6.7	7.4	7.7	6.9
Veloc.Viento (m/s)	4.1	3.5	3.5	4.1	4.2	4.0	4.0	4.3	4.7	4.7	4.7	4.5	4.2

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

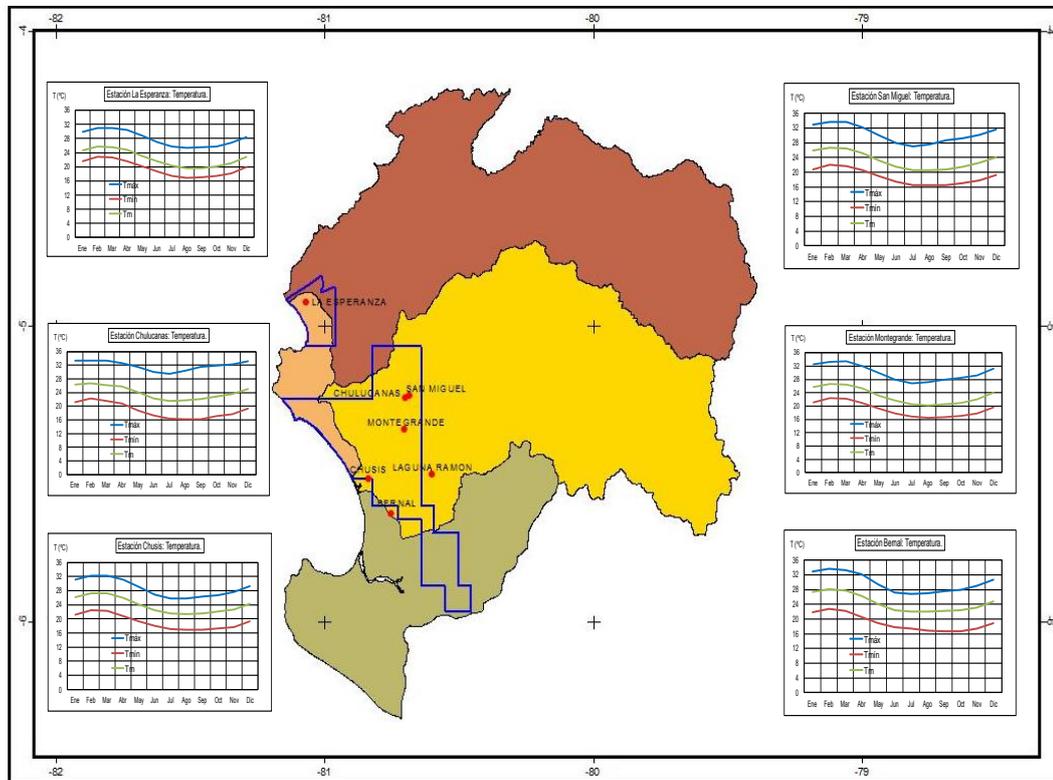
En las Figuras 4.1B y 4.1C se ilustra la ubicación espacial de las estaciones representativas consideradas en el análisis climático, en los cuales se han incluido los gráficos del ciclo anual de la climatología de la precipitación y temperatura.

Figura 4.1B
CICLO ANUAL DE LA PRECIPITACIÓN POR ESTACIÓN, REPRESENTACIÓN EN BARRAS



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

Figura 4.1C
CICLO ANUAL DE LA PRECIPITACIÓN POR ESTACIÓN, REPRESENTACIÓN EN HISTOGRAMAS



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

La información de Línea de Base Ambiental que incluye los componentes del medio físico, biológico y social; permite diagnosticar las condiciones ambientales existentes en el área de influencia del Proyecto **“Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D en el Lote XIII”**, requerido para el presente Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado – EIASd, de acuerdo a lo dispuesto en el D.S N° 015-2006- EM, Art. 27.

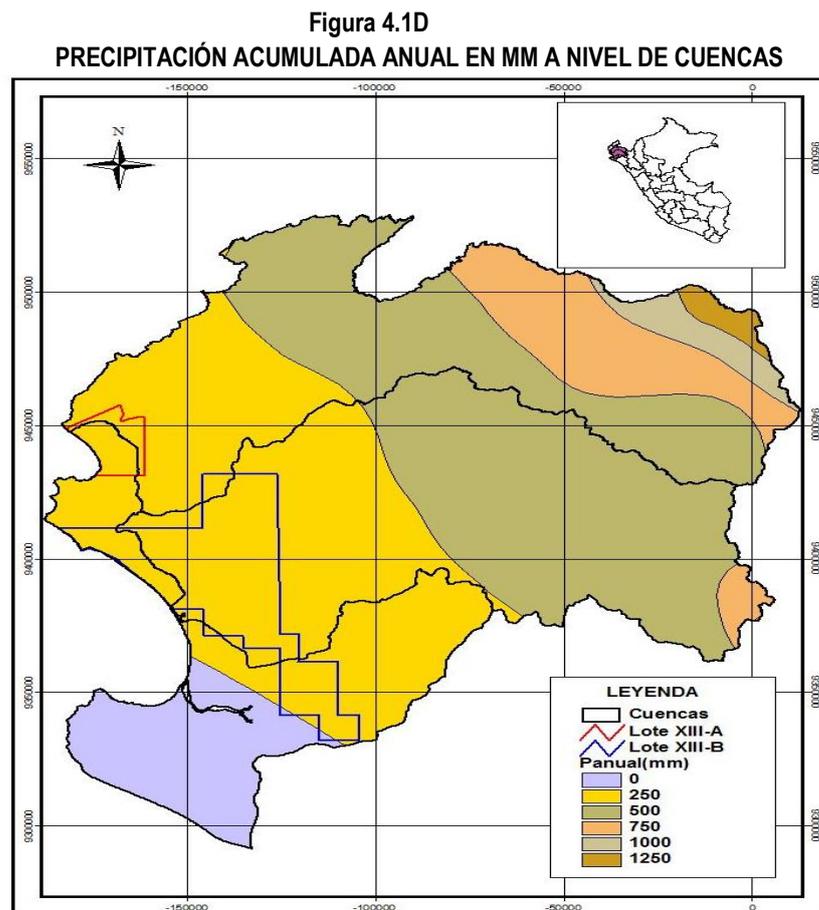
El diagnóstico ambiental, se realizó en las áreas de influencia directa e indirecta que compromete los componentes y las actividades del proyecto; que con el propósito de localizar las líneas sísmicas territorialmente, diferenciando las zonas de ubicación, sub dividido en tres Sistemas de Líneas Sísmicas:

- ✓ Sistema de líneas sísmicas Norte (Lote XIII A).
- ✓ Sistema de líneas sísmicas Este (Lote XIII B – Prospectos Expectativa y Rio Loco).
- ✓ Sistema de líneas sísmicas Sur (Lote XIII B – Prospecto Zapayal).

La elaboración Línea de Base Ambiental (LBA), estuvo a cargo de un equipo multidisciplinario de profesionales; la caracterización esta basado en la revisión bibliográfica existente en el sector público, como es el caso, del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, Servicio Nacional de Meteorología – SENAMHI, Instituto Geologica Minero y Metalurgico – INGEMMET, Instituto Geografico Nacional – IGN, entre otros, información disponible del sector privado y a la recopilada durante las actividades realizadas en campo.

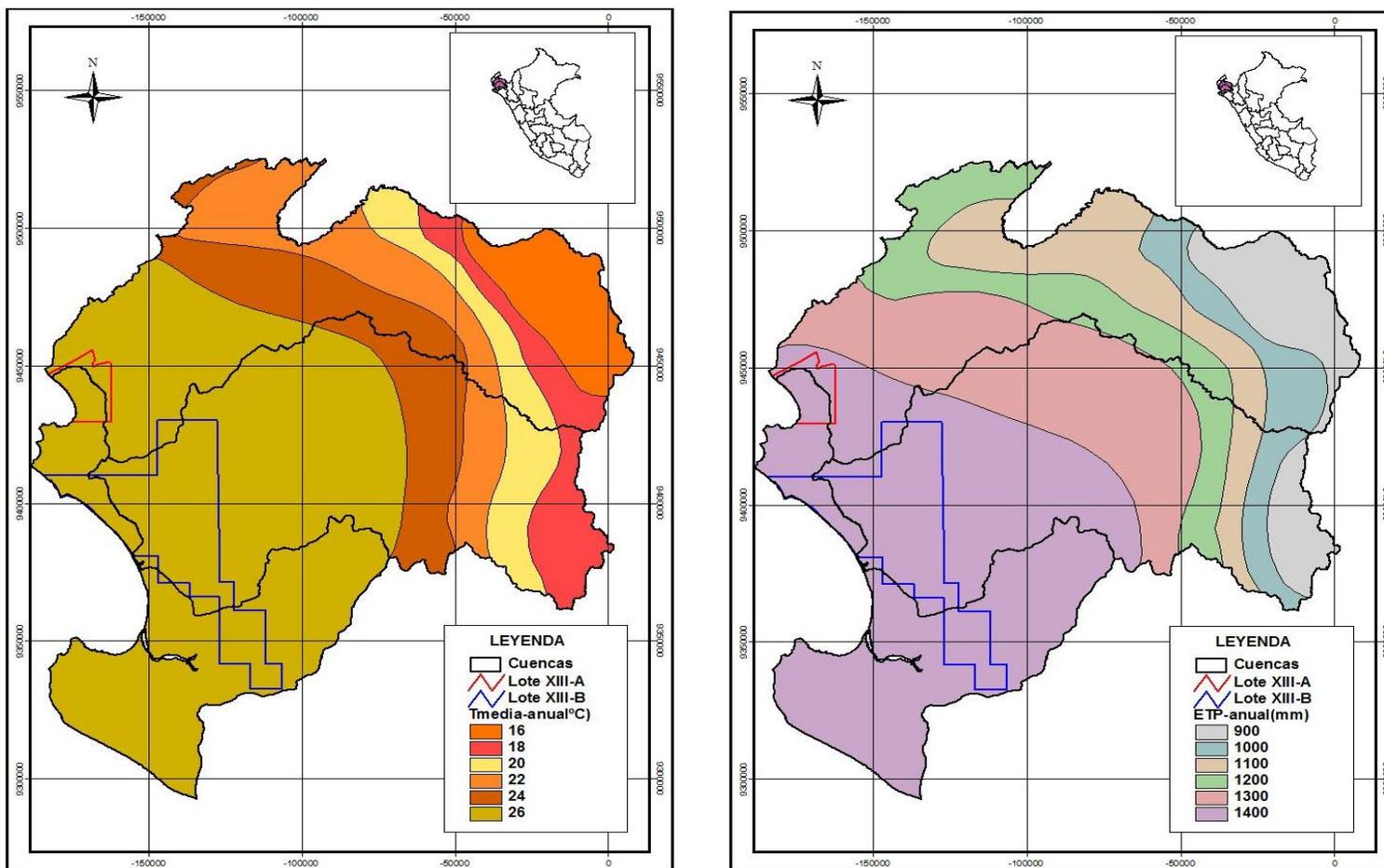
Es de acotar, que se ha considerado en la LBA, los aportes y comentarios de la población ubicadas en el área de influencia del proyecto, obtenidas durante los trabajos de campo y en los mecanismos de participación ciudadana.

En las Figuras 4.1D y 4.1E se presenta los mapas donde se han planteado las variables Precipitación Anual, Temperatura Promedio Anual y la Evapotranspiración Potencial Anual mediante Penmann-Montheit, en el ámbito espacial de las cuencas a fin de visualizar el comportamiento espacial de estas variables.



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

Figura 4.1E
TEMPERATURA ANUAL EN °C Y EVAPOTRANSPIRACIÓN ACUMULADA ANUAL EN MM, A NIVEL DE CUENCAS

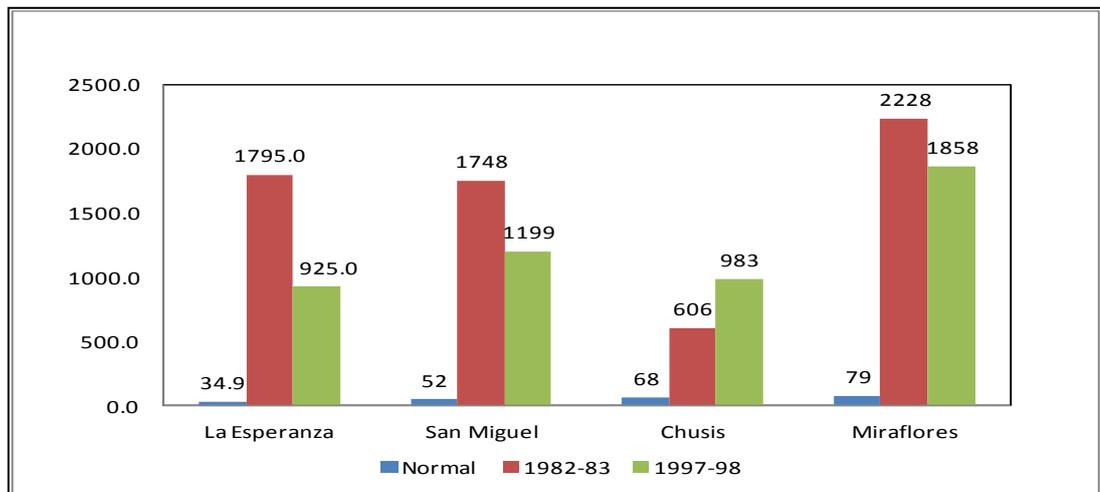


Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

Precipitaciones Extremas

En la zona de estudio las precipitaciones extremas están asociadas a la ocurrencia de los eventos El Niño fuerte, durante los cuales se presentan en la zona costera del departamento de Piura lluvias extraordinarias con acumulados anuales que superan hasta 50 veces los promedios históricos, tal como puede observarse en la Gráfico 4.G1, para un grupo de estaciones seleccionadas para la zona de estudio.

Gráfico 4.G1
GRÁFICO DE BARRAS DE LA PRECIPITACIÓN ANUAL (MM) EN AÑOS EL NIÑO FUERTE Y EL PROMEDIO HISTÓRICO.

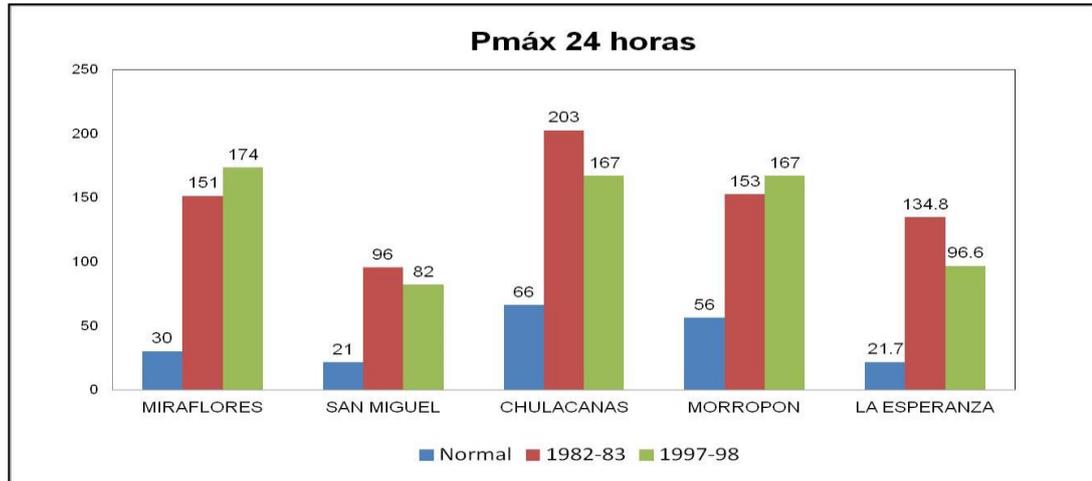


Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

Estos excesos pluviométricos son causantes de los mayores desastres climáticos en esta zona del país; las precipitaciones máximas en 24 horas que se registran durante estos Eventos toman valores extraordinarios que provocan aniegos en la ciudad con daños en la infraestructura del sistema de agua potable, alcantarillado y el colapso de viviendas precarias.

En la Gráfico 4.G2 se ilustra para un grupo de estaciones las precipitaciones máximas en 24 horas ocurridas durante el Niño 82-83 y 1997-98, comparados con los promedios normales de máximos.

Gráfico 4.G2
GRÁFICO DE BARRAS DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (MM) EN AÑOS
EL NIÑO FUERTE Y EL PROMEDIO HISTÓRICO DE MÁXIMOS.



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

Análisis de Intensidades Máximas de Precipitación.

Sobre la base de las series históricas de las precipitaciones máximas de 24 horas se han determinado las Intensidades de Lluvia para diferentes tiempos de retorno en dos estaciones representativas para la zona de estudio.

a) Estación La Esperanza.

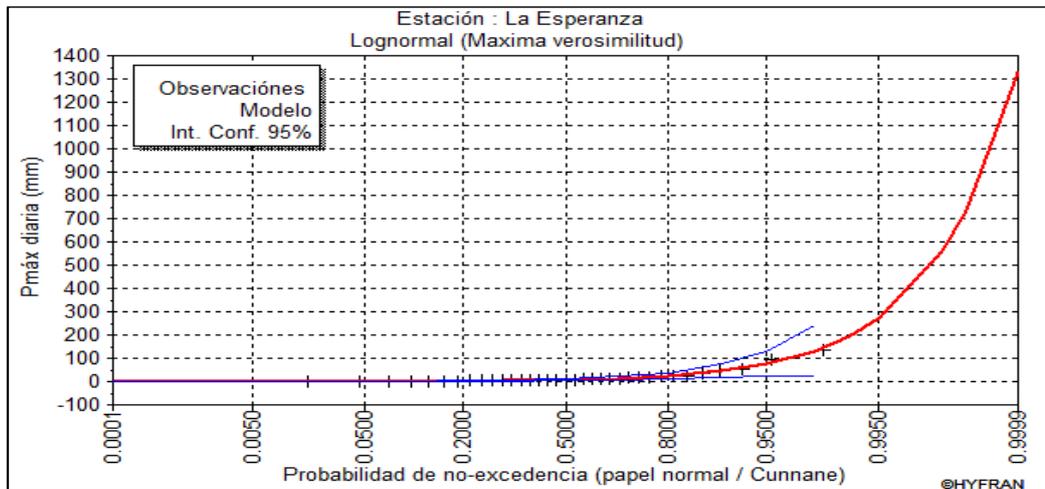
Se realiza el ajuste probabilístico de la Pmáx24h, determinando que el modelo de mejor ajuste es de tipo Log normal, tal como se ilustra en la Gráfico 4.G3 y en la tabla 4.1.3I se ilustra la Pmáx24 h para diferentes tiempos de retorno, determinados con el modelo probabilístico.

TABLA 4.1.3I
PMÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO.

Tiempo de retorno (años)	P máx 24h (mm)
1000	556.0
200	273.0
100	193.0
50	132.0
20	75.1
10	45.4
5	24.7

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

Gráfico 4.G3
CURVA DE AJUSTE DEL MODELO PROBABILÍSTICO DE PMÁX24H



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

En base a los resultados de la tabla 4.1.3A y el modelo de desagregación horaria de Dick y Pescke, se ha determinado las precipitaciones máximas en mm para diferentes duraciones de Tormenta y tiempo de retorno. Por otro lado se ha determinado a partir de la misma tabla las características de las intensidades de la precipitación para diferentes duraciones y tiempo de retorno tabla 4.1.3J y del cual se deriva las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) que se muestra en la Gráfico 4.G4

MODELO DE DICK Y PESCKE

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

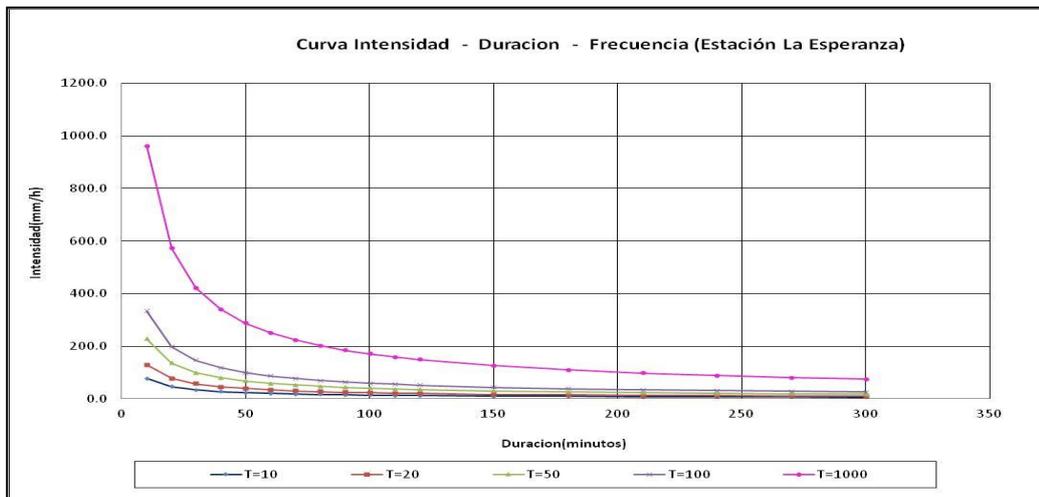
Dónde:
 Pd= lluvia máxima de duración 5' < d < 1440'
 d = duración de la lluvia en min.
 P24h= lluvia máxima diaria en mm.

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

TABLA 4.1.3J
TORMENTAS PARA DIFERENTES DURACIONES Y TIEMPO DE RETORNO, ESTACIÓN LA ESPERANZA.

TR(años)	P.Max	Duración en minutos																	
		24 h	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150	180	210	240	270
10	45.4	13.1	15.6	17.2	18.5	19.6	20.5	21.3	22.0	22.7	23.3	23.9	24.4	25.8	27.0	28.1	29.0	29.9	
20	75.1	21.7	25.8	28.5	30.7	32.4	33.9	35.3	36.5	37.6	38.6	39.5	40.4	42.7	44.7	46.4	48.0	49.4	
50	132	38.1	45.3	50.1	53.9	57.0	59.6	62.0	64.1	66.0	67.8	69.4	70.9	75.0	78.5	81.6	84.3	86.9	
100	193	55.7	66.3	73.3	78.8	83.3	87.2	90.6	93.7	96.5	99.1	101.5	103.7	109.6	114.8	119.3	123.3	127.0	
1000	556	160.5	190.9	211.2	227.0	240.0	251.2	261.1	269.9	278.0	285.4	292.3	298.7	315.9	330.6	343.6	355.3	365.9	

Gráfico 4.G4
INTENSIDADES MÁX DE PRECIPITACIÓN (MM/H) PARA DIFERENTES DURACIONES Y TIEMPOS DE RETORNO. ESTACIÓN LA ESPERANZA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

b) Estación Chusis.

De manera análoga al procedimiento seguido para la construcción de las curvas IDF de la estación La Esperanza se empleo la tabla 4.C para determinar las precipitaciones máximas e intensidades de lluvia máximas para diferentes tiempos de retorno de la estación Chusis, cuyos resultados se presentan en las tablas 4.1.3K y tabla 4.1.3L. Ver Gráfico 4.G5 y 4.G6.

TABLA 4.1.3K
PMÁXIMAS PARA DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO.

Tiempo de retorno (años)	Pmáx 24h (mm)
1000	246.0
200	143.0
100	110.0
50	82.2
20	53.6
10	36.3
5	22.8

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

TABLA 4.1.3L
TORMENTAS PARA DIFERENTES DURACIONES Y TIEMPOS DE RETORNO ESTACIÓN LA CHUSIS

TR(años)	P.Max	Duración en minutos																
	24 horas	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150	180	210	240	270
10	36.3	10.5	12.5	13.8	14.8	15.7	16.4	17.0	17.6	18.2	18.6	19.1	19.5	20.6	21.6	22.4	23.2	23.9
20	53.3	15.4	18.3	20.2	21.8	23.0	24.1	25.0	25.9	26.7	27.4	28.0	28.6	30.3	31.7	32.9	34.1	35.1
50	82.2	23.7	28.2	31.2	33.6	35.5	37.1	38.6	39.9	41.1	42.2	43.2	44.2	46.7	48.9	50.8	52.5	54.1
100	110	31.8	37.8	41.8	44.9	47.5	49.7	51.7	53.4	55.0	56.5	57.8	59.1	62.5	65.4	68.0	70.3	72.4
1000	246	71.0	84.5	93.5	100.4	106.2	111.1	115.5	119.4	123.0	126.3	129.3	132.2	139.8	146.3	152.0	157.2	161.9

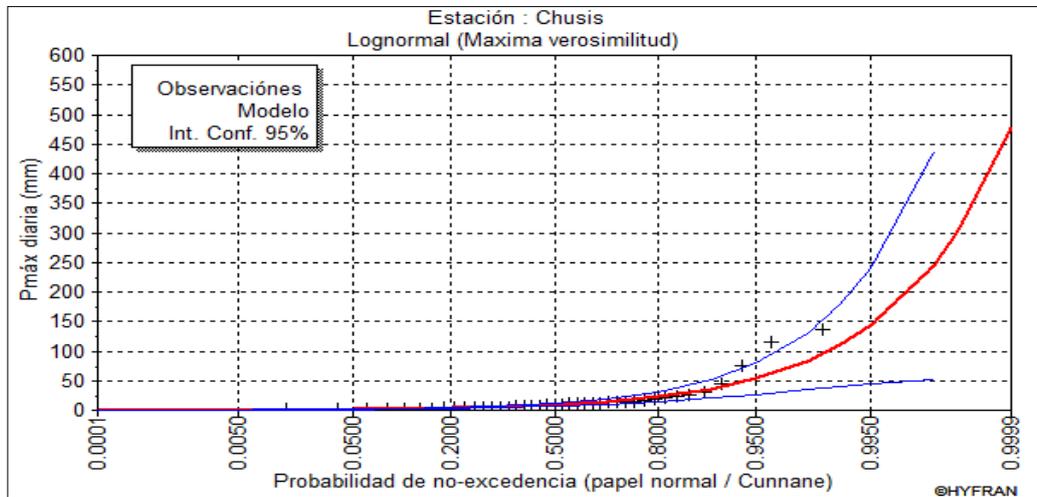
Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

TABLA 4.1.3LL
INTENSIDADES MÁX DE PRECIPITACIÓN (MM/H) PARA DIFERENTES DURACIONES Y TIEMPOS DE RETORNO. ESTACIÓN CHUSIS

TR(años)	Duración en minutos																
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	150	180	210	240	270
10	62.9	37.4	27.6	22.2	18.8	16.4	14.6	13.2	12.1	11.2	10.4	9.8	8.2	7.2	6.4	5.8	5.3
20	92.3	54.9	40.5	32.6	27.6	24.1	21.5	19.4	17.8	16.4	15.3	14.3	12.1	10.6	9.4	8.5	7.8
50	142.4	84.7	62.5	50.3	42.6	37.1	33.1	29.9	27.4	25.3	23.6	22.1	18.7	16.3	14.5	13.1	12.0
100	190.5	113.3	83.6	67.4	57.0	49.7	44.3	40.1	36.7	33.9	31.5	29.6	25.0	21.8	19.4	17.6	16.1
1000	426.1	253.4	186.9	150.6	127.4	111.1	99.0	89.6	82.0	75.8	70.5	66.1	55.9	48.8	43.4	39.3	36.0

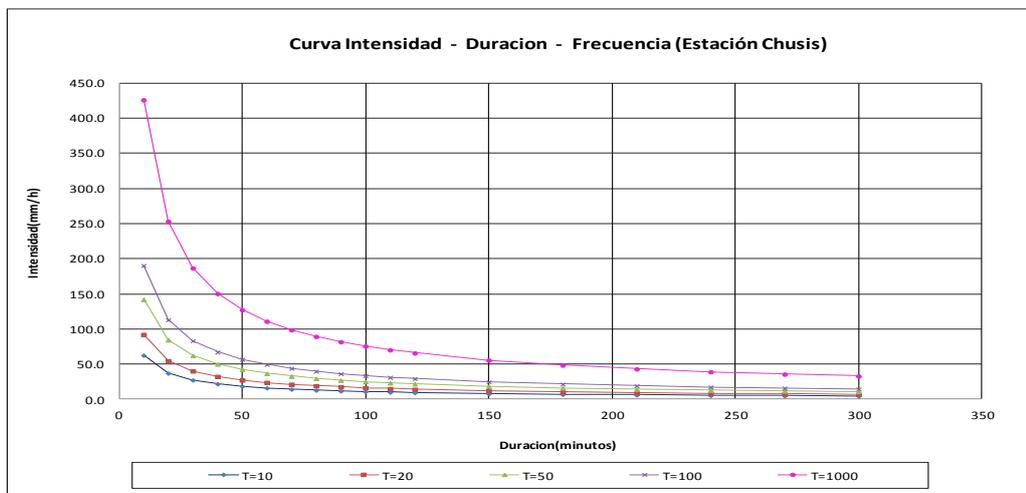
Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Gráfico 4.G5
CURVA DE AJUSTE DEL MODELO PROBABILÍSTICO DE PMÁX24H



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

Gráfico 4.G6
CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA. ESTACIÓN CHUSIS



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

4.1.4 HIDROLOGIA

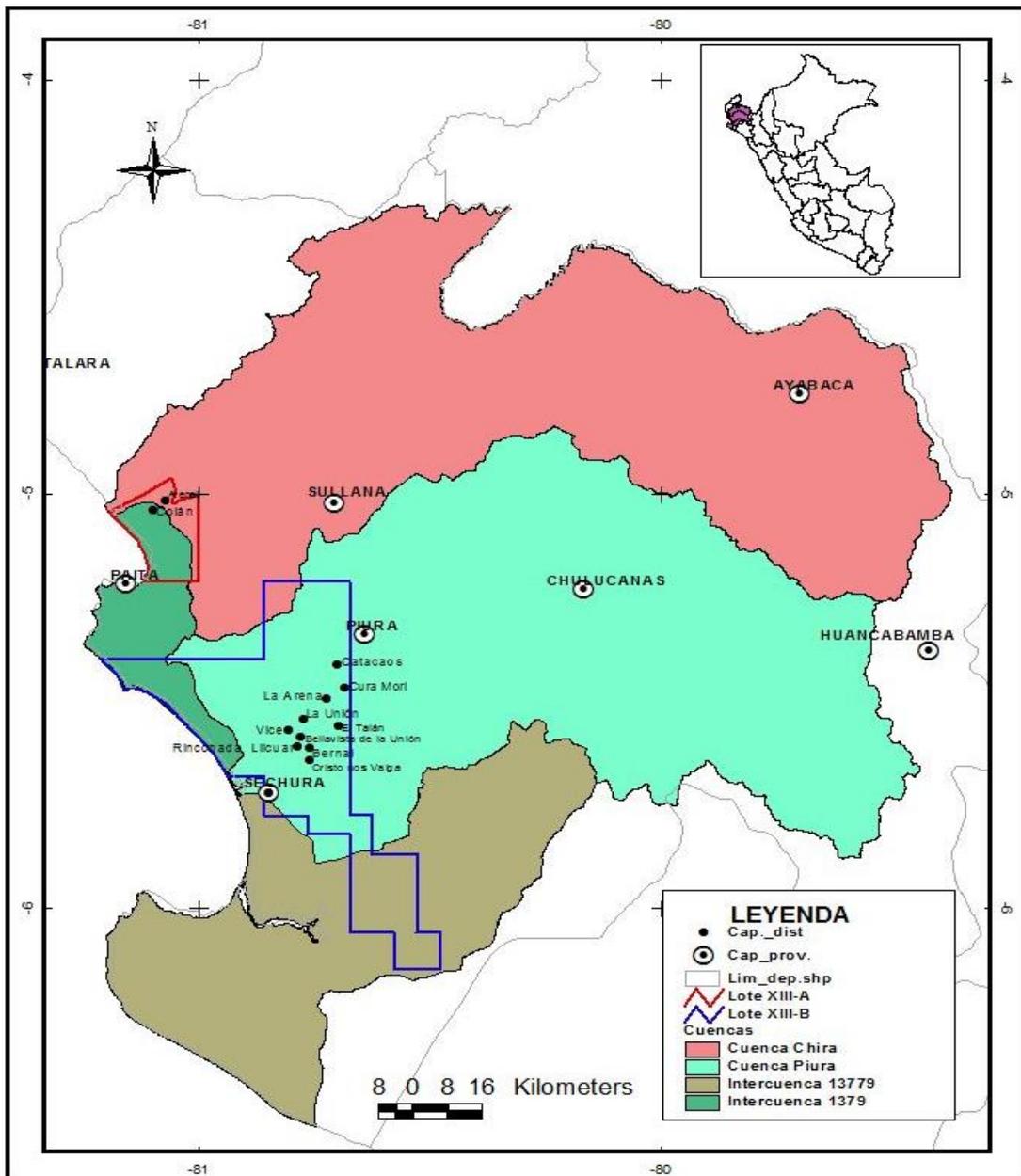
La zona del Proyecto del Lote XIII se emplaza en la zona baja de las cuencas de los ríos Chira y Piura e intercuencas 1379 y 13779 según la codificación de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

El Lote XIII-A se ubica en la zona baja de la cuenca del río Chira e intercuencia 1379 con influencia directa del río Chira. El Lote XIII-B se abarca parte de las cuenca baja del Chira, cuenca baja del río Piura, y parte de las intercuencas 1379 y 13779. En la Figura 4.1E, se

ilustra la ubicación general de la zona del Proyecto Lotes XIII-A y XIII-B, y en la Figura 4.1F, el mapa hidrográfico de las cuencas de los ríos Chira y Piura.

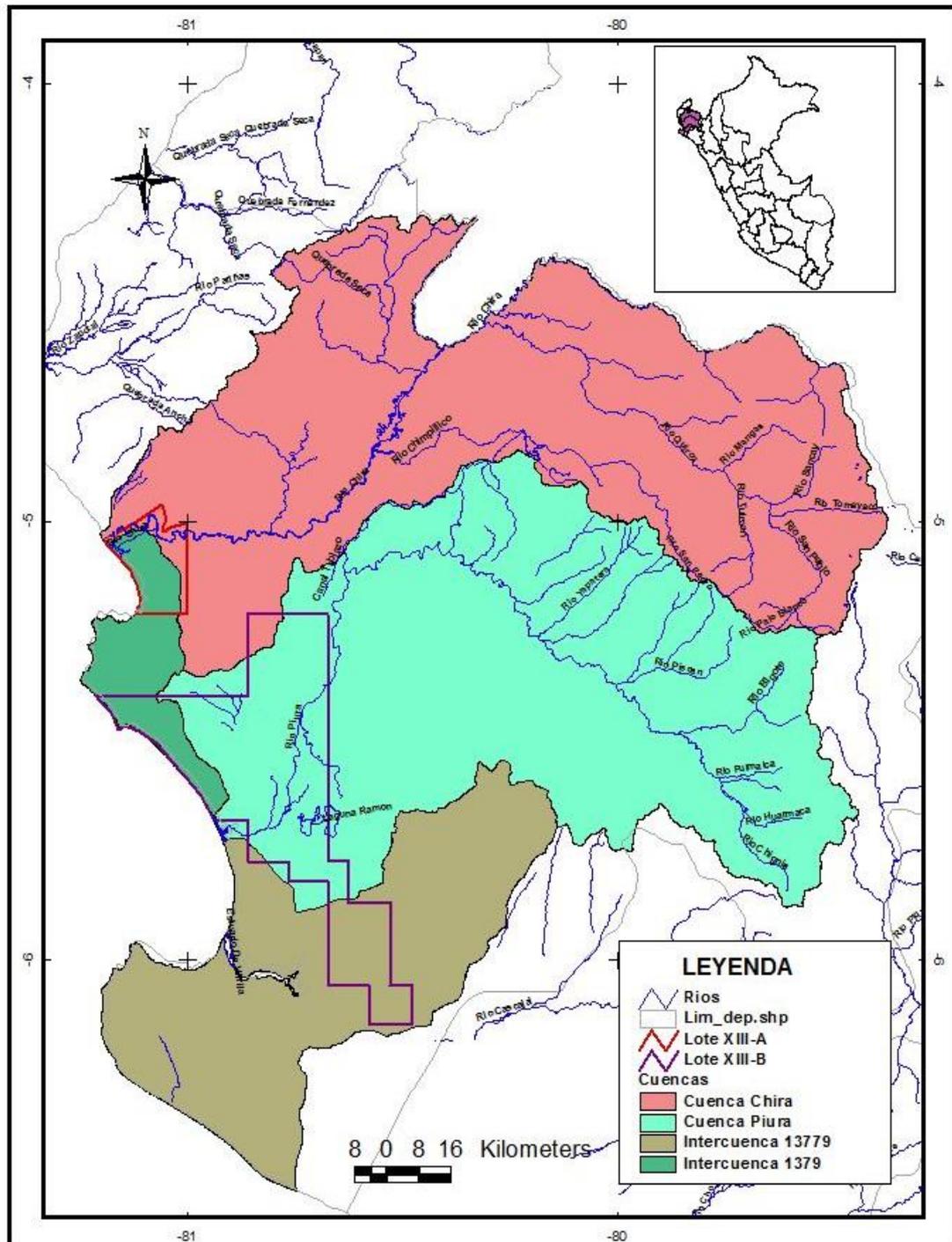
El extremo sur del lote XIII-B cubre el área donde se forma la laguna La Niña, en el desierto de Sechura, durante la ocurrencia de eventos El Niño. En la Figura 4.1G se ilustra esta ubicación de la Laguna La Niña.

Figura 4.1E
UBICACIÓN GENERAL DEL PROYECTO LOTE XIII Y LAS CUENCAS DE INFLUENCIA



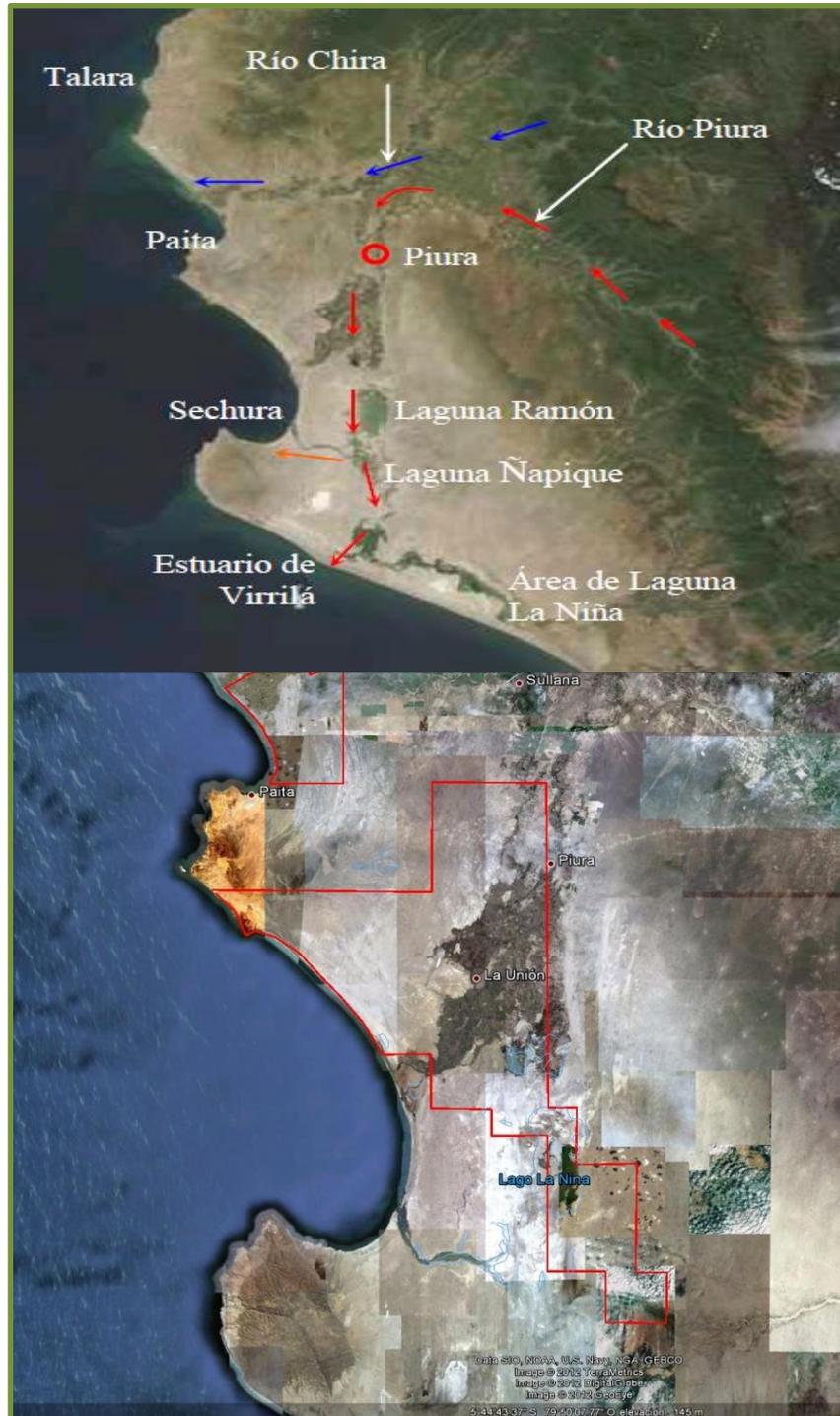
Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS .

Figura 4.1F
MAPA HIDROGRÁFICO DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS CHIRA, PIURA E INTERCUENCAS



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS.

Figura 4.1G
VISTA SATELITAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA LAGUNA
“LA NIÑA” EN EL LOTE XIII-B



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS.

4.1.4.1 CUENCA DEL RÍO CHIRA

El río Chira, pertenece al sistema hidrográfico del Pacífico, tiene sus nacientes en la República de Ecuador, alimentando sus cursos de agua primordialmente con las precipitaciones estacionales que ocurren en su cuenca alta. Esta cuenca Internacional abarca una extensión de 19,095 km², de la cual 7,162 km² (37.51%) se halla en territorio Ecuatoriano y 11,933 km² se halla en territorio Peruano. La porción Peruana toma parte de las provincias de Paita, Talara, Piura y Ayabaca, todas ubicadas en el Departamento de Piura.

Desde sus nacientes y en territorio Ecuatoriano, el río Chira adopta el nombre de Catamayo, nombre que conserva hasta la frontera y hasta la confluencia con el río Macará con una longitud de aproximadamente 130 km; al ingresar a territorio Peruano cambia de nombre adoptando el de río Chira, contando en este último tramo con una longitud de 170 km., al final del cual desemboca en el Océano Pacífico, cerca de la Bocana Vieja.

Los afluentes principales del río Chira, en territorio Peruano, son por su margen derecha, las quebradas Honda, Peroles, La Tina, Poechos y Cóndor, por su margen izquierda los ríos Quiroz y Chipillico. Son afluentes de gran importancia también, el río Pilares por su margen derecha y Macará por su margen izquierda, que constituyen líneas fronterizas contando con parte de sus cuencas de drenaje en territorio ecuatoriano. La cuenca de este río, geográficamente está situada entre los paralelos 03°40'28" y 05°07'06" de la latitud sur, y los meridianos 80°46'11" y 79°07'52" de longitud oeste.

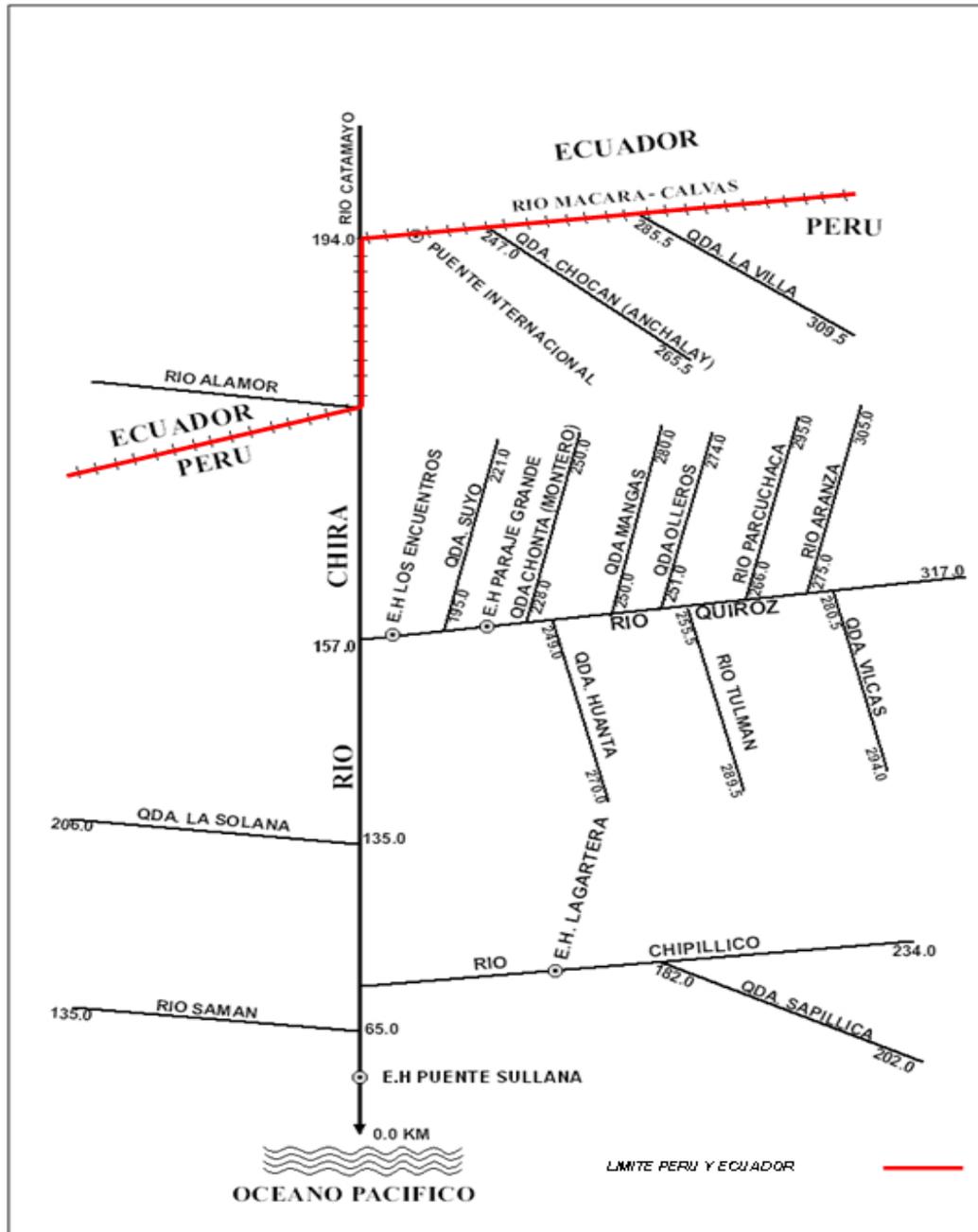
Limita por el Norte con la cuenca del río Puyango, por el Sur con las cuencas de los ríos Piura y Huancabamba, por el Este con las cuencas de Zamora y Chinchipe (Ecuador) y por el Oeste con el Océano Pacífico.

El Chira es un río internacional, y su cuenca tiene un área de drenaje superficial de 19,095 km² hasta su desembocadura en el mar; de los cuales 7,162 km² están dentro de territorio Ecuatoriano y 11,933 km² dentro del territorio Peruano. Su cuenca húmeda es de aproximadamente 9,500 km².

El río nace en la Cordillera Occidental de los Andes a más de 3,000 m.s.n.m. con el nombre de Catamayo, y después de recorrer 150 km se une con el río Macará donde toma el nombre de río Chira, recorre 50 km. sirviendo de límite entre Perú y Ecuador hasta encontrarse con el río Alamor continuando en la dirección Sur-Oeste en territorio peruano hasta su desembocadura en el mar después de haber recorrido 300 km aproximadamente.

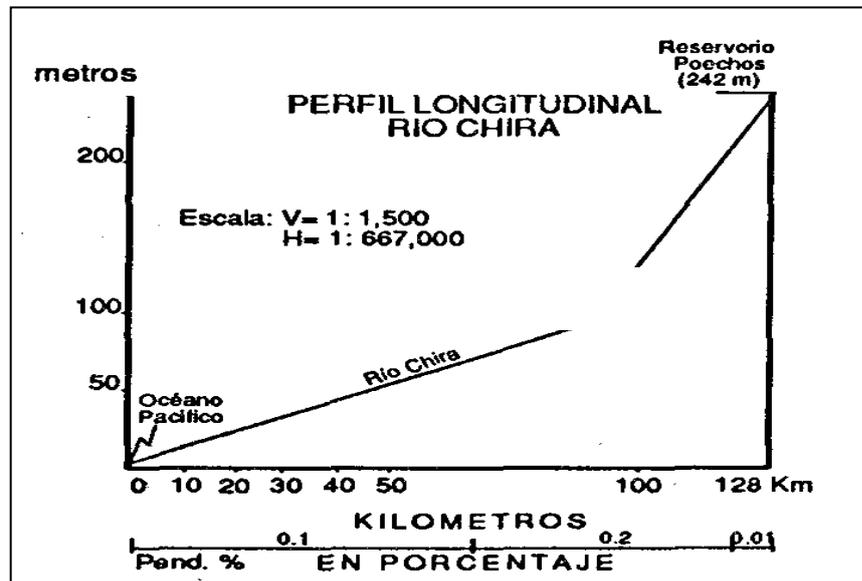
Sus principales afluentes son: por la margen izquierda los ríos Macará, Quiroz y Chipillico y por la margen derecha el río Alamor y varias quebradas como Hawai, Venados y Samán. Ver Figuras 4.1H y 4.1I

Figura 4.1H
DIAGRAMA FLUVIAL DEL RÍO CHIRA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Figura 4.11
PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO CHIRA EN SU CURSO INFERIOR.



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS.

4.1.4.2 CUENCA DEL RÍO PIURA.

El río Piura, así como el Chira, pertenecen al Sistema Hidrográfico del Pacífico, tiene como nacientes a numerosas quebradas que corren principalmente desde los cerros Jaway, Querpón y Patrón, entre otros, alimentando sus cursos de agua principalmente con las precipitaciones estacionales que ocurren en el flanco occidental de la Cordillera de Los Andes.

Desde sus nacientes el río adopta el nombre de Piura el que conserva hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, contando con una longitud total de aproximadamente 280 km.

El curso del río Piura desde su nacimiento hasta su desembocadura, es bastante sinuoso, en un primer tramo, desde su nacimiento hasta la altura de la localidad de Ocotu Bajo, corre de Sureste a Noroeste, para después adoptar una dirección final de Noroeste a Suroeste hasta su desembocadura.

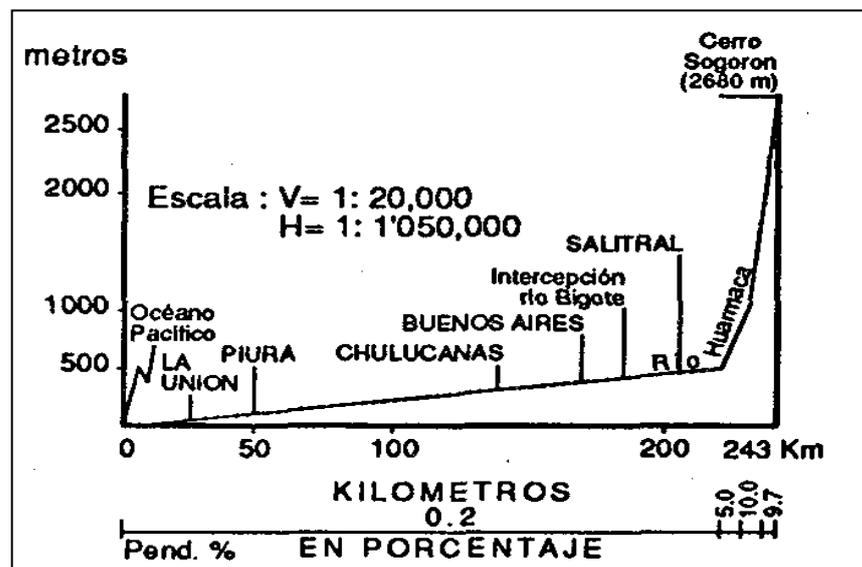
Los afluentes más importantes del río Piura son, por su margen derecha, los ríos Sancor, Yapatera, San Jorge, Las Gallegas, Bigote y Pusmalca, entre otros, y por su margen izquierda los ríos Seco y Chignia.

La cuenca del río Piura está situada geográficamente entre los paralelos 4°42' y 5°45' de latitud sur y los meridianos 79°29' y 81° de longitud oeste. Tiene un área de total de 12,216 km² hasta la desembocadura al mar por el Estuario de Virrilá.

El río nace a 3,600 m.s.n.m., en la divisoria de la cuenca del río Huancabamba, donde inicia su recorrido cruzando las provincias de Morropón y Piura. Su cauce de 280 km. tiene una dirección de Sur a Norte, con curvatura desde la Quebrada San Francisco hasta la Caída de Curumuy, luego en dirección Sur-Oeste hasta llegar a su desembocadura al Océano Pacífico a través del Estuario de Virrilá.

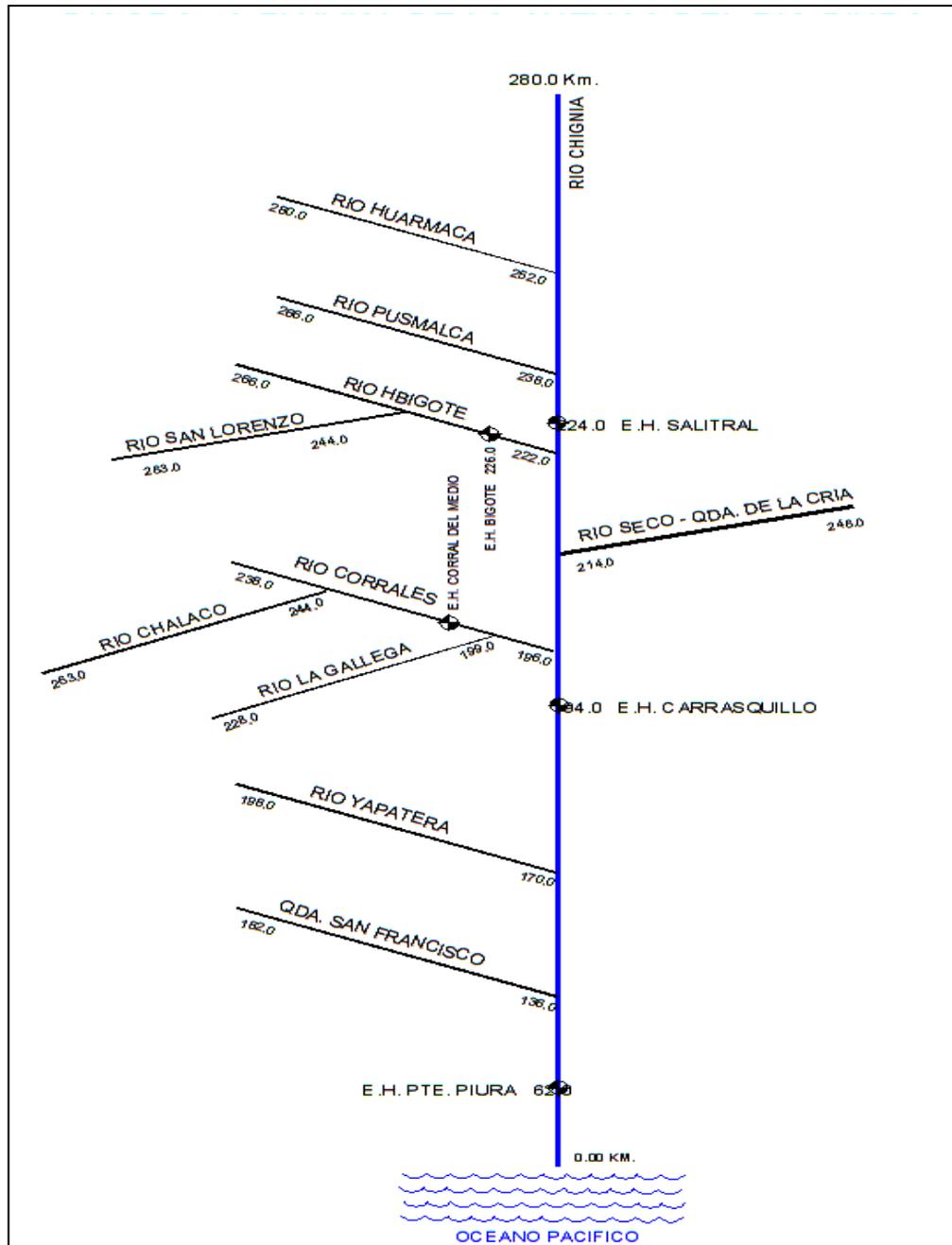
La pendiente promedio del río Piura entre la Laguna Ramón y la ciudad de Piura es de 0.03%, entre Piura y Tambogrande 0.08%, entre Tambogrande y Malacasí 0.13%, y entre Malacasí y el punto de confluencia del río Piura y San Martín 0.35%. Sus afluentes a partir de la cota 300 m.s.n.m., tienen pendiente promedio del 10%, llegando en las partes altas hasta 15%. Este río Piura tiene varios afluentes, principalmente por la margen derecha siendo los más importantes los ríos San Martín, Pusmalca, Río Seco, Bigote, Corral del Medio, La Gallega, Charanal y Yapatera. Ver Gráfico 4.G7 y Figura 4.1J.

Gráfico 4.G7
PERFIL LONGITUDINAL DEL RÍO PIURA EN SU CURSO INFERIOR.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS.

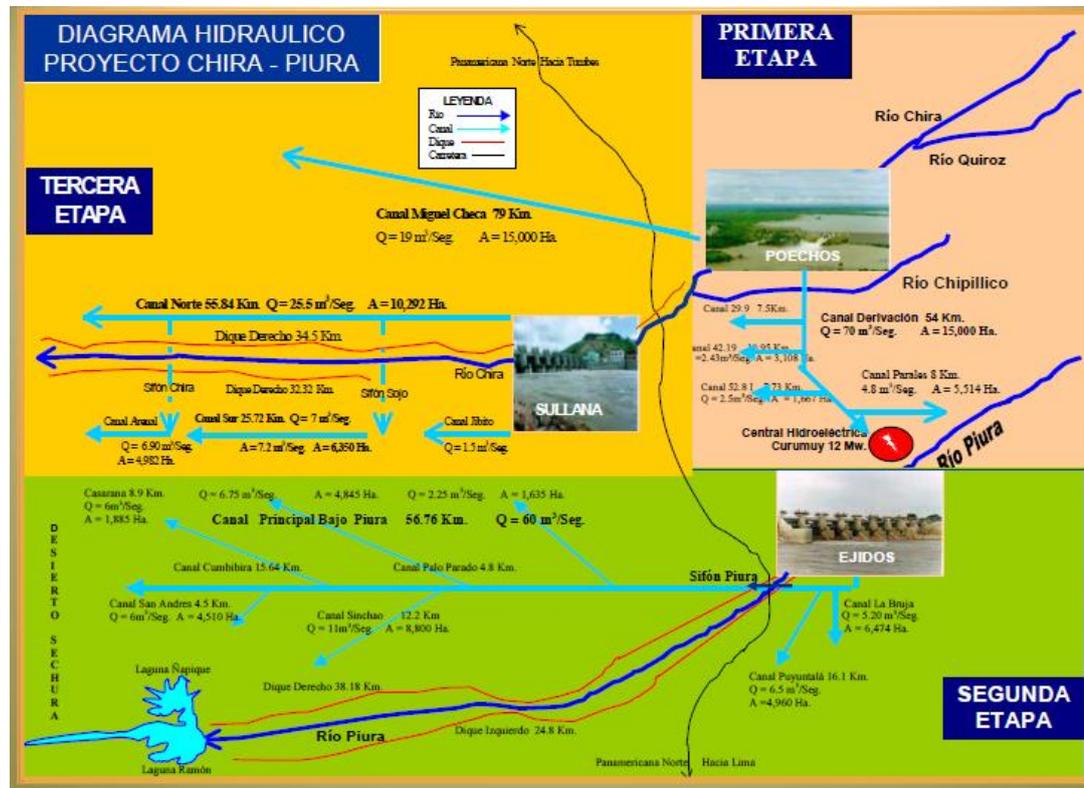
FIGURA 4.1J
DIAGRAMA FLUVIAL DEL RÍO PIURA



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS.

En la Figura 4.1K, se ilustra el sistema hidráulico de las cuencas de los ríos Chira y Piura, el cual está constituido por un conjunto de obras de regulación para fines de irrigación y de hidroeléctricidad. La represa de Poechos en el río Chira constituye la principal obra en este sistema hidráulico. La regulación que se hace desde el reservorio de Poechos y las derivaciones de los canales de riego tienen un impacto en el régimen natural de los caudales.

Figura 4.1K
SISTEMA HIDRAÚLICO DEL PROYECTO CHIRA-PIURA.



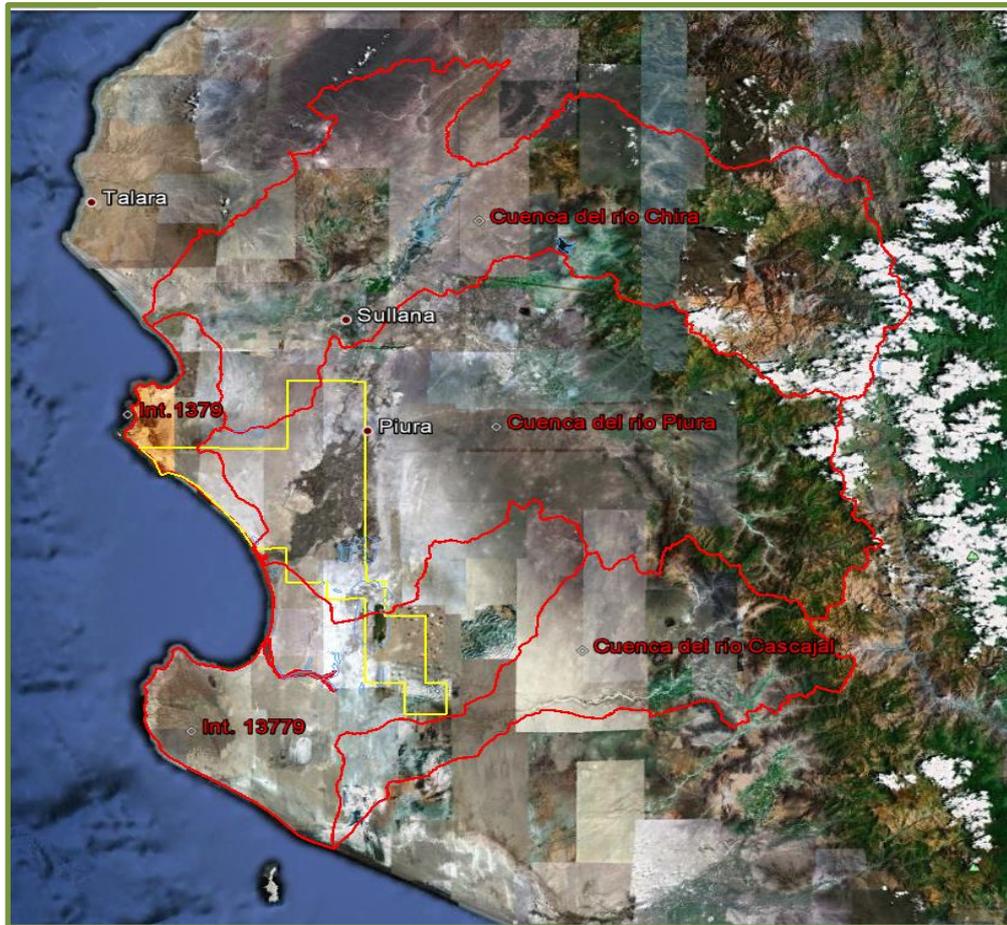
Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

4.1.4.3 CUENCA DEL RÍO CASCAJAL.

La división hidrográfica de cuencas e intercuencas considerada ha sido extraída del mapa oficial de Clasificación y Codificación de cuencas hidrográficas de la Autoridad nacional del Agua (ANA). Para tal efecto se ha incluido en el análisis las cuencas de los ríos Chira, Piura e intercuencas 1379 y 13779, que tienen influencia directa sobre los lotes XIII-A y XIII-B. La escorrentía de las intercuencas tiene su drenaje natural directo hacia el Océano Pacífico. En la intercuencia 13779 se ubica las lagunas Ramón y Napique; durante los eventos extremos de El Niño se forma en esta intercuencia la laguna “La Niña” (Figura 4.1L).

La cuenca seca del Río Cascajal, participa con el Río Piura en la formación de la Laguna La Niña durante años de la ocurrencia de Eventos “El Niño”. El río cascajal suele ser muy limitado en sus caudales, motivo por el cual sólo da lugar a pequeñas áreas cultivadas.

Figura 4.1L
SISTEMA HIDROGRAFICO, CUENCA DE CASCAJAL

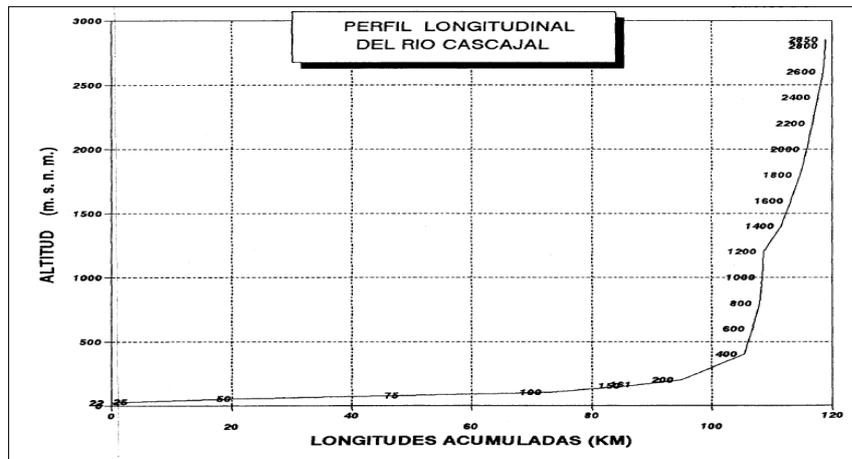


Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS.

Las masas anuales para un año “normal” del río Cascajal ascienden a 79,0 Mm³ (Millones de metros cúbicos). Estos flujos se distribuyen en el desierto que, al no tener salida al mar, se infiltran y se evaporan. Esta situación es más considerable durante “El Niño” donde se pueden infiltrar hasta 750,0 Mm³ (millones de metros cúbicos).

Los aforos recientes del Río Cascajal muestran que es un río que en años “normales” no tiene excedentes importantes de su área agrícola. Destaca por comparación la diferencia en el comportamiento del Río Cascajal entre un año “normal” (1999) y un año de “El Niño” (1998), donde se observa que los caudales se incrementan hasta siete u ocho veces con respecto de los caudales “normales”. Ver gráfico 4.G9

Gráfico 4.G9
AFOROS DEL RIO CASCAJAL EN AÑOS NORMALES

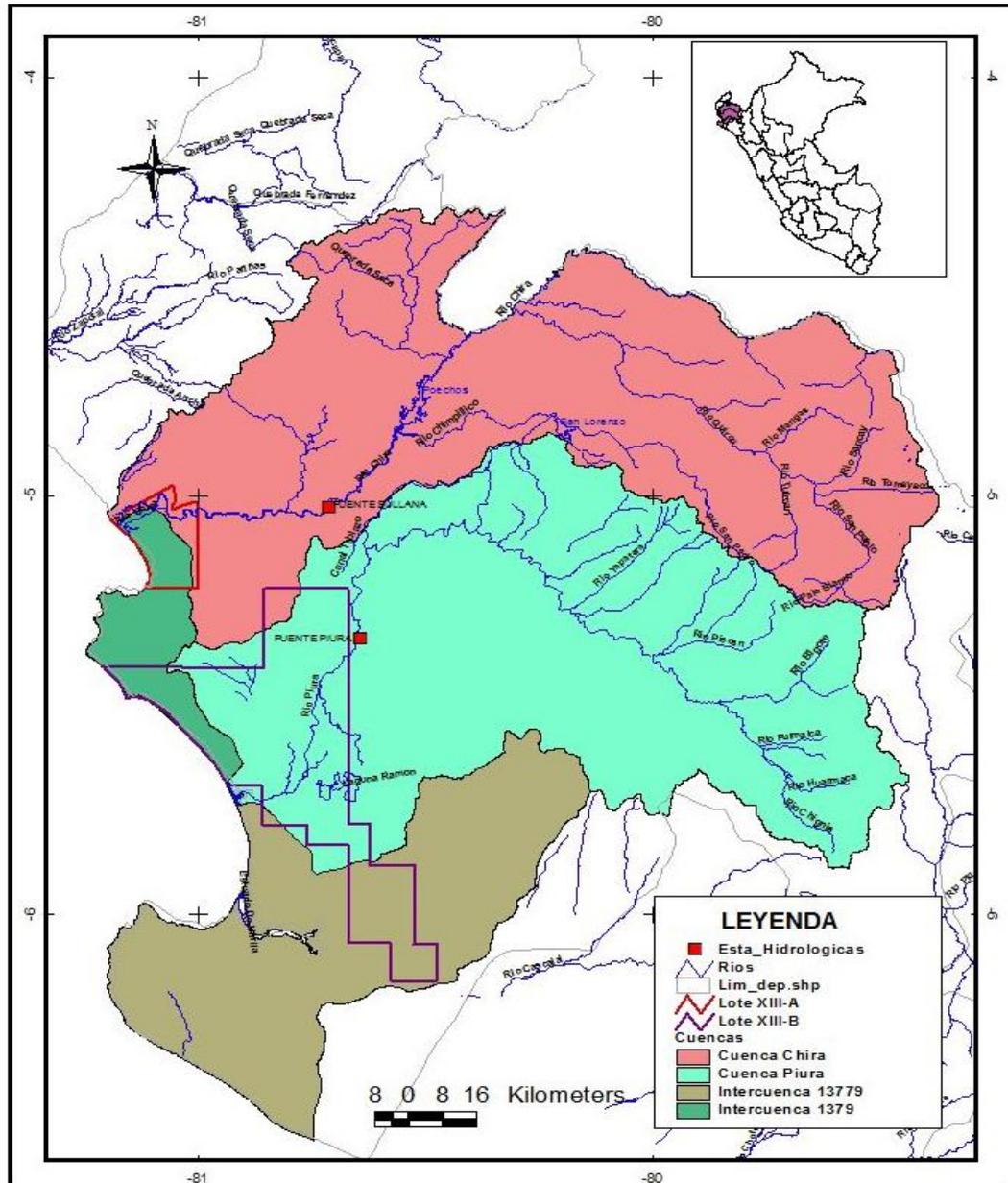


Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS.

4.1.4.4 ESTACIONES HIDROLÓGICAS

La información hidrológica ha sido analizada en los puntos de control de las estaciones hidrológicas ubicadas en la cabecera de los valles del Chira y Piura. Los caudales del río Chira fue caracterizado con la data histórica de la estación Puente Sullana con información histórica desde 1937. Los caudales del río Piura fueron analizados con la data de la estación Puente Sánchez Cerro, con información histórica desde 1926. Ambas estaciones hidrológicas son operadas por el Proyecto Especial Chira-Piura. En la Figura 4.1LL se ilustra la ubicación espacial de las estaciones hidrológicas consideradas en el análisis.

Figura 4.1LL
UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES HIDROLÓGICAS DE LOS RÍOS CHIRA Y PIURA



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

4.1.4.4.1 Caudales del río Piura

a) Ciclo Anual de los Caudales Promedio Mensual.

El río Piura presenta un caudal promedio multianual de 35,0 m³/s, con un ciclo anual caracterizado por presentar un periodo de máximas avenidas entre diciembre y abril y un periodo de estiaje entre junio y agosto. En avenidas el caudal promedio mensual alcanza su pico máximo en marzo con un caudal promedio mensual de 131,0 m³/s. En años excepcionalmente húmedos (Eventos El Niño) el caudal promedio mensual

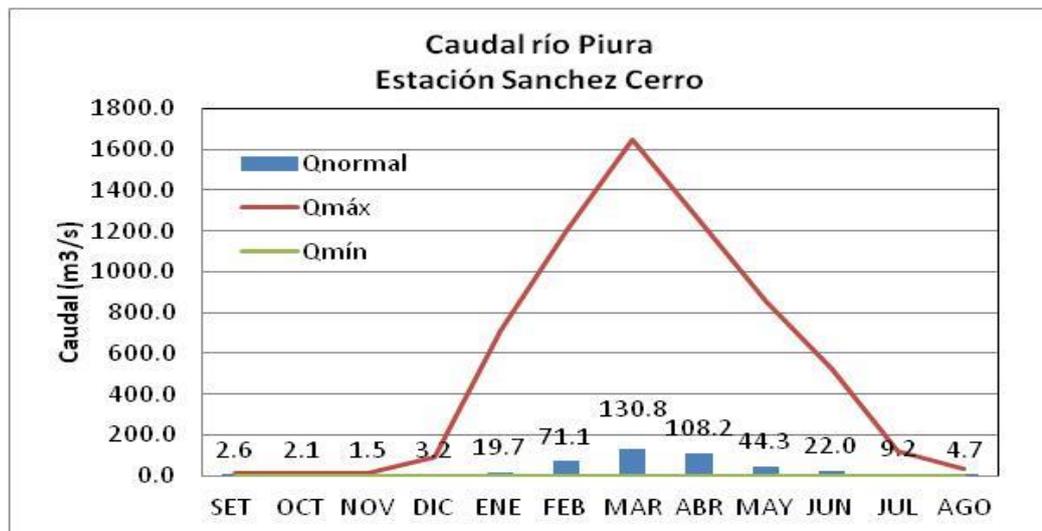
alcanza los 1651,0 m³/s. Los caudales de estiaje alcanzan sus valores mínimos en noviembre con un caudal promedio mensual de 1,5 m³/s. En años excepcionalmente secos los caudales de estiaje llegan a ser nulos. En la tabla 4.1.4A, se presenta los caudales promedio históricos del río Piura medido en la Estación Puente Sánchez Cerro; los caudales máximos y mínimos corresponden a los valores promedio mensuales extremos de la serie histórica (Gráfico 4.G10).

TABLA 4.1.4A
CICLO ANUAL DE LOS CAUDALES DEL RÍO PIURA EN M³/S,
ESTACIÓN PTE SANCHEZ CERRO. PERIODO 1926-2005

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	ANUAL
Qnormal	2.6	2.1	1.5	3.2	19.7	71.1	130.8	108.2	44.3	22.0	9.2	4.7	34.9
Qmáx	16.0	12.2	9.5	95.0	714.4	1200.2	1651.3	1261.6	858.6	521.7	118.8	33.3	453.6
Qmín	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Gráfico 4.G10
HIDROGRAMA DE LOS CAUDALES PROMEDIO HISTÓRICOS DEL RÍO PIURA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

b) Curvas de Persistencia Mensual y Anual de los Caudales.

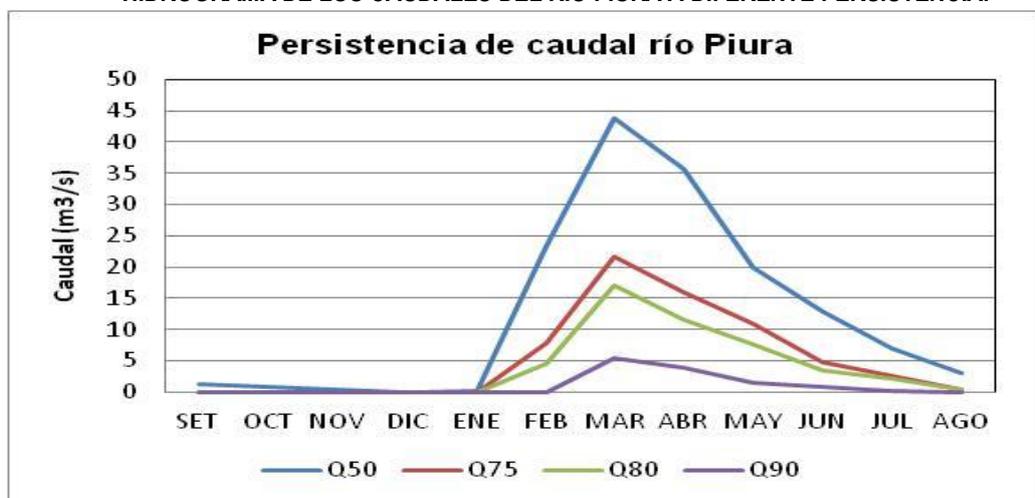
El caudal mediano anual o caudal al 50% de persistencia alcanza los 14,2 m³/s; mientras que el caudal al 90% de persistencia es de 1,9 m³/s. En la tabla 4.1.4B se presenta los caudales del río Piura a diferente nivel de persistencia mensual y anual (Gráfico 4.G11).

TABLA 4.1.4B
CAUDALES PROBABILÍSTICOS DEL RÍO PIURA EN M³/S,
A DIFERENTE NIVEL DE PERSISTENCIA MENSUAL.

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	ANUAL
Q50	1.4	0.8	0.4	0.1	0.3	23.5	43.9	35.8	19.8	12.8	6.9	3.1	14.2
Q75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	21.7	15.9	11.0	4.8	2.5	0.5	6.7
Q80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	17.1	11.7	7.7	3.5	2.2	0.4	6.1
Q90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	3.8	1.4	0.8	0.1	0.0	1.9

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Gráfico 4.G11
HIDROGRAMA DE LOS CAUDALES DEL RÍO PIURA A DIFERENTE PERSISTENCIA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

c) Caudales Extremos.

❑ Caudales Extremos Históricos.

Los caudales extremos del río Piura están asociados a la ocurrencia de los eventos como El Niño, los cuales producen inundaciones en la zona baja de la cuenca del río Piura. En el Niño 1982-83 el caudal máximo instantáneo alcanzó los 3200,0 m³/s. En el Niño 1997-98 el caudal máximo instantáneo fue de 3500,0 m³/s, el máximo de la serie histórica disponible desde 1926 en la estación Puente Sánchez Cerro.

❑ Caudales Máximos de Avenidas.

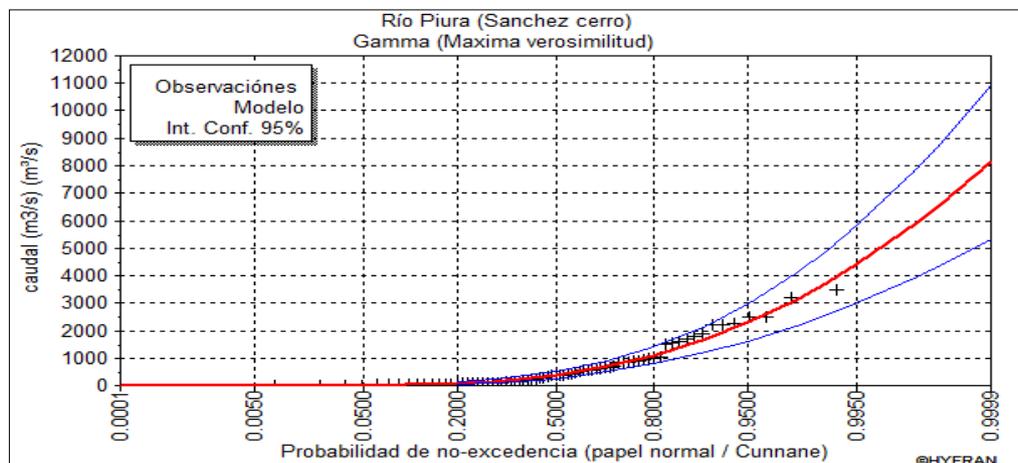
En base a la serie de caudales máximos instantáneos del río Piura, se ha realizado el análisis probabilístico de los caudales máximos de avenidas mediante el ajuste y contraste del modelo Gamma, con el cual se obtiene que la crecida centenaria es de 3770,0 m³/s y la avenida milenaria de 5930,0 m³/s. En la tabla 4.1.4C, se presenta los resultados de este análisis de máximos; mientras que en la Gráfico 4.G12, se ilustra el modelo el gráfico de ajuste del modelo probabilístico Gamma.

TABLA 4.1.4C
CAUDALES MÁXIMOS DEL RÍO PIURA PARA DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO.

Tiempo retorno (años)	Qmáx (m ³ /s)
5.0	1090.0
10.0	1690.0
20.0	2300.0
50.0	3130.0
100.0	3770.0
1000.0	5930.0

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Gráfico 4.G12
AJUSTE DEL MODELO PROBABILÍSTICO GAMMA A LOS CAUDALES MÁXIMOS, RÍO PIURA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

4.1.4.4.2 Caudales del río Chira.

a) Ciclo Anual de los Caudales Promedio Mensual.

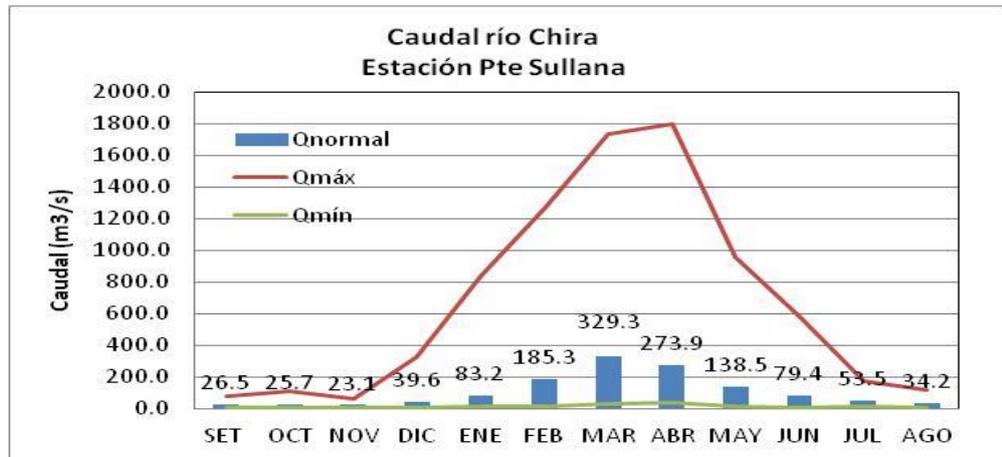
El río Piura presenta un caudal promedio multianual de 108,0 m³/s, con un ciclo anual caracterizado por presentar un periodo de máximas avenidas entre Diciembre y Abril y un periodo de estiaje entre Junio y Agosto. En avenidas el caudal promedio mensual alcanza su pico máximo en marzo con un caudal promedio mensual de 329,0 m³/s. En años excepcionalmente húmedos (Eventos El Niño) el caudal promedio mensual alcanza los 1802,0 m³/s. Los caudales de estiaje alcanzan sus valores mínimos en noviembre con un caudal promedio mensual de 23,1 m³/s. En años excepcionalmente secos los caudales de estiaje bajan hasta 4,0 m³/s, como promedio mensual. En la Tabla 4.P, se presenta los caudales promedio históricos del río Chira medido en la Estación Puente Sullana; los caudales máximos y mínimos corresponden a los valores promedio mensuales extremos de la serie histórica (Gráfico 4.G13). Hay que tener presente que desde 1976 cuando entra en operación el reservorio de Poechos, los caudales naturales del río Chira son perturbados por la regulación del embalse y las derivaciones de los canales de riego principales.

TABLA 4.1.4D
CICLO ANUAL DE LOS CAUDALES DEL RÍO CHIRA EN M³/S
ESTACIÓN PTE SULLANA. PERIODO 1937-2005

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	ANUAL
Qnormal	26.5	25.7	23.1	39.6	83.2	185.3	329.3	273.9	138.5	79.4	53.5	34.2	107.7
Qmáx	74.8	109.2	63.7	322.5	839.8	1271.7	1735.3	1801.9	959.1	583.4	173.8	121.2	563.3
Qmín	5.6	5.4	4.4	4.1	10.8	11.6	27.7	36.4	11.9	9.3	14.6	6.4	20.3

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Gráfico 4.G13
HIDROGRAMA DE LOS CAUDALES PROMEDIO HISTÓRICOS DEL RÍO CHIRA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

b) Curvas de Persistencia Mensual y Anual de los Caudales.

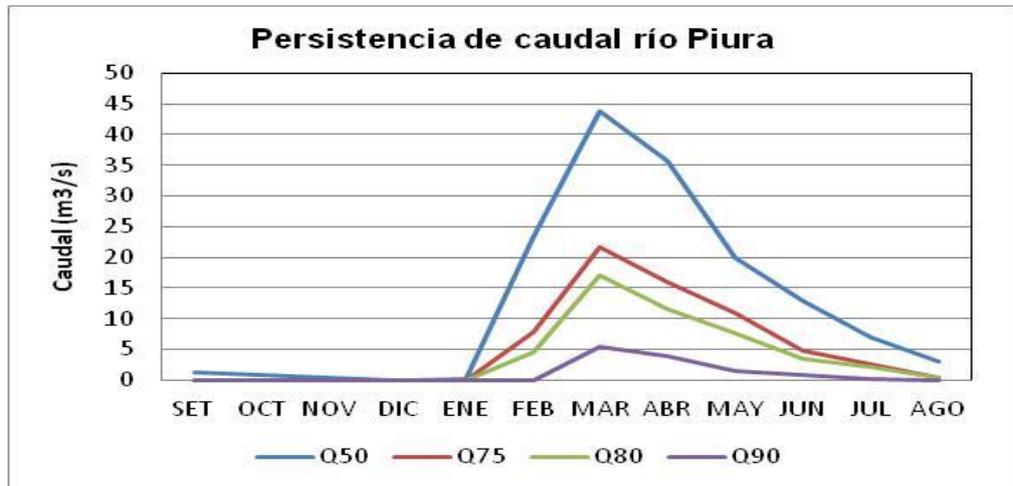
El caudal mediano anual o caudal al 50% de persistencia anual alcanza los 70,8 m³/s; mientras que el caudal al 90% de persistencia es de 39,6 m³/s. En la tabla 4.1.4E, se presenta los caudales del río Piura a diferente nivel de persistencia mensual y anual. Ver gráfico 4.G14

TABLA 4.1.4E
CAUDALES PROBABILÍSTICOS EN M³/S A DIFERENTE NIVEL DE PERSISTENCIA
MENSUAL, RÍO CHIRA

	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	ANUAL
Q50	24.9	22.2	19.5	29.2	50.9	107.6	214.7	144.8	87.9	49.5	43.1	26.1	70.8
Q75	15.0	14.6	15.4	14.9	33.2	61.8	103.9	93.1	55.9	35.9	30.3	21.9	49.6
Q80	13.8	13.8	12.4	13.4	27.7	58.1	98.2	80.4	50.8	31.9	28.3	18.4	47.0
Q90	11.4	9.9	8.0	10.3	21.4	46.5	84.4	67.8	43.5	26.1	22.3	15.2	39.6

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Gráfico 4.G14
HIDROGRAMA DE LOS CAUDALES DEL RÍO CHIRA A DIFERENTE PERSISTENCIA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

c) Caudales Extremos

❑ Caudales Extremos Históricos.

Los caudales extremos del río Piura están asociados a la ocurrencia de los eventos El Niño fuerte, los cuales producen inundaciones en la zona baja de la cuenca del río Piura. En el Niño 1982-83 el caudal máximo instantáneo alcanzó los 6995,0 m³/s. En el Niño 1997-98 el caudal máximo instantáneo fue de 7301,0 m³/s, el máximo de la serie histórica disponible desde 1937 en la estación Puente Sullana.

❑ Caudales Máximos de Avenidas.

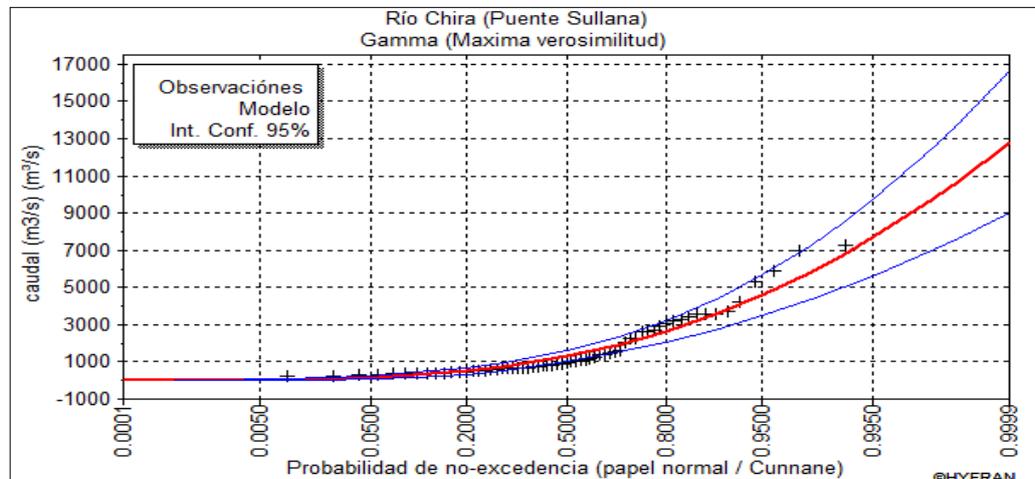
En base a la serie de caudales máximos instantáneos del río Chira, se ha realizado el análisis probabilístico de los caudales máximos de avenidas mediante el ajuste y contraste del modelo Gamma, con el cual se obtiene que la crecida centenaria es de 6760,0 m³/s y la avenida milenaria de 9810,0 m³/s. En la tabla 4.1.4F se presenta los resultados de este análisis de máximos. Gráfico 4.G15

TABLA 4.R
CAUDALES MÁXIMOS DEL RÍO CHIRA PARA DIFERENTES TIEMPOS DE RETORNO.

Tiempo retorno (años)	Q _{máx} (m ³ /s)
5.0	2650.0
10.0	3630.0
20.0	4580.0
50.0	5830.0
100.0	6760.0
1000.0	9810.0

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Gráfico 4.G15
AJUSTE DEL MODELO PROBABILÍSTICO GAMMA A LOS CAUDALES MÁXIMOS, RÍO CHIRA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

4.1.5 ECOLOGIA (ZONA DE VIDA).

4.1.5.1 METODOLOGÍA

Las zonas de vida natural del mundo fueron determinadas por el Dr. Leslie Holdridge, basado en la relación de las condiciones bioclimáticas, temperatura y precipitación, la vegetación natural como indicador biológico clave y la altitud y su correlación con las regiones latitudinales.

El diagrama presenta las posiciones climáticas de las Zonas de Vida en los pisos basales de seis regiones latitudinales, basados en la biotemperatura a nivel del mar, desde el Ecuador cálido (Región Latitudinal Tropical) hasta los polos fríos (Región Latitudinal Polar) de los dos hemisferios.

En el lado izquierdo del diagrama, se tienen los límites correspondientes de biotemperatura para cada región latitudinal y en el lado derecho, se indican los límites correspondientes de biotemperatura media anual para cada piso altitudinal. En este sentido, el número de pisos altitudinales que pueden existir arriba del Piso Basal es mayor en la región tropical y va disminuyendo progresivamente con el aumento latitudinal hacia los polos.

De esta manera, en la Región Latitudinal Tropical, caso específico del Perú, se encuentran todos los pisos altitudinales presentes en el Diagrama Bioclimático referido. Esto se debe a la altitud de la Cordillera de los Andes que supera los 6 000 msnm.

Por tanto, cada piso altitudinal tiene su equivalente región latitudinal. Asimismo, sobre la base del diagrama se muestra las Provincias de Humedad limitadas por las líneas de la Relación de Evapotranspiración Potencial. Finalmente, una escala vertical ubicada en el extremo derecho

del diagrama sirve para determinar directamente la Evapotranspiración Potencial Total Anual en milímetros.

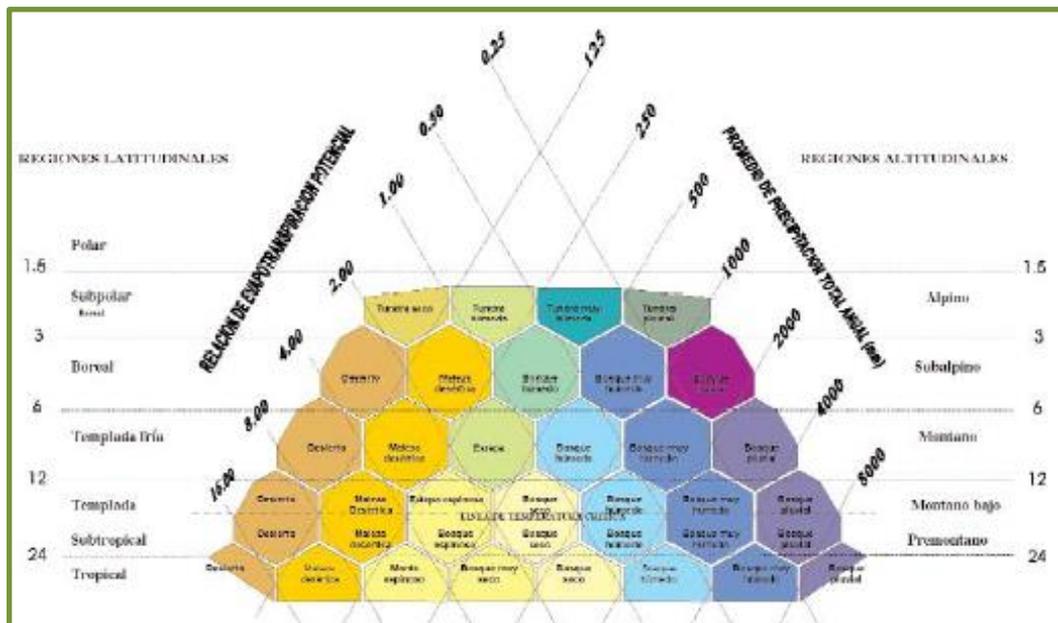
En la siguiente Gráfico, se presenta el Diagrama Bioclimático de Zonas de Vida del Sistema Holdridge, el cual se encuentra adaptado e interpretado a la geografía del Perú (Zamora, 2 009). De acuerdo a esta adaptación, el Perú compromete tres franjas en las regiones latitudinales y debido a la altitud de la Cordillera de los Andes, presenta siete (07) pisos ecológicos.

4.1.5.1.1 Clasificación Ecológica

Una zona de vida (Holdridge, 1947) es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo.

El sistema se basa en la fisonomía o apariencia de la vegetación y no en la composición florística y los principales factores que tiene en cuenta para la clasificación de una región son la biotemperatura y la precipitación. Los límites de las zonas de vida están definidos por los valores medios anuales de dichos componentes. Un supuesto básico del sistema es que tanto los tipos de suelo como la vegetación clímax pueden delimitarse una vez que se conoce el clima. Ver Figura 4.1N

Figura 4.1N
DIAGRAMA PARA LA CLASIFICACIÓN MUNDIAL DE ZONAS DE VIDA HOLDRIDGE



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Según la Clasificación de L. R. Holdridge y de acuerdo al Mapa Ecológico del Perú (INRENA 1994), la zona donde se ubica el Lote XIII, específicamente, el área de influencia del proyecto, se encuentra en la zona de vida denominada desierto superárido Premontano tropical (ds-PT) y desierto superárido Tropical (ds-T).

a) Desiertosuperárido Premontano Tropical (ds - PT)

Geográficamente se extiende a lo largo de la costa, el clima de esta zona de vida se caracteriza por ser muy seco, con una biotemperatura media anual máxima de 24°C y media anual mínima de 19.7°C.

El relieve varía desde plano a ondulado hasta inclinado a empinado. Los suelos son generalmente profundos, de texturas variables y con acumulaciones de calcio y yeso (Yermosoles y Xerosoles). Donde dominan las arenas profundas aparecen los Regosoles y cuando los suelos son someros y predominan materiales fragmentados o rocosos, los Litosoles. Los Fluvisoles, de morfología estratificada, aparecen a lo largo de los cursos o valles aluviales que cortan los Tablazos.

b) Desiertosuperárido Tropical (ds - T)

La extensión de territorio (5,325 Km²) comprendida entre las planicies costeras del departamento de Piura, entre 4° 50`y 6° 35` de latitud sur, entre prácticamente el nivel del mar y 60 metros de altitud aproximadamente, con una biotemperatura media anual de 24°C, y un promedio de precipitación total por año variable entre 62.5 y 125 milímetros, el promedio de evapotranspiración potencial total por año variable también entre 16 y 32 veces la precipitación.

La topografía es predominantemente plana a ondulada y sometida a una fuerte erosión eólica. Los suelos son profundos, de texturas medias hasta pesadas, con materiales cálcicos o de yeso, pertenecientes a Yermosoles y Xerosoles cálcicos y gípsicos, Regosoles (suelos arenosos) y Fluvisoles, entre los más importantes.

En la tabla 4.1.5A, se detalla las principales zonas de vida, identificadas en el Proyecto de Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D en el Lote XIII.

TABLA 4.1.5A
ZONAS DE VIDA SEGÚN EL SISTEMA HOLDRIDGE

Símbolo	Formación ecológica	Temperatura (°C)	Precipitación (mm/año)
<i>ds - PT</i>	<i>Desiertosuperárido Premontano Tropical</i>	24	100
<i>ds - T</i>	<i>Desiertosuperárido Tropical</i>	24	125

Fuente: Elaborado por el Equipo profesional de EQUAS S.A

4.1.6 VEGETACIÓN

La vegetación está asociada íntimamente al clima y zonas de vida, esta asociación puede generar situaciones excepcionales, con la aparición del fenómeno del Niño, propia de la Región, convirtiendo desiertos en matorrales, cambiando el paisaje desértico a una cubierta de vegetación densa, tanto en planicies, como en colinas, permitiendo que plantas arbustivas y arbóreas jóvenes, pasan a otro estado intermedio. En nuestra área de estudio predominan las especies xerófitas.

Por otro lado, la estación seca es de mayor duración durante el año, ayuda a determinar la presencia de muchas herbáceas transicionales que cubren la superficie y que aparecen en la época de lluvia. De manera que las zonas desérticas están colindantes con un tipo de vegetación matorral o un bosque seco muy ralo de algarrobos, que a medida que aparece la disponibilidad de agua o incremento de la humedad del suelo, van colonizando los espacios desérticos (GRP, 2011).

4.1.7 USO ACTUAL DE LA TIERRA

Actualmente se distinguen zonas agrícolas, zonas de vegetación natural y espacios abiertos, zonas de potencial petrolero y zonas de reserva. Las zonas agrícolas se dividen en dos tipos, una agricultura asilada, para cultivos temporales de pan llevar y una agricultura intensiva a lo largo del valle del Río Chira, destacando el arroz, frutales (mango, limón y uva) y caña de azúcar.

Mientras que la Zonas de vegetación natural y espacios abiertos, está dominada por arbustos conocidos como matorrales secos, que se encuentran distribuidos en la planicie, de origen marino aluvial, las especies representantes son el algarrobo (*Prosopis* sp.), sapote (*Capparis cabrida*) vichayo (*Cappari sovalifolia*), aroma (*Acacia huarango*), palo verde (*Cercidium praecox*) y mataburro (*Parkinsonia aculeata*). En tanto en las zonas de colinas no se han desarrollado mucho.

En tanto los espacios abiertos, están referidos, a aquellas áreas donde no se desarrolla ninguna tipo de actividad antrópica, como grandes extensiones desérticas y zonas con alta concentración de sales.

Se puede apreciar en la planicie costera, en las zonas colinosas y rocosas áreas sin vegetación, por ejemplo en la desembocadura del Río Chira, así también en la faja costera, planicies de Vice que se extiende hasta el estuario de Virryla en forma de una faja pegada a la playa y por las zonas que ocupan la laguna Ramón, hasta los límites con la región de Lambayeque.

La zona de potencial petrolero, se extiende en ambos sectores del área de estudio, en tanto la zona de reserva está caracterizada por la zona paleontológica, In Situ y colindante al área de estudio.

4.1.8 GEOLOGIA

El presente capítulo describe de manera general los caracteres geológicos más resaltantes de la zona del Proyecto. Labor que implicará remociones, excavaciones y en general alteraciones del ambiente físico; por ello, la evaluación se centra en el reconocimiento de las principales formaciones geológicas del área; de sus características litológicas y estructurales, de sus potencialidades de uso, y de sus implicancias ambientales con respecto a los trabajos a ser. También trata sus relaciones con las formas de relieve y tipos de suelos, así como los caracteres sísmicos de la región.

Geológicamente, la zona evaluada se ubica en la denominada “Cuenca Talara”, extensa cuenca sedimentaria que se desarrolló durante el meso-cenozoico y que se caracteriza por las notables variaciones laterales y verticales de sus unidades formacionales, que ponen en evidencia la existencia de varias subcuencas menores dentro de ella, las cuales han sido afectadas por las diversas fases tectónicas de la orogenia andina.

Durante el Cuaternario antiguo y por acción de una tectónica moderna, la cuenca ha sufrido sucesivos levantamientos verticales que han dado lugar a extensas terrazas marinas escalonadas, conocidas localmente como “Tablazos”.

Por otro lado, debido a la ocurrencia en el Pleistoceno de notables anomalías climáticas de alcance mundial, los movimientos eustáticos asociados (variaciones de nivel del mar) deben haber contribuido a la conformación de estos relieves llanos.

4.1.8.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL LOTE XIII A Y LOTE XIII B

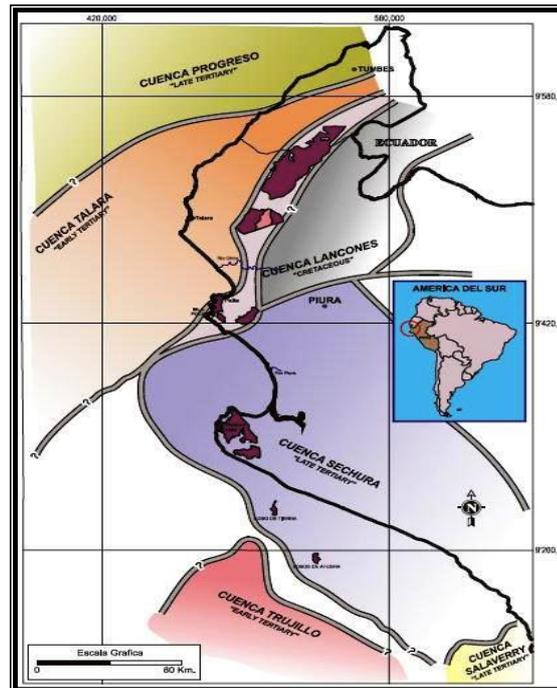
4.1.8.1.1 Lote XIII A

El área de estudio se ubica en el Noroeste peruano, en la que afloran rocas sedimentarias ígneas y metamórficas, que tienen rangos cronológicos comprendidos desde el Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, siendo la estratigrafía terciaria una de las más completas a nivel mundial con unidades que afloran casi todas ellas en la Repisa Costanera, entre el río Piura y el río Tumbes, correspondiendo su deposición a la cuencas Talara y sector norte de la Cuenca Sechura.

La arquitectura geológica, se fue desarrollando desde probablemente el Precambriano y luego el Paleozoico, constituyendo sus rocas el núcleo de los Amotapes y que forma parte de

una cadena antigua que hoy conocemos como Cordillera de la Costa. Durante el Terciario, el desarrollo de la secuencia estratigráfica se alcanzó por ingresos progresivos del mar hacia el Este al producirse subsidencias por movimientos tafrogénicos, teniendo durante el Eoceno, la mayor acumulación en la Cuenca Talara. Ver figura 4.1M

Figura 4.1M
CUENCAS DEL NOROESTE DEL PERÚ



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

➤ **Estratigrafía.**

❑ **Basamento precámbrico-paleozoico inferior**

La secuencia estratigráfica Paleozoica se encuentra en las montañas conocida como "Los Amotapes", comprendiendo una secuencia antigua no diferenciada, luego discordante un Paleozoico inferior tardío, constituido por rocas Devonianas seguidas discordantemente por el Paleozoico superior con rocas del Missisipiano, Pensilvaniano y Pérmico inferior. Rocas intrusivas graníticas de diferentes edades se emplazan en esta secuencia.

❑ **Complejo metamórfico**

Se trata de un complejo de rocas metamórficas dentro de las cuales se tiene gneises graníticos de grano medio, con bandas de cuarzo deformadas, plagioclasas sericitizadas y abundante mica (muscovita), mostrándose muy cizallados y meteorizados. Sus afloramientos se pueden observar en el río Zarumilla entre

Matapalo y Palmar; su gneisificación se debe probablemente a su cercanía al granito de Higuerón, destacando los efectos de inyección lit-par-lit.

Dentro de este complejo se encuentran anfibolitas de la facie esquistos verdes que presentan un marcado lineamiento por la orientación de los anfíboles, el cuarzo y las plagioclasas, al haber sufrido un tectonismo compresivo.

En sección delgada, se observa una foliación marcada y una textura cataclástica milonitizada. En los afloramientos se aprecian vetillas de cuarzo deformadas que muestran repliegues; asimismo; se observa bandeamientos oscuros y claros que le dan a la roca un aspecto magmático.

La tendencia general de la esquistocidad y del bandeamiento varía entre N40°E y N60°E. Con las anfibolitas se intercalan niveles de esquistos micáceos que tiene como rumbo de capa N60°E con buzamientos que varían desde 70°, 80° Y 90° al NO, es decir, que siguen el rumbo general de la estructuración de los Amotapes.

□ **Edad y Correlación**

Este complejo metamórfico pasa a territorio ecuatoriano donde se le ha denominado como Grupo Piedra, ubicándolo dentro de la secuencia más antigua del Paleozoico inferior; sin embargo, dado el grado de metamorfismo, podría ser que alcance el Precambriano, equivalente al núcleo metamórfico de los Cerros Illescas donde en base al grado de metamorfismo, se ha diferenciado dos conjuntos metamórficos: el más antiguo probablemente Precambriano a Paleozoico temprano y el otro que le sobreyace como Paleozoico inferior. Allí, este zócalo antiguo está constituido de gneises, anfibolitas y tonalitas.

Se le puede correlacionar con el Complejo Basal de la Costa Sur y/o con los esquistos y gneises de la Cordillera Oriental; sin embargo, podría también corresponder a restos de una antigua cadena Caledoniana (Ordovícico), metamorfizada y plegada en el Paleozoico inferior. Ver figura 4.1Ñ

Se les puede observar desde la misma localidad de Paita siguiendo el litoral por Punta Chuy, Punta Herada, Punta Gaviota, Punta Garila, Punta Campana, La Caleta, La Islilla, Cerros la Silla de Paita, prolongándose hacia el Este hasta Cerro Blanco (en el cuadrángulo de Piura).

Se trata predominantemente de pizarras y esquistos pelíticos micáceos de color oscuro; cuarcitas replegadas, con material brechoide milonitizados, mostrando fallamiento de empuje. Se tienen también, areniscas y lutitas esquistosas de color gris verdosas con estratificación delgada.

La pizarras esquistosas son negras; carbonosas y lustrosas, mostrando plegamiento fuerte debido a un tectonismo interno; la esquistosidad es de fractura. En Tortugas, es donde mejor se aprecia el grado de tectonismo sufrido. Allí, se tiene una fase arcillosa pelítica (lutitas), esquistos areno micáceos que muestran esquistosidad de fractura casi paralelo a la estratificación, así como cuarcitas en capas delgadas y lenticulares, se aprecia microfallas con empuje de O a E, y un micro y macro plegamiento cuyos ejes son N-S.

La esquistosidad va de N 20°W, N-S a N 10°E. La secuencia en general, tiene rumbos de N 20°E, N 40°E con buzamiento de 40° a 60° al NO.

En la carretera de Islilla a Yacila, que cruza los cerros "Sillas de Paita", se encuentra un cuerpo granítico antiguo gneisificado que intruye a la secuencia metamórfica constituida de pizarras negras, pelíticas, micáceas y bien foliadas, así como a cuarcitas con vetillas de cuarzo. Al igual que en los macizos de Arnotapes La Brea, estos intrusivos están vinculados a intrusiones ácidas. La intrusión ha causado metamorfismo térmico, recrystalizando las rocas y dando lugar a texturas cristalofílicas con intercrecimiento de cuarzo.

Las pizarras del área de Paita hacen recordar a la serie Ordovícica de la Cordillera Oriental; sin embargo, la búsqueda de graptolitos no ha dado resultados positivos.

La misma relación entre estas pizarras y los granitos antiguos gnéisicos, se tiene en Tumbes (Quebrada Angostura), lo que había sido ya observada por Broggi J. en 1913.

a) MESOZOICO

Formación Tortugas

Se trata de secuencias conglomerádicas que afloran en la región de Paita. La Formación Tortugas corresponde a una secuencia conglomerádica brechoide que se

expande en Paita a lo largo de un área que cubre la Isla La Foca, La Ensenada; Tortugas y la Casita. Alternan lutitas en paquetes medianos, lodolitas y brechas abigarradas derivadas de rocas paleozoicas, seguido de conglomerados y brechas rojizas con limolitas y al areniscas brechoides en la parte media y hacia la parte superior conglomerados de color púrpura ocre a gris. En estos horizontes, Olson A. (1944) encontró tortugas fósiles, así como otra fauna marina que pertenece al Maestrichtiano. Descansa discordante sobre rocas metamórficas del Paleozoico, aunque al Sur de la localidad La Casita, se pone en contacto fallado con la Fm. Chira. Ver foto 4.F1.

FOTO 4.F1
FORMACIÓN TORTUGAS



Fuente: Elaborado para el estudio.

❑ **Formación la Mesa**

Esta formación conocida también como "Calizas La Meza", se le encuentra en el cerro homónimo, ubicado al Sureste de Paita, en el límite entre los cuadrángulos de Piura y Paita. Allí afloran calizas masivas que presentan un fracturamiento vertical columnar. Conforman una meseta teniendo aproximadamente 200 m. de grosor, destacando en la parte superior calizas cristalinas de color gris claro-con spots de calcita. La roca es uniforme y el fracturamiento que presenta tiene un rumbo N 290. Hacia la parte inferior la caliza es oscura nodulosa, presentando por intemperismo coloraciones ocre, pasando luego a areniscas gris verdosas, limolitas pardo amarillentas conteniendo bivalvos como *Cardium* (*Perucardia*), *bruggen*, *Aphrodina pacifica* y gasterópodos como *Nodifaunas nodosus*. Asimismo, Guerth H., reconoció la presencia de *Sphenodiscus*.

Las calizas de la parte superior estudiadas al microscopio, revelan que se trata de una caliza biosparítica que contiene un 40% de aloquímicos como bioclastos de

foraminíferos, ostracodos, restos de lamelibranquios reemplazados por calcita y un 60% de ortoquímicos en forma de esparita y micrita. Como minerales secundarios se observa también micrita y dolomita; los lamelibranquios han sido reemplazados por espanta en la parte interior, sucediendo hacia los bordes la micritización. También se observa cuarzo en granos esparcidos y otros policristalinos.

b) CENOZOICO

El Cenozoico en la región Noroeste presenta en el Terciario una secuencia marina completa, desarrollada en tres cuencas Talara parte Norte de la Cuenca Sechura. Los límites de cuencas se dan por altos estructurales, teniendo hacia la zona andina una secuencia continental de tipo volcánico en la Cordillera Occidental.

La secuencia estratigráfica terciaria empieza en el Paleoceno seguido del Eoceno con un desarrollo completo en la Cuenca Talara; luego el Oligoceno y Mioceno; el mismo que alcanza gran extensión" en la cuenca Sechura (Desierto Sechura-Piura).

c) PALEOCENO.

Grupo mal paso: formaciones mesa y balcones.

Las referencias del Paleoceno vienen de R. M. Stainforth (1954), quien hace una revisión de la estratigrafía y paleontología del Noroeste a través de los registros de pozos; menciona al Grupo Mal Paso, en el que diferencia las Formaciones Lutita Balcones, Arenas Mesa, Lutitas Petacas y Conglomerado Ancha. El mismo autor menciona la presencia de las Lutitas Balcones en los acantilados ubicados 20 km. al Sur de Paita, descansando sobre una secuencia de areniscas del Cretácico superior y que nosotros hemos reconocido como Fm. Tortugas. En el presente estudio, se considera como Fm. La Mesa, a la secuencia calcárea también del Cretáceo Superior que aflora en el Cerro La Mesa.

El Grupo Mal Paso, para algunos geólogos, corresponde al Cretácico y para otra forma la base del Terciario. De cualquier forma el hecho es que en el mapeo geológico superficial, casi no se le encuentra y más bien la información litológica y paleontológica corresponde a registros de pozos que evidencia su presencia en subsuelo.

d) EOCENO.

Grupo Talara.

El Grupo Talara se extiende a lo largo de la faja costanera, al Norte Noreste y Sur de Talara. Está limitado en partes al Este por la prolongación de la falla Amotape, que lo pone en contacto con la Fm. Salinas; sus afloramientos están desplazados por

numerosas fallas de rumbo NS~SO, de extensión regional y por otras menores en sentido transversal.

Gonzáles (1976), describe un miembro inferior lutáceo (Nautilus), seguido por un conglomerado (terebrátula) y luego sedimentos de aguas profundas (Lobitos), con cambios de facies poco marcadas y cerrando el ciclo una secuencia regresiva (Yapato). Describe también zonas faunísticas con foraminíferos.

La sección inferior conocida como "Lutitas Talara", presenta en partes un conglomerado cuarzoso llamado "Conglomerado Lomitos"; hacia la parte media, se observan lutitas grises a negras bituminosas muy laminadas y compactas con contenido de microfauna. Hacia la parte superior las lutitas pasan a areniscas cuarzosas, gris verdoso, de grano grueso a medio intercaladas con lutitas oscuras, plomo grisáceo.

La unidad media es conocida también como "Areniscas Talara" y está compuesta de areniscas de grano fino a medio. Presenta estructuras de rizaduras de oleaje lo que nos indica que la cuenca se iba haciendo moderadamente somera. En este miembro se observan turbiditas que vendrían a ser producto de desprendimiento de talud obedeciendo a movimientos epirogenéticos. La fauna corresponde a Cyclamonina sammanica.

La sección superior es una unidad transgresiva, con disposición de facies lutácea y es conocida como "Lutitas Pozo", está constituida por lutitas gris verdosas con laminación delgada, con intercalaciones regulares de capas de areniscas a veces calcáreas, bien estratificadas y compactas.

Su espesor varía de un lugar a otro con tendencia a adelgazarse hacia el Este, de más de 3,000 m. a menos de 100 m.

Los sedimentos del Grupo Talara, pertenecen a un cielo transgresivo y son de facies marinas, con cambios rápidos debido al paleorelieve y a movimientos verticales. También varían las condiciones ecológicas, como lo evidencian los diferentes tipos de moluscos y foraminíferos.

Gonzáles (1976), denominó a este cielo sedimentario como ciclo Talara y describió turbiditas originadas por corrientes de turbidez: Entre las estructuras sedimentarias notables, se tienen depósitos de canal presentes en' lutitas marrones y areniscas verdes.

El Grupo Talara es la unidad más productiva de petróleo en el Noroeste peruano: las rocas reservorio están constituidas por horizontes. areniscosos y conglomerádicos; las

facies lutáceas constituyen la: roca, sello. Los entrampes son estratigráficos y los callamientos en bloques han puesto en contacto capas permeables con capas impermeables constituyendo trampas estructurales.

□ **Formación Verdún.**

Los afloramientos de la Fm. Verdún, se extienden desde Paita hacia el Norte y llegan hasta la región de Tumbes (hoja de Zorritos) y por el Sur hasta los Cerros Illescas (Bayóvar). La localidad típica está situada en Verdún Alto (hoja de Talara). La secuencia mayormente es elástica y consiste de una intercalación de areniscas de grano medio a grueso, ligeramente diagenizadas con lutitas laminares, algo bentónicas; al alterarse dan un color gris verdoso- a amarillento de tintes púrpura.

En los alrededores de los cerros de Paita, aparecen escasas secciones donde no es posible separarlos y están formando el Grupo Chira-Verdún. Consiste de conglomerados heterogéneos y areniscas poco compactas con fragmentos redondeados y subangulosos. En la cuenca Talara, el Grupo Chira-verdún se extiende hacia el Norte del río Chira.

La Fm. Verdún descansa discordantemente sobre varias formaciones, pero en su localidad típica está concordante y, en cierto modo; hasta transicional con las Lutitas, Pozo del Grupo Talara; por lo que es probable que la Fm. Verdún incluya una discordancia intraformacional y que la parte inferior esté erosionada en ciertas áreas.

Estos cambios de facies (al igual que todas las unidades terciarias), podrían deberse a fluctuaciones en las condiciones de sedimentación, con los respectivos cambios en la fauna desde facies neríticas hasta epineríticas (González, 1976).

En Punta Bravo (Norte de Los Órganos), la Fm. Verdún se distribuye ampliamente, haciéndose más potente hacia el Sureste donde se aprecian notables cambios laterales. Presenta un conglomerado basal con clastos de granitos provenientes del basamento; en cima areniscas blancas cuarzosas bien estratificadas y en la parte superior lutitas gris verdosas. Esta formación forma colinas elevadas (foto 4.F2).

FOTO 4.F2
FORMACION VERDUM



Fuente: Elaborado para el estudio.

El espesor varía desde los afloramientos más septentrionales donde tiene 200 a 300 m. hasta cerca a Talara, donde tiene un grosor de 400 m. Generalmente fluctúa entre 150 a 200 m. al Sur del río Chira (Paita); su espesor es reducido. En el área de Máncora-Fernández, su potencia es de 200 m.

Es una unidad productora de petróleo, siendo los horizontes de areniscas los que han producido ciertos volúmenes de crudo en la región de La Brea y Pariñas (Negritos) y más al Norte en el área de Lobitos.

Su relación basal es discordante con el Grupo Talara y está soportando concordantemente a la Fm. Chira.

❑ **Formación Chira.**

Esta formación aflora a lo largo del río Chira, de donde viene su denominación. Sus localidades típicas en este valle son: Tamarindo, Amotape, Vichayal. Los afloramientos se extienden hacia el Norte hasta Talara, llegando hasta Punta Bravo (hoja de Lobitos), Qda. Plateritos y Cerro Pan de Azúcar (hoja de Zorritos).

La Fm. Chira, consta en su parte inferior de lutitas bentónicas laminadas, en capas muy delgadas que son conocidas como "Lutitas Papel", de tonalidades oscuras, que al intemperizarse dan un color marrón rojizo. Hacia arriba presentan areniscas intercaladas con lutitas micáceas, La parte media está compuesta sólo por areniscas de grano grueso y de colores blanquecinos con horizontes conglomerádicos. En la parte superior se observan nuevamente lutitas y limolitas grises a marrones areniscas limolitas o lutitas bentónicas y tobas amarillo verdosas que debido a la alteración presentan colores blanquecinos.

En la cuenca Talara la Fm. Chira, ha sido dividida en tres miembros los que se detallan a continuación: en la parte interior se tiene las "Lutitas Chira"; en la parte media el

"Conglomerado Mirador"; y en el tope de la secuencia a las "Lutitas Cone Hill". Esta división no siempre es posible seguirla debido a que el contacto con la subyacente Fm. Verdún es gradacional.

Según González (1976) el ciclo sedimentario Chira, se inicia con la Fm. Verdún que se encuentra discordante sobre el Grupo Talara y termina con una facie regresiva compleja, que dio lugar a una discordancia Post-Eoceno.

En muchos lugares, la Fm. Chira no ha podido ser separada de la Fm. Verdún, razón por la cual han sido mapeada como Fm. Chira-Verdún.

El espesor de ésta formación varía de 600 a 1,300 m: en el valle del Chira; hacia el Norte puede alcanzar hasta 700 m. La Fm. Chira, no posee horizontes productores de petróleo. Ver foto 4.F3.

**FOTO 4.F3
FORMACION CHIRA.**



Fuente: Elaborado para el estudio.

e) MÍOCENO.

□ Formación Miramar.

Los afloramientos se encuentran localizados en Paita y el valle del río Chira. La base de la Formación consiste de un conglomerado que está constituido por areniscas arcósicas, de grano fino color amarillo a ocre plomizo, con tintes verdosos, presenta abundantes manchas limoníticas por oxidación; son poco compactas y en algunos niveles son arenas sin cohesión, deleznable que son socavadas fácilmente por la erosión formando cornizas con las capas competentes y duras de los Tablazos marinos. Ver foto 4.F4.

La parte media de la secuencia está formada por niveles de areniscas tobácea, abigarradas. La parte superior presenta areniscas coquiníferas de grano fino, matriz areno-arcillosa; contiene macrofósiles como braquiópodos y gasterópodos.

FOTO 4.F4
FORMACIÓN MIRAMAR.



Fuente: Elaborado para el estudio.

f) PLEISTOCENO.

□ Tablazos.

Los Tablazos son depósitos marinos cuaternarios pleistocénicos que indican las últimas transgresiones de los mares a lo largo de la Costa del Pacífico. Constituyen depósitos escalonados en forma de terrazas, habiendo sido clasificados primero por Bosworth (1922) y luego por Zúiga y Riero (1970), como Tablazo Máncora, Tablazo Talara y Tablazo Lobitos.

Los Tablazos forman extensas cubiertas horizontales de gran amplitud areal y unas cuantas decenas de metros en lo vertical. Están constituidos por sedimentos clásticos de antiguas plataformas continentales que fueron depositadas por corrientes marinas por un lado y fluviales por otro; posteriormente; estos depósitos emergieron emigrando la línea de playa hacia el Oeste, como manifestación de sucesivas regresiones en costas emergentes. Ver foto 4.F5.

FOTO 4.F5
TABLAZOS



Fuente: Elaborado para el estudio.

❑ **Tablazo Talara.**

Es la plataforma pleistocénica más alta de la llanura desértica, en forma de una costra sedimentaria, con 3m. de espesor promedio. Sus afloramientos se extienden desde Mórrope (fuera del área de estudio) y llega hasta la zona de Talara donde cubre discordantemente al Grupo Talara. La litología del Tablazo Talara, varía en razón de la distancia al mar y constituyen conglomerados lumaquílicos o lumaquelas poco consolidados en matriz bioclástico o arenisca arcósica y en los sectores más orientales están constituidos por conglomerados coquiníferos o coquinas.

Los clastos son de naturaleza variada, proveniente de la Cordillera Occidental. Dado su carácter lenticular, no existen capas guías para su cartografiado, imposibilitando su correlación intraformacional.

❑ **Tablazo Lobitos.**

Constituye la plataforma más; baja, cuya escarpa delinea en forma pardal la morfología litoral de la Bahía de Sechura (fuera del área de estudio) se extiende desde la hoja de Paita hasta la localidad de Lobitos.

Litológicamente, el Tablazo Lobitos es una secuencia conglomerádica poco consolidada, con rodados subangulosos y de naturaleza variada; incluye formas faunísticas bien conservadas no fosilizadas, con presunta matriz bioclástica o areniscosa.

❑ **Depósitos Aluviales.**

Estos depósitos; de gran extensión en el área de estudio, correspondiendo a la acumulación en forma de una cobertura a lo largo de los valles y llanuras inundadas por las corrientes fluviales, así como abanicos. Los cursos fluviales, tienen su origen en la Cordillera Occidental, formando las Cuencas de los ríos Piura y Chira, en donde los depósitos aluviales se han extendido a lo largo y ancho de sus valles y sus afluentes en la parte baja, forman abanicos y llanura de inundaciones. Asimismo, se tiene depósitos aluviales en las quebradas que bajan de los Amotapes cuyo valle corta de NE a SO la Repisa Costanera. Estos depósitos están constituidos principalmente, por conglomerados con rodados principalmente de cuarcita, arenisca y rocas, metamórficas como esquistos, así como rocas volcánicas e intrusivas. Los depósitos aluviales pueden clasificarse en antiguos y recientes.

❑ **Depósitos Aluviales Antiguos.**

Están formando terrazas y llanuras que se ubican un tanto alejadas del curso actual; tanto más si son más antiguos. Los materiales son similares a los recientes, es decir, conglomerados, arenas, arcillas, pero con espesores que pueden sobrepasar los 10 m., teniendo una estratificación lenticular y en algunos lugares laminados (foto 4. F6)

FOTO 4.F6
DEPÓSITOS ALUVIALES ANTIGUOS.



Fuente: Elaborado para el estudio.

❑ **Depósitos aluviales recientes.**

Están constituyendo el relleno de las actuales causas, por donde discurren las corrientes fluviales. Son conglomerados y arenas que decrecen en tamaño, desde las partes altas hasta la desembocadura donde el predominio es de arenas y limos. Ver foto 4.F7.

FOTO 4.F7
DEPÓSITOS ALUVIALES RECIENTES.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Depósitos Eólicos

Están constituidos por acumulaciones de arena acarreadas por el viento y que en grandes extensiones del área de estudio, cubren a los Tablazos, y a secuencias terciarias y/o más antiguas. La dirección de acarreero, es la dirección del viento, de SO a, NE, acumulándose en los flancos occidentales de las estribaciones de los Amotapes.

La principal fuente de sedimentos se encuentra al Suroeste, en el Desierto de Sechura, de donde fluyen corrientes eólicas, formando en partes corredores de dunas en movimiento. Los depósitos eólicos pueden, ser antiguos o recientes.

Depósitos Eólicos Antiguos

Los depósitos eólicos antiguos, se encuentran acumulados en diferentes puntos del' área de estudio y forman gruesos mantos de arena acarreada por el viento pobremente diagenizados, los que morfológicamente, forman 'colinas que están disectadas por una red fluvial dendrítica muy característica de la región. Están fijados por arbustos, lo que diferencia de los mantos eólicos recientes.

Depósitos Eólicos Recientes

Los depósitos eólicos recientes, son de gran importancia en la zona estudiada, si -se tiene en cuenta la magnitud de su evolución y propagación regional; constituyen barcanes en movimiento, dunas gigantes o mantos delgados de arena. En algunos lugares, la migración de los barcanes es retardada por la humedad del terreno, ya que una parte de las arenas se fusionan y se colmaban sobre un terreno húmedo y salobre. Las arenas que logran pasar estos obstáculos, son detenidos por la vegetación de los valles, y en algunos casos, forman barcanes o cerros de arena fósil. Ver foto 4.F8

FOTO 4.F8
DEPÓSITOS EÓLICOS RECIENTES.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Depósitos marinos recientes.

Están constituidos por las acumulaciones de cantos, arenas y limos del borde litoral, así como de las fajas playeras inundables que conforman lagunas Salinas.

Depósitos de playa.

Constituyen fajas angostas de arenas de playas recientes, comprendiendo las zonas de alta marea o limitados con cordones litorales.

Los cordones litorales.

Son depósitos de influencia marina y continental, formados por emersión de costas en la forma de pequeñas colinas de arenas, dispuestas longitudinal y paralelamente a la línea litoral. Las playas recientes, son fuente de aporte para los barcanes en movimiento. Ver foto 4.F9

**FOTO 4.F9
LOS CORDONES LITORALES.**



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

□ Depósitos lacustres.

Estos depósitos están conformados por antiguas marismas o llanuras de inundación que se encuentran en estado de colmatación con arenas eólicas (zona la bocana). Debido a esto las zonas más profundas están constituidas por lodos o arcillas bituminosas gris-negras, mientras que en la superficie son arenas salobres húmedas o costras de arena con caliche. Ver foto 4.F10

**FOTO 4.F10
DEPOSITOS LACUSTRES.**



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

4.1.8.1.2 Lote XIII B

En la región estudiada se exponen rocas sedimentarias metamórficas e ígneas con un rango cronológico comprendido entre el Pre-cambriano y Reciente, como se ilustra en la columna geológica generalizada. (Boletín N°32 INGEMMET).

Las unidades más antiguas de la columna geológica la componen el zócalo Pre-Cambriano y el Zócalo Paleozoico eoherciniano, que integran un complejo metamórfico – ígneo desarrollado en varias fases de metamorfismo regional (CALDAS, 1979).

Rocas de probables edades cretáceas y pertenecientes a la formación Chimú se exponen en el extremo noreste del área trabajada y las perforaciones petroleras han detectado su presencia en el subsuelo.

El desarrollo geológico del noroeste durante el Terciario se produjo por ingresos progresivos del mar hacia el este, como efecto de subsidencia producida por movimientos tafrogénicos. En la cuenca Sechura, estos movimientos se iniciaron en el Eoceno superior, cuyo desarrollo se tradujo en la emersión de la Cordillera de la Costa; actualmente representada por cerros Amotapes, la Silla de Paita, los cerros Los Illescas y las Islas Lobos de Tierra y Lobos de Afuera, y una amplia zona de hundimientos y de acumulación clástica hacia el este (Depresión Para - Andina) limitada por el frente occidental de los Andes.

La sedimentación en la cuenca Sechura fue interrumpida por diferentes movimientos tectónicos, con cambios en el estilo de acumulación, régimen que continuó hasta el Plioceno. Dichos movimientos estuvieron acompañados por una intensa actividad volcánica en la región cordillerana, que influyó en la composición de las rocas acumuladas en la cuenca.

Durante el Cuaternario la región ha estado sujeta a movimientos eustáticos que dan lugar a la formación de los Tablazos; los agentes de geodinámica externa han modelado los rasgos geomorfológicos.

➤ **Estratigrafía.**

❑ **Zócalo Precambriano.**

Se denomina bajo este término a las rocas expuestas en el Macizo, Illescas y que forman el basamento granulítico de la región conformando la arquitectura de un macizo cratónico. Geológicamente, viene a constituir la prolongación de la Cordillera de la Costa del Sur del Perú (BELLIDO Y NARVAEZ, 1960), atestiguando de este modo una unidad geológica en el margen continental del Perú (Figura 4.10)

Figura 4.10
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA BAJO PIURA.

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	COLUMNA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	
CENOZOICO	NEOGENO	HOLOCENO	DEP. MIXTOS ALUVIAL, EÓLICOS, MARINOS		arena de playas recientes comprendiendo las zonas de alta marea o limitados por los cordones litorales, conglomerados inconsolidados en una matriz areno-limosa o arcillas lenticulares.	
			PLEISTOCENO	EOLICO		mantos de arena eólica pobremente diagenizados
				ALUVIAL		conglomerado inconsolidado, con rodados de cuarcitas, volcánicos y rocas intrusivas
		MIOCENO	PLIOCENO	TABLAZO		conglomerados lumaquéllicos poco consolidados en matriz bioclástica o arenisca arcósica, y conglomerados coquíniferos
				HORNILLOS		areniscas arcósicas sacaroideas blanco-grisáceas fuertemente endurecidas por cemento calcáreo y microconglomerados coquíniferos
			MIOCENO	MIRAMAR		Predominancia de arenas o areniscas grises inconsolidadas, y pigmentadas casi en un 90% con óxidos de hierro, La base se inicia con un grueso conglomerado intraformacional sobre areniscas arcósicas duras con estructuras "nido de almejas" y rodados redondeados de cuarcitas en matriz arenosa
				ZAPALLAL		Consiste de areniscas arcósicas duras de grano fino a medio con moldes de pelecípodos (almejas), gasterópodos y en menor cantidad dientes de peces en oolitos fosfáticos capas fosfóricas intercaladas con paquetes de diatomita fosfática
		PALEOGENO	EOCENO	MONTERA		paquetes gruesos de conglomerados metamórficos en matriz areno-arcillosa, calizas de grano fino, La porción intermedia esta compuesta por areniscas, la parte inferior se compone de bancos gruesos de areniscas de grano grueso a medio, en matriz areno-arcillosa y abundante megafauna.
				CHIRA		areniscas beige de grano fino, ricas en foraminíferos e intercaladas con bentoníticas limonitizadas en la base areniscas limonitizadas; areniscas tobáceas gris beige con intercalaciones de areniscas dolomíticas
				VERDUN		En su base un conglomerado rojizo cementado con clastos redondeados a sub-angulosos en una matriz de microbrechas. Hacia arriba, siguen calcoarenitas dolomíticas orbitoidales que varían de amarillo a bruno en bancos macizos, de fragmentos bioclásticos.
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	LA MESA		calizas masivas color gris claro gradando hacia la base a areniscas gris verdosas y limonitas pardas amarillentas	
PALEOZOICO INFERIOR			METAMORFICOS Y PLUTONES INDIVISOS		Intercalacion de esquistos de bajo grado, filitas y cuarcitas esquistos de alto grado y migmatitas por granitos sintectonicos	
PRE CAMBIANO			METAMORFICOS DE ALTO GRADO		ortoneis tonalítico granitífero, anfibolitas, tonalitas foliadas	

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Las rocas que integran este conjunto están afectadas por un metamorfismo regional profundo (catazonal) sobre-impuesto por una nueva deformación: cizallamiento y recristalización durante la tectónica eoherciniana razón por la que su contacto con el material paleozoico se encuentra enmascarado. Este zócalo está constituido por gneises, anfibolitas y tonalitas.

❑ **Gneises.**

Los gneises, constituyen las rocas de mayor desarrollo que se observan dentro del material cratónico Precambriano. Petrográficamente, se trata de ortogneises tonalíticos grises, con definidos bandeamientos leucócratos cuarzo-feldespáticos y bandas melanócratas compuestas por biotita, muscovita y anfíboles, (hornblenda). Todo el conjunto está moteado por el desarrollo de nódulos de granate marrón rodeados por una aureola blanca feldespática, gradando a su vez a una tonalita con textura tal que semeja tratarse de una roca intrusiva encontrándose a través por vetas de pegmatita, principalmente compuesta por cuarzo y muscovita. Las observaciones de campo, así como el estudio macro y microscópico revelan que los gneises tonalíticos son productos de un metamorfismo regional muy avanzado.

❑ **Anfibolitas.**

En ciertos sectores, los gneises engloban fajas lenticulares de anfibolitas replegadas conjuntamente con las rocas encajonantes. Se atribuye el origen de las anfibolitas a la recristalización de diques básicos emplazados sintectónicamente y asimilados metamórficamente en un medio semi-fluido. Al microscopio, las anfibolitas muestran una textura holocristalina anfibólica, parcialmente poiquilíticas.

La roca se compone mayormente de hornblenda (hasta 90%) y de labradorita, con accesorios de clinzoisita o zoisita, esfenas, cuarzo y sericita. En algunas muestras se nota bandas de igual composición mineralógica, pero de diferente granularidad. Por la escala del relevamiento no se encuentra representada en el mapa geológico.

❑ **Tonalitas.**

Dentro del Zócalo Precambriano se han reconocido varios stocks de tonalita, asociados especialmente con los ortogneises tonalíticos, dos en el sector de las quebradas Nac, Nacupio y El Muerto, y tres a lo largo de la quebrada Chorrillos.

En forma general, las tonalitas tienen similares características litológicas, es decir son rocas gris claras de grano grueso, faneríticas y masivas, En la mayoría de los casos incluyen concentraciones lenticulares, melanocratas de placas de biotita, uniformemente orientadas.

Las tonalitas exhiben evidencias de fuerte presión, con fracturas en las que se han desarrollado biotita y muscovita; los granos de cuarzo presentan fuerte, extinción óptica.

❑ **Zócalo Paleozoico.**

Rodeando el núcleo .Pre-cambriano y constituyendo un anticlinorio en el Macizo de Illescas, se encuentra una serie metamórfica más joven, neo formada a partir de una serie sedimentaria pelítico-psamítica (probablemente depositada en el Paleozoico inferior), posteriormente tectonizada y metamorfizada durante la fase Eoherciniana, vinculada también a intrusiones sintectónicas. Esta se expone también en el sector noreste del área en estudio.

La serie paleozoica exhibe un intenso plegamiento isoclinal de rumbo N 10° a 20°, es decir de tendencia andina, con planos axiales inclinados opuestamente en los flancos noreste y noroeste del Macizo de Illescas.

Los anchos de los plegamientos varían entre 3 y 5 m. y están afectados por una marcada esquistocidad de flujo de plano axial, desarrollada en la parte superior del nivel estructural inferior, durante la Fase Eoherciniana. Esta estructuración está sobre impuesta por un fallamiento de desplazamiento de rumbo de juego sinistral y de diseño conjugado; asociado a su vez a una esquistosidad de fractura, desarrollada en el nivel estructural medio y que se asume asociado a la fase Neoherciniana.

Regionalmente, el material infrapaleozoico está constituido por una serie metamórfica de bajo grado, pero en el Macizo de Illescas se encuentran emplazados granitos sintectónicos, en cuyas periferias se han desarrollado esquistos de alto grado.

❑ **Serie Metamórfica de Bajo Grado.**

En los sectores noroeste y sureste del Macizo de Illescas se expone una serie litológica afectada principalmente por un intenso metamorfismo dinámico de unidades sedimentarias consistentes en lutitas y areniscas transformadas a esquistos de bajo grado, filitas y cuarcitas.

Estructuralmente, se encuentran afectadas por plegamientos isoclinales de tendencia N 20°0, cuyos planos axiales buzan hacia el noroeste en el flanco oriental del Macizo de Illescas y en el flanco occidental buzan opuestamente, estructuración que confirma la presencia de un domo metamórfico, cuyo núcleo lo componen las unidades más antiguas.

Se ha observado que las lutitas predominaron sobre las areniscas, de tal forma que los esquistos y filitas son las rocas más ampliamente desarrolladas, quedando las cuarcitas confinadas hacia las partes superiores de la secuencia.

Los niveles pelíticos son los que mayormente han sufrido los efectos del metamorfismo regional y térmico, de modo que es destacable la interposición de filitas o esquistos micáceos con cuarcitas

Las filitas están constituidas por finas laminaciones, Negro-azulinas, mayormente fisibles y astillosas, con superficies lustrosas, debido al flujo dinámico sufrido durante el metamorfismo regional. Cada superficie de flujo está, marcada por finas y microscópicas estriaciones según el movimiento. Por meteorización, las filitas exhiben finísimas hojas o "estructuras de papel", sumamente fisibles y frágiles.

En ciertos niveles ocurren interposiciones de areniscas tobáceas poco, metamorizadas y algo deleznable por la alteración intempérica. Estos sedimentos muestran una textura porfidoclástica, con fenoclastos blanquecinos por el contenido de materiales piroclásticos, en una matriz areno – arcillosa gris-verdosa.

Hacia los niveles inferiores aunque sin conocerse la base, ocurren algunas intercalaciones de cuarcitas cruzadas por vetillas de cuarzo, pero sin afectar a las capas de filitas o esquistos. Estas venas de cuarzo provienen de la propia fusión de las cuarcitas debido a los esfuerzos comprensivos.

Al microscopio, las filitas muestran texturas microholocristalina bandeadas y contiene en unos casos a la sericita como mineral esencial predominante, alcanzando hasta un 70%; en otros casos, el cuarzo es el más abundante, llegando hasta un promedio de 75%, mientras la biotita y el cuarzo secundario completan el resto de la playa. Las filitas exhiben indicios de intensa milonitización con características de superposición lítica, entre la estructura milonítica y el esquivo en formación; se observan además, bandas paralelas de diferente composición mineralógica, con predominancia de minerales filicos en unos casos o cuarzo en otros.

Los esquistos de bajo grado tienen una composición mineralógica similar a la de las filitas, diferenciándose en estas últimas en el grado de recrystalización. La sericita y el cuarzo constituyen el 75% de la playa, estando el resto de masa conformada por biotita y cuarzo secundario; en pocas muestras se destacan cantidades apreciables de cordierita. Estas rocas muestran una textura esquistosa granoblástica.

Las cuarcitas poseen en algunos casos textura granular con cemento silíceo holocristalino, pero en otros es porfidoblastica microsaturada. La roca está compuesta

predominantemente por 90-98% de cuarzo, con 2 a 10% de feldspatos y a veces trazas de minerales máficos.

Sin embargo, otras muestras contienen además minerales accesorios tales como, zircón y opacos, con 60% de minerales secundarios entre cuarzo, sericita, biotita y moscovita. Se tienen evidencias que las rocas originales fueron areniscas con cemento argilítico, posteriormente reemplazadas por cuarzo y biotita, siendo la sericita un relicto de arcilla original, que finalmente resultó en una fábrica pseudoporfirítica, debido al desplazamiento de la roca en su propio isótropo, generando fricción entre sus granos.

❑ **Granitos Sintectónicos.**

En las vertientes occidental y oriental del Macizo Illescas se encuentran emplazados stocks de granitos más jóvenes que las tonalitas del Zócalo Precambriano.

El principal cuerpo de granito se expone entre Punta Shode y la quebrada Nac, de donde se prolonga en solución de continuidad hasta las proximidades de la playa Nac. Otra exposición importante se destaca en el curso superior de la quebrada Montera y una pequeña punta cerca al curso inferior de la quebrada Satuyo.

El estudio petrográfico de láminas delgadas indica las siguientes características:

El granito de la vertiente Occidental del Macizo Illescas muestra una textura holocristalina gneisoide, con 47% de ortosa y 40% de cuarzo como minerales esenciales, como accesorios muscovita, biotita y plagioclasa; se observa intensa deformación de sus componentes mineralógicos debido a la presión, y mostrando un cierto grado de metamorfismo. La adamelita marginal exhibe textura holocristalina xenomórfica, contiene 4,0% de plagioclasa, 30% de cuarzo y 20% de ortosa entre los componentes esenciales y como minerales accesorios predomina la muscovita, cantidades menores de berilo, sillimanita y sericita; como en el caso anterior la roca muestra intensa de formación por procesos comprensivos.

El granito de la vertiente oriental de los Illescas (área de la quebrada Montera) presenta textura holocristalina, hipidiomórfica, parcialmente suturada; teniendo a la microclina y al cuarzo como minerales esenciales, con 45% y 44%, respectivamente; los minerales accesorios son: muscovita, biotita, plagioclasa, sagenita, zircón y esfena y como productos secundarios epidota y sericita. La roca da muestra de haberse generado en ambiente de gran presión, dada la intensa deformación del cuarzo, plagioclasa y microclina.

❑ **Esquistos de Alto Grado y Migmatitas.**

En el sector del Macizo de Illescas, entre la Playa Nunura y la quebrada Satuyo se encuentran expuestos esquistos pelíticos marcadamente exfoliados que contienen minerales de alta temperatura tales como biotita, andalucita y estauroлита en desarrollos porfidoblásticos habiéndose desarrollado alrededor del granito de la quebrada Montera procesos de migmatización; estas rocas están limitadas por el lado suroeste por gneises, y granitos sintectónicos, mientras que hacia el noreste pasan gradualmente a la secuencia metamórfica de bajo grado antes descrita en tanto que en la quebrada Nunura ambos conjuntos están limitados mediante una falla.

La intrusión sintectónica ha producido tres tipos micaesquistos, esquistos cuarzosos y migmatitas:

Los micaesquistos están constituidos por hojuelas de biotita y muscovita en laminaciones melanogratas, grises. En gran parte los micaesquistos se encuentran plagados de porfidoblastos gris-rosados de andalucita y estauroлита de gran desarrollo y dispuestos radialmente.

Los esquistos cuarzosos son el resultado de un avanzado grado de recristalización y tectonismo de materiales psamíticos, los mismos que gradan lateralmente a las cuarcitas de la serie metamórfica de bajo grado. La composición mineralógica, predominante es el cuarzo, aunque, algunas fajas anchas de esquistos cuarzosos contienen también cristales de estauroлита y andalucita y probablemente la matriz argilácea de las areniscas originales dio lugar a la neoformación de estos minerales. Estas rocas están cruzadas por delgadas venillas de cuarzo sintectónico: y post-tectónico.

Las migmatitas se encuentran mejor representadas alrededor del granito sintectónico de la quebrada Montera; se han desarrollado por inyección lit par lit o capa por capa del material granítico en los esquistos de alto grado paleozoicos, imponiéndoles un carácter metamórfico más avanzado, de tal forma que está compuesta por alternancia rítmica entre material cuarzo feldespático y micáceo oscuro. Los contactos con las rocas de caja son graduales, desde la aparición de las primeras vetas de pegmatita (provenientes del stock granítico) que cruzan a los esquistos de alto grado hasta pasar a una roca definitivamente gnéisica cerca del contacto con el Plutón.

❑ **Intrusiones Hipabisales.**

En el sector meridional del 'Macizo de Illescas se ha emplazado un enjambre de diques, petrográficamente consistentes en dioritas, diabasas y lamprófidos, los mismos que intruyen a los zócalos precambriano y paleozoico.

Los diques siguen un sistema N 65° - 70° E á E-0 y debido a la erosión diferencial están alineados en forma de crestas oscuras más e menos empinadas y agudas que contrastan con la topografía menos agreste que presentan las rocas de caja.

La tendencia estructural del enjambre de diques se considera el resultado de una distensión regional, efecto de una comprensión NE - SO, al que está relacionado también el fallamiento de desgarre que afecta a las rocas metamórficas del Macizo de Illescas.

La restricción del enjambre de dique en la parte meridional del Macizo de Illescas, donde se encuentran emplazadas las rocas metamórficas, de alto grado y las unidades plutónicas, probablemente se debe a la rigidez de esta parte del macizo, pues es conspicuo que el sistemas de fracturamiento que controló el emplazamiento de los diques, afecta a todo el macizo, pero dichas rocas no se encuentran asociadas a la serie metamórfica de bajo grado del sector norte.

Las diabasas son gris-mesócratas, parcialmente faneríticas y masivas. El estudio de láminas delgadas destaca fenocristales de plagioclasa totalmente reemplazadas por sericita y clorita; los productos secundarios son epidota, stilbita, zoisita y hornblenda, que en conjunto asignan a estas rocas una textura porfírica con matriz reticulada y de reemplazamiento. Las dioritas, son verdes melanócratas, afaníticas y masivas.

a) **MESOZOICO.**

En el Macizo de Illescas, así como en la Depresión Para-andina, no se encuentran representadas rocas mesozoicas, aunque el pozo exploratorio Inca de la ex-I. P. C. detectó su presencia debajo de la cuenca terciaria. Estas rocas deben corresponder a la secuencia cuarcítica que se expone en el ángulo noreste del cuadrángulo La Redonda, la misma que se extiende a los cuadrángulos vecinos, reconocida por L. Reyes como formación Ñaupe, (inédito).

□ **Formación CHIMÚ.**

En el cerro Morante (esquina noreste del cuadrángulo La Redonda), sobre la serie metamórfica de bajo grado del Paleozoico; sobreyace una secuencia constituida por cuarcitas recristalizadas, en bancos medianos de 20 a 50 cm. y de grano fino, teniendo basalmente una secuencia abigarrada compuesta por limolitas y areniscas. Estructuralmente, constituye el flanco occidental de un anticlinal con eje N-S, que varía a SO-NE y con buzamientos entre 60 y 80°.

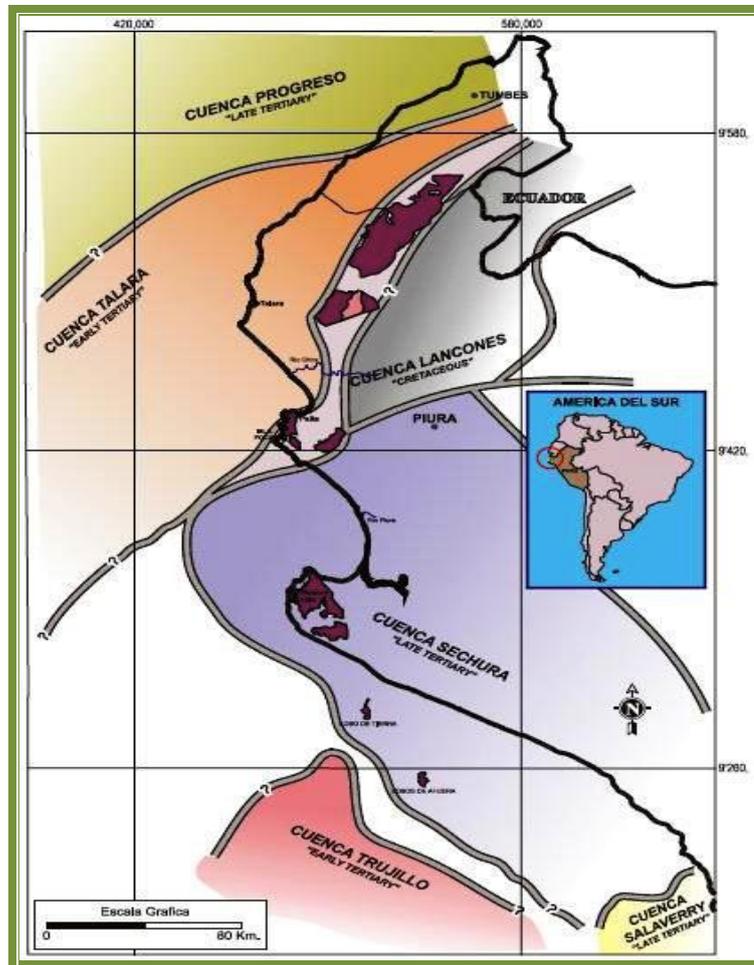
□ **Formación La Mesa (Ks-M).**

Situado, sobre la serie metamórfica de bajo grado del Paleozoico inferior sobre yace una secuencia constituida por calizas masivas color gris claro gradando hacia la base a areniscas gris verdosas y limonitas pardas amarillentas.

b) CENOZOICO.

Los depósitos terciarios del margen continental del Perú constituyen típicas acumulaciones elásticas depositadas en una cuenca marina de plataforma. Ver Figura 4.1P

Figura 4.1P
CUENCAS SEDIMENTARIAS DEL NORESTE DEL PERÚ



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

La trasgresión del Terciario en el Noroeste del Perú se llevó a cabo en forma paulatina hacia el este donde el ingreso del mar hacia tierra firme se desarrolló a medida que los fallamientos tafrogénicos se fueron acentuando.

La invasión marina alcanzó a cubrir primero la cuenca Talara, depositándose las formaciones correspondientes al Paleoceno y al Eoceno inferior y, recién en el Eoceno superior, cuando estos callamientos se extendieron hacia el sureste, inició su desarrollo la Cuenca Sechura, comportándose el Macizo de Illescas a manera de horsts, y manteniéndose como una Isla posiblemente unida a las actuales islas Lobos de Tierra y Lobos de Afuera.

En estas condiciones, la cuenca terciaria se hundía paulatinamente a medida que los depósitos iban acumulándose afectados por esfuerzos compresivos epirogénicos, originándose discordancias que marcan cambios en el estilo de la acumulación clástica. Este carácter se mantuvo hasta el Pleistoceno, cuando el mar inició su definitivo retiro dando lugar a la formación de los Tablazos.

❑ **Formación Verdún.**

La denominación corresponde a IDDINGS y OLSSON (1928) quienes describieron unas areniscas macizas y lutitas yesíferas en los alrededores de Verdún en la región de Talara y que afloran en grandes extensiones en el valle de Pariñas; y en Milla Cuatro. En el área estudiada, sus afloramientos quedan restringidos a los flancos del Macizo de Illescas, acumulados escalonadamente sobre superficies de abrasión en forma de terrazas (Foto 4.F11).

FOTO 4.F11
FORMACIÓN VERDÚN.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Las evidencias del campo indican que el Macizo de Illescas se levantó sincrónicamente con una sedimentación de materiales calcáreos de ambientes litorales, dejando en las vertientes de dicho macizo cuatro terrazas de abrasión labradas sobre las unidades del

complejo metamórfico, en tanto que la superficie está cubierta por sedimentos eocenos. Las terrazas de edad Verdún se han denominado Tve I, Tve 2, Tve 3 y Tve.4 (ZUÑIGA y RIVERO, 1970) siendo la Tve I la más antigua y más alta; ubicada a 370 m.s.n.m. y la inferior a nivel del mar, en forma similar como se han desarrollado las terrazas marinas de San Juan-Yauca, (BROGGI, 1946) en el sur del Perú o los Tablazos pleistocénicos del noroeste del Perú, es decir como resultado de levantamientos epirogénicos en pulsaciones más o menos rítmicas e intervalos bastante regulares.

Los grosores de la formación Verdún varían de una terraza a otra debido en parte a la erosión; proceso que ha jugado un papel mínimo ya que las capas que cubren las terrazas de abrasión labradas sobre el basamento metamórfico" mantienen sus grosores con bastante uniformidad y solo están disectadas por las quebradas que bajan del macizo.

Litológicamente las diversas terrazas son bastante similares y en su base se inician con un conglomerado rojizo de tinte púrpura bien cementado proveniente exclusivamente del complejo metamórfico, con clastos redondeados a sub-angulosos de diferentes dimensiones, dispuestos en una matriz de microbrechas de igual composición que los fenoclastos encontrándose el conjunto cementado con material carbonatado. Hacia arriba, siguen calcoarenitas dolomíticas orbitoidales que varían de amarillo a brunáceo en bancos medianos a macizos, compuestas esencialmente de fragmentos bioclásticos recristalizados a calcita o dolomita que engloban litoclastos angulosos pequeños de rocas metamórficas y cuarzo.

En menor proporción se presentan fenoclastos angulosos del mismo tipo de roca, incluyendo también grandes caparzones de lamelibranquios fosilizados consistentes mayormente en ostreas. Son frecuentes las intercalaciones de coquinas y lumaquelas de foraminíferos reemplazados por dolomita. La terraza Verdún 3 es la mejor desarrollada, presentando una superficie algo ondulada y ligeramente inclinada al mar. Los paquetes calcáreos, cubren los conglomerados que rellenan antiguas quebradas que bajaban del Macizo de Illescas, pero en las zonas planas descansan directamente, sobre superficies intemperizadas labradas en las rocas metamórficas. En el primer caso, la formación Verdún exhibe sus mayores grosores alcanzando hasta 50 m., pero en el segundo caso solo tiene pocos metros y forma una topografía ondulada constituida por bloques calcáreos a manera de adoquines originados por el intenso diaclasamiento.

El estudio micro-petrográfico de muestras procedentes de la terraza Verdún 3, señala que gran parte de las rocas se componen de calcoárenitas fosfatadas, conteniendo 90% de dolomita y cantidades menores de calcita que reemplazan materiales

bioclásticos; sin embargo en algunos casos el 40% de la muestra está compuesta por restos fósiles. Existen pocos ejemplos donde el 60% de la masa se compone de clastos de cuarzo, plagioclasa, micas, piroxenos, algunos granos de zircón y esfena dentro de una matriz recristalizada de dolomita.

La terraza Verdún 4 es la segunda en importancia y se encuentra bien expuesta en los alrededores de la punta Shode, de donde se prolonga en solución de continuidad hasta punta Bapo, sus afloramientos quedan comprendidos entre los 100 m. y el nivel del mar, el tipo de sedimentación es algo diferente a las terrazas más antiguas. En las proximidades de las puntas Shode y Blanca, el conglomerado está presente en algunos casos y a veces los sedimentos calcáreos descansan directamente sobre las rocas metamórficas y consisten de intercalaciones de areniscas calcáreas muy fosilíferas de color gris amarillentas, grano medio a grueso, en capas moderadas y duras, con paquetes de areniscas coquiníferas menos compactas, con abundante microfauna y de tono amarillo ocre. Lateralmente, pasan a interdigitaciones de calizas masivas gris-amarillentas, parcialmente interpuestas con areniscas amarillentas y algo friables.

En los alrededores de la quebrada Nunura y playa homónima, la terraza Verdún 4 presenta una litología algo diferente: constituida por areniscas coquiníferas amarillentas, moderadamente friables e interpuestas rítmicamente con horizontes de areniscas en bloques nodulares, perfectamente alineados que destacan notablemente por el intemperismo. Estos paquetes se hallan superpuestos con fuerte discordancia por areniscas y esíferas y tobos blancas pertenecientes a la formación Miramar.

En los acantilados del sector de Punta Aguja, la terraza Verdún se compone mayormente de gruesas areniscas bioclasticas duras, amarillo-grises, pobremente estratificadas y capas lenticulares de lumaquelas de foraminíferos.

❑ **Formación Chira.**

La denominación proviene del valle del Chira, donde fue descrita como grupo Chira-Verdún (IDDINGS y OLSON, 1928.); posteriormente para la Cuenca Talara GONZALEZ, (1976) postula cuatro ciclos de sedimentación en el Eoceno, correspondiendo a la formación Chira el cuarto ciclo.

La formación Chira sólo aflora en los acantilados comprendidos entre las inmediaciones de punta Lagunas y punta Tric-Trac; en punta Tric - Trac se halla en contacto de falla con la formación Montera, donde ambas unidades están cubiertas discordantemente por la formación Miramar o el Tablazo Lobitos.

El intenso fallamiento en bloques, la monotonía litológica de los niveles lutáceos y lo discontinuo de sus afloramientos, dificultan establecer, tanto la secuencia estratigráfica, como su grosor total (Foto 4.F12).

FOTO 4.F12
FORMACIÓN CHIRA



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Los autores calculan su grosor en 151.80 m., mientras ZUÑIGA y RIVERO (1970), midió 162.40 m., estimándose en términos generales que su grosor es menor de 150 m.

El contacto basal con la formación Verdún no ha sido observado, pero en los pozos exploratorios de la Cuenca Sechura, su paso es gradacional hasta alcanzar las características litológicas propias de la formación Chira. Se han diferenciado tres porciones secuenciales en términos de la litología predominante:

La sección inferior se compone de areniscas sumamente fosilíferas, en capas delgadas blanco-beiges, moderadamente cementadas e interpuestas por areniscas limonitizadas; continúan verticalmente areniscas tobáceas gris beiges con abundante contenido de foraminíferos, bien conservados, con intercalaciones de areniscas dolomíticas blancas, duras de grano fino y aspecto sacaroideo, que se presentan también en forma de diques sedimentarios.

En la parte más alta predominan areniscas beiges de grano fino, ricas en foraminíferos e intercaladas con capas bentónicas limonitizadas; en esta parte se presenta un paquete muy característico, consistente en un banco de 1.50 m. de areniscas sacaroideas y calcáreas de color blanco-amarillento y en bloques nodulares grandes, algo achatados con disyunciones en forma de septarias rellenas por venillas de calcita, donde la matriz consiste exclusivamente de coprolitos, dientes de tiburón y fragmentos óseos de peces.

La sección intermedia consiste de una secuencia algo monótona de lutitas bentónicas gris-beiges, sumamente frágiles y finalmente laminadas como las llamadas "lutitas

papel". Ocurren algunas interrelaciones de areniscas gris plomizas o blanco-amarillentas y en la parte intermedia hay un paquete de 1 m. de arenisca nodular gris-marrón muy dura, de disyunción esferoidal dolomita.

La sección superior está compuesta por lutitas diatomáceas gris-marrones (muy plásticas cuando se humedecen) con escasas intercalaciones de capa de areniscas arcósicas que lateralmente pasan a nódulos estratificados la parte más alta está representada por lutitas cineríticas gris-marrones con venillas de yeso; areniscas tobáceas muy finas gris blanquecinas y delgadas capas bentoníticas muy plásticas, que finalmente terminan truncadas por la falla Tric-Trac.

Además de la sección de Bayovar arriba descrita, existen dos localidades donde afloran rocas que se consideran pertenecientes a la formación Chira. La primera se ubica en el sector de Punta Aguja, cerca a. los tanques de almacenamiento de PETROPERU y en la depresión labrada sobre la terraza Verdún 3; la parte basal consiste esencialmente de capas delgadas de areniscas dolomíticas blanco-amarillentas con gran cantidad de espículas, que encima pasan a grandes bloques nodulares achatados de areniscas blancas de la misma composición, muy similares a los bloques que incluye la formación Chira en los acantilados de Bayovar conteniendo en ambos casos *Stichocassidulina thalmani*, y hacia el techo pasan a lodolitas amarillentas en finas laminaciones con fracturas de desecación. Dichos paquetes sedimentarios rellenan el graben que afecta a la formación Verdún, lo cual sugiere fallamientos intra-eocénicos. La segunda localidad se encuentra en el curso inferior de la quebrada Chorrillos (Reventazón) donde los afloramientos consisten de bancos gruesos de areniscas calcáreas blanquecinas, de grano medio a grueso, con fauna relacionada al Eoceno superior, en el extremo oriental del afloramiento, pasan a una acumulación caótica de grandes bloques de rocas metamórficas, tonalitas y areniscas con similar litología que las que se acaban de describir, lo que indica desprendimientos en el Macizo durante la deposición de esta unidad.

➤ ***Ambiente de sedimentación.***

La naturaleza litológica y la abundancia de foraminíferos de la formación indican acumulación en aguas tranquilas calidas, algo profundas pero oscilantes. Sin embargo, por lo menos en las etapas iniciales ocurrieron dislocamientos sinsedimentarios, como lo evidencian los diques de areniscas, el graben de la terraza Verdún 3 relleno por sedimentos de edad Chira y las avalanchas de rocas registradas en Reventazón.

Por otro lado, probablemente el "mar Chira" en alguna época logró cubrir los Illescas y una intensa actividad volcánica de naturaleza piroclástica de la región cordillerana del

este, influyó notablemente en la naturaleza composicional de los sedimentos: acumulación de lutitas bentoníticas areniscas tobáceas, etc.

a) Formación Montera.

La denominación corresponde a A. Werenfels (RUEGG y NARANJO, 1970), quien midió una sección de 25 m. en la quebrada Montera, contigua al flanco oriental del Macizo de Illescas; posteriormente OLSSON (1932) estableció su rango cronológico en base a estudios paleontológicos. Los mejores afloramientos se encuentran en los cerros de Dos Bultos a manera de mesetas que se levantan en la desembocadura de la quebrada Montera.

La formación Montera también se encuentra expuesta en los acantilados marinos del área de Bayovar, desde punta Tric-Trac (fallada contra la formación Chira) hasta punta Zorro, donde termina cubierta por la formación Zapallal. Otros pequeños afloramientos se han reconocido en la proximidad, al antiguo muelle de Bayovar y al lado de la ciudad de Sechura.

El grosor de esta unidad no ha sido calculado con exactitud por no contarse con una sección completa. En la localidad típica se calculó un grosor de 60 m. al no observarse su base debido a que se halla cubierta, en tanto que su techo infrayace en discordancia erosional debajo de la formación Hornillos. En los acantilados marinos donde se observa en contacto con la formación Zapallal, se estima 57-50 m., pero faltan los niveles inferiores por estar fallada contra la formación Chira; ZUÑIGA y RIVERO (1970) estimaron un grosor total de 218.20 m., integrando las secciones en ambas localidades; sin embargo, mas hacia el este, los pozos exploratorios indican grosores mayores.

La formación Montera se caracteriza por la lenticularidad de sus diferentes niveles litológicos, producto de rápidos cambios de facies; esto dificulta precisar la correlación de los niveles de un sector a otro, pero dada la marcada zonación fosilífera es posible establecer cierta correspondencia.

En la localidad típica, la parte inferior se compone de bancos gruesos de areniscas amarillo-gises o gris-beiges, de grano grueso a medio, consistentes en granos de cuarzo o feldspatos, pequeñas cantidades de minerales máficos, en matriz areno-arcillosa y abundante megafauna. Interpuestas se encuentran areniscas poco consolidadas, de grano fino, limonitizadas y horizontes lenticulares de conglomerados.

La porción intermedia está compuesta por alternancias de areniscas blanquecinas, friables y parcialmente microconglomeráticas. Ocurren interposiciones de

conglomerados conchíferos amarillo-ocres, con abundante megafauna, principalmente gasterópodos y lamelibranquios.

La parte superior de la secuencia culmina con paquetes gruesos de conglomerados rojizos, predominantemente con fenoclastos de cuarzo, cuarcitas y rocas metamórficas en matriz areno-arcillosa. Son comunes las interposiciones de areniscas tobáceas poco consolidadas de coloraciones amarillentas y blanquecinas. La sección culmina con calizas descarbonatadas, amarillo-blanquecinas de grano fino, por lo que se erosionan por deflación.

La formación Montera de los acantilados marinos tiene las siguientes características litológicas:

La sección inferior consiste en interposiciones de bancos de areniscas de color amarillo y de grano fino a medio, con calizas clásticas en capas delgadas muy fosilíferas y areniscas coquiníferas con abundante macro y microfauna. El cuarzo en granos angulosos o subredondeados es el componente predominante, distribuido en una matriz arena-arcillosa y cementada por material carbonatado.

En la porción intermedia hay un predominio de areniscas de grano medio, de tonos amarillo-grisáceos, con gran cantidad de turrítelas, anélidos y ostras. Son frecuentes también nódulos lenticulares de areniscas duras de grano medio con cemento calcáreo y bancos duros de conglomerados coquiníferos y areniscas amarillo-verdosas o amarillo-grises, con abundante mega y microfauna.

En la porción superior, la litología consiste en intercalaciones de calizas arenosas o areniscas calcáreas fosilíferas con areniscas tobáceas amarillentas friables y un horizonte de diatomitas blancas.

En Sechura, aflora un paquete delgado de areniscas calcáreas blanco-amarillentas, duras y de grano medio, seguido hacia arriba por coquinas porosas, compuestas en un 100% por materiales bioclásticos.

➤ ***Ambiente de sedimentación.***

Tanto la Litología, como el contenido faunístico de la formación Montera, indican condiciones litorales de sedimentación y cierta vinculación a un volcanismo ácido continental. La lenticularidad que caracteriza a los niveles litológicos, con cambios rápidos tanto verticales como laterales, se asume que sea el producto de variaciones continuas en la dirección de las corrientes marinas, asociadas a constantes movimientos eustáticos.

De igual forma, el abundante contenido faunístico que exhibe la formación en las proximidades del Macizo de Illescas, indica la proliferación de vida bentónica en las fajas litorales (ZUNIGA y RIVERO, 1970) lo que caracteriza también a la formación Zorritos.

a) Formación Zapallal.

Dentro de la columna estratigráfica terciaria en la Cuenca Sechura, la formación Zapallal es la secuencia de mayor grosor y extensión regional, y producto de una sedimentación rápida y una trasgresión más amplia. En la formación Zapallal puede diferenciarse dos miembros:

□ Miembro Inferior.

La base del miembro inferior está expuesta en el acantilado de Punta Zorro, en contacto gradacional con la formación Montera, mientras en el fondo de la Depresión Salina Grande se identifica la parte alta, muy importante por estar vinculada con niveles lenticulares de areniscas fosfatadas.

Como resultado de las exploraciones llevadas a cabo por el geólogo Cheney de la ex-Compañía Minera Bayovar S.A., especialmente entre el Estuario de Virrilá y la Depresión Salina Grande y el pozo perforado por el I.G.P. en el fondo de esta última, se ha establecido una secuencia de distribución local con cambios rápidos en las facies sedimentarias en la formación Zapallal, tal como lo evidencian también regionalmente los pozos exploratorios por petróleo. Según el citado geólogo, la litología de la parte superior del miembro consiste de los siguientes niveles litológicos de abajo a arriba Diatomina tobácea, Zona mineralizada Diana y Tobas grises.

□ Miembro Superior.

Es la secuencia mejor expuesta de la formación Zapallal, aflora en las escarpas de abrasión del Tablazo Talara (ceranía de las dunas Julián Grande y Chico, Salinas Zapallal) y en la Depresión Salina Grande, de donde se extiende hasta la quebrada Namuc. También se considera perteneciente a este miembro a los afloramientos de diatomitas yesíferas expuestas en la quebrada Nunura, en discordancia angular sobre la formación Verdún.

En el miembro superior, el geólogo Cheney identificó cinco paquetes litológicos que en orden ascendente son: Areniscas Huecos de Almejas (Clambore Sandstone), Zona Mineralizada Cero, Diatomita Inca, Zona Mineralizada, Minerva, Diatomita Quechua y Diatomita Estéril.

➤ **Arenisca huecos de almejas - (clambore sandstone).**

Es la unidad de más fácil identificación dentro de la formación Zapallal, pues consiste de areniscas arcósicas duras de grano fino a medio con moldes de pelecípodos (almejas), gasterópodos y en menor cantidad dientes de peces en oolitos fosfáticos. En su porción superior pasa a niveles conglomeráticos oxidados, con clastos principalmente de cuarcitas y areniscas, cuyos elementos menores rellenan los vacíos tabulares o moldes externos de almejas así como las oquedades de disolución, probablemente producidos por el descenso de soluciones ácidas.

Este nivel conglomerático cubre una discordancia erosional relacionada a un levantamiento epirogénico de la Cuenca Sechura; así en la Depresión Salina Grande yace con ligera angularidad, sobre el miembro inferior debiéndose probablemente a un combamiento producido por movimientos.

❑ **Zona Mineralizada Cero.**

Este paquete yace en contacto gradacional sobre la arenisca "Huecos de Almejas", aunque en sectores limitados se presenta una delgada capa de diatomita entre ambos niveles. Consiste en capas de fosforita de grano grueso, pobremente clasificada; contiene más granos de arena que los otros niveles. Este nivel tiene dos capas características, una capa inferior fosfórica, denominada Cero y otra superior diatomita fosfática de oolitos. El grosor promedio es de 7 m., con un tenor de 9% de P2O5.

❑ **Diatomita inca.**

Se compone esencialmente de diatomeas sin ningún contenido de impurezas, salvo escamas de peces, espículas de esponjas y hojas de algas, todas fosfatadas; es de color marrón brillante y de lustre resinoso. Este nivel exhibe su mayor grosor en el sector occidental del área y se adelgaza hacia el noreste.

❑ **Zona mineralizada minerva.**

Consiste en oolitos de fosforita, pobremente clasificados, pareciéndose a la zona Mineralizada Cero, pero con menor cantidad de impurezas de arenas y limos. Contiene abundante restos óseos, escamas de peces y en algunas capas, grandes huesos de ballena, donde exhibe el mayor grosor (7 metros) tiene una ley de 10.3%, de P2O5, mientras hacia el este la sección disminuye considerablemente y su ley es de 5.6% de P2O5.

❑ **Diatomita quechua.**

Se compone mayormente de diatomeas, bastante puras con una o más capas de fosforita. Su máximo grosor es de 15 m., registrado en el lado noreste de la Depresión

Salina Grande. Contiene además, muchos huesos y dientes fosfatados de peces y granos grandes de cuarzo.

➤ **DIATOMITA ESTÉRIL.**

Es bastante pura, de color blanco; en capas delgadas y muy livianas; esta pigmentada con manchas amarillas o anaranjadas, hasta rojizas, pero en el Área próxima a la quebrada San Andrés, muestra fajas de color verde-olivo que se considera producidas por oxidación de materia orgánica.

➤ **AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN.**

La formación Zapallal muestra evidencias de una deposición de aguas someras, por sus características litológicas se deduce que existió variación de facies, desde ambientes neríticos al oeste hasta semicontinentales al este (RUEGG y NARANJO 1970), debiendo tenerse en cuenta que estas últimas condiciones también estuvieron presentes en las márgenes de la Cordillera de la Costa que jugó el papel de un intrageanticlinal.

La presencia de areniscas arcósicas perforadas por litófagos y conglomerados con elementos extraños, tanto en la mitad superior como en el tope, indican levantamientos epirogénicos que dieron como consecuencia la formación de ciertas áreas sujetas a retrabajo, con aportes de materiales desde tierra firme. Estos levantamientos deben haber estado relacionados a las fases paroxismales del Mioceno registrados en los volcánicos continentales de la región cordillerana que también influyó en la composición de los sedimentos, como lo evidencia la predominancia de areniscas tobáceas, diatomitas y capas de bentonitas.

a) Formación Miramar.

La denominación fue tomada de la localidad de Miramar, ubicada a 16 km. al noreste de Sechura, desde donde se extiende en solución de continuidad por toda el área estudiada.

El contacto inferior es una marcada discordancia erosional, generalmente con el miembro superior de la formación Zapallal, pero en los acantilados marinos yace sobre las formaciones Chira o Montera. Subyace con igual relación a los Tablazos, pero en el flanco oeste de la pampa Yapato y extremo sur de la Depresión Salina Grande está cubierto discordantemente por la formación Hornillos, del Plioceno.

El grosor de la unidad varía de un sector a otro, debido a las erosiones post-Miramar y pre-Tablazos. El mayor grosor se observa en la localidad típica y en el corte de la carretera Bayóvar - Morrope, alcanzando un promedio de 25 m., en otros lugares los grosores son menores. Ver foto 4.F13

FOTO 4.F13
FORMACIÓN MIRAMAR.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Así mismo, la litología de la formación varía lateralmente debido a la lenticularidad de sus diferentes niveles, característica de las formaciones terciarias del noroeste peruano; sin embargo, la formación Miramar se distingue por la predominancia de arenas o areniscas grises inconsolidadas, y pigmentadas casi en un 90% con óxidos de hierro.

En el corte de la carretera Sechura-Piura y debajo del poblado de Miramar, sin conocerse la base, la secuencia se inicia con conglomerados aluviales oxidados, poco consolidados, en matriz arenosa; interpuestas se tienen capas lenticulares de arena; hacia arriba siguen capas delgadas de areniscas sumamente friables, en laminaciones cruzadas y escasamente cementadas, luego paquetes, lenticulares de conglomerados que finalmente gradan a areniscas grises de grano fino a medio y parcialmente oxidadas.

Esta secuencia pasa lateralmente a interposiciones de areniscas amarillas inconsolidadas y lodolitas con estructura convoluta, lo que sugiere que los conglomerados representan una estructura sedimentaria del canal, probablemente estuarina.

En el sector de Yapato, a 3.5 Km. al noreste de Miramar, se exponen areniscas ferruginosas friables y laminadas, que pasan a lutitas diatomáceas blancas interpuestas con lodolitas verdosas cubiertas por el tablero Lobitos.

En la parte baja de la Loma del Viejo. (Parachique), esta unidad se encuentra combada, y se compone de areniscas amarillentas poco consolidadas, en paquetes gruesos, de estratificación cruzada e interpuestas con laminaciones delgadas de

Iodolitas blanco-beiges, que truncan diapíricamente a las areniscas inconsolidadas. En el corte de la carretera Bayovar-Morrope, la formación Miramar se encuentra limitada discordantemente al techo y la base por las formaciones Hornillos y Zapallal (miembro superior), respectivamente.

La base se inicia con un grueso conglomerado intraformacional sobre areniscas arcósicas duras con estructuras “nido de almejas” y rodados redondeados de cuarcitas en matriz arenosa; contiene restos óseos de mamíferos y colmillos fosfatados de focas, siguen verticalmente coquinas con cemento calcáreo e intercalaciones de areniscas diatomáceas, finalizando la secuencia con 20 m. de tobas blancas.

En la parte baja de las dunas Los Perritos está expuesta la parte superior, con areniscas nodulosas bastante desarrolladas, las mismas que pasan a la quebrada Namur y se caracterizan por contener grandes, restos óseos de costillas y fémur de mastodonte.

➤ **AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN.**

La predominancia de arenas o areniscas inconsolidadas, con estratificación cruzada, muestra una sedimentación de ambientes litorales, probablemente relacionadas a la fase tectónica intramiocena registrada dentro de los volcánicos de la región cordillerana y estos últimos influenciarían en la sedimentación marina.

El contenido de restos de mamíferos terrestres asociados con fauna bentónica corrobora la existencia de áreas muy próximas a tierra firme.

a) Formación Hornillos.

En el presente trabajo, se describe con esta denominación a una competente secuencia clástica expuesta en las partes bajas del cerro Los hornillos (en la vertiente oriental del Macizo de Illescas). Inicialmente, fue denominada formación Sechura (ZUÑIGA y RIVERO, 1970) pero dado que esta unidad no está expuesta en Sechura, se ha adoptado la denominación de formación Hornillos.

En la localidad típica, suprayace con fuerte discordancia erosional a la formación Montera y morfológicamente sus afloramientos constituyen prominentes mesetas reconocidas como cerros Dos Bultos, en tanto que en la zona adyacente al Macizo de Illescas conforma un anticlinal asimétrico.

Desde esta localidad, sus exposiciones se prolongan al sureste sobre unidades cada vez más jóvenes; de este modo en la depresión Salina Grande descansa sobre la formación Zapallal y luego sobre la formación Miramar, relación que exhibe también en el cerro La Puntilla; fuera de estas áreas no está reconocida su presencia.

En los cerros Dos Bultos, tiene 54.80 m., de potencia y en el cerro La Puntilla 15.50 m. pero en otras localidades sólo alcanza algunos metros.

La parte basal de la formación Hornillos en la localidad típica, está formada por gruesos conglomerados y brechas, con 3.5 m. de grosor. Los litoclastos consisten de rocas metamórficas provenientes del Macizo de Illescas y de formaciones terciarias pre-existentes; la matriz está compuesta por material arenoso de grano medio, cementada por soluciones carbonatadas. La sección basal está superpuesta por una secuencia donde se distinguen tres porciones fácilmente diferenciables:

La porción inferior tiene 19.80 m. de potencia y se compone de bancos de areniscas arcósicas blanco-amarillentas; de grano medio a fino y con considerable contenido micáceo; intercaladas se tienen areniscas coquiníferas blanco-grisáceas que incluyen valvas grandes de ostras y otros lamelibranchios; el cemento es material carbonatado.

En la sección intermedia se tienen 25 m. de areniscas arcósicas sacaroideas blanco-grisáceas, de grano medio a grueso y en bancos masivos.

La sección superior está representada por 9.50 m, de interposiciones de areniscas arcósicas sacaroideas blanco-grisáceas fuertemente endurecidas por cemento calcáreo y microconglomerados coquiníferos con niveles lenticulares lumaquéllicos que contienen ostras de gran desarrollo; se encuentran incluidos grandes fragmentos angulosos de rocas metamórficas.

En el extremo oriental de la pampa Los Hornillos (cerro La Puntilla) la secuencia yace discordantemente sobre la formación Miramar, y empieza con un conglomerado basal con litoclastos de cuarcita y fragmentos bioclásticos en matriz arenosa. Hacia arriba esta seguido por bancos coquiníferos que contienen ejemplares grandes de ostras, balanus y colonias de formas pequeñas de estos últimos, en asociaciones a manera de ramos vegetales; intercaladas y se encuentran areniscas sacaroideas blanquecinas, de grano fino en capas delgadas, pero hacia la mitad superior se interponen también dos paquetes delgados de areniscas tobaceas blanco-grisáceas; la secuencia culmina con un banco de arenisca coquinífera con moldes de moluscos y lamelibranchios, infrayace al Tablazo Talara.

➤ **AMBIENTE DE SEDIMENTACIÓN.**

La formación Hornillos se ha depositado en ambiente de mar litoral sin llegar a ser continental, lo cual sugiere un cierto hundimiento después de la acumulación de la formación Miramar.

La inclusión de grandes bloques de rocas metamórficas y la naturaleza conglomerádica con los mismos elementos muestra una estrecha influencia del Macizo de Illescas.

La abundante fauna mayormente en microfósiles evidencia condiciones climáticas favorables para el desarrollo prolijo de la fauna marina. La actividad volcánica cordillerana influyó también en la sedimentación, aunque en forma bastante limitada.

❑ **Depósitos Pleistocénicos.**

Dentro de esta categoría se encuentran primero los Tablazos, luego los depósitos eólicos antiguos poco, diagenizados (Foto 4.F14).

Los Tablazos fueron descritos por primera vez por T.O. BOSWORTH (1922) en la región Talara-Mancora, teniendo en cuenta las altitudes y las localidades de exposición, reconociéndose así los Tablazos Máncora, Talara, Lobitos y Salinas. En el área del presente estudio sólo están desarrollados los Tablazos, Talara y Lobitos, contemporáneamente a 5 terrazas de abrasión sobre el Macizo de Illescas.

FOTO 4.F14
DEPÓSITOS PLEISTOCÉNICOS



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

❑ Depósitos Recientes.

a) *Depósitos Aluviales.*

Corresponden a las cubiertas más jóvenes, depositadas en los cauces del río Cascajal y quebradas afluentes, así como aquellas acumuladas al pie del Macizo de Illescas.

Estos depósitos conforman abanicos, principalmente a lo largo del valle de Cascajal (cuadrángulo de la Redonda), litológicamente constituidas por conglomerados inconsolidados en una matriz areno-limosa o arcillas lenticulares.

En el área de Bayovar, este tipo de depósitos son brechas con materiales provenientes exclusivamente del Macizo de Illescas y representan depósitos de piedemonte, posteriormente removidos en un medio húmedo. Los sedimentos muestran evidencias de por lo menos cuatro crisis climáticas, consistentes en ciclos áridos y secos seguidos por pocas de precipitación vigorosa; las terrazas aluviales desarrolladas en estos depósitos apoyan esta interpretación.

b) *Depósitos Mixtos.*

Estos depósitos constituyen extensos mantos de arena formados en medios marinos y continentales luego distribuidos por corrientes marinas litorales y por acción eólica. En esta categoría se encuentran los depósitos de cordones literales, de colmatación en medios lacustres o salinos y las arenas de playa. Ver Foto 4.F15.

FOTO 4.F15
DEPÓSITOS MIXTOS.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

c) *Cordones Litorales.*

Son depósitos de influencia marina y continentales, formados por emersión de costas en la forma de pequeñas colinas de arenas, dispuestas longitudinal y paralelamente a la línea litoral. Ver Foto 4.F16

FOTO 4.F16
CORDONES LITORALES.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

En el área de estudio se reconocen dos grandes cordones litorales, el primero se extiende desde Reventazón hasta San José con un alineamiento aproximado de N 60°. En la bahía de Sechura forma una línea cóncava al mar y desde punta Vichayo, cruza la Bocana de Virrilá hasta llegar a la Bocana de San Pedro.

d) Depósitos Lacustres.

Las cuencas de sedimentación para estos depósitos son las antiguas marismas o llanuras inundables, actualmente en proceso de colmatación con arenas eólicas. Por esta razón, las partes más profundas están conformadas por lodos o arcillas bituminosas gris-negras, mientras que superficialmente son arenas salobres húmedas o costras de arena con caliche (Foto 4.F17)

En muchos lugares, estos depósitos constituyen yacimientos de materiales evaporíticos de valor económico, como resultado de hipersaturación de lagunas tales como las Salinas de Zapallal, Cañacmac o las yeseras de Mórrope.

**FOTO 4.F17
DEPÓSITOS LACUSTRES.**



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

e) Depósito de Playa.

Son fajas angostas de arena de playas recientes comprendiendo las zonas de alta marea o limitados por los cordones litorales cuando estos están presentes. Las playas recientes son permanentes fuentes de aporte para los barcanes en movimiento. Ver Foto 4.F18

**FOTO 4.F18
DEPÓSITO DE PLAYA.**



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

f) Depósitos Eólicos.

Los depósitos, eólicos recientes del área estudiada cobran rasgos prominentes si se tiene en cuenta la magnitud de su evolución y propagación regional, cuya actividad se desarrolla en la forma de barcanes en movimiento, dunas gigantes o mantos delgados de arena, siguen cuatro rutas más nos definidas, las cuales se indican en el acapite de geomorfología.

4.1.9 GEOMORFOLOGIA

4.1.9.1 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.

El panorama morfológico del área comprendida dentro de los límites del presente estudio, es el resultado, de un activo proceso morfotectónico, La evolución geomorfológica se encuentra ligada a fenómenos tectónicos y denudatorios regionales, ocurridos en el basamento, que en cierta forma se manifiestan en las rocas cretáceas y terciarias, por reactivación de fallamientos; también han influido los cambios climáticos, la acción eólica y las precipitaciones fluviales (boletín N°54 INGEMMET).

El desarrollo morfotectónico del nor-oeste del Perú, se caracterizó, por los movimientos tafrogénicos, que dieron como resultado horst y grabens, cuyos elementos tectónicos mayores son las cuencas Sechura, Talara y Progreso y la cordillera de la costa.

Los rasgos geomorfológicos locales son típicos de áreas geográficas de costas tales como planicies semidesérticas, frías y húmedas, con intensos procesos erosivos como la acción de las olas en el modelado litoral, la acción eólica en las pampas y Tablazos y la acción de los ríos y quebradas.

Se reconocen regionalmente, las siguientes unidades geomorfológicas de Oeste a Este.

a) Talud Continental.

Esta unidad comprende la zona a partir de la cual la plataforma continental presenta una caída de pendiente brusca, correspondiendo ello a partir de la isóbata de los 200 m. hasta el eje de las fosas abisales. En el Noroeste peruano, se puede notar una pendiente fuerte entre los 200 m. a 500 m. de profundidad frente a las costas de Paita-Talara-Lobitos.

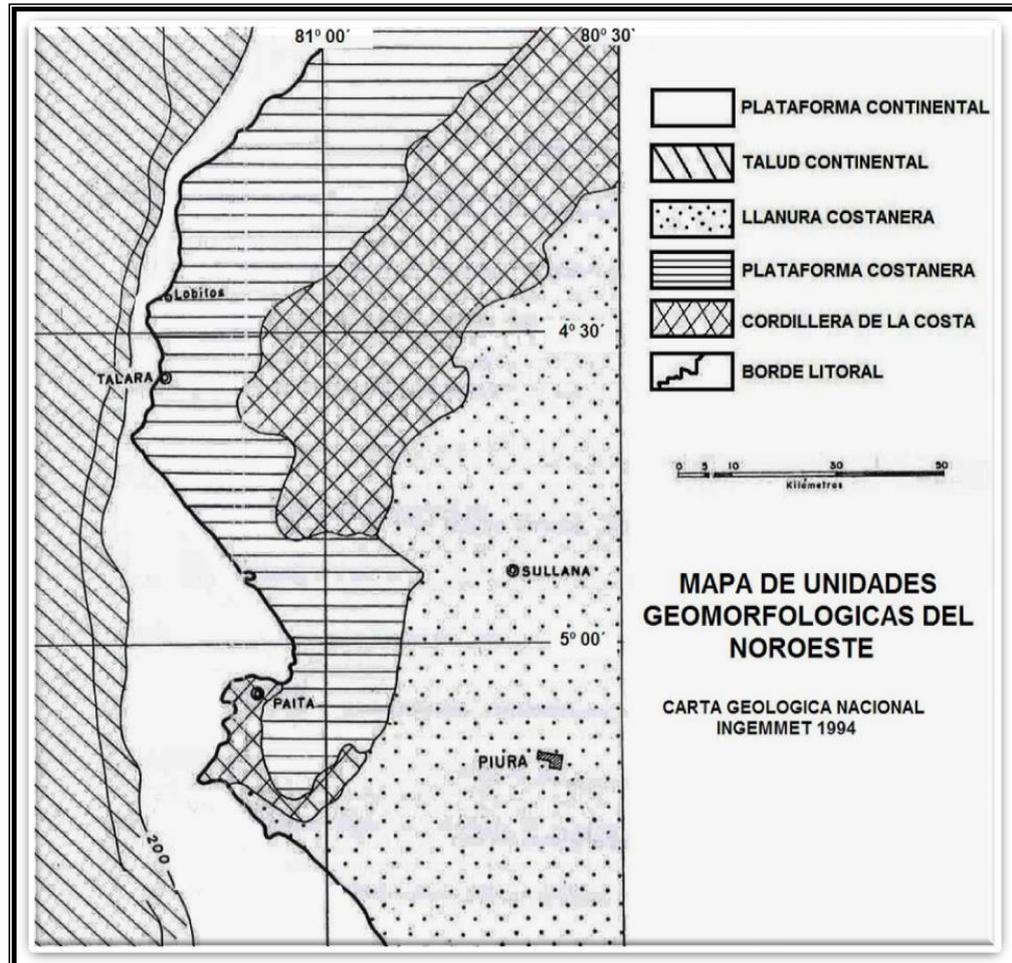
Hacia el norte de Lobitos, el talud presenta un relieve más moderado, el que se va acentuando hacia Tumbes a medida que se acerca al Golfo de Guayaquil.

b) Plataforma Continental.

Morfológicamente, 'viene a constituir la prolongación de la costa, teniendo una superficie levemente inclinada, con cambios de relieves locales, hasta la isóbara de los 200m.

Esta plataforma se presenta desde el Golfo de Guayaquil, hasta el norte de Máncora con un ancho promedio de 50 Km. estrechándose al Sur, para formar una angosta repisa que se prolonga hasta Paita de donde se amplía nuevamente hacia la Bahía de Sechura, alcanzando al Sur de los cerros Illescas frente a las costas de Chiclayo, un ancho promedio de 110 Km. con una pendiente imperceptible de 1 %.; Ver Figura 4.1Q.

Figura 4.1Q
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS DEL NOROESTE.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

c) Cordillera de la Costa.

Se reconoce bajo esta denominación a una alineación de cumbres elevadas, localmente representada por el macizo en el borde continental y que contrastan con la llanura adyacente. Geológicamente, se considera como la continuación septentrional de la Cordillera de la Costa del Sur del país, cuyo desarrollo tuvo lugar contemporáneamente con la formación de las cuencas marinas terciarias, como efecto de movimientos tafrogénicos. Está constituida por macizos paleozoicos ígneos y metamórficos. (cerro de Illescas, silla de Paita y los amotapes). Tiene un ancho entre 25 a 30 km. y sus alturas oscilan entre los 250 y 1500 m.s.n.m.

d) Repisa Costanera.

La Repisa Costanera, accidente geomorfológico predominante en el área, está comprendida entre el borde occidental de los Amotapes y el Océano Pacífico, extendiéndose al sur de Talara por los altos de Negritos, Portachuela y Paita hasta el desierto de Sechura.

Tiene una orientación de suroeste a noreste, una longitud entre 70 y 1960 kms, el ancho varía entre 25 a 30 km. y la altitud entre 0 y 900 m.s.n.m; la composición geológica es de naturaleza sedimentaria (Cretáceo - Terciario) que descansan sobre rocas del basamento de edad Paleozoica; las terrazas marinas escalonadas o Tablazos vienen a ser los elementos geomorfológicos más importantes de la Repisa Costanera, constituyen superficies escalonadas, subhorizontales, constituidas por areniscas semicompactas que contienen restos de lamelibranquios y braquiópodos.

e) Valles de la Vertiente Pacífica.

Los valles, desarrollados por agentes dinámicos, están representados por quebradas y ríos de recorrido considerable, moderadamente profundos y de perfil longitudinal casi rectilíneo y cuando llegan a la faja costanera formando llanuras aluviales y conos de deyección.

El río Chira posee la cuenca de mayor área, naciendo en el nudo de Loja (territorio ecuatoriano) con el nombre de río Zamora; posteriormente se le denomina río La Toma, Santa Ana, Catamayo y finalmente aguas abajo de su unión con el río Macará-Chira, desde donde constituye el límite internacional (Perú-Ecuador). A partir de su unión con el río Alamor, penetra a territorio peruano con rumbo al Suroeste hasta Sullana, de donde vira al Oeste para salir al Océano Pacífico, pasando por las localidades de Tamarindo, Amotapes, Vichayal, La Bocana.

f) Depresión Para-Andina.

Corresponde al sector Este del área estudiada, la misma que conforma una penillanura enmarcada entre la Cordillera de la Costa y los contrafuertes de la Cordillera Andina Occidental, como una faja paralela a dicha cordillera y extendiéndose al Sur de Piura, para prolongarse por el departamento de Lambayeque, involucrando el desierto de Olmos y confundiéndose con el desierto de Sechura, llegando hasta el borde litoral. Sobre ésta faja se han desarrollado extensas superficies cubiertas por depósitos eólicos, los mismos que son cortados por los ríos Chira y Piura. Su morfología al norte del río Chira (Sullana) es ondulada, de lomadas suaves, con predominio de quebradas y riachuelos. Las altitudes oscilan entre los 0 m. y los 300 m.s.n.m., presentando un relieve ondulado y/o depresiones próximas al nivel del mar. La estructuración geológica ha sido conformada sobre rocas sedimentarias, volcánicas o plutónicas cuyas edades fluctúan entre el Mesozoico y el Cenozoico. En el desierto de Sechura, debajo de los depósitos aluviales y eólicos, se encuentran los Tablazos marinos pleistocénicos. La vegetación es de arbustos resistentes a las sequías en las áreas fuera de los valles y de una agricultura con vegetación exuberante en los valles como el Chira y Piura.

g) Borde Litoral o Playa.

Comprende al sector de playa desde la línea de alta y baja marea, hasta el borde de los acantilados, se trata de una franja estrecha cubierta de arena limitadas por el cordón litoral.

h) Cordón Litoral.

La plataforma continental labrada por la trasgresión que desarrolló las llanuras inundables y, las depresiones, fue objeto de una intensa actividad geodinámica externa, produciéndose deriva de las riveras marinas y la consiguiente formación de cordones litorales, muy típicos del litoral que bordea la bahía de Paita que tiene forma cóncava hacia el mar.

Los cordones litorales son de formas alargadas con una altura promedio de 2.50 m., fijadas superficialmente por el desarrollo de una vegetación local consistente en herbáceas, de modo que limitan las zonas alcanzadas por la alta marea de las llanuras bajas, con cotas a nivel o por debajo del mar que constituyen las llanuras inundables.

i) Llanuras Inundables.

Se reconocen con esta denominación a las extensas superficies bajas y llanas situadas entre los cordones litorales y los Tablazos, comprendiendo por tanto antiguas marismas y actualmente zonas de inundación fluvial. Ocupan una parte del territorio cubierto por el presente levantamiento.

Las llanuras inundables muestran relieves casi planos; con cotas aún por debajo del nivel del mar, están cubiertas por arenas salitrosas y esporádicamente existen lagunas saladas; la presencia de cordones litorales los protege de la invasión marina. En la época de avenida, las planicies son inundadas parcialmente por el desborde del río Chira.

j) Dunas.

Las dunas, en sus formas de dunas y barcanes en movimiento, son los rasgos más resaltantes del paisaje desértico y cubren en parte a las unidades geomorfológicas anteriormente desarrolladas. Dentro del área de estudio, la migración de arenas, se desarrolla en la dirección S-N, se encuentra a lo largo de las playas.

4.1.9.2 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DEL LOTE XIII A Y LOTE XIII B.

4.1.9.2.1 Lote XIII A

a) Geomorfología local.

La región Nor-occidental del país ha sido escenario de una serie de eventos tectónicos, epirogénicos, y de intensa erosión denudacional que han modificado todo el ambiente físico desde el Paleozoico hasta la actualidad.

Estos fenómenos sumados a los de índole climático han actuado en las diferentes épocas geológicas con diferente rigor sobre rocas de distinta naturaleza (Intrusivas, metamórficas y sedimentarias); dando origen de esta manera a la gran variedad de geoformas que se exponen en la zona de estudio. Los fenómenos que actualmente ocurren en el área de estudio, están modificando las geoformas positivas (acción denudacional en colinas) y originando otras de tipo acumulativo en los relieves más bajos.

Para mejor entendimiento se han agrupado todas las formas de terreno existentes en el área, en sub-unidades geomorfológicas las cuales están representadas en el mapa geomorfológico y que se describen en la tabla 4.1.5A.

TABLA 4.1.5A
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.

Origen	Tipo De Paisaje	Unidad Geomorfológica	Símbolo
Deposicional	Marino	Cordón Litoral (Playa)	CL
		Terraza Marina Levantada (Tablazo)	TMD
	Lacustre	Lagunas	LAG
Erosional	Fluvial	Cuenca Fluvial Activa del Río Chira Valle y Llanura de Inundación	CFA
	Eólico	Mantos De Arena	MA
	Aluvial	Planicie Aluvial Depresionada	PAD
Denudacional	Colinas	Colina Baja Moderadamente Disectada	CBMD
		Colina Alta Fuertemente Disectada	CAFD

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

b) Deposicional Marino

Cordón litoral (playa).

El litoral se define como la orilla o la costa del mar, es la línea de contacto entre el mar y los continentes, es llamado también como “línea de costa”. Todo litoral costero se encuentra constantemente erosionado por la fuerza de las olas del mar ya que estas presentan una fuerza permanente que originan los procesos de degradación (destrucción) y agradación (acumulación), así como también influyen los procesos tectónicos. Foto 4.F19

FOTO 4.F19
CORDÓN LITORAL (PLAYA).



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Terraza marina levantada (Tablazo).

Bajo esta denominación se designa a las extensas porciones de la plataforma continental emergida, como consecuencia de sucesivos levantamientos del macizo andino y prueba fehaciente de la continuación de estos procesos durante el Cuaternario. Estos rasgos geomórficos espectaculares, de relieve escalonado adornan el paisaje de Sechura y litológicamente están compuestos por materiales coquíníferos. Ver foto 4.F20

FOTO 4.F20
TERRAZA MARINA LEVANTADA (TABLAZO).



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

c) Erosional Fluvial.

❑ Cuenca fluvial activa del río Chira valle y llanura irrigada y de inundación.

El río Chira es un río de la vertiente del Pacífico, localizado al sur del Ecuador y norte del Perú. Forma la frontera entre ambos países hasta la quebrada del Alamor, y a partir de ahí ingresa al territorio peruano. La ciudad de Sullana, en el Perú, está situada junto a este río.

El río Chira es un río internacional, y su cuenca tiene un área de drenaje total de 19.095 km² hasta su desembocadura; de este total, 7.162 km² están en Ecuador, y 11.933 km cuadrados en Perú. Su cuenca húmeda es de aproximadamente 9.500 km².

El río nace en la Cordillera Occidental de los Andes a más de 3.000 m con el nombre de río Catamayo, y después de recorrer 150 km se une con el río Macará donde toma el nombre de río Chira, recorre 50 km, en el límite entre Perú y Ecuador hasta encontrarse con el río Alamor continuando en la dirección sur-oeste en territorio peruano hasta su desembocadura en el mar, después de haber recorrido 300 km aproximadamente. La longitud del río Chira es de 168 km y los 300 km corresponden al sistema Chira-Catamayo. Ver foto 4.F21.

FOTO 4.F21
CUENCA FLUVIAL ACTIVA DEL RIO CHIRA VALLE Y LLANURA
IRRIGADA Y DE INUNDACIÓN.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

d) Erosional Eólico.

Mantos de arena.

Acumulaciones de arena eólica de bajo relieve y disposición mantiforme que con frecuencia rodean a las fajas de dunas observadas cerca al litoral (foto 4.F22).

FOTO 4.F22
MANTOS DE ARENA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

e) Erosión Aluvial.

□ Planicie aluvial depresionada.

Son geoformas formadas por la incisión vertical (erosión lineal) de torrentes en el medio físico, al aumentar las pendientes de las superficies, como producto del levantamiento diferencial de ellas. Constituyen zonas planas, ligeramente inclinadas, por lo general colmatadas por sedimentos inconsolidados o poco consolidados (fluviales y aluviales). Según su ancho se les puede diferenciar como fondos amplios y fondos estrechos. Ver foto 4.F23.

FOTO 4.F23
PLANICIE ALUVIAL DEPRESIONADA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

f) Denudacional Colinas.

□ Colinas bajas moderadamente disectadas.

Conforman superficies de relieve colinado, en las que los accidentes topográficos están comprendidos entre 50 y 200 msnm. Constituyen las partes inferiores de las colinas altas o medias; en sus partes inferiores limitan con zonas de lomadas, fondos de valle o directamente con la planicie aluvial. Se exponen en forma discontinua en diferentes sectores del área. La disección general de estas superficies es semidensa y poco profunda, debido a sus pendientes ligeras a moderadas. La cobertura vegetal es principalmente arbustiva. Ver 4.F24

FOTO 4.F24
COLINAS BAJAS MODERADAMENTE DISECTADAS.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

□ Colinas altas fuertemente disectada.

Comprenden relieves denudacionales del terciario, aunque con un grado de disección algo más elevado. Las pendientes de sus laderas oscilan entre 50 y 70% existiendo numerosos sectores abruptos y escarpados, con cimas angostas algunas veces de sólo poco más de un metro. Sus alturas con respecto al nivel de base local, no superan los 70 m; presentan un buen drenaje interno y escorrentía superficial rápida debido a las fuertes pendientes.

Estos relieves se han desarrollado casi exclusivamente sobre los sedimentos arenarcillosos de la formación Chambira. Debido a la poca coherencia de sus sedimentos sus laderas son afectadas por derrumbes y deslizamientos, siendo comparativamente mas frecuentes los que se producen hacia sus laderas nororientales. Se desarrollan en la zona central del área de estudio, aproximadamente entre las progresivas Kp 2+700 y Kp 11+400, donde siguen la dirección de las capas plegadas, vale decir con dirección predominante NO-SE. Normalmente entre estos conjuntos alineados, se emplazan pequeñas quebradas con cauces encañonados.

4.1.9.2.2 Lote XIII B

a) Geomorfología local.

La región Noroccidental del país ha sido escenario de una serie de eventos tectónicos, epirogénicos, y de intensa erosión denudacional que han modificado todo el ambiente físico desde el Paleozoico hasta la actualidad.

Estos fenómenos sumados a los de índole climático han actuado en las diferentes épocas geológicas con diferente rigor sobre rocas de distinta naturaleza (Intrusivas,

metamórficas y sedimentarias); dando origen de esta manera a la gran variedad de geoformas que se exponen en la zona de estudio.

Los fenómenos que actualmente ocurren en el área de estudio, están modificando las geoformas positivas (acción denudacional en colinas) y originando otras de tipo acumulativo en los relieves más bajos.

Para mejor entendimiento se han agrupado todas las formas de terreno existentes en el área, en subunidades geomorfológicas las cuales están representadas en el mapa geomorfológico y que se describen en la tabla 4.1.9A

TABLA 4.1.9A
UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.

Origen	Tipo De Paisaje	Unidad Geomorfológica	Simbolo
Depositacional	Marino	Estuario de Virrila	EV
		Cordón litoral (playa)	CL
		Sistema interfase marino (manglar)	SIM
		Terraza marina levantada (Tablazo)	TMD
	Lacustre	Depresión laguna ramon-ñapique	LR
		Superficie depresionada lacustre	SDOL
Lagunas		LAG	
Erosional	Fluvial	Cuenca fluvial activa del rio piura valle y llanura irrigada y de inundación	CFA
	Eolico	Mantos de arena	MA
		Superficie de erosión eólica (lomadas onduladas)	SPOE
	Aluvial	Planicie aluvial depresionada	PAD
		Sistema de planicie erosional	SPE
Denudacional	Colinas	Colina baja moderadamente disectada	CBMD
		Colina alta fuertemente disectada	CAFD

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

b) Depositacional marino

□ Estuario de Virrila.

Un “estuario” es la desembocadura de un río caudaloso en el mar y se caracteriza por tener una forma semejante al corte longitudinal de un embudo cuyos lados van apartándose en el sentido de la corriente, y por la influencia de las mareas en la unión de las aguas fluviales con las marítimas. En el caso del estuario de Virrila, éste era la antigua desembocadura del caudaloso río Piura, el cual en algún momento de su historia se desvió cambiando el lugar de su desembocadura y una parte alimenta a los manglares de San Pedro de Vice. Esto dejó una enorme entrada de agua del mar dentro del continente, la cual, debido a la ocasional entrada de agua dulce a través de un ramal del río Piura y a las aguas subterráneas, adquiere el carácter de salobre.

El estuario de Virrilá está ubicado en la provincia de Sechura, 70 kilómetros en línea recta al suroeste de la ciudad de Piura. Justo en la desembocadura de éste en el mar, dentro de la bahía de Sechura. Ver foto 4.F25.

FOTO 4.F25
ESTUARIO DE VIRRILA.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

❑ **Cordón Litoral (Playa).**

El litoral se define como la orilla o la costa del mar, es la línea de contacto entre el mar y los continentes, es llamado también como “línea de costa”. Todo litoral costero se encuentra constantemente erosionado por la fuerza de las olas del mar ya que estas presentan una fuerza permanente que originan los procesos de degradación (destrucción) y agradación (acumulación), así como también influyen los procesos tectónicos. Ver foto 4.F26

FOTO 4.F26
CORDÓN LITORAL (PLAYA CHULLIYACHI).



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

❑ **Sistema Interfase Marino (Manglar).**

Los Manglares de San Pedro, también llamados Manglares de Vice, son una pequeña eco-región de manglar que se encuentra ubicada en la desembocadura del río Piura, en el noroeste del Distrito de San Pedro de Vice, a 10 km de Sechura, en el Perú. Son denominados como Manglares de Piura en la lista de la WWF. Ver foto 4.F27

Estos manglares son un tipo de estuario formado en la desembocadura de ríos. Se caracteriza por la presencia del mangle (especie vegetal que crece en el sustrato fangoso que se deposita en las orillas del cuerpo de agua – agua dulce y agua salada), lo que favorece la presencia de una fauna variada en aves (avifauna) e invertebrados. Tienen un maravilloso ecosistema, como un espejo de agua.

FOTO 4.F27
SISTEMA INTERFASE MARINO (MANGLAR).



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

❑ **Terraza Marina Levantada (Tablazo).**

Bajo esta denominación se designa a las extensas porciones de la plataforma continental emergida, como consecuencia de sucesivos levantamientos del macizo andino y prueba fehaciente de la continuación de estos procesos durante el Cuaternario. Estos rasgos geomórficos espectaculares, de relieve escalonado adornan el paisaje de Sechura y litológicamente están compuestos por materiales coquiníferos.

c) **Deposicional lacustre.**

❑ **Depresión Ramón – Salinas.**

En el sector se destacan dos rasgos geomórficos, el mayor de ellos, es la depresión de Salina Grande, limitada por una escarpa cuyo diámetro varía entre 19 y 14 Km. La depresión menor está ubicada a pocos Km. al norte de la anterior, y tiene un promedio de diámetro de 2.5 Km. Ambas depresiones se han desarrollado por erosión del Tablazo Talara y los niveles superiores de las formaciones miocenas.

□ **Lagunas Ramón –Salinas.**

Estos lagos y lagunas se forman con menor o mayor extensión durante los años de lluvias cuando los ríos Piura, Cascajal, Olmos, Motupe, La Leche los inundan. Todos estos ríos y quebradas raramente llegan al mar y son responsables de los lagos y lagunas que se forman. La extensión de los lagos es muy dinámica, cambian de día a día.

Estos lagos y lagunas tienen nombres propios, aunque cuando las lluvias son extraordinariamente abundantes estos se llegan a unir formando un gran complejo que los piuranos conocemos como las "Lagunas de Sechura". Algunos de los nombres derivan del idioma Tallan. Sus nombres; Laguna Ramón, Ñapique, Ñamuc, Las Salinas de Mórrope, Las Salinas de Sechura, Estuario de Virrila, La Gran Depresión, etc. son mucho más románticos y piuranos que " La Niña " inventado recientemente por el periodismo foráneo. Ver figura 4.1R

Figura 4.1R
LAGUNAS RAMÓN – SALINAS.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

d) Erosional fluvial.

□ **Cuenca Fluvial Activa del Río Piura Valle y Llanura Irrigada y de Inundación.**

El río Piura es muy irregular y caprichoso, por lo que ha recibido el nombre de "Río Loco". Anteriormente corría por el centro del valle, pero en las fuertes crecientes del año 1871 cambió de curso labrando uno nuevo por el extremo occidental del valle. En el año 1891, en el que hubo crecientes extraordinarias (El Niño de 1891) el río Piura

volvió a cambiar su curso dirigiéndose al otro extremo del valle y avanzando por el desierto de Sechura, para regresar después, casi llegando al mar, a desembocar al norte del pueblo de Sechura.

e) Erosional eólico.

Mantos de Arena.

Acumulaciones de arena eólica de bajo relieve y disposición mantiforme que con frecuencia rodean a las fajas de dunas observadas en el desierto de Sechura.

Superficie de Erosión Eólica (Lomadas Onduladas).

Son geoformas de relieve intermedio entre las superficies planas y las colinas bajas, se presentan como ondulaciones del terreno inferiores a 30 metros, con cimas suaves. Su existencia se debe principalmente a que están constituidas por rocas blandas fácilmente modelables, o porque las zonas donde se ubican han sido sometidas a fuertes vientos y erosión eólica. Se exponen parcialmente al este del área de estudio.

f) Erosión aluvial.

Planicie Aluvial Depresionada.

Son geoformas formadas por la incisión vertical (erosión lineal) de torrentes en el medio físico, al aumentar las pendientes de las superficies, como producto del levantamiento diferencial de ellas. Constituyen zonas planas, ligeramente inclinadas, por lo general colmatadas por sedimentos inconsolidados o poco consolidados (fluviales y aluviales). Según su ancho se les puede diferenciar como fondos amplios y fondos estrechos.

Sistema de Planicie Erosional.

Son superficies plano inclinadas con abundante material inconsolidado al pie de las montañas, su rango de pendientes por lo general está comprendido entre 4° y 15°. Estas superficies probablemente constituyen áreas de acumulación de coluvios y aluviales antiguos que posteriormente han sido afectadas por la acción de fuertes procesos denudacionales que han rebajado sus niveles originales, dejando desniveles que obedecen a la resistencia del material. Esto se puede apreciar en los alrededores de la carretera Piura Chiclayo.

g) Denudacional colinas.

Colinas Bajas Moderadamente Disectadas.

Conforman superficies de relieve colinado, en las que los accidentes topográficos están comprendidos entre 50 y 200 msnm. Constituyen las partes inferiores de las colinas

altas o medias; en sus partes inferiores limitan con zonas de lomadas, fondos de valle o directamente con la planicie aluvial. Se exponen en forma discontinua en diferentes sectores del área. La disección general de estas superficies es semidensa y poca profunda, debido a sus pendientes ligeras a moderadas. La cobertura vegetal es principalmente arbustiva.

❑ **Colinas Altas Fuertemente Disectadas.**

Superficies elevadas cuyas alturas varían entre 200 y 500 msnm, Litológicamente todo el sistema colinoso existente en la región, está conformado por las series de metamórficas del Paleozoico del cerro Illescas y las colinas en rocas sedimentarias del terciario y cretáceo de Paita.

Las pendientes predominantes en estas unidades son muy fuertes (25 a 50 %); la disección es densa y regularmente profunda, dando lugar a la formación de cárcavas en todas las superficies, debido al arrastre de material poco consolidado hacia las quebradas principales y a la formación de crestas agudas. El sistema o patrón de drenaje dominante es el de tipo dendrítico.

4.1.10 FISIOGRAFÍA

La Fisiografía, resultante del estudio entre relieve y litología, en combinación con los factores de transformación y formación, y demás elementos del geosistema, nos permite realizar un análisis a través de la interpretación de imágenes satelitales, considerando sus características, para definir las unidades fisiográficas en sus distintas categorías, según el nivel de detalle requerido, para dar paso a la identificación de unidades taxonómicas del suelo, con la corroboración de campo.

4.1.10.1 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES FISOGRÁFICAS

Para la identificación de las unidades fisiográficas, se realizó un mapa base, apoyado con el mapa geológico, geomorfológico y la imagen satelital ASTER¹, así como el uso del google earth, y corroboración de campo, para la obtención de una información más actualizada. Dichas unidades fueron corroboradas en campo, obteniendo un mapa fisiográfico a mayor detalle, el cual permitió distribuir espacialmente las unidades edáficas.

Así mismo para la construcción del mapa fisiográfico se empleó el análisis fisiográfico de Villota 1989, a través de una clasificación sistemática, que se caracteriza por establecer una Jerarquización integrada de los aspectos de relieve, formaciones geológicas, formaciones superficiales, clima y de otros insumos que van cobrando importancia, a medida que el nivel

¹ Imagen satelital del año 2006-2007 de 30m. de resolución.

de detalle aumenta. Se trabajo bajo las siguientes categorías fisiográficas: Provincia Fisiográfica, Unidad Climática, Gran Paisaje o unidad genética de relieve, Paisaje, Subpaisaje hasta llegar a Elemento del Paisaje.

La provincia fisiográfica asignada para nuestro estudio es costa, con paisajes de planicie y colina, de diferentes orígenes, como elemento de paisaje podemos distinguir las planicies, terrazas, conos de deyección y laderas de colina. Basados en sus características particulares, según su génesis, describimos los elementos de paisaje (ver tabla 4.1.9B):

4.1.10.1.1 Paisaje de Planicie

Se distinguen 2 tipos diferentes de planicie, agradacional y depocisional

a) Planicies Agradacional

□ Planicie disectada:

Referido a geoformas planas de gran extensión, resultado de los procesos de erosión fluvial, lacustre y principalmente marino; las cuales presentan pequeñas elevaciones cortadas por redes de quebradas que disectan el terreno dándole una conGráficción colinosa. Están compuestos litológicamente por materiales conglomerados y fanglomerados, bancos de arenas, lutitas y brechas piroclásticas, entre otros. Sus pendientes van de 0 a 15 %.

□ Planicie ondulada:

Al igual que las planicies disectadas son producto de la erosión, de geoformas plano-onduladas, presentan bordes redondeados y están compuestas por. granodioritas, lavas andesíticas basálticas, material conglomerados, bancos de arenas, entre otros, sus pendiente va de 0 a 15 %.

□ Planicie Inundable:

Referida a geoformas bajas y planas situadas entre los cordones litorales, Tablazos y zonas adyacentes a ríos o quebradas, comprendiendo antiguas marismas y zonas de inundación fluvial contemporánea. Las Planicies de inundación no son estáticas ni estables, están compuestas de sedimentos inconsolidados que se erosionan rápidamente durante inundaciones y crecidas de agua, o pueden ser el lugar donde se depositen nuevos estratos de lodo, arena y limo. Su pendiente se encuentra en el orden de 0 a 3%,

b) Planicies Deposicionales

□ Playas

Geoformas constituidas por fajas angostas de arena, comprende las zonas de alta mar, limitada por el cordón litoral. Está compuesta por arenas bioclásticas con granos de cuarzo, con un rango de pendiente de 0 a 3%.

□ Dunas

Formas típicas de paisaje desértico, formado por cambios en la dirección del viento o por variaciones en la cantidad de arena. Debido a la poca a casi nula cobertura vegetal en la zona, se dificulta su estabilización, finalmente, mencionamos que son zonas con pendientes en el orden de 0 a 3 % principalmente, consideradas como zonas planas. Así mismo los mantos de arena se encuentran en forma dispersa en las diferentes unidades fisiográficas.

□ Estuario

Es un sistema ecológico complejo, el cual recibe agua de mar y agua dulce del río. El estuario de Virryla se encuentra actualmente obstruido en su cauce, por arenas eólicas que han migrado desde el sur. Es una zona con pendientes en el orden de 0 a 3 %, consideradas como zonas planas.

Terrazas marinas y aluviales

La gran parte de terrazas está ubicadas a las márgenes de los ríos Chira y Piura, forman los valles fluvio aluviales, que suelen ser terrazas de inundación. También encontramos terrazas marinas, o también denominados Tablazos, destacando en la zona de estudio, el Tablazo de Talara y Tablazo de Lobitos, formadas en el terciario, en la serie del pelistoceno, y ocupan gran parte del sector A, mientras que para el sector B, las ubicamos en la zona de Vice y Sechura, recubiertas por depósitos eólicos (arena, limo y canto rodado).

Tablazo Lobitos

Constituido por geoformas planas o tabloides, emergentes del océano, conformado por materiales conglomerados poco diagenizado, compuestos por cantos rodados sub-angulosos de naturaleza variada que incluye formas faunísticas bien conservadas no fosilizadas en matriz bioclástica o areniscosa. Se caracteriza por sus pendientes planas que van de 0 a 3% y ubicados en zonas con un rango de altitud de 0 a 150 msnm.

Tablazo Talara

Se extienden en la parte central de la Región Piura, de geoformas planas o tabloides, conformados por conglomerados lumaquélidos o coquinas poco

consolidadas en matriz bioclástica o arenisca arcósica. Su pendiente y altitud es igual al Tablazo lobitos.

❑ **Cono deyectivo:**

Es una franja discontinua que limita con la Planicie Aluvial. Están formadas por numerosas quebradas formadas hace algunos años atrás y se activan solo en periodo de lluvias o cuando ocurre algún evento como el Fenómeno del Niño.

4.1.10.1.2 Paisaje de Colina:

Son geoformas pequeñas, de poca extensión, cuya pendiente es empinada. Están compuestos litológicamente por granodioritas, chert duros, bancos de lavas andesíticas basálticas, material conglomerados y fanglomerados, recubiertos de bancos de arenas semiconsolidados.

TABLA 4.1.9B
UNIDAD FISIAGRÁFICA, SECTOR A Y SECTOR B

FISIOGRAFÍA							
PROVINCIA FISIAGRÁFICA	UNIDAD CLIMÁTICA	GRAN PAISAJE	PAISAJE	SUBPAISAJE	ELEMENTOS DEL PAISAJE	LEYENDA	
Costa	Árido - Cálido o Árido templado cálido - semiárido 0-250 msnm 22-25 °C 100-200 mm	Planicie	Pm	Planicie Marina	Marino	1 Cordon litoral	Pm1
						2 Playa	Pm2
						3 Terraza	Pm3
						4 Talud fuertemente inclinada	Pm4
						5 Talud moderadamente empinada	Pm5
			Pma	Planicie Marino - Aluvial	Marino - Aluvial	1 Terraza inundable	Pma1
						Pmf	Planicie Marino - Fluvial
			Pf	Planicie Fluvial	Fluvial	1 Cauce	
			Pc	Planicie Coluvial	Coluvial	1 Ladera de colina empinada, ligeramente disectada	Pc1
						2 Ladera de colina empinada, altamente disectada	Pc2
		Pa	Planicie Aluvial	Aluvial	1 Terraza	Pa1	
		Pca	Planicie Coluvio - Aluvial	Coluvio - Aluvial	1 Planicie ligeramente inclinada	Pca1	
					2 Planicie moderadamente empinada	Pca2	
					3 Planicie fuertemente inclinada	Pca3	
					4 Planicie inundable, ligeramente inclinada	Pca4	
					5 Planicie inundable, moderadamente inclinada	Pca5	
					6 Planicie inundable, fuertemente inclinada	Pca6	
					7 Planicie irrigada, ligeramente inclinada	Pca7	
					8 Planicie irrigada, moderadamente inclinada	Pca8	
					9 Planicie ligeramente disectada, moderadamente inclinada	Pca9	
					10 Planicie ligeramente disectada, fuertemente inclinada	Pca10	
					11 Planicie moderadamente disectada, moderadamente inclinada	Pca11	
12 Planicie altamente disectada, moderadamente empinada	Pca12						
13 Planicie ondulada, ligeramente inclinada	Pca13						
14 Planicie ondulada, moderadamente inclinada	Pca14						
15 Planicie ondulada, fuertemente inclinada	Pca15						
16 Cono deyectivo	Pca16						
Pae	Planicie Aluvial - Eólico	Aluvial - Eólico	1 Planicie moderadamente inclinada, manto de arena	Pae1			
			2 Planicie fuertemente inclinada, manto de arena, dunas	Pae2			
			3 Planicie moderadamente empinada, manto de arena	Pae3			
			4 Planicie moderadamente empinada, manto de arena, dunas	Pae4			
			5 Planicie moderadamente inclinada, dunas	Pae5			
Pe	Planicie Eólico	Eolico	1 Dunas	Pe1			
C	Colina ligeramente disectada	Coluvio - Aluvial	1 Ladera de colina empinada	C1			
			Ef	Elementos fijos	1 Casco Urbano	Ef1	
2 Cuerpo de agua	Ef2						

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS.

4.1.11 GEODINAMICA

4.1.11.1 ASPECTOS GENERALES

Los procesos de Geodinámica Externa que tienen lugar en nuestro país constituyen un serio problema para nuestro normal desarrollo, que se traducen de una morfología sumamente accidentada que muestra nuestro territorio, con variadas condiciones climáticas y geológicas, que en suma predisponen la frecuente ocurrencia de dichos fenómenos. Dentro de este panorama se analizan a continuación los factores que contribuyen a incentivar su activación en las cuencas de estudio.

4.1.11.2 SISMICIDAD

Desde el punto de vista sísmico el territorio peruano, pertenece al Circulo Circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos.

La Región del Noreste de los Andes Peruanos y la Costa en particular, se caracteriza por la existencia de la Fosa Peruano – Chilena que constituye una zona de alta actividad sísmica y tectónica, separando el continente sudamericano de una profunda cuenca oceánica (Placa Pacífica).

En cuanto a sísmicidad, el borde continental del Perú, libera el 14% de la energía sísmica. El buzamiento de la zona de Benioff para el Norte del Perú es por debajo de los 15°, lo que da lugar a actividad tectónica, como consecuencia directa del fenómeno de subducción de la Placa Oceánica debajo de la Placa Continental.

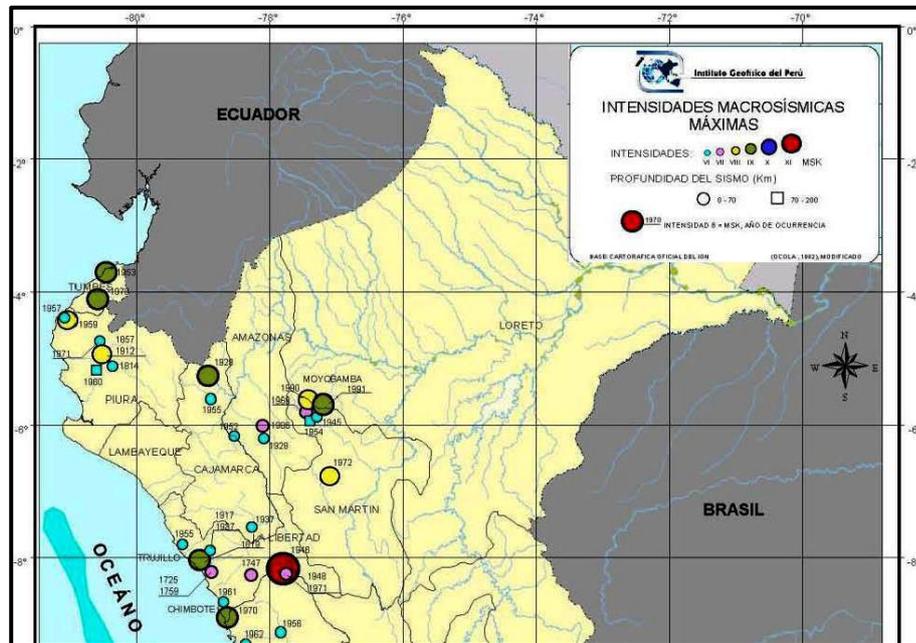
Los sismos que se dan en la costa Norte del Perú generalmente son originados por la interacción de la Placa de Nazca con la Placa Sudamericana, por lo que se les denomina de origen tectónico, siendo estos los de mayor importancia debido a que liberan mayor energía que otros sismos. Si su origen se da a una profundidad no mayor a 70 Km. (sismos superficiales), éstos son más violentos; también se producen sismos que estarían relacionados a fallas existentes

4.1.11.2.1 Peligro Sísmico del Norte del Perú.

Las limitaciones impuestas por la escasez de datos sísmicos en un periodo estadísticamente representativo, restringe el uso del método probabilístico, así mismo la escasez de datos tectónicos restringe el uso del método determinístico, no obstante un cálculo basado en la aplicación de tales métodos, pero sin perder de vista las limitaciones de tales métodos, aporta

critérios suficientes para llegar a una evaluación previa del riesgo sísmico de la Región Grau y del Noroeste Peruano en general. Ver figura 4.1R

Figura 4.1R
MAPA DE INTENSIDADES MACROSÍSMICAS MÁXIMAS



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Según el Estudio realizado por la Universidad Nacional de Piura, (Moreano S. 1994), establece mediante la aplicación del método de los mínimos cuadrados y la ley de recurrencia: $\text{Log } n = 2.08472 - 0.31704 + 0.15432M$.

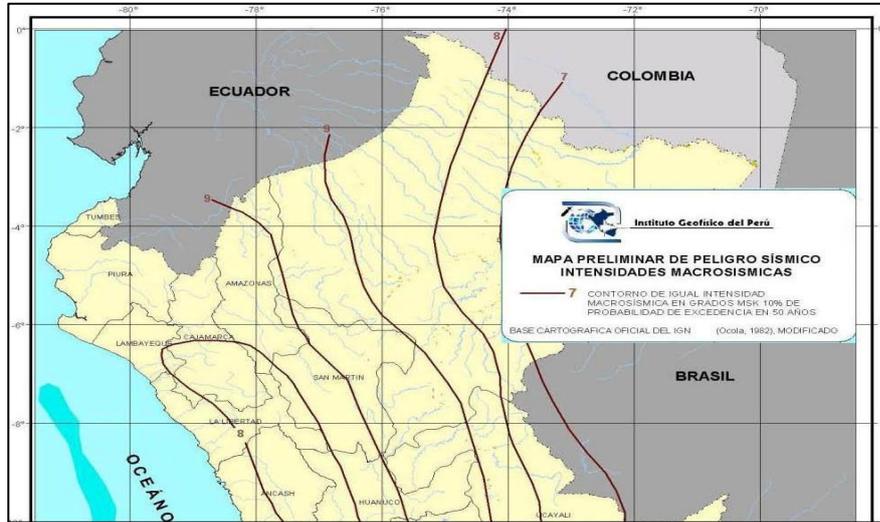
Una aproximación de la probabilidad de ocurrencia y el período medio de retorno para sismos de magnitudes de 7.0 y 7.5 se puede observar en el Tabla 4.1.11A, lo que nos indica que cada 40.8 años, probablemente, se produzca un sismo de $m_b = 7.0$ y cada 73.9 años se produzca un sismo de $m_b = 7.5$. El último sismo de $m_b = 7.0$ fue el año 1970. Ver figura 4.1S

TABLA 4.1.11A
PROBABILIDADES DE OCURRENCIA.

Magnitud Mb	Probabilidad de Ocurrencia			Período medio de retorno (años)
	20 (años)	30 (años)	40 (años)	
7.0	38.7	52.1	62.5	40.8
7.5	23.9	33.3	41.8	73.9

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

Figura 4.1S
MAPA PRELIMINAR DE PELIGRO SISMICO INTENSIDADES MACROSISMICAS.

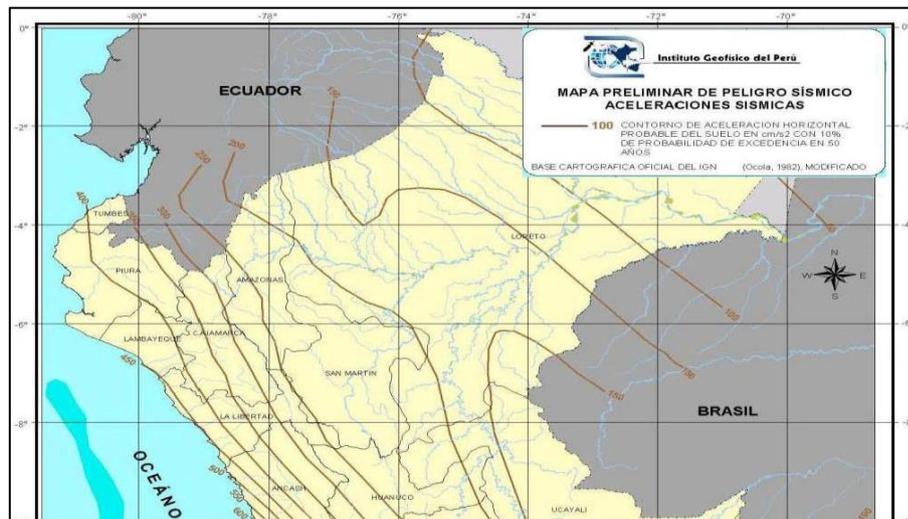


Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

El tsunami, este fenómeno constituye también un peligro para las ciudades y balnearios localizados en la zona del litoral de la región.

Estos pueden producirse como consecuencia de la ocurrencia de sismos que pueden generar el desplazamiento de olas gigantes y que podrían impactar la costa norte de nuestro país. Precisamente a raíz de un maremoto producido en 1983, la Caleta Chulliyachi fue arrasada y su población reasentada en la ciudad de Sechura. Ver figura 4.1T

Figura 4.1T
MAPA PRELIMINAR DE PELIGRO SISMICO ACELERACIONES SISMICAS.



Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

4.1.11.3 GEODINÁMICA EXTERNA.

4.1.11.3.1 Inundaciones.

Constituye el principal fenómeno de Geodinámica Externa que afectan a las cuencas, se tienen referencias de su ocurrencia desde la época de la Colonia, con mayor incidencia en las cuencas bajas, sobre todo en la zona de las planicies costanera conocida como Desierto de Sechura.

El Fenómeno de El Niño, principal causante de las inundaciones, es un fenómeno oceanográfico controlado y/o incentivado por la atmósfera que se presenta con intervalos de 5 a 16 años. Se manifiesta con la presencia de aguas muy cálidas frente al litoral, lluvias torrenciales y el colapso del ecosistema marino.

Los parámetros para predecir la presencia moderada o fuerte del Fenómeno de El Niño son: vientos ecuatoriales más fuertes de lo normal por lo menos durante 18 meses, hundimiento de la termoclina, las aguas cálidas se acumulan en la costa con temperaturas anormales por los menos 2°C sobre lo normal durante un período de más o menos 4 meses; y temperaturas bajas a lo largo del Ecuador en el Pacífico. Aunque la ocurrencia del fenómeno de 1982/83 hace pensar que éste puede presentarse sin una fase preparatoria donde no se detecta con anterioridad ninguno de los signos mencionados, lo que induce a pensar que la posibilidad de pronosticar su ocurrencia no depende del comportamiento de los vientos en el Pacífico Ecuatorial Central en el invierno del hemisferio Sur. Históricamente, se tienen noticias de la ocurrencia del Fenómeno de El Niño en la Tesis de R. Dávila Cueva, quien sostiene que el imperio Chimú fue destruido por el año 1,100 D.C. por efectos de “El Niño”.

La Dra. María Rostorowski de Diez Canseco, menciona la ocurrencia de otro Niño por el año 1578, Friklinck da cuenta de los ocurridos en 1728, 1770, 1791, 1828, 1864, 1871, 1877, 1884 y 1891; Lucas de los años: 1835, 1869, 1879 y 1891; V. Eguiguren (1894), establece una Tabla semicuantitativa de las lluvias en Piura entre 1791 a 1891, donde clasifica cinco niveles de lluvias según su intensidad. Cita como años lluviosos a 1814, 1828, 1845, 1864, 1871, 1877, 1878, 1884 y 1891.

Así en 1828 llovió en Piura 14 días y en 1891 más de 60 días. Eguiguren sostiene que los años 1578, 1624, 1701, 1720, 1728, 1845 y 1891 fueron también años extraordinariamente lluviosos.

Schott menciona la presencia de los “Niños” de 1891 y 1921. A partir de 1925 se cuenta a nivel nacional con los registros de IMARPE, los que indican que los “Niños” de 1925, 1957, 1972 y 1983, 1998 han sido los más acentuados y en menor proporción cita a los años 1930,

1951, 1965 y 1975, Woodman R., (1984), en base a reportes periodísticos del años 1925 establece un índice promedio de precipitación de 60 mm, para lluvias fuertes y 20 mm, para lluvias normales, y en base a dicho criterio obtiene un acumulado total estimado de 1,200 mm para el año 1925, que coincide con el estimado en base a las lluvias de Zorritos por G. Petersen, y los relaciona con las precipitaciones de 1983 calculadas en 2,381 mm, estableciendo que el período de lluvias de 1925 fue corto, mientras que el de 1983 se extendió hasta Junio.

La evaluación de las descargas anuales del río Piura para 1925 lo calcula haciendo uso de una ecuación de regresión lineal en base a los datos que la Dirección de Aguas registra para el año 1926 (3,363 millones de m³) en 6,000 millones de m³ que comparado con el registro de 1983 (11,153 millones de Enero a Junio), obtiene una relación de 2 a 1 entre 1983 y 1925.

Woodman concluye que entre 1791 y 1924 no se han registrado períodos lluviosos mayores a los de 1925 y sin ninguna comparación con los de 1983 e indica que no existe por tradición oral o escrita algún indicio que haya habido otra lluvia de la magnitud de la de 1983 en los 450 años de historia de Piura.

Si consideramos que el promedio de precipitación anual de Piura incluyendo las copiosas lluvias de 1972, es de aproximadamente 50 mm, las lluvias de 1983 fueron alrededor de 50 veces más intensas que su valor promedio, indicándonos con esto que Piura considerada como una de las regiones más desérticas del globo pasó a tener lluvias torrenciales como sólo se dan en las regiones más tórridas.

Este fenómeno de gran importancia en la cuenca ocurre sobre todo en el área del Medio y Bajo Piura y tiende a afectar a las zonas planas de la cuenca constituida en gran parte por Tablazos marinos y que en el sector oriental de la planicie costanera se hallan cubiertos por un potente depósito eólico y áreas planas depresionadas.

En el Sector del Bajo Piura, por lo datos obtenidos en los trabajos de campo, gabinete y antecedentes históricos, se establece que las áreas cuya cota se halla debajo de los 25 m.s.n.m., con relación a las lluvias que genera el “Fenómeno de El Niño” tienden a inundarse, formando una gran laguna que comprende las áreas de Bernal a Bocana San Pedro, Sector del litoral entre Bocana San Pedro y Parachique y las Lagunas Ramón y Ñapique y la Depresión de Ramón-Estuario Virrilá donde sobresalen como islas las áreas que sobrepasan esta altitud.

Otras áreas plano-onduladas de cotas más altas con sectores depresionados como en la ciudad de Piura, el tramo adyacente a las carreteras: Piura-Sullana, Piura - El Sesenta y cinco, Piura-Paita; áreas: Catacaos-La Arena, Chulucanas, etc., son afectadas por las inundaciones que provocan las fuertes lluvias generadas por el “Fenómeno de El Niño”.

En el Sector del Alto Piura y en los tramos inferiores de sus principales afluentes (río Las Gallegas, San Jorge, Bigote, Río Seco, etc.) las inundaciones tienen como causa directa, las crecientes que se producen anualmente en el período lluvioso (entre los meses de Enero a Abril), debido generalmente a que en estos sectores, el valle se ensancha y el río en sus márgenes no siempre cuenta con terrazas lo suficientemente altas para encauzar sus descargas provocando su desborde.

Otra causa es la existencia de tierras bajas aledañas al cauce del río, tal como ocurre en el Sector comprendido entre Monte Castillo y la desembocadura del río Piura Viejo, en el Sector de la Laguna Ramón donde se han tenido que construir defensas ribereñas que tienden a reducir su vida útil debido a la constante sedimentación del río y a su escasa gradiente.

En el Sector Litoral, entre Parachique y la Bocana de San Pedro, el área comprendida entre el mar y el flanco del Tablazo marino, en muchas ocasiones ha sido inundado por acción de las fuertes precipitaciones, las altas mareas o por tsunamis.

4.1.11.3.2 Huaycos.

Este tipo de fenómenos se localizan en las cuencas altas del río Chira y Piura y sus principales afluentes, por lo general sus efectos además de ser locales generan otras situaciones de riesgo tales como: represamientos momentáneos, inundaciones, erosión de riberas y desvíos del cauce del río, afectando considerablemente a las obras de infraestructura vial (carreteras, puentes, etc.), campos de cultivo, centros poblados aledaños, etc.).

De acuerdo a su frecuencia de ocurrencia, existen dos tipos de huaycos: unos, los “periódicos” ocurren generalmente en los meses lluviosos (Enero a Abril), y los otros “ocasionales” que se presentan eventualmente en las épocas de precipitaciones excepcionales como ocurre en la aparición del “Fenómeno de El Niño”.

Las variables que determinan la ocurrencia de huaycos en las Cuencas son: precipitaciones pluviales intensas, presencia de grandes masas de materiales sueltos en las vertientes y lecho de las quebradas, fuertes pendientes tanto de las quebradas como de los terrenos.

4.1.11.3.3 Avenamientos.

Constituyen fenómenos de geodinámica externa destacables en el área, se hallan relacionados con la migración de arenas en la cuenca baja, como dunas-barkanas y Pur Pur. El fenómeno de arenamiento ocupa grandes extensiones de terreno en la planicie costanera en el sector que se ubica entre la parte oriental de la Depresión de Ramón y la margen

izquierda del Valle del Medio y Alto Piura, cubriendo las terrazas marinas o Tablazos, y las pequeñas cadenas de promontorios que limitan el flanco occidental del Valle. Constituyen depósitos muy potentes que se caracterizan por presentar un drenaje dentífrico que le da el aspecto de tierras malas (área occidental de Ñaupe) y áreas plano-onduladas surcadas por vegas donde crece una vegetación herbácea a arbustiva que las ha estabilizado.

Arenamientos modernos provocados por la migración de dunas barcanas son observables en la Carretera Piura-Chiclayo (Sectores: de Tabanco, Chutuque, Nuevo Tallán, etc.), Piura-Sechura (Sector de Letirá), Piura-Paita en el límite norte de la cuenca, así como en el área de Chato Chira, Cura Mori, etc.

4.1.11.3.4 Erosión de Riberas.

Es un fenómeno que se presenta en mayor o menor grado de intensidad en las planicies a lo largo de los ríos Chira y Piura. Las principales causas de su ocurrencia son el incremento brusco de sus descargas en cada temporada de lluvias y, las variaciones de su dinámica fluvial.

La erosión tiende a afectar a las riberas naturales y en algunos casos a riberas formadas por rellenos artificiales (plataforma de carreteras, canales, etc.).

La destrucción se produce, además del efecto de la acción hidráulica, por el impacto en las márgenes de los sólidos y sedimentos que arrastran; los que causan daños a las obras de infraestructura vial y agrícola (carreteras, tomas, etc.), campos de cultivo y viviendas que se ubican en las riberas.

La ubicación de fenómenos de Geodinámica Externa, señalan áreas afectadas por este proceso, entre las que destacan El Sector del Chipe (margen derecha del río Piura) en la ciudad de Piura, Área de Curumuy (Medio Piura), Sector de Tambogrande, Área del Puente Ñapique (Chulucanas), Tramo Puente Morropón-Serrán, Sector de San Pedro (margen izquierda del Río San Jorge), Área de Hualcas (margen derecha del río Chignia), Área de Afiladera (río Pusmalca-Sector Canchaque).

4.1.11.3.5 Drenaje y Salinidad.

Los suelos de los valles piuranos, colindantes con el Océano Pacífico, hasta 50 km aproximadamente tierra adentro, están formados por depósitos antiguos de origen marino cuyas profundidades varían entre 5 y 40 m. de profundidad. Encima de estos depósitos, se han formado los suelos aluviales estratificados provenientes de inundaciones periódicas de los ríos; así como la existencia superficial de dunas de origen eólico, que han sido transportadas desde las playas costeras, o provenientes de la erosión del desierto de Sechura. Los estratos sedimentarios de origen marino son de texturas finas e impermeables

que por acción del tiempo se encuentran semi-consolidados. Por esta causa los acuíferos superficiales por lo general están formados por aguas freáticas con diferentes grados de concentración salina, existiendo en algunos sectores del valle, concentraciones hasta 3 veces mayor que la salinidad del agua de mar.

Fisiográficamente, el valle del Bajo Piura es extremadamente plano, tiene una pendiente promedio de 0.5 por mil; situación que hace que los niveles freáticos asciendan muy rápidamente hasta muy cerca de la superficie, como respuesta a la recarga permanente originados por los métodos de riego tradicionales en pozas de inundación.

Si bien es cierto que los suelos superficiales estratificados y arenosos son de alta velocidad de infiltración y alta conductividad hidráulica, su condición de ser plano lo caracteriza como valle de drenaje natural muy restringido. En casos particulares, cuando los niveles freáticos se presenta en promedio a un metro por debajo de la superficie del suelo, la acción capilar de los suelos producen afloramiento de sales (en diferentes grados) desde las napas freáticas salinas. Este fenómeno ocurre en zonas de climas áridos y semiáridos como el de Piura, donde las precipitaciones son escasas con prolongadas horas de sol, altas temperaturas, y fuertes velocidades de viento.

Los problemas de drenaje y/o salinidad de suelos existentes en los valles, son en realidad problemas causados principalmente por acción del hombre mismo, al utilizar métodos de riego de baja eficiencia de aplicación y programar cultivos de alto requerimiento de agua, como es el caso del arroz (20 a 30,000 m³/ha campaña) para suelos que no son apropiados desde el punto de vista textural.

Dado que los métodos de riego tradicionales (pozas de inundación) son muy difíciles de cambiar en corto tiempo, se ejecutó sólo para el Valle del Bajo Piura, 454 km. de drenes troncales abiertos (tanto de primer, segundo y tercer orden), a fin de controlar los niveles freáticos adecuados proporcionando una salida perenne al mar.

El aumento de los problemas de drenaje, como consecuencia de las precipitaciones e inundaciones producidas en 1983, representó un desastre natural para los valles piuranos. Sin embargo, con la construcción de diques de encauzamiento por ambas márgenes de los ríos tanto del Valle del Bajo Chira como del Valle Bajo Piura, sirvió como una forma de prevención contra estos posibles desastres naturales, siendo además la reforestación de los diques y el mantenimiento anual de los sistemas de drenaje troncal, una medida prioritaria que debería tenerse en cuenta para garantizar una agricultura rentable.

Estudios de degradación de suelos por efecto de salinidad realizados en 1969 para el Bajo Piura (antes de la ejecución del PECHP), indicaron que el área afectada con concentraciones superiores a 12 mmhos/cm-25°C, fue de 22,900 ha. (65% del Valle). Con la construcción del

sistema de drenaje troncal por el Proyecto en la I Etapa, el área se redujo a 18,600 ha. (50% del valle). Evaluaciones realizadas en 1986, 3 años después de las inundaciones, revelaron que el área de afectación por sales se redujo a un mínimo de 6,500 ha. (18%) del valle. En este caso específico, las inundaciones que causaron destrucción en más del 90% de la infraestructura de riego y drenaje, causaron también lavado de suelos en un período de seis meses, situación paradójicamente contraproducente beneficiosa, que de no haberse presentado habría tomado muchos años para su recuperación mediante el lavado de suelos.

Sin embargo, evaluaciones realizadas por el PRONADRET en 1990, reportó que el área afectada por resalinización se duplicó en los 3 años consecutivos subsiguientes, es decir; el área se incrementó de 6,500 a 13,300 ha. (36% del valle), lo cual indicó nuevamente el reinicio acelerado de la degradación de suelos por defecto de un mal manejo del agua de riego por los usuarios.

4.1.12 SUELOS

Dentro de un estudio de Impacto ambiental el suelo, es uno de los componentes físicos a evaluar, ya que es uno de los elementos ambientales de mayor sensibilidad, frente al comportamiento natural del ambiente y las acciones antrópicas locales, por que condicionan su dinamismo y equilibrio.

Como parte de la prevención de futuros escenarios conflicto, se realizó el estudio de suelo y capacidad de uso mayor de las tierras, identificando los perfiles modales de los suelos del lote XIII, sector A y sector B, basados en la normativa vigente D.S. N° 013-2010-AG, Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos, referida a las normas y metodología a aplicarse, según los niveles de estudio, y al D.S. N° 017-2009-AG, Reglamento de Clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor, que promueve el uso racional continuo del recurso suelo, como instrumento de manejo.

El estudio comporta cuatro fases, fase de gabinete, de campo, de laboratorio y de compilación y tratamiento de la información. En la primera fase se hace la recopilación de información, confección del mapa base y densificación de la muestra, mientras que en la siguiente fase, se confeccionan las calicatas y se da lectura de su perfil modal, siguiendo los procedimientos del Soil Survey Manual (1993, Rev. 2012). Una vez obtenida las muestras son analizadas en el laboratorio, y se procede a la compilación de la información existente y generada, obtenida en las tres etapas anteriores, para la elaboración del informe final.

4.1.12.1 MARCO LEGAL

Para la elaboración del estudio se ha considerado las siguientes normativas y manuales, a nivel nacional e internacional.

- ✓ Decreto Supremo N° 013-2010-AG, Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos.
- ✓ Decreto Supremo N° 017-2009-AG, Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor
- ✓ Soil Survey Manual (USDA, 1993, Rev 2010); referido al recojo de información y toma de muestra.
- ✓ World reference base for soil resources (FAO, 2006), al igual que el anterior está referido al recojo de información y toma de muestra.
- ✓ Keys Soil Taxonomy (2010), Descripción de los suelos en base a sus características físico-químicas.

4.1.12.2 ANTECEDENTES

El Estudio de Suelo para el Lote XIII, ha tomado como referencia otros estudios locales, que involucran el área de interés, tomando como referencia el estudio de la Tesis –Clasificación de algunos suelos de Pueblo Nuevo de Colán-, empleados para un análisis local y el Estudio de Suelo del Gobierno Regional de Piura, a nivel de mesozonificación de análisis más integral. Ambos estudios han permitido, incrementar las unidades pedogenéticas del suelo, obteniendo como resultado un mayor número de consociaciones para un mejor análisis del área de interés. Cabe Señalar que se contaba con la información georeferenciada de las calicatas del GRP, por lo que, la información fue verificada en campo y nuevamente trabajada, adecuándola a la escala de detalle de interés.

4.1.12.3 OBJETIVOS

- Elaboración del Estudio de Suelos y Capacidad de uso mayor de las tierras del lote XIII, en la Región de Piura a escala 1:100 000.
- Clasificar los suelos de acuerdo a su naturaleza, características, composición y distribución espacial, según especificaciones técnicas y normativas respectivas.
- Realizar el proceso de Interpretación de las unidades de suelo identificadas, según criterios técnicos

4.1.12.4 METODOLOGÍA

El estudio comporta cuatro fases, que a continuación se detalla:

4.1.12.4.1 Fase de Gabinete

Basados en la normativa técnica, D.S. N° 013-2010-AG se estableció el nivel de estudio para el EIAsd, correspondiéndole el tercer orden, así también considerando la fisiografía

casi homogénea del terreno en el ámbito de estudio, el tamaño de muestra resultante fue de 31 puntos de muestreo, entre chequeos y calicatas (14).

Para la densificación del tamaño de muestra, se consideró estudios anteriores, así como las posibles unidades fisiográficas, las cuales fueron corroborados en campo, apoyados por la imagen satelital ASTER de resolución de 30m. y el apoyo del google earth, (Rev 212). En esta etapa también se determina las rutas de acceso y recorrido, tomando en consideración la época de muestreo, en este caso época seca.

Se confecciono el mapa base, preparación de materiales y equipos previa a la etapa de campo. Es preciso señalar que la pendiente en relación con el suelo es considerada como una propiedad y no como una forma de la tierra, debido a que influye en la retención y movimiento de agua, transferencia de calor, movimiento de material del suelo, potencial para deslizamientos y erosión acelerada, así también facilidad para el uso de maquinaria, entre otros (Cervantes y Valencia, 1987). Ver tabla 4.1.12A

TABLA 4.1.12A
PENDIENTES

Simbología	%	Definición
A	0 – 4	Plano a ligeramente inclinado
B	4 – 8	Moderadamente inclinado
C	8 – 15	Fuertemente inclinado
D	15 -25	Moderadamente empinado
E	25 – 50	Empinado

Fuente: Soil Survey Manual (USDA, 1981).

4.1.12.4.2 Fase de Campo

En el campo se ubicaron las unidades fisiográficas identificadas anteriormente en gabinete, se confeccionaron calicatas (hoyo de 1.0 x 1.5m largo por ancho) de profundidad variable, de acuerdo al desarrollo pedogenético de los suelos locales, el espesor de cada horizonte estuvo definido por la distancia vertical entre los límites superior e inferior del mismo. Este espesor esta dado de acuerdo al origen del suelo, sea aluvial, coluvial o residual, entre otros, variando dentro de un pedón.

Se recogió por muestra aproximadamente 1 kilo de suelo por cada horizonte, las cuales fueron debidamente encapsuladas en bolsas plásticas, y membretadas, para su posterior envío al laboratorio y respectivos análisis.

4.1.12.4.3 Fase de Laboratorio

El total de muestras recolectadas, fue enviando al laboratorio para su respectivo análisis, cumpliendo con los parámetros y métodos de caracterización dados por el D.S. 013-2010-AG, detallados en el Manual del MINAM. Ver tabla 4.1.12B, los informes de ensayo se presenta en el Anexo 2.1.

TABLA 4.1.12B
MÉTODOS USADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

Nº	Denominación	Parámetros a medir
1	Análisis Granulométrico	% de arena, limo y arcilla; método del Hidrómetro de Bouyoucos
2	Conductividad eléctrica, Salinidad	Lectura del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 ó en el extracto de la pasta de saturación(es).
3	pH	Medida en el potenciómetro de la superficie suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCL N, relación 1; 2.5.
4	Calcareao Total	Método - gaseo volumétrico, utilizando un calcímetro.
5	Materia Orgánica	Método de Walkley y Black, oxidación del carbonato orgánico con dicromato de potasio. %M.O.= $C_x \times 1.724$
6	Nitrógeno total	Método del micro-Kjeldahl.
7	Fosforo disponible	Método del Olsen modificado, extracción con $\text{NaHCO}_3=0.5\text{M}$, pH 8.5.
8	Potasio disponible	Extracción con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COOCH}_3$) 1N; PH 7.0
9	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	Saturación con acetato de amonio ($\text{CH}_3\text{-COOCH}_3$) 1N; PH 7.0
10	Cationes cambiabiles : Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+	Determinación en el extracto de amonio y cuantificación por absorción atómica.
11	Aluminio cambiabile (Al^{+3} H^+).	Método de Yuan. Extracción con KCL, 1N
12	Cationes y aniones Solubles	a) Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^+ , Na^+ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica. b) Cl , CO_3 , HCO_3 , NO_3 solubles: volumetría y colorimetría, SO_4 turbidimetría con cloruro de Bario. c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con acetona. d) Yeso soluble: Solubilización con agua y precipitación con acetona. e) Densidad aparente: Método de los cilindros. f) Sesquióxido de aluminio y hierro: Método de oxalato de amonio 0.2 M a pH 3.5. g) pH con FNa: Método de fluoruro de sodio 1M. h) Retención de fosfatos: solución de 1000 mg/kg de fósforo por 24 horas.

Fuente: Manual instructivo para el levantamiento de suelos en base al enfoque territorial para los procesos de macro, meso y micro Zonificación Ecológica Económica, DGOT-MINAM (2011)

Equivalencias empleadas:

1 ppm=1 mg/kilogramo

1 millilho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro

1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

4.1.12.4.4 Fase de Compilación de la Información

En esta fase se confecciona el informe final, integrando la información existente ya procesada y la información generada en la etapa de campo. Los suelos han sido clasificados según su morfología y génesis, considerando para su descripción la clasificación de estudios anteriores, unidades de mapeo y criterios establecidos en el Soil Survey Manual (Rev. 2008). Así mismo la clasificación taxonómica se realizará de acuerdo con las definiciones y nomenclaturas establecidas en el Soil Taxonomy (2010), utilizando como unidad taxonómica Subgrupo.

En tanto las áreas misceláneas, zona de no suelo, está comprendida por áreas urbanas, fisiográficamente corresponde a playas, ríos, cuerpos de agua, centros poblados, dunas y litoral marino, por sus características y limitaciones también se consideran áreas de afloramientos rocosos, distribuidas en el ámbito de estudio.

4.1.12.5 DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN ORIGEN

Destacan los suelos que pertenecen al orden de los Aridisols y Entisols, sin perfil desarrollado y generalmente estratificados, de diferente génesis, como aluviales jóvenes, de origen marino y eólicos, este último cubre gran parte de la superficie.

☐ Suelos aluviales:

Este tipo de suelo se presenta con un desarrollo pedogenético lento, caracterizado por su gran desorden estratigráfico, sobre el cual se sobrepone las sedimentaciones efectuadas por riego, de materiales moderadamente finos o finos y calcáreos. Estos suelos varían en profundidad y textura, en algunos casos han sido influenciados por procesos hidromórficos, acompañados de características halomórficas, en especial en la parte baja donde se presenta una topografía plana o depresionada, carente de un adecuado sistema de drenaje.

☐ Suelos coluviales:

Este tipo de suelo presenta una mezcla de fragmentos angulares y materiales finos, depositados en las laderas, producto de desprendimientos o deslizamiento de roca o suelo, transportados por la gravedad, se les encuentra a lo largo de las partes bajas de los valles o a mitad del talud.

☐ Suelos eólicos:

Este suelo esquelético, presenta un perfil compuesto de sedimentos marinos no consolidados del cuaternario además de materiales arrastrados por el viento, la mayoría son de textura gruesa (arena), seguido de suelos de textura media (franco

arenoso), y el restante de textura fina (franco arcilloso y franco limoso) y por último presenta una capa de textura variable con capa impermeable de arcilla.

❑ **Suelos fluviales:**

Este tipo de suelo, producto de la acumulación de sedimentos por la actividad agradacional del río Piura y Chira y por procesos de deslizamiento asociados a la gravedad, se sitúan en las márgenes de los ríos.

❑ **Suelos de origen marino:**

Este tipo de suelo está constituido por sedimentos provenientes del mar, que han tenido ascendencia a lo largo de los años, conformando los Tablazos de Lobitos, Talara, con contenido alto de sales, que han ido, en algunos casos precipitando al fondo del perfil modal del suelo.

4.1.12.6 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y TAXONÓMICAS

Se divide en unidades, edáficas y cartográficas. Las unidades edáficas son empleadas para definir las series de suelo, se ha considerado los parámetros físicos y químicos para su evaluación, mientras que para su denominación, se ha designado un nombre común para facilitar su estudio y socializar la información. El nivel de detalle ha sido dado por la normativa vigente, categorizando las series a nivel de subgrupo. Ver Tabla 4.1.12C y 4.1.12D, uno representado por el perfil modal del suelo y la otra unidad por su distribución espacial en el mapa. Mientras que las unidades cartográficas están definidas por las consociaciones y asociaciones.

4.1.12.6.1 Unidades Edáficas

La clasificación taxonómica se hizo de acuerdo con las definiciones y nomenclaturas establecidas en el Soil Taxonomy (2010), utilizando como unidad taxonómica el sub grupo , sobresaliendo 2 ordenes (Entisol y Aridisol).

Los Entisols son suelos de origen reciente, desarrollados por materiales no consolidados, que tienen poca o ninguna evidencia de desarrollo de los horizontes pedogenéticos, la mayoría son básicamente inalterados de su origen parental, muchos son suelos arenosos o muy poco profundos, se les encuentra en planicies de inundación. Se divide en 5 subórdenes: *Aquents*, *Adres*, *Psamments*, *Fluvents* y *Orthents* de donde el suborden Fluvents es de origen aluvial, mientras que Psamments, incluye la arena y Orthents son suelos poco profundos o esqueléticos, sujetos a la erosión.

En cambio los Aridisols son suelos caracterizados por presentar horizontes pedogenéticos; bajos en materia orgánica y nitrógeno, pero ricos en calcio, magnesio y elementos más

solubles, contienen horizontes subsuperficiales en el que las arcillas, carbonato de calcio, sílice, sales, y/o yeso se han acumulado, además se caracteriza por ser un suelo seco la mayor parte del año, con una lixiviación limitada. Presenta una limitada disponibilidad de humedad para el crecimiento sostenido de la planta. Se dividen en 7 subórdenes: *Cryids*, *Salids*, *Durids*, *Gypsids*, *Argids*, *Calcids*, y *Cambids*, de donde el Suborden Salids destaca por la acumulación de sales solubles. Se describe la taxonomía según sector del lote XIII.

TABLA 4.1.12C
CLASIFICACIÓN NATURAL DE LOS SUELOS IDENTIFICADOS, LOTE XIII - A

SB	SERIE	ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUB GRUPO	FAO
Gj	Granjas ⁺	Aridisols	Orthids	Calciorthids	Typic Calciorthids	Yermosol
Li	La Isla		Salids	Aquisalids	Typic Aquisalids	Solonchaks
Le	Letira			Haplosalids	Typic Haplosalids	
Gy	Guayaquil [*]	Entisols	Aquents	Fluvaquents	Typic Fluvaquents	Fluvisol
Nt	Tío Paira ⁺		Fluents	Torrifluents	Typic Torrifluents	
Sj	San Jorge		Orthents	Torriorthents	Lithic Torriorthents	Regosol
Bv	Buena ventura				Ustertic Torriorthents	
Np	Nuevo Paraiso ⁺				Lithic Torripsamments	Arenosol
Sf	San Francisco ⁺		Psamments	Torripsamments	Typic Torripsamments	
Es	Esmeralda					
Bg	Burgos					
Sa	Santa Ana					

Fuente: Elaborado para el estudio

(*) Información proveniente de otro estudios, no presenta muestra ni foto, pero si resultados de laboratorio./ (+) Información proveniente del Gobierno Regional de Piura, 2010.

TABLA 4.1.12D
CLASIFICACIÓN NATURAL DE LOS SUELOS IDENTIFICADOS, LOTE XIII - B

SB	SERIE	ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUB GRUPO	FAO	
Ysl	Yesera I	Aridisols	Cambids	Haplocambids	Typic Haplocambids	Cambisol	
Vy	Vega de Yudur		Calcids	Haplocalcids	Typic Haplocalcids	Yermosol	
Ch	Chepe		Orthids	Solortids	Lithic Solortids	Yermosol	
YsII	Yesera II				Typic Calciorthids		
Tj	Trujillo		Salids	Aquisalids	Typic Aquisalids	Solonchaks	
Li	La Isla				Haplosalids		Typic Haplosalids
Le	Letira		Entisols	Fluents	Torrifluents	Typic Torrifluents	Fluvisol
Az	Alto Zorro	Ustifluents			Typic Ustifluents		
Nt	Tío Paira				Orthents	Torriorthents	Typic Torriorthents
Lg	La Tortuga	Psamments		Torripsamments		Lithic Torripsamments	Arenosol
LtII	La Tea II					Typic Torripsamments	
Pg	Punta Tortuga						
El	El Lobo	Psamments		Torripsamments	Lithic Torripsamments	Arenosol	
Se	Sechura				Typic Torripsamments		
Ltl	La Tea I						
Yp	Yapato						

Fuente: Elaborado para el estudio.

4.1.12.6.2 Unidades Cartográficas

Se describen las consociaciones y asociaciones.

a) Consociaciones

El área de estudio cuenta con un total de 25 consociaciones de las cuales 12 pertenecen al lote XIII-A y 16 al lote XII-B, sin embargo por presentar las mismas características, 03 de estas unidades edáficas son compartidas por ambos sectores (La Isla, Letira y Nueva Tahoma). Se describe a continuación las consociaciones por cada lote.

a.1. Consociaciones del Lote XIII-A

El Lote XIII-A comporta 12 unidades edáficas denominadas consociaciones en el mapa, las cuales son descritas a continuación, mientras que sus respectivos análisis se encuentran anexados.

Las series de suelo que a continuación se describen presentan un epipedón que varía de acuerdo a su composición y estructura, a Burgos, San Francisco y San Jorge le corresponde el epipedón úmbrico, mientras que el resto de las series de suelo están enmarcados en el epipedón ócrico. El régimen de humedad para todas las consociaciones es de árido y tórrido, mientras que el régimen de temperatura es isohipertérmico, presentando una conductividad eléctrica menor a 2 mmho/cm, indicando una salinidad muy ligera para todas las series con excepción de Guayquil, que se presenta como ligeramente salino. Ver tabla 4.1.12E

TABLA 4.1.12E
CONSOCIACIONES, LOTE XIII A

Consociación	Descripción
Consociación Buena Ventura	Lithic Torriorthents de epipedón ócrico con 2 092.214 has., abarca la zona del talud, el cual se encuentra moderadamente inclinado, sobre planicies onduladas (8-15%), desarrollado sobre la Formación Chira a 103 msnm., de buen drenaje y escurrimiento superficial moderado, pertenece a la zona de vida matorral desértico-Montano Tropical.
Consociación Burgos	Typic Torripsamments de epipedón úmbrico con 298.304 has., desarrollado sobre depósitos aluviales recientes, en una planicie ondulada, fuertemente inclinada, con una pendiente de 8-15%, presenta erosión hídrica ligera, con arrastre laminar casi imperceptible. Pertenece a la zona de vida de desierto perárido-Tropical (dp-T).
Consociación Esmeralda	Lithic Torripsamments de epipedón ócrico con 2 236.877 has., está constituida por tierras de naturaleza esquelética o fragmental, con más de 90% de elementos gruesos, entre arena gruesa cascajo y piedra, se ha desarrollado sobre la Formación Tablazo Talara, a un altitud de 79 msnm., con una topografía plana (0-4%), superficialmente está conGráficoado por un bosque seco, con erosión hídrica ligera e imperceptible. Pertenece a dos zonas de vida como son el matorral desértico-Premontano-tropical y desierto perárido-Premotano Tropical.

Consociación	Descripción
Consociación Granjas (Gj)	Typic Calciorthids de epipedón ócrico con 5 068.347 has., es una terraza de origen marino, comprende parte de la formación Tablazo Talara (Qp-tt), presenta conglomerados lumaquílicos poco consolidadas en matriz bioclástico o arenisca arcósica, recubierta por una capa delgada de depósitos eólicos y aluviales de arena a una altitud de 83 msnm., su topografía va de plana a ligeramente inclinada, (0 - 4 %), de escurrimiento superficial lento, de drenaje imperfecto y permeabilidad superficialmente se asienta en un bosque seco semidenso de zapotes y algarrobo, perteneciente al desierto superárido Premontano Tropical (ds-PT).
Consociación Guayaquil	Typic Fluvaquents de epipedón ócrico con 809.398 has., es un suelo formado en depósitos aluviales recientes, de mal drenaje, conGráficode en espacio plano a ligeramente ondulado (0 - 4 %), con un drenaje imperfecto y escurrimiento superficial muy lento, a una altitud de 50 msnm., con escasa vegetación y cobertura de manto de arena, pertenece a la zona de vida de matorral desértico Montano Tropical (Md-MT).
Consociación La Isla	Typic Aquisalids de epipedón ócrico, con 1 810.861 has., desarrollado sobre depósitos aluviales recientes, formando terrazas planas, en los valles a una altitud de 14 msnm., de drenaje imperfecto y escurrimiento superficial muy lento. Pertenece a la zona de vida de desierto perárido-Premontano Tropical y matorral desértico-Montano Tropical.
Consociación Letira	Typic Haplosalids de epipedón ócrico, con 281.953 has., formado sobre depósitos aluviales recientes, en planicies casi a nivel, a 13 msnm., presenta un escurrimiento superficial muy lento y drenaje imperfecto. Pertenece a varias zonas de vida de cómo el desierto perárido –Premontano Tropical y Tropical y el matorral desértico-Montano Tropical.
Consociación Nueva Tahoma (Nt)	Typic Torrifluvents de epipedón úmbrico con 5 174.728 has., desarrollado a 43 msnm, en planicies irrigadas, en una pendiente casi plana irrigada de 0-2%, sobre depósitos aluviales antiguos y conglomerados de arenas y arcillas, de drenaje pobre a imperfecto y escurrimiento superficial muy lento. Pertenece a la zona de vida de desierto desecado – Premontano Tropical (dd-PT).
Consociación Nuevo Paraíso	Lithic Torriorthents de epipedón ócrico con 9 246.32 has., desarrollado sobre un bosque seco semidenso de algarrobo y zapote, bajo un material parental residual marino (Tablazo Talara), de conglomerados de lumaquelas poco consolidadas, a 95 msnm, con una pendiente de 0-4 % de permeabilidad lento y con un drenaje muy pobre a imperfecto, presenta erosión eólica moderada, presenta una capa delgada de depósitos eólicos y aluviales de arena con presencia de pedregosidad superficial de 40% entre piedras y gravas. Pertenece a la zona de vida de Desierto superárido – Premontano Tropical (ds-PT),
Consociación San Jorge	Typic Torrifluvents de epipedón úmbrico con 2 436.421 has., se desarrolla en depósitos aluviales recientes, en una planicie inundable, ligeramente inclinada (0-4%), a 20 msnm., de escurrimiento superficial lento, con drenaje imperfecto a moderado, no presenta erosión. Comprende tres zonas de vida, desierto-Premontano Tropical, desierto-Perárido Tropical y Matorral desértico–Montano Tropical.
Consociación San Francisco	Ustertic Torriorthents de epipedón úmbrico con 113.865 has., desarrollado sobre conglomerados de cantos rodados, arenas finas o gruesas, con contenido de fragmentos de conchas, lumaquelas y coquinas, en planicies onduladas con una pendiente fuertemente inclinada (8-15%), con erosión severa, permeabilidad y drenaje moderado, a 184 msnm. Pertenece al desierto perárido-Premontano Tropical.
Consociación Santa Ana	Typic Torripsamments de epipedón ócrico con 698.754 has., al igual que la Serie Esmeralda y otras series de suelo se desarrolla sobre la Fromación Tablazo Tálara, conGráficondo las terrazas marinas locales, cercanos al cono de deyección, a una

Consociación	Descripción
	altitud de 29 msnm., presenta una permeabilidad y drenaje bueno y escurrimiento superficial moderado, con una pendiente ondulada, fuertemente inclinada (8-15%). Pertenece a la zona de vida de desierto-Perárido Tropical.

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

a.2. Consociaciones del Lote XIII-B

El Lote XIII-B comporta 16 unidades edáficas denominadas consociaciones en el mapa, las cuales están descritas de acuerdo a sus características naturales en las que se desarrollan. Las series de suelo que se describen presentan un epipedón ócrico con un régimen de humedad para todas las consociaciones de árido y tórrido y un régimen de temperatura de isohipertérmico. Ver tabla 4.1.12F

TABLA N° 4.1.12F
CONSOCIACIONES, LOTE XIII B

Consociación	Descripción
Consociación Alto Zorro	Typic Torrifluvents de epipedón ócrico con 14 676.253 has., formado sobre depósitos aluviales recientes, en planicies onduladas moderadamente empinada a empinada (hasta 50%), a una altitud de 16 msnm., de drenaje bueno a excesivo, con un escurrimiento superficial de moderado a rápido, de erosión moderada, con presencia de surcos (aun en lenta formación), Predomina las zonas de vida de desierto perárido-Premontano y matorral desértico-Montano Tropical, cuya cobertura vegetal predominante es el vichayo, faique y zapote.
Consociación Chepe	Typic Haplocalcids de epipedón ócrico con 18 676.307 has., se forma sobre depósitos aluviales antiguos, conGráficondo terrazas inundables, moderadamente inclinado (4-8%), a 15 msnm., presenta erosión ligera, de drenaje imperfecto a moderado y escurrimiento superficial lento, con vegetación predominante de vichayo y zapote. Pertenece a tres zonas de vida, desierto perárido-Premontano Tropical, desierto perárido-Tropical y desierto superárido Tropical.
Consociación El Lobo	Typic Torriorthents de epipedón ócrico con 27 447.697 has., desarrollado a 75 msnm, sobre material residual marino (Tablazo Talara) con conglomerados lumaquílicos poco consolidados, constituido a su vez por conglomerados coquiníferos, en planicies onduladas casi planas (0-4%), pertenece a la zona de vida de Desierto superárido-Premontano Tropical (ds-PT), conGráficondo un bosque seco ralo de matorral.
Consociación La Isla	Typic Aquisalids de epipedón ócrico con 27 870.433 has., desarrollado sobre depósitos aluviales recientes, formando terrazas planas, en los valles a una altitud de 14 msnm., de drenaje imperfecto y escurrimiento superficial muy lento. Pertenece a la zona de vida de desierto perárido-Premontano Tropical y matorral desértico-Montano Tropical.
Consociación La Tea I	Typic Torripsamments de epipedón ócrico con 12 439.131 has., formado por depósitos eólicos, en planicies onduladas, moderadamente inclinadas (4-8%), con presencia de guijarros y piedras superficiales, a una altitud de 61 msnm, con erosión liegera, la vegetación predominante es el algarrobo y ceibo, conformando parte de la zona de vida de desierto perárido-Premontano Tropical y desierto perárido-Tropical.
Consociación La Tea II	Typic Ustifluvents de epipedón ócrico con 8 424.666 has., desarrollado en depósitos eólicos, en superficies planas moderadamente inclinadas (hasta 15%), a una altitud de 37 msnm, de drenaje moderado, y escurrimiento superficial lento. Comprenden el desierto perárido-Premontano Tropical y el matorral desértico-Montano Tropical.

Consociación	Descripción
Consociación La Tortuga	Typic Torrifluvents de epipedón úmbrico con 981.944 has., desarrollado a 40 msnm., en planicies irrigadas con superficies casi a nivel (0 – 2%), en depósitos aluviales antiguos (Q-al) de conglomerados, arenas, arcillas, presenta un escurrimiento superficial lento, de drenaje imperfecto. Pertenece a la zona de vida de desierto desecado-Premontano Tropical (dd-PT)
Consociación Letira	Typic Haplosalids de epipedón ócrico con 5 324.373 has., formado sobre depósitos aluviales recientes, en planicies casi a nivel, a 13 msnm., presenta un escurrimiento superficial muy lento y drenaje imperfecto. Pertenece a varias zonas de vida de cómo el desierto perárido –Premontano Tropical y Tropical y el matorral desértico-Montano Tropical.
Consociación Nueva Tahoma	Typic Torrifluvents de epipedón úmbrico con 10 884.54 has., desarrollado a 43 msnm, en planicies irrigadas, en una pendiente casi plana irrigada de 0-2%, sobre depósitos aluviales antiguos y conglomerados de arenas y arcillas, de drenaje pobre a imperfecto y escurrimiento superficial muy lento. Pertenece a la zona de vida de desierto desecado – Premontano Tropical (dd-PT)
Consociación Punta Tortuga	Typic Torriorthents de epipedón ócrico con 1 766.655 has., se desarrolla en planicies onduladas disectadas, con una pendiente moderadamente inclinada (4-8%), y erosión muy leve, bajo la Formación Tortugas, que corresponde a una secuencia conglomerádica brechoide, en ella alternan lutitas y lodolitas de rocas paleozoicas, a una altitud de 145 msnm, conGráficoodo un bosque seco muy ralo de matorral, con pedregosidad superficial del 10%. Pertenece a la zona de vida de Desierto superárido – Premontano Tropical (ds-PT)
Consociación Sechura	Lithic Torripsamments de epipedón ócrico con 4 017.787 has., desarrollado en la formación Tablazo Lobitos, sobre planicies suavemente onduladas, moderadamente inclinadas (4-8%), a 17 msnm., de drenaje y permeabilidad lento, está conGráficoodo el bosque seco característico de la zona, conformado por tres zonas de vida desierto perárido-Tropical y Montano Tropical, así como el desierto superárido-Tropical.
Consociación Trujillo	Typic Calciorthids de epipedón ócrico con 27 585.685 has., se asienta al igual que Granjas sobre el Tablazo Talara, de material residual marino, de conglomerados lumaquílicos, con una pendiente que va de 0-4 % y erosión eólica moderada, lo que indica que la acción del viento a removido medianamente el suelo. Se desarrolla sobre la zona de vida de desierto superárido – Premontano Tropical (ds-PT), a una aaltitud de 78 msnm., sobresaliendo como vegetación el algarrobo y zapote.
Consociación Vega de Yudur	Typic Haplocalcids de epipedón ócrico con 12 194.664 has., desarrollado a 21 msnm., sobre depósitos mixtos, constituidos por depósitos aluviales antiguos y depósitos eólicos progresivos, del cuaternario, en planicies amplias de deyección, suavemente inclinadas (0-4%), presenta un drenaje imperfecto con un escurrimiento superficial lento. Pertenece a tres zonas de vida, desierto perárido-Premontano Tropical, desierto perárido-Tropical y desierto superárido Tropical
Consociación Yapato	Typic Torripsamments de epipedón ócrico con 21 785.02 has., desarrollado sobre la formación Tablazo Lobitos, en un paisaje colinoso fuertemente inclinado, sin presencia de vegetación, con erosión hídrica ligera de arrastre laminar casi imperceptible, a una altitud de 19 msnm,. Con permeabilidad y drenaje excesivo. Esta contenido dentro de la zona de vida de desierto desecado-Premontano Tropical.
Consociación Yesera I	Typic Haplocambids de epipedón ócrico con 1 819.475 has., formado por depósitos eólicos del cuaternario, sobre una planicie suavemente ondulada, moderadamente inclinada (4-8%), a una altitud de 100 msnm. De drenaje moderado, pero escurrimiento superficial lento, con pedregosidad superficial del 12%. Comprende dos zonas de vida,

Consociación	Descripción
	desierto perárido-Premontano Tropical y matorral desértico-Montano Tropical.
Consociación Yesera II	Lithic Solortids de epipedón ócrico con 9 466.921 has., está desarrollado en depósitos eólicos sobre planicies onduladas suavemente, con una inclinación moderada (4-8%), a 120 msnm., con erosión hídrica ligera, presenta un drenaje imperfecto, de escurrimiento superficial lento, con vegetación predominante de algarrobo, que conGráfico el bosque seco ralo, perteneciente al matorral desértico-Montano Tropical y desierto perárido-Premontano Tropical.

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

b) Asociaciones

En el área de estudio existe un total de 08 asociaciones de suelo, correspondiéndole 05 al lote XIII-A y 03 al lote XII-B, solo se describirá el porcentaje de asociación, debido a que su descripción ya ha sido dado en el ítem de consociaciones.

b.1. Asociaciones del Lote XIII-A

Este sector presenta presentan 05 asociaciones. Ver tabla 4.1.12G

TABLA 4.1.12G
ASOCIACIONES, LOTE XIII A

Asociación	Descripción
Asociación La Isla (Li) – Misceláneo (Ms)	Esta asociación está compuesta por la consociación la Isla con un 30% del área total, correspondiéndole 160.586 has., mientras que Misceláneo comprende el 70% restante (, entendido este último como bancos de arena y corredor de dunas, en una superficie moderadamente inclinada (4-8%), de 0 a 14 msnm, carente de vegetación. Comprende el desierto superárido-Tropical.
Asociación Nueva Tahoma (Nt) – Guayaquil (Gy)	Esta asociación está compuesta por la consociación Nueva Tahoma con un 20% del área total, en tanto Guayaquil comprende el 80% restante, a una altitud de 43 msnm, en una superficie plana, pertenece al desierto premontano-Tropical
Asociación Nueva Tahoma (Nt) - La Isla (Li)	Ambas consociaciones abarcan el 50% de la superficie, a una altitud de 40 msnm., en una zona plana (0-4%), pertenece al matorral desértico-Premontano Tropical.
Asociación Nueva Tahoma (Nt) - Misceláneo (Ms)	Esta asociación comprende el 65 y 35% de la superficie, para la consociación Nueva Tahoma y misceláneo respectivamente; el área miscelánea comprende bancos de arena y corredor de dunas, a un altitud de 36 msnm de topografía plana a casi a nivel.
Asociación San Francisco (Sf) - Misceláneo (Ms)	La relación entre estas asociaciones va de 25 a 75%, primero para la consociación San Francisco seguido de áreas Misceláneas, que comprenden bancos de arena y dunas aisladas, a 185 msnm., en planicies con una pendientes moderadamente empinadas. Perteneciente a la zona de vida desierto perárido-Tropical.

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

b.2. Asociaciones del Lote XIII-B

Este sector presenta presentan 03 asociaciones. 4.1.12H

Tabla 4.1.12H
ASOCIACIONES, LOTE XIII B

Asociación	Descripción
<i>Asociación Letira (Le) - La Tea I (Ltl)</i>	Esta asociación comprende la consociación Letira con un 15% y el 85% recae en la Tea I, a una altitud que va desde los 13 a 64 msnm., con una topografía de plana a moderadamente inclinada, recae dentro de la zona de vida de desierto perárido-Tropical.
<i>Asociación La Isla (Li) – Letira (Le)</i>	Esta asociación está compuesta por la consociación la Isla con un 40% del área total, mientras que Letira con el 60% restante, de pendiente moderadamente inclinada (4-8%), a una altitud de 14 msnm., Comprende la zona de vida de matorral desértico-Premontano Tropical.
<i>Asociación Trujillo (Tj) – Sechura (Se)</i>	La consociación Trujillo está conformada por un 56% del área, lo restante lo contiene la consociación Sechura, presenta una topografía moderadamente inclinada, que va desde los 17 a 78 msnm. Comprende tres zonas de vida, como el desierto perárido –Premontano Tropical y Tropical y el desértico superárido-Tropical.

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

4.1.12.7 CONCLUSIONES

- ✓ Se cuenta con un total de 25 consociaciones de suelo y entre ellas una asociación de 08 series de suelo.
- ✓ Los suelos de la cuenca en general presentan una fertilidad media a baja.
- ✓ Dentro de los problemas principales que no permiten el uso adecuado e intensivo del suelo para fines productivos son: la salinidad, el mal drenaje, el desarrollo en su mayoría esquelético del suelo, así también la fertilidad baja del suelo.
- ✓ Se recomienda lo siguiente para los problemas principales de la zona:
 - Para el problema de sales, se debe hacer el lavado periódico de las tierras y alternar con cultivos tolerantes a un grado de salinidad, preferentemente un cultivo agroindustrial, teniendo en consideración el comportamiento social para la introducción de nuevas especies.
 - Para el mal drenaje, se puede preparar el suelo balanceadamente, con asesoramiento técnico de modo que el agua no se pierda rápidamente.
 - Para la baja fertilidad de los suelos, se debe incrementar el uso de abonos naturales y fertilizantes, de modo que el suelo pueda suplir la deficiencia que posee, y permita que el rendimiento de la producción sea óptimo, tanto para el sistema cultivo como para el sistema de crianza.

- ✓ Se recomienda andar en el grado de resiliencia del suelo, para poder hacer la ampliación de posibles áreas agrícolas y proyectos de desarrollo agropecuario.
- ✓ Se debe crear programas orientados al tipo de producción, para darle un valor agregado y mejore la rentabilidad de estos en el mercado.

4.1.13 CAPACIDAD DE USO MAYOR DELAS TIERRAS

El concepto de tierras incluye factores físicos y biológicos así también las actividades antrópicas, como un conjunto de influencia directa sobre el empleo del potencial productivo, por tanto se define la Capacidad de Uso de la tierra como la aptitud de los suelos para mantener una producción constante bajo un tratamiento de manejo continuo y usos específicos.

Algunos de los estudios tomados como referencia, han estado desarrolladas bajo otra clasificación, como es el Reglamento de Clasificación de Tierras del Ministerio de Agricultura del Perú, en términos Capacidad de Uso Mayor, según Decreto Supremo N° 0062-AG, del '75, por lo que, la información ha sido estandarizada y homologada, de acuerdo al nuevo reglamento establecido en el D.S. N° 017-2009-AG, en el cual hace mención a las diferentes categorías de uso.

A pesar que en la practica el paisaje es heterogéneo, coexisten suelos de diferentes vocaciones, por tanto de manejo, definir la capacidad natural de los suelos permite al usuario, obtener la información adecuada, para el uso correcto de la tierra para fines agrícolas ya sea anuales (A) y/o permanentes (C), pecuarios (P), forestal (F) o de protección (X), así como las prácticas de manejo y conservación que eviten su deterioro.

Cada sub clases identifica su capacidad a partir de la calidad agrológica, sea ésta baja (3), media (2) o alta (1) y a las limitaciones de orden intrínseco de las tierras por erosión (e), suelo (s), clima (c), mal drenaje (w) u otro factor limitante del suelo para la clase determinada.

Las diferentes unidades clasificadas en forma no Asociada y Asociada, están descritas dentro de las unidades cartográficas, mientras que su distribución espacial se muestra en el Mapa de Capacidad de Uso Mayor a escala 1:100 000, ver Mapa, lamina N° 10.

4.1.13.1 Descripción de las Unidades Cartográficas

Se dividen en consociaciones y asociaciones, cuya distribución espacial se puede apreciar en los Tablas subsiguientes, mientras que los mapas respectivos según área de estudio se aprecian en la lámina N° 10.

a) Consociaciones

En el área de estudio se han identificado 09 consociaciones, 07 para el Lote XIII-A, y nueve para 09 para el Lote XIII-B.

a.1. Consociaciones del Lote XIII-A

Se han definido 07 consociaciones, de cuatro grandes grupos de tierras; sobresaliendo las tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrologica media a baja, limitada por el tipo de suelo. (Ver tabla 4.1.13A).

TABLA 4.1.13A
CONSOCIACIÓN IDENTIFICADAS EN EL LOTE XIII-A

Símbolo	Descripción
A _{3s(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo. Requiere riego
A _{3sl(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo y sales, Requiere riego.
A _{3slw(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo y drenaje. Requiere riego.
A _{3sw}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo, sales y drenaje. Requiere riego.
C _{3s(r)}	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo. Requiere riego.
P _{3s(t)}	Tierras aptas para cultivo pastoreo temporal, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo.
X _{se}	Tierras de protección. Limitación por suelo y erosión.

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

a.2. Consociaciones del Lote XIII-B

Se han definido 08 consociaciones, de cuatro grandes grupos de tierras; sobresaliendo las tierras aptas para cultivo en limpio de calidad agrologica media a baja, limitada por el tipo de suelo. (Ver tabla 4.1.13B).

TABLA 4.1.13B
CONSOCIACIÓN IDENTIFICADAS EN EL LOTE XIII-B

Símbolo	Descripción
A _{2s(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica media. Limitación por suelo. Requiere riego
A _{3s(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo. Requiere riego
A _{3sl(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo y sales. Requiere riego
A _{3slw(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo, sales y drenaje. Requiere riego
C _{3s(r)}	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo. Requiere riego.

Símbolo	Descripción
P _{2s(t)}	Tierras aptas para cultivo pastoreo temporal, calidad Agrológica media. Limitación por suelo
P _{3s(t)}	Tierras aptas para cultivo pastoreo temporal, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo.
X _{se}	Tierras de protección. Limitación por suelo y erosión.

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

b) Asociaciones

En el área de estudio se presentan 06 asociaciones para el lote XIII-A y 12 para el Lote XIII-B, ver tabla 4.1.13C y tabla 4.1.13D

TABLA 4.1.13C
ASOCIACIONES DE TIERRAS IDENTIFICADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO, LOTE XII A

Símbolo	Descripción
A _{3s(r)} -A _{3sl(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo y sales. Requiere riego.
A _{3s(r)} -A _{3slw(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo, sales y drenaje. Requiere riego.
A _{3s(r)} -X _{se}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja, Limitación por suelo, Requiere riego - Tierras de protección, limitaciones por suelos y erosión.
A _{3sl(r)} -X _{se}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja, Limitación por suelo, Requiere riego - Tierras de protección, limitaciones por suelos, sales y erosión.
P _{2se(r)} -X _{se}	Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica media - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
X _{se} -P _{2s(t)}	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para pastos temporales, calidad Agrológica media, limitación por suelo.

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

TABLA 4.1.13D
ASOCIACIONES DE TIERRAS IDENTIFICADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO, LOTE XII B

Símbolo	Descripción
A _{3s(r)} -C _{3s(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo y sales. Requiere riego - Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica media a baja. Limitación por suelo. Requiere riego.
A _{3sl(r)} -A _{3s(r)}	Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo y sales. Requiere riego.
C _{2s(r)} -P _{3s(t)}	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica media. Limitación por suelo. Requiere riego - Tierras aptas para cultivo pastoreo temporal, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo.
C _{3s(r)} -A _{3s(r)}	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo. Requiere riego - Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo y sales. Requiere riego
C _{3s(r)} -P _{3s(t)}	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo. Requiere riego - Tierras aptas para cultivo pastoreo temporal, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo.
C _{3s(r)} -X _{se}	Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo. Requiere riego - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.

Símbolo	Descripción
$P_{2s(t)}- C_{3s(r)}$	Tierras aptas para cultivo pastoreo temporal, calidad Agrológica media, de uso temporal. Limitación por suelo - Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica media. Limitación por suelo. Requiere riego.
$P_{2s(t)}- X_{se}$	Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica media - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
$P_{3s(t)}- A_{3s(r)}$	Tierras aptas para cultivo pastoreo temporal, calidad Agrológica baja, de uso temporal. Limitación por suelo - Tierras aptas para cultivos en limpio, calidad Agrológica baja. Limitación por suelo y sales. Requiere riego
$P_{3s(t)}- C_{3s(r)}$	Tierras aptas para cultivo pastoreo temporal, calidad Agrológica baja, de uso temporal. Limitación por suelo - Tierras aptas para cultivo permanente, calidad Agrológica media. Limitación por suelo. Requiere riego.
$P_{3s(t)}- X_{se}$	Tierras aptas para pastos, calidad Agrológica baja - Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión.
$X_{se} - P_{3s(t)}$	Tierras de protección. Limitaciones por suelos y erosión - Tierras aptas para pastos temporales, calidad Agrológica baja, limitación por suelo.

Fuente: Elaborado para el estudio, EQUAS 2011-2013.

4.1.13.1.2 Conclusiones

- ✓ El uso de esta información está destinado a dos usuarios (personal técnico y productor) y su uso está en función de las necesidades mediatas y futuras que requieran intervención para su manejo o conocimiento. Le será útil:
 - Al productor agropecuario con el propósito de ayudarlo a conocer mejor sus tierras y contribuir a que las maneje en forma adecuada, aumentando su nivel de aprovechamiento; y
 - Al personal técnico para que los utilicen en las tareas de divulgación, asesoramiento y manejo de campos; a los organismos estatales como elemento básico para la toma de decisiones políticas; así como para proyectos de construcción de caminos y demás obras para las cuales necesiten datos sobre propiedades de los suelos.
- ✓ En su mayoría son tierras sujetas al riego para el desarrollo de la agricultura (en la zona baja) con áreas de pastoreo temporal, predominando este último en el Lote XIII A.
- ✓ Predominan área de cultivos intensivos de calidad agrológica media a baja, intercaladas con afloramientos rocosos y áreas desérticas.
- ✓ La asignación de usos del suelo, en lo posible, debe ser técnico para evitar problemas de pérdida de cobertura vegetal, y la salinización de los suelos, que son las que van en aumento.

4.1.14 CALIDAD DE AGUA

4.1.14.1 ASPECTOS GENERALES.

Para la evaluación de la calidad de las aguas de los recursos hídricos que compromete el Proyecto "Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D, en el Lote XIII ", se considero la legislación vigente; como la Ley General de los Recursos Hidricos y lo dispuesto en los Estandares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua establecidos mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

Se presenta una breve descripción de los ríos, resaltando los usos en el tramo que compromete el proyecto.

a) Río Piura

El río Piura nace a 3.600 m, como río Huarmaca, en la divisoria de la cuenca del río Huancabamba, en la provincia del mismo nombre, donde inicia su recorrido cruzando las provincias de Morropón y Piura. Su cauce de 280 km tiene una dirección general de sur a norte, con curvatura desde la quebrada San Francisco hasta la Caída de Curumuy, (donde se produce el aporte de un caudal regularizado por la represa de Pochos) luego en dirección Sur-Oeste hasta llegar a su desembocadura al océano Pacífico a través del estuario de Virrilá.

b) Río Chira

El río Chira es un río de la vertiente del Pacífico, localizado al sur del Ecuador y norte del Perú. Forma la frontera entre ambos países hasta la quebrada del Amor, y a partir de ahí ingresa al territorio peruano. La ciudad de Sullana, en el Perú, está situada junto a este río.

El río Chira es un río internacional, y su cuenca tiene un área de drenaje total de 19.095 km² hasta su desembocadura; de este total, 7.162 km² están en Ecuador, y 11.933 km² en Perú. Su cuenca húmeda es de aprox. 9.500 km².

El río nace en la Cordillera Occidental de los Andes a más de 3.000 m.s.n.m, con el nombre de río Catamayo, y después de recorrer 150 km se une con el río Macará donde toma el nombre de río Chira, recorre 50 km, en el límite entre Perú y Ecuador hasta encontrarse con el río Amor continuando en la dirección sur-oeste en territorio peruano hasta su desembocadura en el mar, después de haber recorrido 300 km aproximadamente. La longitud del río Chira es de 168 km y los 300 km corresponden al sistema Chira-Catamayo.

c) Río Cascajal

El sistema Hidrográfico Superficial de la cuenca del río Cascajal, está formado un sus orígenes por las nacientes de los ríos Tocto y Palo Blanco en la cuenca del pacifico. Aguas abajo de estos se produce la convergencia de los ríos Tocto y Palo Blanco, la misma que se produce en las proximidades del caserío El Coco, a 160 m.s.n.m. aprox., siguiendo su curso aguas abajo en su margen derecho recibe el aporte del Río San Cristóbal y de la Quebrada Vega del Padre, en su margen izquierda recibe las aguas de la quebrada Artesón y Cruz del Puente, siguiendo su recorrido en dirección Nor-Oeste, hasta llegar al caserío La Tranca, el río Cascajal toma este nombre, hasta desaparecer a la altura aproximada de 22 m.s.n.m., en las inmediaciones de los Bosques de Minchales.

4.1.14.2 METODOLOGÍA.

El diseño y planificación del monitoreo de aguas se baso en la literatura especializada, destacandose, Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos de Agua Naturales de Aguas Superficiales, publicado mediante Resolución Jefatural No 182 – 2011 – ANA y en el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aguas, publicado por el Ministerio de Energía y Minas (1994).

a) *Ubicación de los Puntos de Monitoreo*

A fin de determinar la calidad de las aguas de los recursos hídricos involucradas en el proyecto; se han ubicado un total de 21 estaciones de muestreo, 06 en el Lote XIII A y 15 en el Lote XIII B en la tabla 4.1.14A, se detalla la descripción, ubicación y justificación de las estaciones de monitoreo.

La ubicación de las estaciones de monitoreo, obedece a los siguientes criterios:

- ✓ Evaluación de las actividades que se desarrolla en el área.
- ✓ Ubicación de los componentes del proyecto.
- ✓ Fuentes potenciales de contaminación.
- ✓ Facilidad de Acceso, para el monitoreo.

La descripción, ubicación y justificación de cada estación de monitoreo, que abarca los componentes del proyecto, se detallan en la tabla 4.1.14A y tabla 4.1.14B, en el Mapa, Laminas 11A y 11B adjunto en el anexo 3, se muestra la distribución espacial. En el anexo 2, se muestran las vistas fotográficas que ilustran las diferentes fases del monitoreo.

TABLA 4.1.14A
DESCRIPCIÓN, UBICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE AGUA
LOTE XIII A

Código	Coordenadas WGS 84		Descripción	Justificación
	Este	Norte		
CAG - 01	486 369	9 458 563	Rio Chira, frente al Pozo PN 79.	Estación de Impacto, cuerpos de agua dentro del área del Proyecto, evaluar la actual calidad de sus aguas.
CAG - 02	488 378	9 454 128	Agua Subterránea, frente al Pozo PN 23	
CAG - 03	497 316	9 460 071	Rio Chira, 500 m. aguas arriba del Puente Simón Rodríguez.	
CAG - 04	484 361	9 458 612	Rio Chira, a 500 m. de la desembocadura al mar (delta).	Determinará el posible impacto de las operaciones del proyecto
CAG - 05	504 003	9 458 432	Rio Chira, aguas arriba del área proyecto (frente al c.p la Huaca)	Estación blanco
CAG - 05A	545 345	9 372 168	Rio Chira, entre el centro poblado Miramar y Vichayal	Estación de impacto

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS.

Tabla 4.1.14B
DESCRIPCIÓN, UBICACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE AGUA
LOTE XIII B

Código	Coordenadas WGS 84		Descripción	Justificación
	Este	Norte		
CAG - 19	537 711	9 429 928	Afloramiento de Agua, naciente de la Qda las Monjas, aguas arriba del área del proyecto	Estación Blanco
CAG - 06	532 206	9 407 281	Canal de regadío, frente al C.P. Monte Grande	Estación de impacto, de uso agrícola y uso domestico
CAG - 07	541 760	9 400 127	Rio Piura, frente al C.P Nuevo Tallan.	Estación de control
CAG - 08	533 487	9 388 643	Laguna Ñapique.	Estación de impacto.
CAG - 09	528 547	9 391 616	Dren N° 7.	Estación de impacto
CAG - 10	538 780	9 422 317	Rio Piura, a 500 m. aguas abajo del Puente Grau	Estación de impacto
CAG - 11	540 041	9 392 790	Rio Piura, aguas arriba de la Laguna Ñapique.	Estación de impacto
CAG - 12	521 174	9 406 735	Laguna de Sal - Villa Yapato.	Estación de impacto
CAG - 13	547 426	9 358 814	Quebrada sin nombre	Estación de impacto
CAG - 14	554325	9344205	Quebrada Cascajal	Estación de impacto
CAG - 15	537 567	9 384 748	Rio Piura, aguas abajo del Sistema de Linea Sismica Este	Estación de impacto
CAG - 16	541 999	9 365 269	Laguana La Niña , al NW del Sistema de Linea Sismica Sur	Estación de impacto
CAG - 17	545 345	9 372 168	Laguana La Niña , al W del Sistema de Linea Sismica Sur	Estación de impacto
CAG - 18	556 794	9 353 326	Qda. Sin Nombre, aguas debajo de la confluencia de la Qda.Vega de Yoduro / Qda. Chepe.	Estación de impacto
CAG - 20	533 833	9 429 928	Qda. Las Monjas, pueute autopista el Sol, tramo Piura-Sullana	Estación de impacto

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS.

b) Selección de los Parámetros y Manejo de Muestras.

La selección de los parámetros para la evaluación de la calidad de los recursos hídricos, ubicados en el área de influencia directa e indirecta del proyecto; tiene relación con lo dispuesto en la normatividad ambiental vigente, que para el presente caso, son los parámetros establecidos en los Estadares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S N° 002-2008-MINAM, dispositivo que clasifica a los cuerpos de agua de acuerdo a sus usos.

Los cuerpos de agua que compromete el proyecto “Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D en el Lote XIII”, esta representada por ríos, aguas subterráneas y lagunas; cuerpos de agua que son utilizados para “**Riego de Vegetales y Bebida de Animales**”, por lo que les corresponde la Categoría 3 y para la “**Conservación del Ambiente Acuático**” Categoría 4. Es de acotar los parámetros seleccionados incluye a los fijados en el Decreto Supremo N° 037-2008 PCM. Niveles Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Sector Hidrocarburos. En la Tabla 4.1.14C se indica los parámetros de evaluación y el manejo de muestras.

TABLA 4.1.14C
PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA, MANEJO DE MUESTRAS DE AGUAS.

Parámetros	Volumen (ml)	Manejo de muestras	Tiempo de almacenamiento
pH	1000	Medición In Situ
Conductividad Eléctrica	1000	Medición In Situ
Temperatura	1000	Medición In Situ
Oxígeno Disuelto	250	Medición In Situ
Turbidez	50	Conservar a ± 4 °C	48 horas
Aceites y Grasas	1000	Preservar con H ₂ SO ₄ , a pH < 2	7 días
Cianuro Wad	1000	Preservar con NaOH, a pH 11	14 días
Cianuro Libre	1000	Preservar con NaOH, a pH 11	14 días
Coliformes Totales	250	Conservar a ± 4 °C	24 horas
Coliformes Fecales	250	Conservar a ± 4 °C	24 horas
Color	1000	Conservar a ± 4 °C	28 días
Cloruros	500	Conservar a ± 4 °C	28 días
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1000	Conservar a ± 4 °C	6 horas.
Demanda Química de Oxígeno	500	Preservar con H ₂ SO ₄ , a pH < 2	7 días
Esteres y Estalatos	500	Conservar a ± 4 °C	28 días
Fluoruros	500	Conservar a ± 4 °C	28 días
Nitratos	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2,	30 días
Nitrogeno Total	500	Conservar a ± 4 °C	7 días
Nitrogeno Amoniacal	500	Preservar con H ₂ SO ₄ , a pH < 2	7 días

SAAM (Sustancias Activas al Azul de Metileno)	500	Conservar a ± 4 °C	28 días
Sólidos Totales Suspendidos	500	Conservar a ± 4 °C	7 días
Sólidos Totales Disueltos	500	Conservar a ± 4 °C	7 días
Sulfuros	500	Conservar a ± 4 °C	7 días
Sulfatos	500	Preservar con H ₂ SO ₄ , a pH < 2,	7 días
Hidrocarburos Totales de Petróleo	1000	Preservar con H ₂ SO ₄ , a pH < 2,	7 días
Arsénico	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Aluminio	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Cadmio	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Cobre	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Cromo	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Hierro	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Manganeso	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Mercurio	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Níquel	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Plomo	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Selenio	500	Preservar con HNO ₃ a pH < 2	30 días
Microbiológico			
Coliformes Totales	250	Conservar a ± 4 °C	24 horas
Coliformes Fecales	250	Conservar a ± 4 °C	24 horas
Enterococos Fecales	250	Conservar a ± 4 °C	24 horas
Escherichia Coli	250	Conservar a ± 4 °C	24 horas
Parásitos			
Giardia duodenalis	1000	Conservar a ± 4 °C	24 horas
Salmonella	1000	Conservar a ± 4 °C	24 horas
Vibrio Cholerae	1000	Conservar a ± 4 °C	24 horas
Compuestos Orgánicos Volátiles			
Hidrocarburos Totales de Petróleo	1000	Preservar con H ₂ SO ₄ , a pH < 2	28 días
Thalometanos	500	Conservar a ± 4 °C	7 días
Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs)	40	HCl a pH < 2, Conservar a ± 4 °C	7 días
BETX	1000	Conservar a ± 4 °C	28 días
Hidrocarburos Aromáticos	1000	Conservar a ± 4 °C	40 días después de la extracción
Plaguicidas	1000	Conservar a ± 4 °C, 1000 mg/l de ácido Ascórbico si hay cloro residual	40 días después de la extracción
Policloruros Bifenilos Totales (PBCs)	500	Conservar a ± 4 °C	7 días

Fuente: Decreto Supremo N° 037-2008 PCM. Niveles Máximos Permisibles de Efluentes Líquidos para el Sector Hidrocarburos/ Estadares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S N° 002-2008-MINAM.

c) Análisis de Laboratorio

Los análisis de las muestras colectadas fueron realizados en el laboratorio de Environmental Quality Analytical Services S.A, laboratorio acreditado con el Sistema de Calidad NTP -ISO/IEC 17025 por INDECOPI como Laboratorio de Ensayo para muestras de aguas.

En la tabla 4.1.14D se detallan los parámetros y los métodos de análisis.

TABLA 4.1.14 D
PARÁMETROS DE EVALUACIÓN Y MÉTODOS ANALÍTICOS.

Parámetros	Método Analítico	Límite de Detección	Unidad
pH	APHA 4500 H ⁺ B	0,1	unidad de pH
Conductividad Eléctrica	APHA 2510 B	0,01	uhmos/cm
Temperatura	EPA 170.1	0,1	°C
Oxígeno Disuelto	APHA 4500-O C	0,1	mg OD/L
Turbidez	APHA 2130 B	0,02	NTU
Aceites y Grasas	APHA 5520 D	0,5	mg/L
Cianuro Wad	APHA 4500-CN I	0,005	mg CN-/L
Coliformes Totales	APHA 9221 B	1,8	NMP/100 mL
Coliformes Fecales	APHA 9221 E	1,8	NMP/100 mL
Color	APHA 2120 B	<5	Hazen
Cloruros	APHA 4500-Cl- C	0,2	mg Cl-/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	APHA 5210 B	2	mg DBO/L
Dureza Total	APHA 2340 C	1,0	mg CaCO ₃ /L
Esteres y Estalatos	EPA 606	<2,0	mg/L
Fenoles	APHA 5530 C	0,001	mg/L
Fluoruros	APHA 4500-F- D	0,001	mg F-/L
Nitratos	APHA 4500-NO ₃ - B	0,01	mg N-NO ₃ /L
Sólidos Totales Suspendidos	APHA 2540 D	3,0	mg/L
SAAM	APHA 5540 C	0,01	mg SAAM/L
Sulfuros	APHA 4500-S- 2 E	0,001	mg S ₂ /L
Sulfatos	APHA 4500-SO ₄ E	1,0	mg SO ₄ /L
Arsénico	APHA 3114 C	0,001	mg/L
Aluminio	APHA 3500-Al B	0,1	mg/L
Cadmio	APHA 3111 B	0,003	mg/L
Cobre	APHA 3111 B	0,003	mg/L
Cromo	APHA 3111 B	0,01	mg/L
Hierro	APHA 3111 B	0,01	mg/L
Magnesio	APHA 3111 B	0,005	mg/L
Manganeso	APHA 3111 B	0,001	mg/L
Mercurio	APHA 3112 B	0,0001	mg/L
Niquel	APHA 3111 B	0,004	mg/L
Plata	APHA 3111 B	0,001	mg/L

Parámetros	Método Analítico	Límite de Detección	Unidad
Plomo	APHA 3111 B	0,01	mg/L
Calcio	APHA 3111 B	0,003	mg/L
Sodio	APHA 3111 B	0,002	mg/L
Selenio	APHA 3114 C	0,001	mg/L
Zinc	APHA 3111 B	0,004	mg/L
Hidrocarburos Totales de Petroleo	APHA 5520 D	0,5	mg/L
Thialometanos	EPA 8260 B	0,1	mg/L
Compuestos Organicos Volatiles (COVs)	EPA 8260C	0,001	mg/L
BETX	APHA 8260B	0,01	mg/L
Hidrocarburos Aromaticos	APHA 6440 B	0,0001	mg/L
Plaguicidas	EPA 8081A	0,0001	mg/L
Policloruros Bifenilos Totales (PBCs)	EPA 8270 D	0,01	mg/L

Fuente : "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER, 21TH, EDIC. APHA AWWA, WEF 2005". "METHODS FOR CHEMICAL ANALYSIS OF WATER AND WASTES, U.S. EPA"

d) Técnicas de Muestreo.

Se colectaron muestras simples y puntuales en cada estación de monitoreo, paralelo al muestreo, se realizaron mediciones de parametros no conservativos: pH, Temperatura, Conductividad Electrica y Oxigeno Disuelto – OD. Ver foto 4.F28.

FOTO 4.F28
TOMA DE MUESTRAS Y EQUIPOS EMPLEADOS EN LAS MEDICIONES DE CAMPO



Fuente: Elaborado para el estudio.

e) Análisis e Interpretación de los Resultados.

El análisis e interpretación de los resultados del monitoreo, obtenidas en la época húmeda y época seca; se realizó, considerando:

- ✓ Los cuerpos de agua que reciben influencia directa e indirecta del proyecto en los Lotes XIII A y en el XIII B.
- ✓ Cuerpos de agua ubicado y monitoreadas en el Lote XIII B; uso de los valores ECAs establecidos en los Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua - D.S. N° 002-2008-MINAM, para los cuerpos de agua de Categoría 3 que corresponde al río Piura, referencialmente para aguas subterráneas y para las Lagunas, Ñapique y Sal – Villa Yapato, la Niña; los valores ECAs fijados para la Categoría 4 “**Conservación del Ambiente Acuático**”.
- ✓ Cuerpos de agua monitoreados en el Lote XIII A, la calidad de las aguas del río Chira es determinada, considerando la clasificación realizada por la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua - ANA, como cuerpos de agua **Categoría 1-A2 “Poblacional Recreacional – Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Convencional”**, establecido mediante Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA”

En la tabla 4.1.14E se resume los resultados de las mediciones de campo y laboratorio comparándolos con los valores ECAs. Los informes de Ensayos de Laboratorio con los registros de las mediciones In Situ, así como las hojas de Control de Calidad Analítica y los certificados de calibración de los equipos utilizados, se adjuntan en el anexo 2.2.

4.1.14.3 CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL LOTE XIII A

El cuerpo de agua que recibirá influencia directa e indirecta de las futuras operaciones del proyecto; “Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D” en el Lote XIII A, es el río Chira, (cuenca baja). El tramo evaluado del mencionado río, es clasificado por la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, como cuerpos de agua Categoría 1-A2 “Poblacional Recreacional – Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Convencional”, según lo establecido en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA (22-03-2010).

En la tabla 4.1.14E se indica los resultados de la calidad físicoquímica de las aguas, comparado con el lineamiento mencionado para la Categoría 1 – A2.

TABLA 4.1.14E
CALIDAD FISICOQUÍMICA DE AGUAS EN EL RÍO CHIRA.

Parámetros	CAG-1		CAG-3		CAG-4		CAG-5		CAG-5A		ECA* Categoría 1 – A2	Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013										
pH	8,14	6,60	8,65	7,25	8,94	7,10	7,95	7,35	8,01	8,32	5,5 – 9,0	Unidad de pH
Temperatura	23,7	27,2	25,4	29,7	24,5	29,2	22,6	26,3	28,4	29,6	---	°C
Conductividad Eléctrica	250	378	1200	320	>3999	356	1020	710	984	821	1600	µS/cm
Oxígeno Disuelto	6,2	6,4	6,0	6,5	5,5	6,3	5,6	6,2	7,8	8,1	>=5	mg OD/L
Aceites y Grasas	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,2	1,5	1,0	mg/L
Cianuro Wad	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,08	mg CN/L
Cianuro Libre	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,022	mg CN/L
Cloruros	373,1	28,7	206,8	14,3	35586,8	27,5	169,3	12,9	141,5	240,3	250	mg/L
Color	<5	20	<5	30	<5	30	<5	30	<5	5	100	Hazen
Demanda Quimica de Oxígeno	21	10	15	10	18	15	9	12	9	15	20	mg/L
Fenoles	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	mg/L
Nitratos	0,433	0,516	0,19	0,338	0,445	0,710	0,230	0,110	0,952	2,064	10	mg N-NO ₃ /L
Nitritos	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	1	mg/L
Nitrogeno Amoniacal	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	2	mg/L
Solidos Totales Disueltos	192	284	960	250	64920	280	850	540	680	480	1000	mg/L
SAAM	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,5	mg SAAM/L
Fosforo Total	0,052	0,063	0,159	0,172	0,426	0,337	0,135	0,123	0,121	0,213	0,15	mg/L
Turbiedad	12,7	166	1,12	134	110	181	1,04	133	1,68	2,14	100	NTU
Hidrocarburos Totales de Petroleo	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	mg/L

Fuente: Informe de Ensayo de Laboratorio EQUAS *D.S 002-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

4.1.14.3.1 Río Chira

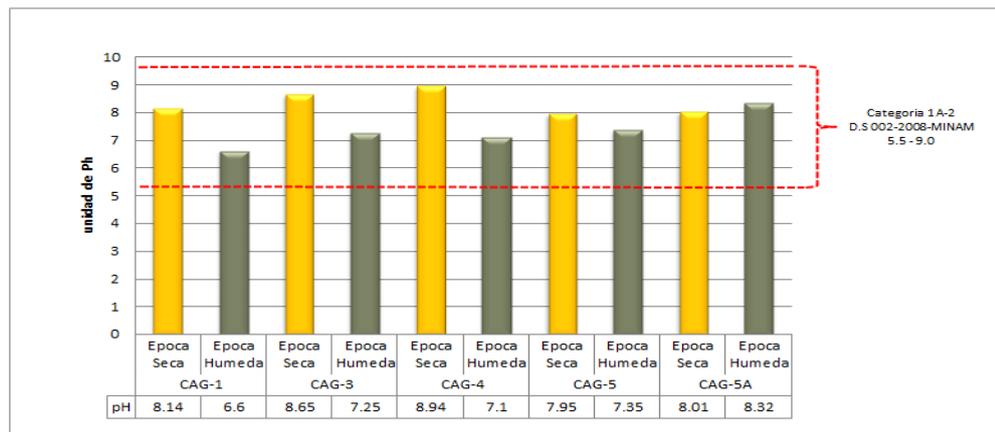
a) Parámetros Físico-Químico

□ pH

El pH es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia y es usado para designar el logaritmo de la inversa de la concentración de iones hidronio, los ácidos y las bases débiles disociadas contribuyen con el valor del Ph.

Los valores de pH, en el curso del río Chira varia entre 7,1 a 9,9 (unidad de pH), valores que cumplen con el valor establecido en el lineamiento de control con excepción de la estación CAG -01 (río Chira, frente al Pozo PN 79), que se encuentra ligeramente por encima del rango establecido. A continuación se presenta esta variación en el siguiente grafico. Ver gráfico 4.G14

Grafico 4.G14
VARIACIÓN DEL PH EN EL CURSO DEL RÍO CHIRA



Fuente: Informes de Ensayo - laboratorio EQUAS 2 013.

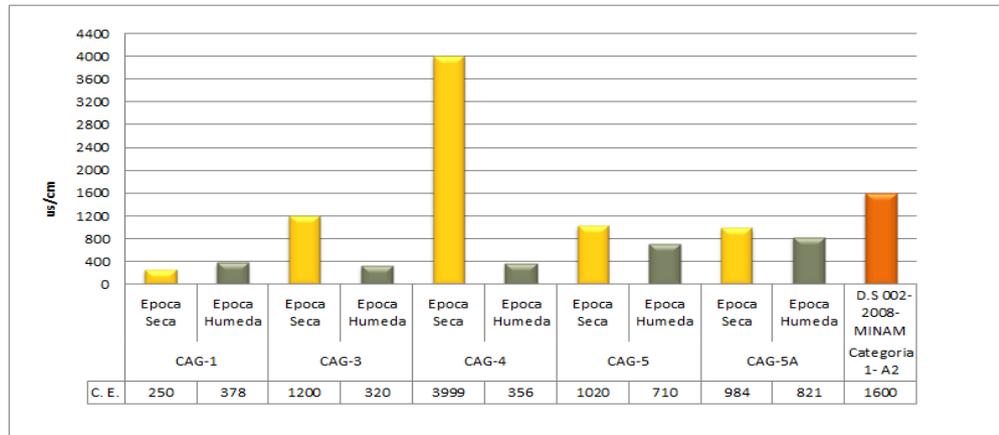
□ Conductividad Eléctrica

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas así como de la temperatura de medición. Cuanto mayor sea la concentración de iones mayor será la conductividad.

Las mediciones fluctuan 250 a 4000 us/cm, se encuentran dentro del valor establecido en el lineamiento de control, con excepción a la medición registrada en la estación CAG-3 (época seca) y CAG - 05 A (época húmeda), que supera en 19% y 31 % más del valor establecido en el lineamiento de control. Cabe indicar que la medición registrada en la estación CAG-4 (río Chira, 500 m antes de la desembocadura al mar),

se encuentra influenciada por las aguas procedentes del mar, es por ello la alta conductividad presentada durante la temporada seca. A continuación se presenta esta variación en el gráfico 4.G15.

Gráfico 4.G15
VARIACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN EL CURSO DEL RÍO CHIRA



Fuente: Informes de Ensayo – laboratorio EQUAS 2 013.

❑ **Sólidos Totales Disueltos**

La determinación de sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 μm (o más pequeños). El promedio de sólidos disueltos totales para los ríos de todo el mundo ha sido estimado en alrededor de 120 ppm (Livingston, 1963), se presenta la variación de sólidos disueltos en el curso del río Chira.

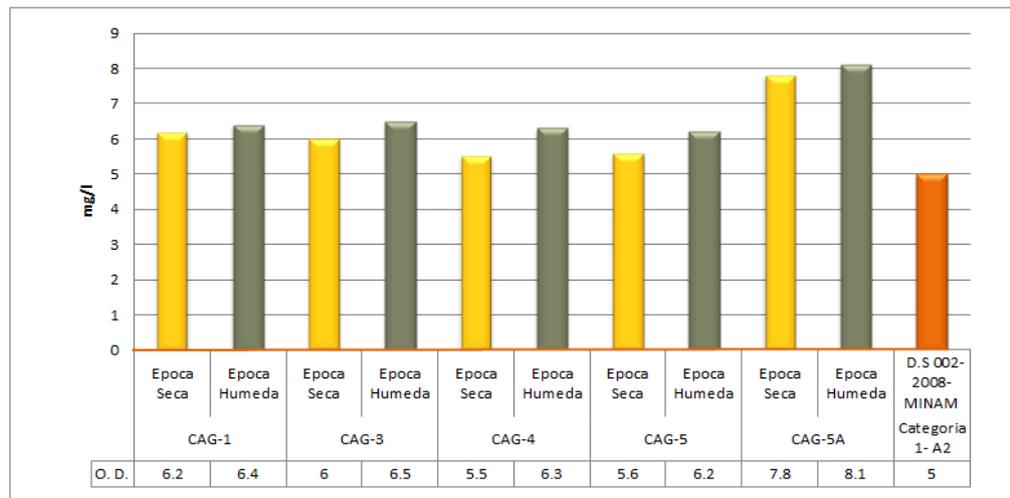
Las concentraciones fluctúan de 192 a 960 mg/l, valores que cumplen con lo establecido en el lineamiento de comparación. Cabe indicar que la concentración de STD en la estación CAG-4 (río Chira, 500 m antes de la desembocadura del mar), se encuentra influenciada por las aguas del mar durante la época seca; es por ello se registra una concentración de 64 920 mg/l, podemos indicar que a estas concentraciones los sólidos disueltos afectan la penetración de luz en la columna de agua y la absorción selectiva de los diferentes largos de onda que integran el espectro visible (refiérase a la unidad de Luz).

❑ **Oxígeno Disuelto (OD)**

La presencia de oxígeno en el agua es indispensable para la vida acuática y depende de las condiciones ambientales, temperatura del agua, altitud, presión, etc y de otros parámetros del cuerpo de agua, como la salinidad, etc.

En las dos temporadas de monitoreo, en el río Chira, se registraron valores de OD que fluctúan entre 5,2 mg/l a 8,1 mg/l, resultados que son mayores al valor ECA que fija en ≥ 5 mg/l, las concentraciones de OD determinados en los puntos evaluados del río Chira, permite deducir que sus aguas presentan condiciones para la existencia de ecosistemas. Ver gráfico 4.G16

Gráfico 4.G16
VARIACION DEL OXIGENO DISUELTADO, EN EL CURSO DEL RÍO CHIRA



Fuente: Informe de Ensayo – Laboratorio EQUAS 2013.

Color

En general al presencia de color en un agua es un indicador de calidad deficiente, el color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos (Hierro, Manganeso, etc).

La intensidad del color de una muestra de agua se caracteriza por su grado de absorción de la luz. Las concentraciones de color fluctúan de <5 a 30 Hazen, cabe indicar que las aguas del río Chira cumplen con el valor establecido en el lineamiento de control.

Turbidez

La turbidez o turbiedad se puede definir como la reducción de la transparencia de un líquido causada por la presencia de materia no disuelta. La turbidez de un agua está causada por la presencia de partículas en suspensión (arcilla, cieno, materia orgánica o inorgánica finamente dividida, plancton, otros microorganismos). La turbidez es una expresión que hace que la luz se disperse y absorba en vez de transmitirse en línea recta a través de la muestra.

Las concentraciones registradas fluctúan 1,04 a 181 NTU. Cabe indicar que las aguas del río Chira cumplen con el valor establecido en el lineamiento de control, con excepción de las estaciones CAG-4 (río Chira, a 500 m de la desembocadura del río), CAG-1 (río Chira, frente al Pozo PN 79), y CAG-3 (río Chira, 500 m aguas arriba del puente Simon Rodriguez), durante la época húmeda, registrado el 81 %, 66 %, y 34 % respectivamente. Cabe indicar que las partículas en suspensión causante de la turbidez desvían lateralmente parte de la luz que penetra en el cuerpo de agua.

Cloruros

La concentración de cloruros, fluctúa de 12,9 a 373,1 mg/l, la menor concentración se registra en la estación CAG-5 (río Chira, frente al distrito de la Huaca), y la mayor concentración en la estación CAG-1 (río Chira, frente al Pozo PN 79), encontrándose las concentraciones dentro del valor establecido en el lineamiento de control, con excepción de la estación CAG-1. Cabe acotar que la estación CAG-4 (río Chira, 500 m antes de la desembocadura al mar), se encuentra influenciado durante la época seca, por las aguas provenientes del mar, es por ello la alta concentración de cloruros durante el monitoreo, podemos indicar que elevadas cantidades de cloruros sobre organismos de agua dulce puede provocar efectos adversos sobre los mismos.

Fósforo Total

El Fósforo (P), es un nutriente esencial para los organismos vivos; en aguas frescas y sistemas marinos está sujeto a procesos de transformación continua que incluyen; consumo o desprendimiento del elemento en sus diferentes formas o especies. La literatura lo considera como un parámetro crítico en la calidad de aguas debido a su influencia en el proceso de eutrofización.

Las concentraciones registradas fluctúan de 0,052 a 0,426 mg/l, la menor concentración se registra en la estación CAG-1 (río Chira, frente al Pozo PN 79) y la mayor concentración en la estación CAG-4 (río Chira, a 500 m antes de la desembocadura en el mar), ambas concentraciones registradas durante la época seca, cabe acotar que la mayor concentración se encuentra influenciada por las aguas procedentes del mar.

Demanda Química de Oxígeno

Desde el punto de vista ambiental, la Demanda Química de Oxígeno (DQO), es una medida aproximada del contenido total de materia orgánica presente en la muestra de agua. Esta materia orgánica en condiciones naturales puede ser biodegradada u oxidada lentamente a CO₂ y H₂O mediante un proceso lento que puede tardar días o meses, el cual depende del tipo de materia orgánica presente y de las condiciones de la biodegradación.

Las concentraciones registradas fluctúan de 9 a 18 mg/l, la menor concentración se registra en la estación CAG-5 (río Chira, 500 m aguas arriba del área del proyecto, frente al centro poblado La Huaca) y la mayor concentración en la estación CAG-4 (río Chira, a 500 m antes de la desembocadura en el mar), ambas concentraciones registradas durante la época seca, cabe acotar que las concentraciones registradas en la estación CAG- 1 (21 mg/l), no cumple con el valor establecido en el lineamiento de control – Categoría 1 –2A.

❑ **Nitritos – NO₂ , Nitrogeno Amoniacal – N-NH₃**

Nitritos (NO₂), Nitrogeno Amoniacal (N-NH₃), representan el inicio del ciclo geoquímico del Nitrogeno (N), su presencia en los cuerpos de agua en concentraciones relativamente altas, son indicadores de contaminación reciente por materia orgánica, generalmente por descargas de aguas residuales domésticas.

Los resultados de los parámetros mencionados para las dos temporadas de monitoreo, se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio, para Nitritos (NO₂) <0,002 y <0,02 para Nitrogeno Amoniacal (N-NH₃); valor que es bastante menor a los valores ECAs, 1 mg/l y 2 mg/l respectivamente.

❑ **Nitratos – NO₃**

Los Nitratos (NO₃) forman parte del ciclo biogeoquímico del Nitrógeno (N) que, a su vez, interacciona con otros ciclos. El Nitrógeno (N) es un elemento esencial para todos los seres vivos, los Nitratos (NO₃) es un producto normal del metabolismo humano; las aguas con altas concentraciones de Nitratos (NO₃), representa un riesgo para la salud, especialmente en los niños.

El exceso de nutrientes (fosfatos y nitratos) en los cuerpos de agua, genera la eutroficación con el consiguiente aumento de materia vegetal en particular de algas, ocasionando el deterioro de los lagos y embalses, produciéndose una disminución de la transparencia de las aguas, descenso del contenido de oxígeno en las aguas y disminución de la función clorofílica.

Las concentraciones de Nitratos (NO₃) se encuentran a nivel de trazas, fluctuando de 0,110 a 2,064 mg/l, la mayor concentración se registra en la estación CAG-5A (río Chira, entre el centro poblado Miramar y Vichayal), representa el 20,64 %, encontrándose estos valores dentro de lo establecido en el lineamiento de control (10 mg/l), para la categoría 1 – A2.

❑ **Cianuro Wad, Cianuro Libre**

El Cianuro (CN-) en los cuerpos de agua se descomponen y es asimilado por determinados micro organismos, disminuyendo sus concentraciones; la toxicidad del Cianuro, según la literatura esta en función del Ph del cuerpo de agua, a Ph alcalino (mayor a 8) su efecto es poco significativo.

En las dos temporadas de monitoreo, las aguas del río Chira, no presentan concentraciones de Cianuro Wad y Cianuro Libre mayor al Límite de Detección (LD) de los métodos utilizados por el laboratorio, que para ambos parámetros es 0,005 mg/l; valor que es bastante menor a los valores ECAs, 0,08 mg/l y 0,022 mg/l respectivamente.

❑ **Aceites y Grasas, Fenoles y Sustancias Activas al Azul de Metileno**

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección (LD) de los métodos utilizados para los análisis de los parámetros; Aceites y Grasas, Fenoles y Sustancias Activas al Azul de Metileno; límites de detección que se encuentran muy por debajo de los valores ECAs; establecidos mediante el D.S 002-MINAM-2008.

b) Parametros Organicos

❑ **Esteres y Estalatos y Policlorobifenilos (PCBs)**

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección (LD) de los métodos utilizados para los análisis de los parámetros, Esteres y Estalatos y Policlorobifenilos (PCBs); límites de detección que se encuentran muy por debajo de los valores ECAs; establecidos mediante el D.S 002-MINAM-2008.

❑ **Hidrocarburos Totales de Petroleo (TPH), Hidrocarburos Aromaticos, Plaguicidas**

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección de los métodos utilizados para estos parámetros; es menor a los Valores Limites que establece el ECA.

c) Parametros Inorganios - Metales

En general, los cuerpos de agua contienen concentraciones de metales en forma natural, sus concentraciones estará en función del origen del cuerpo de agua.

Algunos metales son esenciales para la vida y otros son beneficiosos, pero muchos son tóxicos; las concentraciones en las cuales los metales pueden ser considerados tóxicos cambian de una especie a otra, para una especie, un elemento es esencial en niveles bajos, puede ser tóxico para otras especies.

En la tabla 4.1.14F, se muestra las concentraciones de los metales comparadas con los valores ECAs, establecidos en los Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, para los cuerpos de agua de Categoría 1– A2.

Tabla 4.1.14F
METALES EN LAS AGUAS DEL RÍO CHIRA

Parametros	CAG-1		CAG-3		CAG-4		CAG-5		CAG-5A		ECA* Categoría 1 – A2	Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013										
Aluminio	0,33	1,18	0,20	1,74	1,94	1,65	0,29	1,27	0,85	0,55	0,2	mg/l
Antimonio	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,006	mg/l
Arsenico	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	mg/l
Bario	0,06	<0,01	0,05	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,7	mg/l
Berilio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,04	mg/l
Boro	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,5	mg/l
Cadmio	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,003	mg/l
Cobre	0,099	0,006	0,134	0,007	0,224	0,008	0,140	0,005	0,006	0,015	2	mg/l
Cromo Total	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	mg/l
Cromo VI	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	mg/l
Hierro	0,17	1,94	0,22	1,52	1,77	1,74	0,20	1,75	0,85	1,38	1	mg/l
Manganeso	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,054	0,4	mg/l
Mercurio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	mg/l
Niquel	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,004	<0,004	0,007	0,025	mg/l
Plata	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	mg/l
Plomo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,02	0,05	mg/l
Selenio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		0,05	mg/l
Uranio	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	mg/l
Vanadio	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	mg/l
Zinc	0,026	0,030	0,056	0,096	0,081	0,035	0,089	0,040	0,035	0,026	5	mg/l

Fuente: Informes de Ensayo Laboratorio EQUAS - *D.S 002-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

❑ **Antimonio, Arsenico, Berilio, Boro, Cadmio, Cromo Total, Cromo+6, Manganeso, Mercurio, Niquel, Plata, Plomo, Selenio, Uranio y Vanadio**

Las concentraciones de Antimonio (Sb), Arsenico (As), Berilio (Be), Boro (B), Cadmio (Cd), Cromo Total (Cr), Cromo⁺⁶, Manganeso (Mn), Mercurio (Hg), Niquel (Ni), Plata (Ag), Plomo (Pb), Selenio (Se), Uranio (U) y Vanadio (V), el laboratorio no reportan valores mayor al Límite de Detección del método utilizado por el laboratorio, es de acotar que los Límites de Detección (LD) que se muestra en la Tabla 4.1.14F, se encuentran por debajo de los valores ECAs que establece el lineamiento de control vigente.

❑ **Bario, Cobre y Zinc**

Las concentraciones, de Bario (Ba), Cobre (Cu) y Zinc (Zn) en todas las estaciones evaluadas se encuentran a nivel de trazas, cabe indicar que los valores se encuentran por debajo del valor ECA, establecido en el lineamiento de control D.S 002-2008-MINAM, Categoría 1 : Poblaciones y Recreacional – A2 “Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”.

❑ **Aluminio**

El Aluminio (Al), es uno de los metales ampliamente usados y también uno de los más frecuentemente encontrados en los compuestos de la corteza terrestre, debido a este hecho, el Aluminio (Al) es comúnmente conocido como un compuesto inocente; sin embargo a la exposición a altas concentraciones, este puede causar problemas de salud.

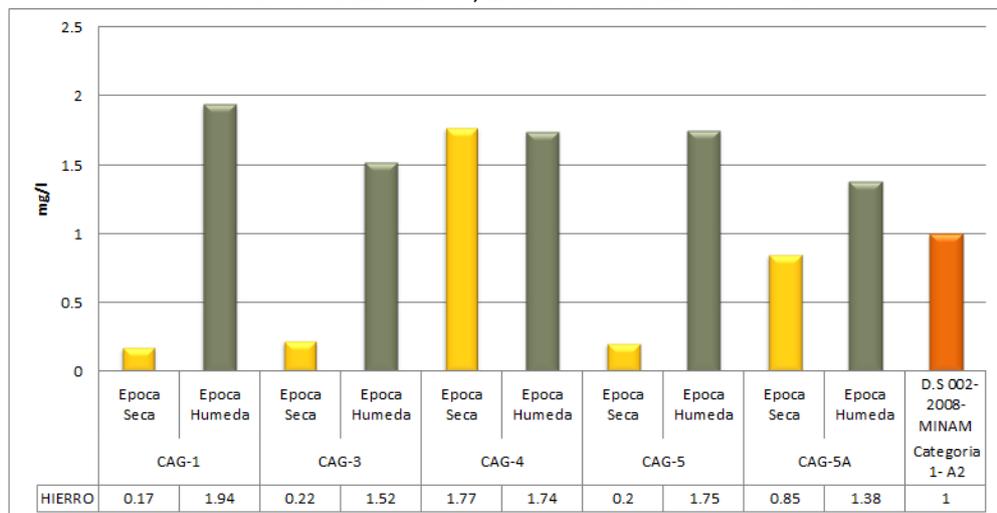
El curso del río Chira, no cumple con el valor establecido en el lineamiento de control para el parámetro de Aluminio, las concentraciones fluctúan de 0,20 a 1,94 mg/l, encontrando la menor concentración en la estación CAG-3 (río Chira, 500 m aguas arriba del Puente Simón Rodríguez) y la mayor concentración en la estación CAG-4 (río Chira, a 500 m antes de la desembocadura en el mar), esta concentración representa más del 3000 % del valor establecido en el lineamiento de control. Es de acotar que en este punto de control las aguas del río Chira, recibe influencia de las aguas de mar por lo que se justifica el incremento de Aluminio en este punto.

❑ **Hierro**

Es un catión muy importante desde el punto de vista de su control, aparece en dos formas: ión ferroso (Fe⁺⁺), o más oxidado como ión férrico (Fe⁺⁺⁺); la estabilidad y aparición en una forma u otra depende del valor del pH, condiciones oxidantes o reductoras, ó composición de la solución; la literatura no lo considera como un elemento tóxico; su control está relacionado con el abatimiento del Oxígeno Disuelto (OD) en los cuerpos de agua, el cual influye en la calidad estética del agua para consumo humano y en los procesos industriales por generar incrustaciones.

El curso del río Chira, no cumple con el valor establecido en el lineamiento de control para el parametro de Hierro, durante la epoca húmeda. Las concentraciones fluctúan de 0,17 a 1,94 mg/l, encontrando la menor concentración en la estación CAG-1 (río Chira, frente al Pozo PN 79), la mayor concentración representan más del 90 % del valor establecido en el lineamiento de control. En el siguiente gráfico se presenta la variación indicada. Ver gráfico 4.G16

Gráfico 4.G16
VARIACIÓN DEL HIERRO, EN EL CURSO DEL RIO CHIRA



Fuente: Informe de Ensayo Laboratorio, EQUAS 2 013.

d) Parámetros Microbiológicos

Los resultados de Coliformes totales y los Coliformes termotolerantes en los cinco puntos de evaluación (río Chira), para el presente monitoreo presentan valores relativamente bajos; la densidad microbiana, por *Esterococos fecales*, *Escherichia coli*, *Giardia duodenalia*, *Salmonella* y *Vibrio Cholerae*, el río Chira no contiene. De acuerdo a los resultados microbiológicos las aguas del río Chira en los puntos de control que se muestra en la tabla 4.1.14G, cumplen con los valores ECAs establecidos para la Categoría 1-A2.

Cabe indicar que la densidad de coliformes totales y coliformes fecales, se encuentran dentro del valor establecido en el D.S 002-2008-MINAM Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, para la Categoría 1 - A2, con excepción del parámetro coliformes totales registrada durante la época húmeda.

Tabla 4.1.14G
CALIDAD DE AGUAS DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS EN EL RIO CHIRA

Parametros	CAG -1		CAG-3		CAG-4		CAG-5		CAG-5A		ECA* Categoría 1 – A2	Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013										
Coliformes Totales	1,2x10 ²	54x10 ²	4,6x10 ²	70x10 ²	1,6x10 ²	54x10 ²	3,3x10 ²	90x10 ²	2,8x10 ²	1,6x10 ²	3000	NMP/100 mL
Coliformes Fecales	1,5x10	79x10	2,0x10	23x10 ²	3,3x10	70x10	2,0x10	13x10 ²	1,3x10	17	2000	NMP/100 mL
Parásitos y Protozoos	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0	Org/L
Giardia Duodenalis	Ausencia	Ausencia	Ausencia	P/A								
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	P/A								
E. Coli	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ausencia	NMP/100 mL
Enterococos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NMP/100 mL
Vibrio Cholerae	Ausencia	Ausencia	Ausencia	P/A								

Fuente: Informe de Ensayo de Laboratorio de EQUAS, *D.S 002-2008-MINAM Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

4.1.14.4 CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL LOTE XIII B

En el área de influencia directa e indirecta del proyecto de Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D en el Lote XIII B, se establecieron 15 estaciones de evaluación ubicados en los cuerpos de agua que compromete el proyecto mencionado, en los tramos del río Piura se estableció 04 puntos de control, 03 en Lagunas, 01 en el canal de riego, 01 en el dren y otros cuerpos de agua. Con exclusión de las lagunas, los otros cuerpos de agua, por el uso que tienen les corresponde la Categoría 3 “Riego de Vegetales y Bebida de Animales”.

4.1.14.4.1 Río Piura

Este curso de agua es clasificado por la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, como cuerpo de agua de Categoría 3, según lo establecido en la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA (22-03-2010). A continuación se interpreta los resultados para la Línea de Base obtenidos para las dos épocas.

En la tabla 4.1.14H, se presenta los resultados de la calidad fisicoquímica de las aguas del río Piura, comparados con el lineamiento de control para cuerpos de agua Categoría 3 “Riego de Vegetales y Bebida de Animales”.

Tabla 4.1.14H
CALIDAD DE AGUAS FISICOQUÍMICA EN EL RIO PIURA

Parametros	CAG-10		CAG-11		CAG-15		ECA* Categoría 3		Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	
pH	8,25	8,25	8,30	8,22	8,56	8,40	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	Unidad de pH
Temperatura	27,8	27,5	24,5	25,1	25,6	23,9	---	---	°C
Conductividad Eléctrica	750	3 700	980	2640	1 852	1 999	<2000	<=5000	µS/cm
Oxígeno Disuelto	6,1	5,9	5,8	5,5	5,3	5,0	>=4	>5	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	10	12	9	10	5	6	15	<=15	mg DBO/L
Aceites y Grasas	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	1	mg/L
Cianuro Wad	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1	0,1	mg CN/L
Sulfuros	0,015	0,125	0,010	0,097	0,084	0,062	0,05	0,05	mg S ⁻² /L
Cloruros	89,4	34,0	45,2	30,1	150,1	277,8	100-700	---	mg Cl-/L
Demanda Química de Oxígeno	15	16	14	15	12	18	40	40	mg DQO/L
Hidrocarburos Totales del Petróleo	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	---	---	mg/L
Sustancia Activas para el Azul de Metileno	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	1	1	mg SAAM/L
Sulfatos	53	75	42	65	180	226	300	500	mg SO ₄ ²⁻ /L
Fosfato	0,225	0,312	0,119	0,234	0,158	0,043	1	---	mg/L
Fluoruros	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	1	2	mg F-/L
Nitratos	1,60	2,05	1,34	2,16	1,54	2,18	10	50	mg N-NO ₃ /L
Nitritos	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,06	1	mg/L
Fenoles	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	mg/L

Fuente: Informes de Ensayo de Laboratorio ,EQUAS - *D.S 002-2008-MINAM Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

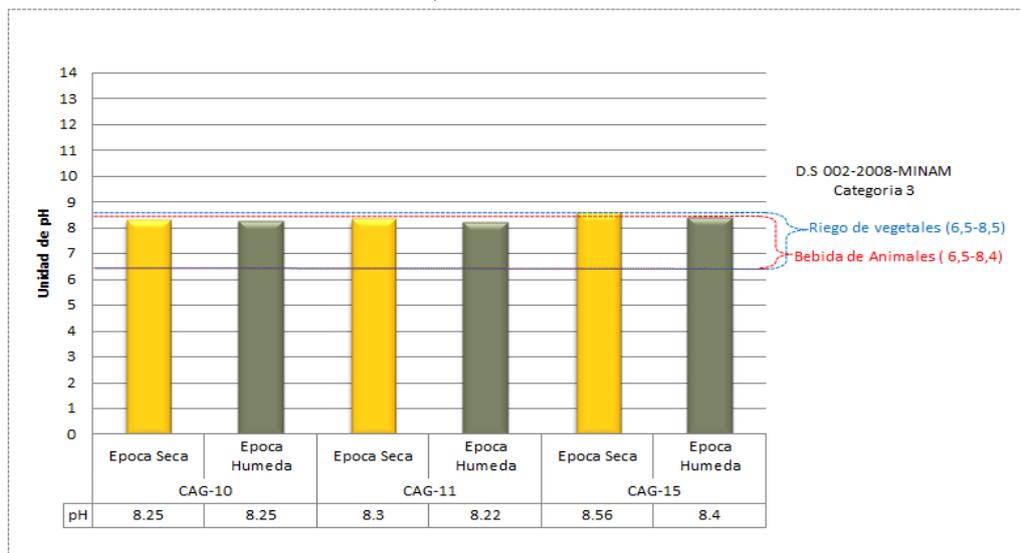
A continuación se analiza e interpreta los resultados de los parámetros que presentan valores significativos.

a) Parámetros Físicoquímicos

☐ pH

La calidad del agua y el pH son a menudo mencionados en la misma frase. El pH es un factor muy importante, porque determinados procesos químicos solamente pueden tener lugar a un determinado pH. El pH es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H+) en una sustancia. El valor de este parámetro en el curso del río Piura, es ligeramente básico registrando 8,25 (unidad de pH). Ver gráfico 4.G17

Gráfico 4.G17
VARIACION DEL PH , EN EL CURSO DEL RÍO PIURA

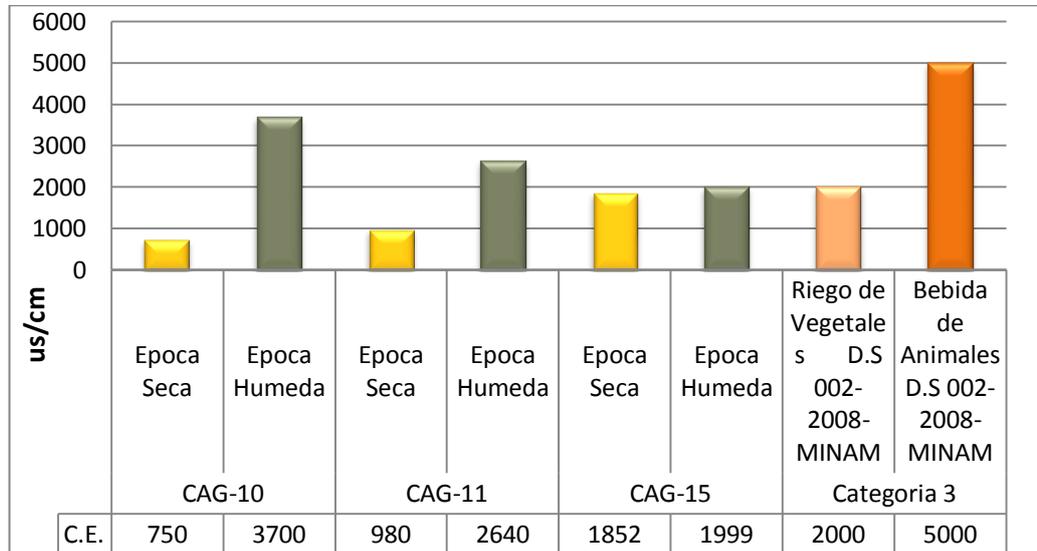


Fuente: Informe de Ensayo de Laboratorio EQUAS 2013.

☐ Conductividad Electrica

La conductividad electrica en le curso del río Piura, se encuentra dentro del valor establacido en la Categoría 3 "Riego de Vegetales y Bebida de Animales, los valores fluctuan de 750 a 3 700 μ S/cm. La mayor concentración se registra en la estación CAG -10 (río Piura, a 500 m aguas abajo del Puente Grau). En el siguiente gráfico, se presenta la variación de la conductividad en el curso del río Piura. Ver gráfico 4.G18

Grafico 4.G18
VARIACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN EL CURSO DEL RÍO PIURA



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de Equas 2 013.

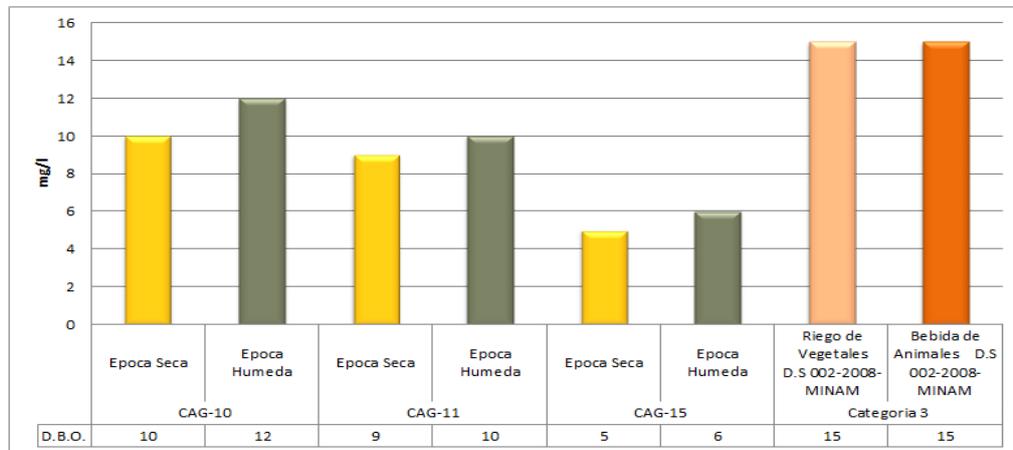
Oxígeno Disuelto – OD

Las concentraciones de Oxígeno Disuelto en el río Piura, para ambas épocas (seca y húmeda), se encuentran dentro del valor establecido en el lineamiento de control. Estas concentraciones fluctúan de 5,0 a 6,1 mg/L.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Las concentraciones registradas para ambos ingresos, en el río Piura fluctúan de 5 a 12 mg/l, es de acotar que estas concentraciones se encuentran por debajo del valor establecido para los cuerpos de agua de Categoría 3 (≤ 15 mg/l). Gráfico 4.G19

Grafico Ver gráfico 4.G19
VARIACION DE LA DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO, EN EL CURSO DEL RÍO PIURA



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

Demanda Química Oxígeno (DQO)

Las concentraciones de la Demanda Química de Oxígeno, en el río Piura se encuentran por debajo del valor establecido en el lineamiento de control, estas concentraciones fluctúan de 12 a 18 mg/L, la mayor concentración se encuentra en la estación CAG-15 (río Piura, aguas abajo del Sistema de Líneas Sísmica Este), que representa el 45 % del valor establecido (40 mg/L).

Nitratos (NO₃)

Los nitratos en el curso del río Piura se encuentran a nivel de trazas, las cuales no superan el valor establecido en el lineamiento de control 10 y 50 mg/L, para bebida de animales y riego de vegetales respectivamente, la concentración más alta se registra en la estación CAG-15 (río Piura, aguas abajo del Sistema de Líneas Sísmica Este), con una concentración de 2,18 mg/L, que representa 4,3% del valor establecido.

Nitritos (NO₂)

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección de los métodos utilizados para los análisis de los Nitritos (NO₂); encontrándose dentro del Valor Límite que establece el ECA (1 mg/L).

Cloruros (Cl)

La variación de cloruros en el curso del río Piura fluctúan de 30,1 a 277,8 mg/L, la Categoría 3 - Bebida de Animales, establece como valor a las concentraciones que se encuentran dentro de 100 – 700 mg/L., las concentraciones registradas en la estación CAG-15 (río Piura, aguas abajo del Sistema de Líneas Sísmica Este), para ambas épocas cumplen con lo establecido en el lineamiento de control.

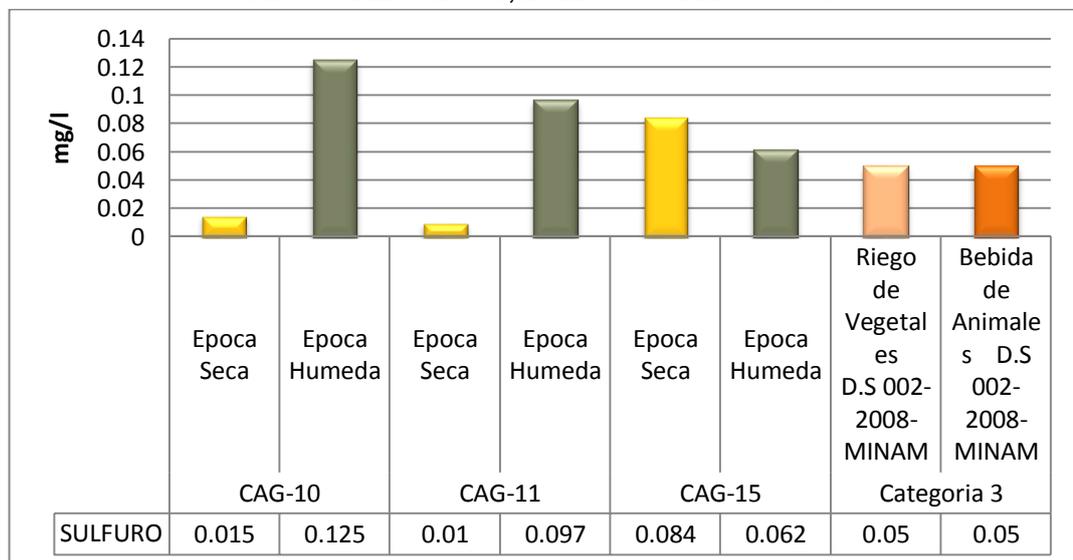
❑ **Sulfatos (SO₄)**

La concentración de sulfatos (SO₄) en el cuerpo de agua fluctúan de 42 a 226 mg/L, la mayor concentración se registra CAG-15 (río Piura, aguas abajo del Sistema de Líneas Sísmica Este), durante la época húmeda, comparando con el valor del lineamiento de control se encuentra en 15,33 % y 45,2 % por debajo del valor establecido para la clasificación de Riego de Animales (300 mg/L) y Bebida de Vegetales (500 mg/L) respectivamente, la concentración más baja se registra en la época seca en 42 mg/L, encontrándose este valor dentro de lo establecido en el lineamiento de control, cabe indicar que los sulfatos se encuentran en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentración.

❑ **Sulfuros**

La variación de sulfuros en el río Piura, fluctúan de 0,010 mg/L durante la época seca en la estación CAG-10 (río Piura, a 500 m aguas abajo del Puente Grau) y la mayor concentración a 0,125 mg/L para época húmeda, esta concentración se encuentra en 250 % más al valor establecido en el ECA, para la Categoría 3 (0,05 mg/l), cabe indicar que los sulfuros insolubles se podrán formar a cualquier pH, pero para que se formen los sulfuros más solubles es necesario que el pH sea mayor. En el siguiente gráfico se presenta la variación de los sulfuros en el curso del río Piura. Ver gráfico 4.G20.

Gráfico 4.G20
VARIACION DEL SULFURO, EN EL CURSO DEL RÍO PIURA



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS - 2 013.

Fluoruros

Los fluoruros, en el curso del río Piura se encuentran a nivel de trazas; encontrándose dentro del Valor Límite que establece el ECA, que establece en 1 mg/L para Bebida de Animales y 2 mg/L para Riego de Vegetales.

Fosfatos (P)

La concentración de Fosfatos, en el curso del río Piura se encuentran a nivel de trazas, estas concentraciones fluctúan de 0,043 a 0,312 mg/L, la mayor concentración se registra en la estación CAG-10 (río Piura, a 500 m aguas abajo del Puente Grau), representa 31.2 % del valor establecido en el lineamiento de control (1 mg/L).

Cianuro Wad (CN)

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección de los métodos utilizados para este parámetro; encontrándose dentro del Valor Límite que establece el ECA (0,1 mg/L).

b) Parametros Organicos

Aceites y Grasas.

Las concentraciones de Aceites y Grasas registradas en el curso del río Piura, no reporta valores mayores al Límite Detección del método utilizado por el laboratorio, encontrándose por debajo del Valor Límite establecido para la Categoría 3 (1,0 mg/L).

Fenoles

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección del método utilizado en el laboratorio para Fenoles; encontrándose dentro del Valor Límite que establece el ECA (0,001 mg/L).

Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAMM)

El parámetro conocida como Sustancias Activas al Azul de Metileno que refiere el ECA, incluye a los detergentes, que en los cuerpos agua producen espumas y la adición de fosfatos a los cuerpos de agua, puede tener riesgo de causar eutrofización, además disminuyen el poder de autodepuración de los ríos al dificultar la oxigenación y la actividad bacteriana. También interfieren en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.

Para esta oportunidad, no se reporta valor mayor al Límite Detección del método utilizado por el laboratorio, encontrándose por debajo del Valor Límite establecido para la Categoría 3 (1,0 mg/l).

❑ **Hidrocarburos Totales de Petroleo (TPH)**

Para esta oportunidad, no se reporta valor mayor al Límite Detección del método utilizado por el laboratorio para Hidrocarburos Totales de Petroleo (TPH), cabe indicar que en la Categoría 3 del ECA, no establece Valor Límite.

c) Parametros Inorganicos – Metales-

En la Tabla 4.1.14I, se muestra las concentraciones de los metales comparadas con los valores ECAs, establecidos en el Reglamento de Estandares Nacionales de Calidad para Agua, para los cuerpos de agua de Categoría 3.

Tabla 4.1.14I
CONCENTRACION DE METALES EN EL RIO PIURA.

Parametros	CAG-10		CAG-11		CAG-15		ECA* Categoria 3		Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	
Arsénico	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,1	mg/L
Aluminio	2,42	4,05	2,11	3,54	2,76	2,96	5	5	mg/L
Cobre	0,095	0,114	0,090	0,112	0,106	0,118	0,2	0,5	mg/L
Cadmio	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	0,01	mg/L
Hierro	1,58	3,51	1,12	2,95	1,08	1,96	1	1	mg/L
Mercurio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	0,001	mg/L
Níquel	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	<0,004	0,2	0,2	mg/L
Plomo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,03	0,05	0,05	mg/L
Selenio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,05	mg/L
Zinc	0,047	0,023	0,053	0,015	0,062	0,023	2	24	mg/L
Bario	0,12	0,09	0,09	0,10	0,12	<0,01	0,7	---	mg/L
Plata	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,05	mg/L
Boro	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,5 - 6	5	mg/L
Berilio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	---	0,1	mg/L
Cobalto	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	1	mg/L
Litio	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	2,5	2,5	mg/L
Cromo Hexavalente	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	1	mg/L

Fuente: Informes de Ensayo de Laboratorio EQUAS - *D.S 002-2008-MINAM Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

❑ **Arsénico, Boro, Berilio, Cobalto, Cadmio, Cromo, Mercurio, Litio, Níquel, Plomo, Plata, Selenio y Cromo +6**

Las concentraciones de los elementos Arsénico (As), Boro (B), Berilio (Be), Cobalto (Co), Cadmio (Cd), Cromo (Cr+6), Mercurio (Hg), Litio (Li), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Plata (Ag) y Selenio (Se), el laboratorio no reportan valores mayor al Límite de Detección (LD) del método utilizado en su cuantificación, es de acotar que los Límites de Detección que se muestran en la tabla 4.1.14D, para los parámetros mencionados, se encuentran por debajo de los valores indicados en el ECAs.

❑ **Cobre**

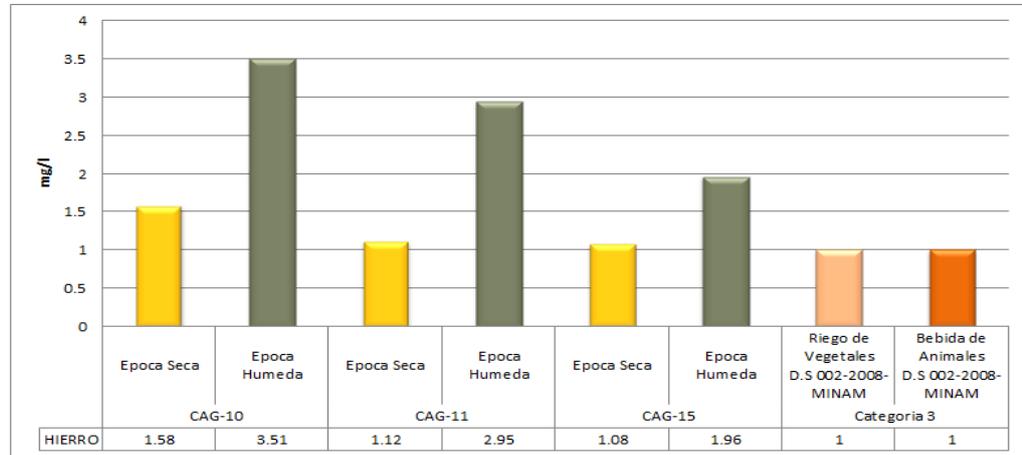
Las concentraciones de Cobre (Cu) en los tres puntos de evaluación en el río Piura, se encuentra a nivel de trazas, registrando para la época seca 0,095 mg/l y decreciendo en la misma época 0,090 mg/l, en la estación CAG-10 (río Piura, 500 m aguas abajo del Puente Grau) y CAG-11 (río Piura, aguas arriba de la laguna Ñapique) respectivamente. Comparando con el lineamiento de control se encuentra por debajo del valor establecido en la Categoría 3, para la clasificación de Riego de Animales (0,2 mg/l) y Bebida de Vegetales (0,5 mg/l) respectivamente.

❑ **Hierro**

Las concentraciones de Hierro (Fe) registrados para la las dos temporadas, fluctúan de 1,08 a 3,51 mg/l, la mayor concentración se registra en la época húmeda en la estación CAG-10 (río Piura, 500 m aguas abajo del Puente Grau), que representa el 351 % del valor establecido en el lineamiento de control. En el gráfico 4.G21 se ilustra la variación del hierro.

De acuerdo al resultado, el río Piura se encuentra contaminada por Hierro, en las tres estaciones de muestreo; debido a que como se indico la concentración más alta exceden en 351 % al Valor Límite (1.0 mg/L) establecido para los cuerpos de agua de Categoría 3 , para la clasificación de Riego de Animales y Bebida de Vegetales (1,0 mg/L).

Grafico 4.G.21
VARIACION DEL HIERRO, EN EL CURSO DEL RÍO PIURA



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

Zinc

Las concentraciones de Zinc (Zn), se encuentran a nivel de trazas. De acuerdo a los resultados, el río Piura, cumplen con los requisitos de calidad de este parámetro exigidos para en la Categoría 3, clasificación de Riego de Animales (2 mg/L) y Bebida de Vegetales (24 mg/L), realizado en ambos ingresos (época seca y época húmeda).

Plaguicidas

En general las concentraciones de los Plaguicidas, en el curso del río Piura no presentan valores mayor al Límite de Detección (0,001 mg/l) del método (EPA 8270D) utilizado por el laboratorio, valores que se encuentran por debajo de cada plaguicida evaluada.

d) Calidad Microbiologica

Las densidades de microbiologica por coliformes totales y coliformes fecales, se encuentran dentro del valor establecido en el D.S 002-2008-MINAM Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, para aguas de Categoría 3.

En la tabla 4.1.14K, se presenta las concentraciones reportadas por el laboratorio, y los informes de ensayo se encuentran en el anexo 2.

Tabla 4.1.14K
CALIDAD DE AGUAS DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS EN EL RÍO PIURA.

Parámetros	CAG-10		CAG-11		CAG-15		ECA* Categoría 3		Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Húmeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Húmeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Húmeda Abril 2013	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	
Coliformes Totales	1,8 x10 ³	3,5x10 ³	2,1x10 ³	3,1x10 ³	1,7x10 ³	7,9x10 ²	5000	5000	NMP/100 mL
Coliformes Fecales	1,2 x 10 ²	1,3x10 ²	1,5x10 ²	2,5x10 ²	5,8x10 ²	7,8x10	1000	1000	NMP/100 mL
Huevos de Helmintos	5	6	8	6	3	5	<1	<1	huevos/L
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausente	Ausente	P/A
E. Coli	2,1 x 10	1,2x10	1,1 x 10	1,8x10	2,0x10	1,9x10	100	100	NMP/100 mL
Enterococos	1,2 x 10	1,1x10	1,0 x 10	1,5x10	2,9x10	1,4x10	20	20	NMP/100 mL
Vibrio Cholerae	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausente	Ausente	P/A

Fuente: Informes de Ensayo del Laboratorio de EQUAS - *D.S 002-2008-MINAM Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

4.1.14.4.2 Canal de Regadio y Canal de Drenaje

En el área de influencia del Lote XIII B, se ubican canales de riego y de drenaje, Canal de Regadio C.P Monte Grande (CAG-06) y Dren N° 7 (CAG - 09) , de acuerdo al uso de las aguas del canal de riego, la interpretación de los resultados esta basado en los Estandares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, estos cuerpos de agua se clasifican como Categoría 3 “Riego de Vegetales y Bebida de Animales”, a continuación se analiza e interpreta los resultados de los parámetros que presentan valores significativos. Es de acotar que referencialmente se debe considerar la interpretación para las aguas del Dren, debido a que representa un efluente que proviene del drenaje de las aguas utilizadas en áreas. Ver tabla 4.1.14L

Tabla 4.1.14L
CALIDAD DE AGUAS FISICOQUÍMICA

Parametros	CAG-06		CAG-09		ECA* Categoría 3		Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	
pH	7,96	8,16	8,73	8,80	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	unidad de pH
Temperatura	22,9	25,0	25,8	26,5	---	---	°C
Conductividad Eléctrica	3 840	3 820	7 300	4 750	<2000	<=5000	µS/cm
Oxigeno Disuelto	5,5	6,2	5,0	4,1	>= 4	>5	mg/L
Aceites y Grasas	0,7	<0,5	0,9	0,6	1	1	mg/L
Cianuro Wad	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1	0,1	mg CN-/L
Sulfuros	0,075	0,071	0,015	0,019	0,05	0,05	mg S ⁻² /L
Cloruros	669,2	619,2	1 865,5	1 499,3	100-700	---	mg Cl-/L
Demanda Química de Oxigeno	19	16	32	21	40	40	mg DQO/L
Demanda Bioquímica de Oxigeno	4	5	5	6	15	<=15	mg DBO/L
Hidrocarburos Totales del Petróleo	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	---	---	mg/L
Sustancia Activas para el Azul de Metileno	<0,001	<0,010	<0,001	<0,001	1	1	mg SAAM/L
Sulfatos	572	635	1 371	727	300	500	mg SO ₄ ²⁻ /L
Fosfato	0,446	0,235	0,046	0,102	1	---	mg/L
Fluoruros	0,04	0,05	0,02	0,03	1	2	mg F-/L
Nitratos	1,44	2,16	6,08	5,20	10	50	mg/L
Nitritos	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,06	1	mg/L
Fenoles	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	mg/L

Fuente: Informes de Ensayo del Laboratorio EQUAS - *D.S 002-2008-MINAM Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

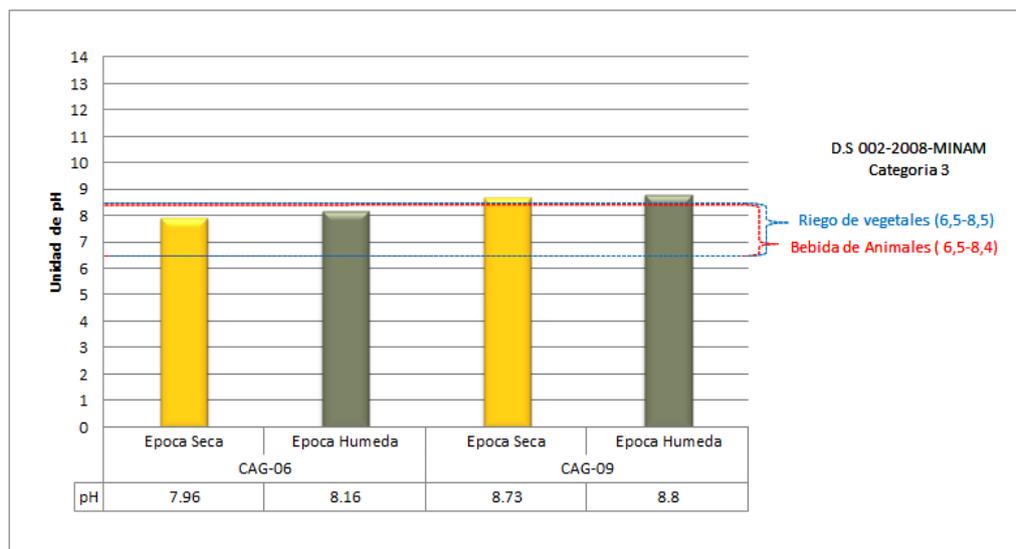
a) *Parametros Fisicoquimicos*

En la tabla 4.1.14LL, se presenta los resultados de la calidad fisicoquímica del canal y el dren ubicado dentro del área de influencia del Lote XIII B, comparados con el lineamiento de control para cuerpos de agua Categoría 3 “Riego de Vegetales y Bebida de Animales”, a continuación se analiza e interpreta los resultados de los parámetros que presentan valores significativos.

☐ pH

Los valores registrados para este parámetro en las estaciones de monitoreo fluctúan 7,96 a 8,80 (unidad de pH) respectivamente, valores que tienen una tendencia alcalina. La estación CAG-09 no cumple con el valor establecido en el lineamiento de control. En el grafico 4.G22, se presenta la variacion del pH.

Grafico 4.G22
VARIACION DEL PH



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

☐ **Oxigeno Disuelto – OD**

Para el análisis "In Situ" del nivel de oxígeno en las aguas muestreadas se utilizó un medidor de oxigeno disuelto marca HANNA, previamente calibrado. Para ello se introdujo el dispositivo para medir el oxígeno disuelto de forma que quede bien cubierto directamente en la fuente de agua, tras unos segundos el aparato nos ofrece una medida. Las concentraciones de Oxigeno Disuelto, cumplen con las valores establecidos en el lineamiento de control.

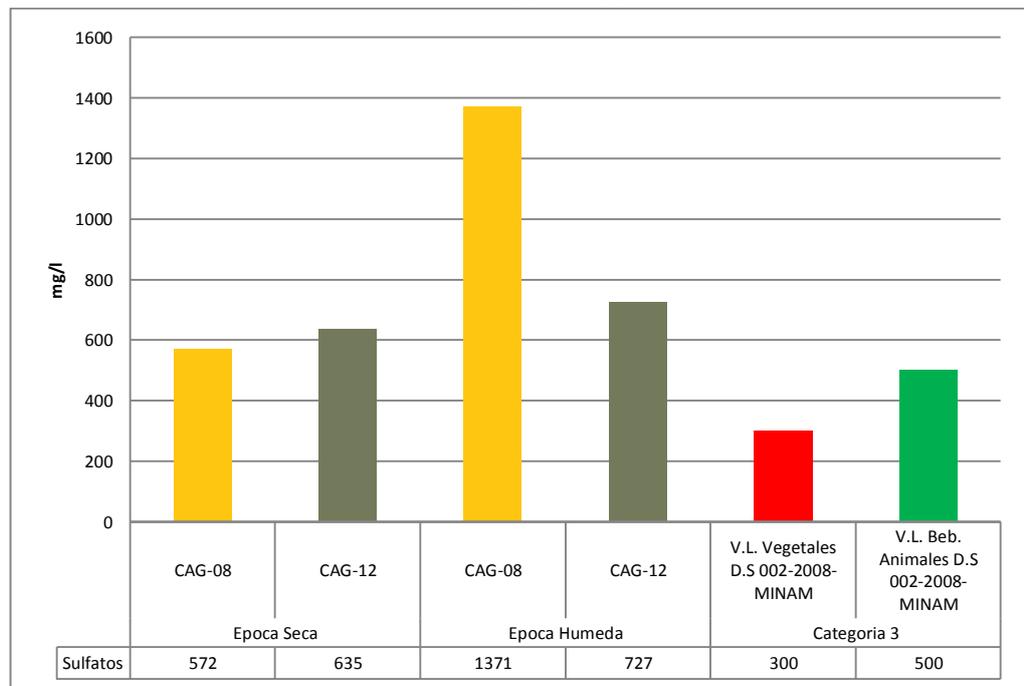
❑ **Nitratos (NO₃)**

Las concentraciones de Nitratos (NO₃), en los puntos de muestreo se encuentran dentro del valor establecido en el lineamiento de control, sin embargo cabe indicar que las concentraciones en la estación CAG-09 (Dren N°7), fluctúan de 5,20 a 6,08 mg/L, encontrándose en 60,8 % y 12% con respecto a 10 mg/l y 50 mg/l establecido para Bebida de Animales y Riego de Vegetales respectivamente.

❑ **Sulfatos (SO₄)**

La concentración de sulfatos (SO₄), en las estaciones fluctúan de 572 a 1 371 mg/l, la mayor concentración se registra en la estación CAG-09 (Dren N° 7), comparando con el lineamiento de control se encuentra en 250 % por encima del valor establecido en el lineamiento de control, en el gráfico 4.G23.se presenta esta variación.

**Gráfico 4.G23
 VARIACION DE SULFATOS**



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

❑ **Cloruros**

Para esta oportunidad las concentraciones de cloruros fluctúan de 619,2 a 1865,5 mg/l. Cabe indicar que la estación CAG-09 (Dren N°7), para ambas épocas no cumple con el valor establecido en el lineamiento de control, encontrándose en 250 % por encima del valor establecido en el lineamiento de control, que establece de 100 – 700 mg/L.

b) Parametros Organicos

☐ Aceites y Grasas, Fenoles y Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección (LD) de los métodos utilizados para los análisis de los parámetros; Aceites y Grasas, Fenoles y Sustancias Activas al Azul de Metileno; límites de detección que se encuentran muy por debajo de los valores ECAs; establecidos mediante el D.S 002-MINAM-2008.

c) Parametros Inorganicos

En la tabla 4.1.14LL, se muestra las concentraciones de los metales comparadas con los valores ECAs, establecidos en el Reglamento de Estandares Nacionales de Calidad para Agua, para los cuerpos de agua de Categoría 3.

Tabla 4.1.14LL
CONCENTRACION DE METALES

Parametros	CAG-06		CAG-09		ECA* Categoría 3		Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	
Arsénico	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,1	mg/L
Aluminio	1,80	1,39	1,10	2,10	5	5	mg/L
Cobre	0,118	0,010	0,157	0,163	0,2	0,5	mg/L
Cadmio	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	0,01	mg/L
Hierro	1,38	0,50	0,35	0,58	1	1	mg/L
Mercurio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	0,001	mg/L
Níquel	0,007	<0,004	<0,004	<0,004	0,2	0,2	mg/L
Plomo	<0,01	<0,01	0,04	0,04	0,05	0,05	mg/L
Selenio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,05	mg/L
Zinc	0,045	0,030	0,040	0,018	2	24	mg/L
Bario	0,10	0,14	0,07	0,17	0,7	---	mg/L
Plata	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,05	mg/L
Boro	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,5 - 6	5	mg/L
Berilio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	---	0,1	mg/L
Cobalto	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	1	mg/L
Litio	0,011	0,010	0,016	0,013	2,5	2,5	mg/L
Cromo Hexavalente	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	1	mg/L

Fuente: Informes de Ensayo del Laboratorio de EQUAS - *D.S 002-2008-MINAM Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

❑ **Arsénico, Boro, Berilio, Cobalto, Cadmio, Cromo, Mercurio, Litio, Plomo, Plata, Selenio, Cromo +6**

Las concentraciones de los elementos que se indican, el laboratorio no reportan valores mayores al Límite de Detección del método utilizado por el laboratorio, es de acotar que los Límites de Detección (tabla 4.1.14D) se encuentran por debajo de los Valores Límites que establece el lineamiento de control vigente.

❑ **Aluminio, Niquel, Bario y Zinc**

Las concentraciones de los elementos que se indican se encuentran a nivel de trazas, comparadas con los valores establecidos en los Estandares Nacionales de Calidad Ambiental par Agua (D.S 002-2008-MINAM).

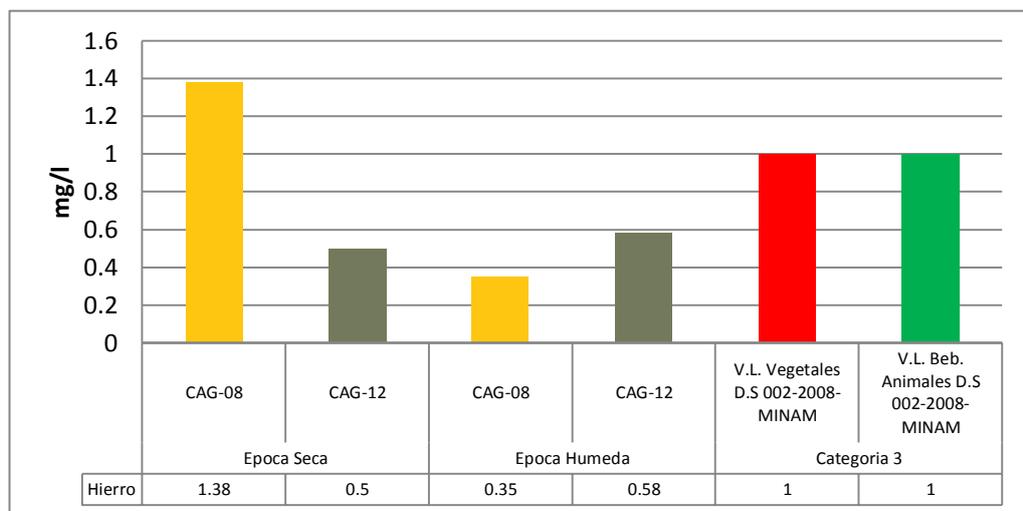
❑ **Cobre**

La concentración de Cobre (Cu) fluctúan de 0,118 a 0,157 mg/l, comparando con el lineamiento de control se encuentra por debajo del valor establecido en la Categoría 3, para la clasificación de Riego de Animales (0,2 mg/l) y Bebida de Vegetales (0,5 mg/l) respectivamente. En el siguiente gráfico se presenta la concentración de cobre comparado con el lineamiento vigente (D.S 002-2008-MINAM).

❑ **Hierro**

Las concentraciones de Hierro, en los cuerpos de agua se encuentran a nivel de trazas, con excepción de la estación CAG-06 (época seca), registrando 1,38 mg/l encontrándose en 38 % por encima del valor establecido en el lineamiento de control. A continuación se presenta esta variación mediante la gráfica 4.G24

Gráfico 4.G24
VARIACION DEL HIERRO



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2013.

❑ Plaguicidas

En general las concentraciones de los Plaguicidas, en las aguas del canal de riego, no presentan valores mayor al Límite de Detección (0,001 mg/l) del método (EPA 8270D) utilizado por el laboratorio, valores que se encuentran por debajo de cada plaguicida evaluada. Igualmente las aguas del Dren No 7, las concentraciones de los plaguicidas para esta oportunidad, no exceden a los valores ECAs para los cuerpos de agua de la Categoría 3, valores estándar utilizado como referencia, como se indicó las aguas del Dren corresponde a efluentes que provienen de las áreas agrícolas.

d) Parámetros Microbiológicos.

❑ Calidad Bacteriológica

Las densidades de coliformes totales y coliformes fecales, se encuentran dentro del valor establecido en el D.S 002-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, para aguas de Categoría 3. Ver tabla 4.1.14M

Tabla 4.1.14M
CALIDAD DE AGUAS DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

Parámetros	CAG-06		CAG-09		ECA* Categoría 3		Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	
Coliformes Totales	2,3x10 ²	2,0x10 ²	2,5x10 ³	1,9x10 ³	5000	5000	NMP/100 mL
Coliformes Fecales	7,8x10	9,2x10	1,2x10 ²	4,0x10 ²	1000	1000	NMP/100 mL
Huevos de Helminthos	5	3	4	5	<1	<1	huevos/L
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausente	Ausente	P/A
E. Coli	0	0	0	0	100	100	NMP/100 mL
Enterococos	0	0	0	0	20	20	NMP/100 mL
Vibrio Cholerae	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausente	Ausente	P/A

Fuente: Informes de Ensayo de Laboratorio, EQUAS - *D.S 002-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

4.1.14.4.3 Quebrada Las Monjas

En la tabla 4.1.14N, se presenta los resultados de la calidad fisicoquímica del afloramiento de agua, naciente en la Qda Las Monjas, aguas arriba del área del proyecto (CAG-19) y la Qda Las Monjas, estación ubicada en el Puente Autopista El Sol, tramo Piura – Sullana (CAG- 20), estaciones ubicadas en el área de influencia del Lote XIII B, las concentraciones son comparados con el lineamiento de control para cuerpos de agua Categoría 3 “Riego de Vegetales y Bebida de Animales”, a continuación se analiza e interpreta los resultados de los parámetros que presentan valores significativos.

Tabla 4.1.14N
CALIDAD DE AGUAS FISICOQUÍMICA

Parametros	CAG-19		CAG-20		ECA* Categoría 3		Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	
pH	7,82	7,91	8,31	8,03	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	unidad de pH
Temperatura	25,6	27,0	28,4	30,0	---	---	°C
Conductividad Eléctrica	1 500	1 800	1 650	2 000	<2000	<=5000	µS/cm
Oxigeno Disuelto	6,1	7,0	5,2	7,0	>= 4	>5	mg/L
Aceites y Grasas	0,6	1,0	1,8	1,3	1	1	mg/L
Cianuro Wad	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,1	0,1	mg CN-/L
Sulfuros	0,005	0,003	0,008	0,004	0,05	0,05	mg S ⁻² /L
Cloruros	371,4	490,0	254,7	383,6	100-700	---	mg Cl-/L
Demanda Química de Oxigeno	9	8	20	14	40	40	mg DQO/L
Demanda Bioquímica de Oxigeno	5	5	13	10	15	<=15	mg DBO/L
Hidrocarburos Totales del Petróleo	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	---	---	mg/L
Sustancia Activas para el Azul de Metileno	<0,010	<0,010	0,210	0,110	1	1	mg SAAM/L
Sulfatos	252	228	187	292	300	500	mg SO ₄ ²⁻ /L
Fosfato	0,094	0,052	0,424	0,190	1	---	mg/L
Fluoruros	0,04	0,06	0,03	0,02	1	2	mg F-/L
Nitratos	1,25	1,48	3,12	5,19	10	50	mg/L
Nitritos	<0,002	<0,002	0,05	0,02	0,06	1	mg/L
Fenoles	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	mg/L

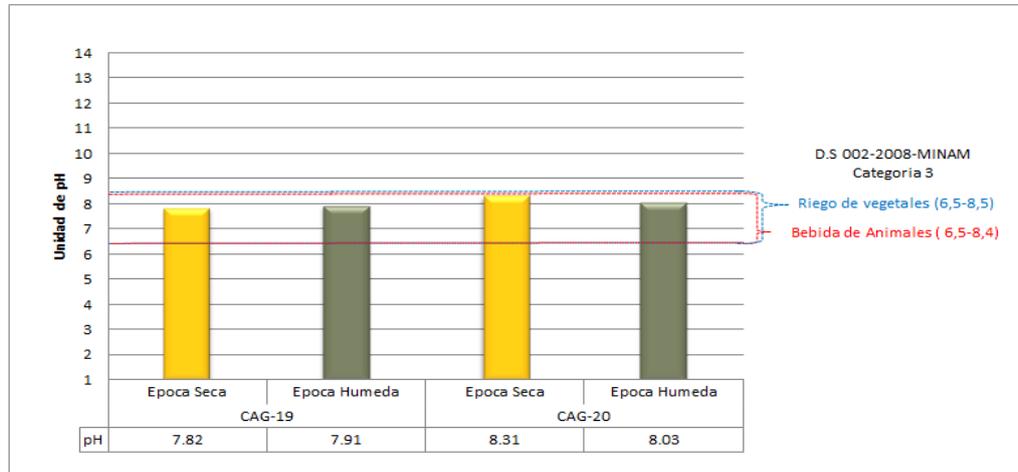
Fuente: Informes de Ensayo del Laboratorio, EQUAS - *D.S 002-2008-MINAM Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

a) Parametros Fisicoquimicos

☐ pH

Los valores registrados para este parámetro en las estaciones de monitoreo fluctúan 7,82 a 8,31 (unidad de pH), valores que tienen una tendencia alcalina, dentro de los valores establecidos en el lineamiento de control. En el grafico 4.G25, se presenta esta variación.

Grafico 4.G25
VARIACION DEL PH



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2013.

Sulfuros, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM), Fosfatos, Fluoruros, Nitratos, Nitratos (NO₃)

El laboratorio reporta valores a nivel de trazas para los análisis de los parámetros Sulfuros, Cloruros, Demanda Química de Oxígeno, Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM), Fosfatos, Fluoruros, Nitratos, Nitratos (NO₃), concentraciones que se encuentran muy por debajo de los valores ECAs; establecidos mediante el D.S 002-MINAM-2008.

Cianuro Wad

Las concentraciones de Cianuro Wad, no reporta valores mayores al Límite Detección del método utilizado por el laboratorio, encontrándose por debajo del Valor Límite establecido para la Categoría 3 (0,1 mg/L).

Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)

Para esta oportunidad, no se reporta valor mayor al Límite Detección del método utilizado por el laboratorio para Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH), cabe indicar que en la Categoría 3 del ECA, no establece Valor Límite.

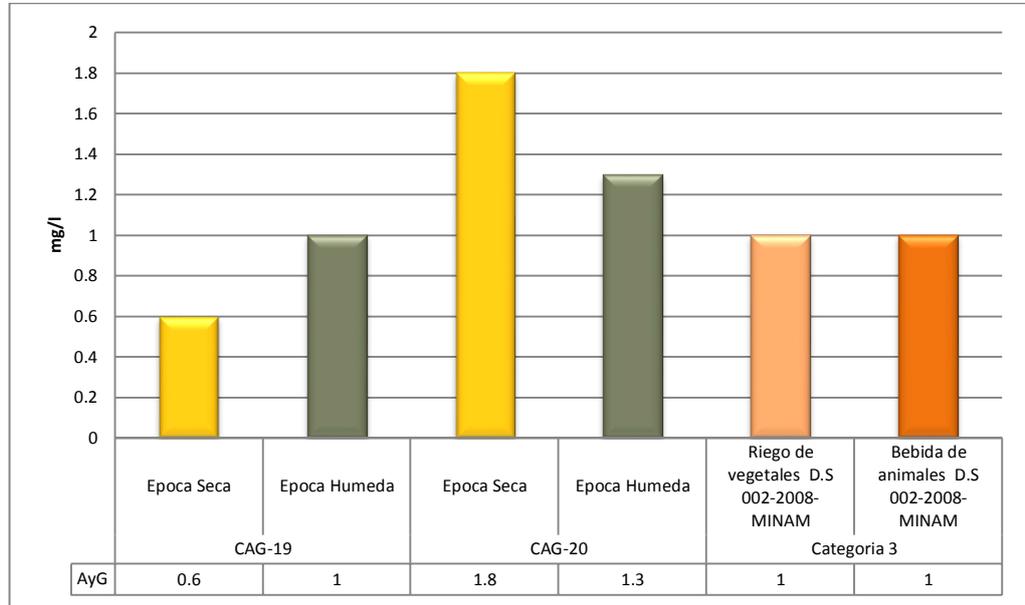
b) Parametros Organicos

Aceites y Grasas.

Las concentraciones de Aceites y Grasas registradas fluctúan de 0,6 a 1,8 mg/L, la mayor concentración se registra en la estación CAG-20 (Qda Las Monjas, Puente autopista El Sol, tramo Piura Sullana), concentración que representa el 180 % del

valor establecido en el lineamiento de control. En el siguiente gráfico se presenta la variación del parámetro evaluado (Gráfico 4.G26).

Gráfico 4.G26
VARIACION DE ACEITES Y GRASAS



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

Fenoles

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección del método utilizado en el laboratorio para Fenoles; encontrándose dentro del Valor Límite que establece el ECA (0,001 mg/L).

Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAMB)

El parámetro conocida como detergente, no reporta valor mayor al Limite Detección del método utilizado por el laboratorio, encontrándose por debajo del Valor Límite establecido para la Categoría 3 (1,0 mg/l).

a) Parametros Inorganicos (metales)

En la Tabla 4.1.14O, se presenta la concentración de estos parámetros comparados con el lineamiento de control para cuerpos de agua Categoría 3 “Riego de Vegetales y Bebida de Animales”.

Tabla 4.1.140
CONCENTRACION DE METALES

Parametros	CAG-19		CAG-20		ECA* Categoría 3		Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	
Arsénico	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,1	mg/L
Aluminio	<0,10	<0,10	0,39	0,71	5	5	mg/L
Cobre	0,019	0,012	0,018	0,015	0,2	0,5	mg/L
Cadmio	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,005	0,01	mg/L
Hierro	0,18	0,14	0,48	0,89	1	1	mg/L
Mercurio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001	0,001	mg/L
Níquel	<0,004	0,007	<0,004	<0,004	0,2	0,2	mg/L
Plomo	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05	mg/L
Selenio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,05	mg/L
Zinc	0,012	0,018	0,012	0,025	2	24	mg/L
Bario	0,09	0,10	0,22	0,15	0,7	---	mg/L
Plata	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05	0,05	mg/L
Boro	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,5 - 6	5	mg/L
Berilio	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	---	0,1	mg/L
Cobalto	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	1	mg/L
Litio	<0,005	0,015	0,142	0,218	2,5	2,5	mg/L
Cromo Hexavalente	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	1	mg/L

Fuente Informe de Ensayo del Laboratorio, EQUAS - *D.S 002-2008-MINAM Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

Arsénico, Cadmio, Mercurio, Selenio, Plata, Boro, Berilio, Cobalto, Cromo +6

Las concentraciones de los elementos que se indican, el laboratorio no reportan valores mayor al Límite de Detección del método utilizado por el laboratorio, es de acotar que los Límites de Detección (Tabla 3.12 C) se encuentran por debajo de los Valores Límites que establece el lineamiento de control vigente.

Cobre, Plomo, Zinc, Bario, Litio

Las concentraciones de los elementos que se indican, el laboratorio reportan valores a nivel de trazas, estas concentraciones se encuentran por debajo de los Valores Límites que establece la Categoría 3 “Riego de Vegetales y Bebidad de Animales”.

Hierro

Las concentraciones de Hierro, en el cuerpo de agua evaluado fluctúan 0,14 a 0,89 mg/l, se encuentra por debajo del valor establecido en el lineamiento de control (1 mg/l), la menor concentración se registra en la estación CAG-19 (del afloramiento de agua, naciente en la Qda Las Monjas, aguas arriba del área del proyecto) y la mayor

concentración en la estación CAG-20 (Qda Las Monjas, Puente autopista El Sol, tramo Piura Sullana), que representa el 14 % y 89 % respectivamente.

❑ Plaguicidas

En general las concentraciones de los Plaguicidas, en el cuerpo de agua evaluado, no presentan valores mayor al Límite de Detección (0,001 mg/l) del método (EPA 8270D) utilizado por el laboratorio, valores que se encuentran por debajo de cada plaguicida evaluada.

b) Parametros Microbiologicos

❑ Calidad Bacteriológica

Las densidades de coliformes totales y coliformes fecales, se encuentran dentro del valor establecido en el D.S 002-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, para aguas de Categoría 3. Las concentraciones para estos parámetros se detallan en la tabla 4.1.14P

Tabla 4.1.14P
CALIDAD DE AGUAS DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

Parametros	CAG-19		CAG-20		VMP D.S 002-MINAM-2008 Categoría 3		Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013	Riego de Vegetales	Bebida de Animales	
Coliformes Totales	1,8x10 ²	2	2,7x10 ³	8,9x10 ²	5000	5000	NMP/100 mL
Coliformes Fecales	2,0x10	<1,8	3,1x10 ²	1,1x10 ²	1000	1000	NMP/100 mL
Huevos de Helminthos	<1	<1	5	2	<1	<1	huevos/L
Salmonella	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausente	Ausente	P/A
E. Coli	0	0	1,1 x 10	2,1x10	100	100	NMP/100 mL
Enterococos	0	0	1,2x10	1,3x10	20	20	NMP/100 mL
Vibrio Cholerae	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausente	Ausente	P/A

Fuente: Informe de Ensayo de Laboratorio, EQUAS - *D.S 002-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

4.1.14.4.4 Lagunas

La Laguna Ñapique, la Laguna La Niña y la Laguna Sal – Villa Yapato se ubica dentro del área de influencia directa e indirecta de las actividades del proyecto en el Lote XIII B, según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Agua, estos cuerpos de agua se clasifican como Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, a continuación se analiza e interpreta los resultados obtenidos para las

dos temporadas de monitoreo. En el tabla.4.1.14Q, se muestra los resultados de los parámetros comparados, con el lineamiento de control para cuerpos de agua Categoría 4 “Conservación del Ambiente Acuático”.

Tabla 4.1.14Q
CALIDAD DE AGUAS FISICOQUÍMICA DE LAS LAGUNAS.

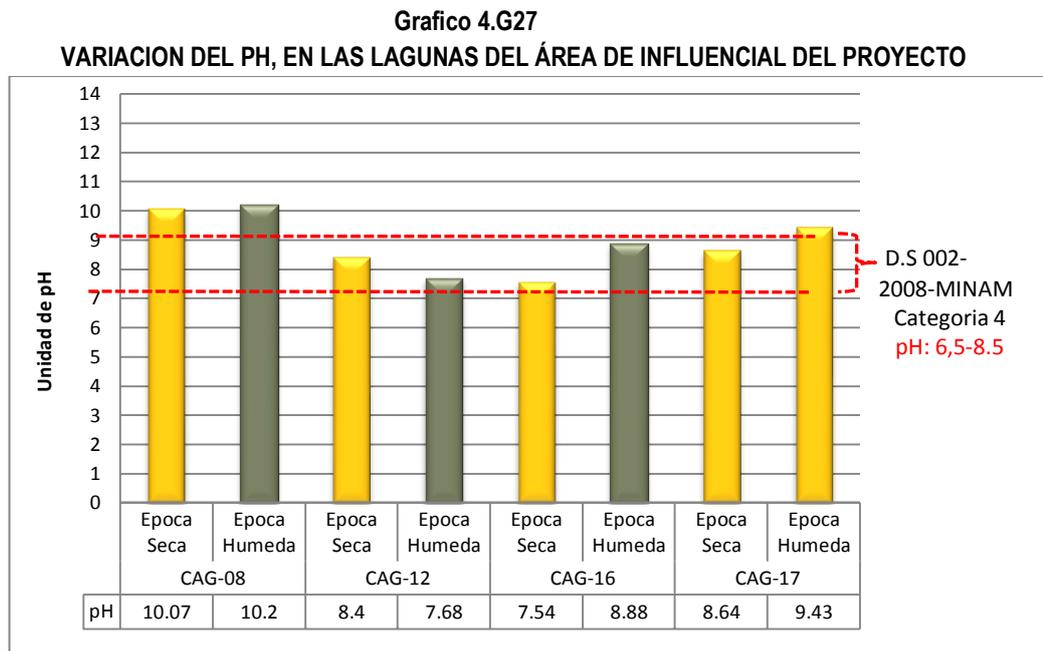
Parametros	CAG - 08		CAG - 12		CAG - 16		CAG - 17		ECA* Categoria 4	Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013								
pH	10,07	10,2	8,40	7,68	7,54	8,88	8,64	9,43	6,5 -8,5	Unidad de pH
Temperatura	25,3	27,4	26,5	29,0	28,5	30,5	29,5	27,1	---	°C
Oxigeno Disuelto	5,5	5,1	5,0	4,5	5,4	8,0	6,5	6,6	≥5	mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigeno	14	10	9	9	5	4	8	20	<5	mg DBO/L
Aceites y Grasas	1,5	1,8	2,7	2,1	1,2	1,4	0,8	1,5	Ausencia de película visible	mg/L
Sólidos Totales Suspendidos	60	69	44	53	35	48	30	26	≤ 25	mg/L
Sólidos Totales Disueltos	1380	1 000	312400	145 880	1 650	964	4 875	6 278	500	mg/L
Nitrógeno Amoniacal	<0,01	<0,01	<0,01	1,33	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	mg NH ₃ /L
Hidrocarburos Totales de Petróleo	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	---	mg/L
Fosfato Total	0,099	0,120	0,012	0,051	0,042	0,282	0,184	0,037	0,4	mg/L
Nitratos	0,47	0,70	5,12	5,08	0,92	1,01	0,98	1,16	5	mg N-NO ₃ /L
Cianuro Libre	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,022	mg CN ⁻ /L
Fenoles	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	mg/L
Sulfuro de Hidrogeno	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	mg/L
Nitrógeno	0,95	1,09	5,58	5,49	1,84	1,52	1,34	1,50	1,6	mg/L
Clorofila A	16	15	5	6	7	8	6	8	10	mg/L

Fuente: Informes de Ensayo de Laboratorio, EQUAS, *D.S 002-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

a) Parametros Fisicoquimicos

☐ pH

El valor de este parámetro en los cuerpos de agua, es ligeramente básico fluctuando de 7,54 a 10,07 (unidad de pH), durante la época seca y 7,68 a 10,2 (unidad de pH) durante la época húmeda. Comparando las mediciones la estación ACG-12 (Laguna de Sal – Villa Yapato), se encuentra cercano al limite, mientras las mediciones registradas en la Laguna Ñapique (CAG-08), no cumplen con el rango establecido en el lineamiento de control. Ver gráfico 4.G27



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2013.

☐ Oxigeno Disuelto – OD

El Oxigeno Disuelto (OD), en las lagunas evaluadas, se encuentran dentro del valor establecido en el lineamiento de control, para ambas etapas de monitoreo, a excepción del valor registrado durante la época húmeda en la estación CAG-12 (4,5 mg/L).

☐ Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Las concentraciones registradas para esta oportunidad fluctúan de 4 a 20 mg/L; es de acotar que esta concentración se encuentra dentro del valor establecido para los cuerpos de agua de Categoría 4 (<5mg/l), podemos indicar que estas lagunas se encuentran en proceso de eutrofización.

❑ **Nitrogeno Amoniacal (N-NH₃)**

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección del método utilizado para el análisis de Nitrogeno Amoniacal (N-NH₃); encontrándose dentro del Valor Límite que establece el ECA (0,02 mg/l). Con excepción de la estación CAG-12 (Laguna de Sal – Villa Yapato), para la época húmeda que registra 1,33 mg/l y representa más de 2000 % del valor establecido.

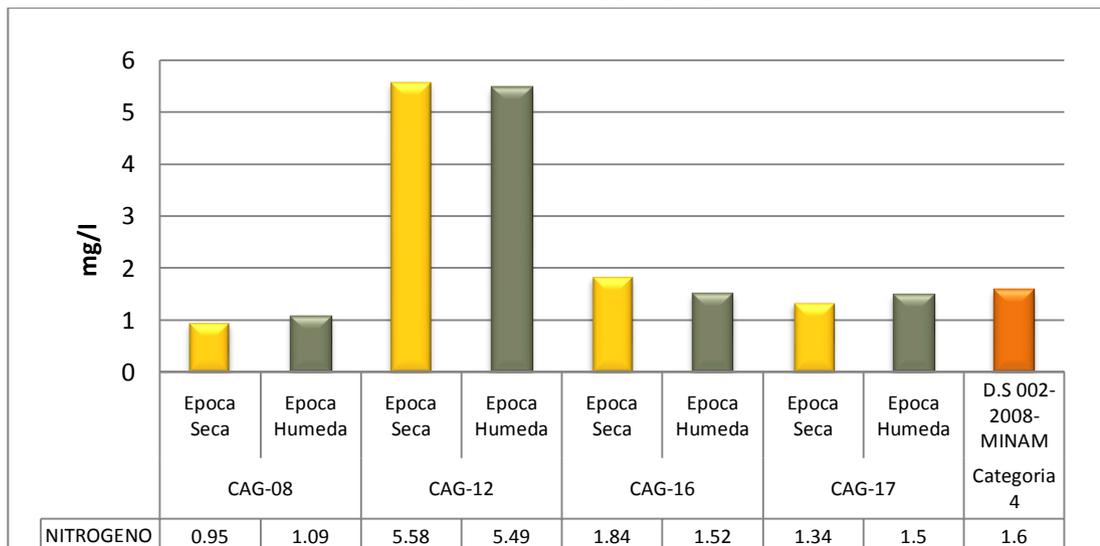
❑ **Nitratos (NO₃)**

La concentración de nitratos, se encuentran a nivel de trazas, las cuales no superan el valor establecido en el lineamiento de control (5 mg/L), para Bebida de Animales y Riego de Vegetales, con excepción de la estación CAG-15 (río Piura, aguas abajo del Sistema de Lineas Sísmica Este), que en promedio registra 5,10 mg/L, encontrándose ligeramente por encima del valor establecido.

❑ **Nitrógeno Total**

La concentración de Nitrógeno total para los dos periodos de monitoreo, en las aguas de las lagunas fluctúan de 1,09 a 5,58 mg/L, el agua de las lagunas cumplen con el valor establecido en el lineamiento de control, con excepción de la estación CAG -12 (Laguna de Sal) para la época húmeda con una concentración que supera en 150 % al valor indicado en el lineamiento de control. En el siguiente gráfico se presenta esta variación. Ver gráfico 4.G28

Grafico 4.G28
VARIACION DEL NITROGENO TOTAL

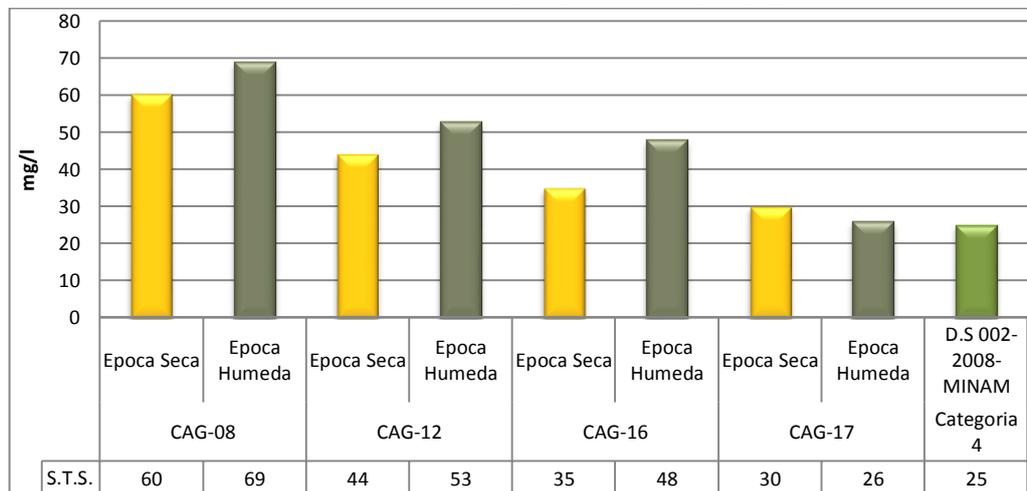


Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2013.

❑ **Sólidos Totales Suspendidos (STS)**

Las concentraciones registradas para esta oportunidad fluctúan de 30 a 69 mg/l, comparando con lo establecido en el ECA – Categoría 4, las concentraciones en ambas estaciones se encuentran por encima del valor indicado en los estándares (≤ 25 mg/L), la mayor concentración se registra en la estación CAG-08 (Laguna Ñapique), durante la época húmeda estas concentraciones traen como consecuencia el aumento de la turbidez en el agua, disminuyendo el oxígeno disuelto en ella. En el grafico 4.G29 se muestra las concentraciones de Sólidos Totales Suspendidos en las lagunas evaluadas.

Grafico 4.G29
VARIACION DE LOS SOLIDOS TOTALES EN SUSPENCIÓN, EN LAS LAGUNAS DEL ÁREA DE INFLUENCIAL DEL PROYECTO

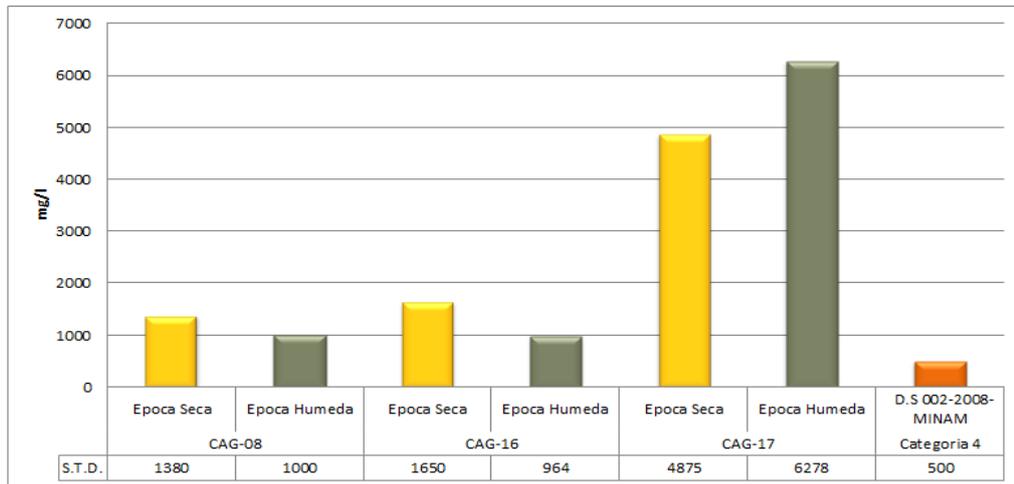


Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

❑ **Sólidos Totales Disueltos (STD)**

Las concentraciones de este parámetro, en todos los cuerpos de agua se encuentran por encima del valor establecido en el ECA – Categoría 4, fluctuando de 964 a 6 278 mg/L, la menor concentración se registra en la estación CAG-16 (Laguna La Niña, al NW del Sistema de Línea Sísmica Sur) y la mayor concentración en la estación CAG-17 (Laguna la Niña, al W del Sistema de Línea Sísmica Sur), ambas concentraciones durante la época húmeda. Cabe indicar que la estación CAG -12 (Laguna de Sal – Villa Yapato), las concentraciones de Sólidos Totales Disueltos, se encuentran en altas cantidades que fluctúan de 145 880 a 312 400 mg/L . Ver grafico 4.G30.

Grafico 4.G30
VARIACION DE LOS SOLIDOS TOTALES DISUELTOS, EN LAS LAGUNAS
DEL ÁREA DE INFLUENCIAL DEL PROYECTO



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

Sulfuro de Hidrogeno

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección de los métodos utilizado en el análisis de Sulfuro de Hidrógeno disociable; es menor a los Valores Limites que establece el ECA.

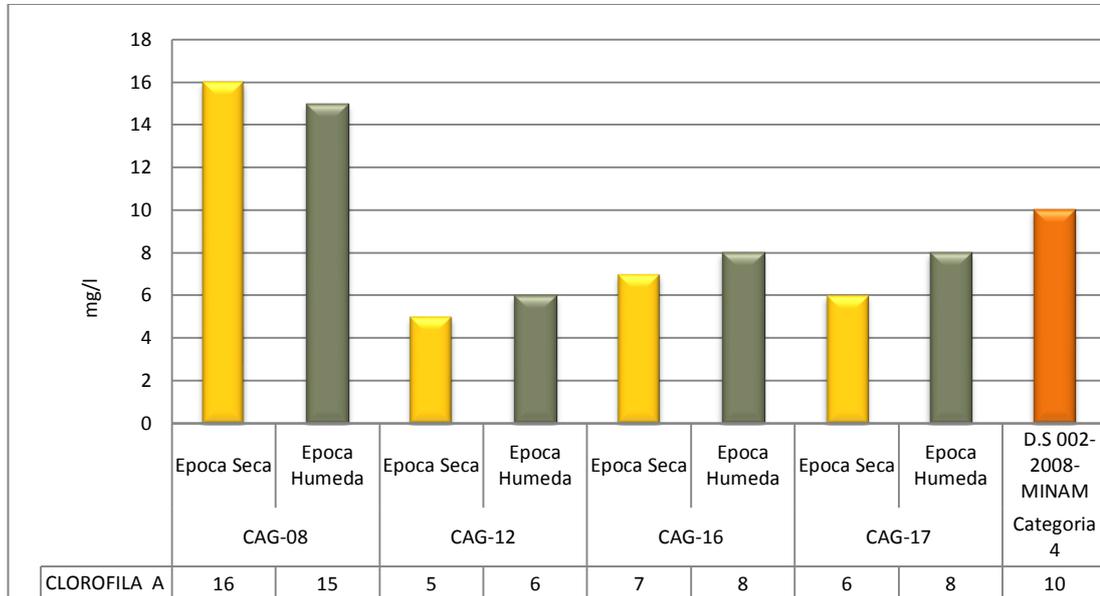
Fosfato Total

La concentración de Fosfatos, se encuentran a nivel de trazas fluctuando de 0,012 a 0,120 mg/L, encontrando muy por debajo del valor establecido en el ECA- Categoria 4.

Clorofila A

La concentración de clorofila, en los cuerpos de agua fluctuan 5 a 16 mg/L, la menor concentración se registra en la estación CAG -12 (Laguna de Sal). Las concentraciones registradas en la estación CAG – 08 (epoca seca y humeda), no cumple con el valor establecido en el ECA – Categoria 4, cabe indicar que el aumento de clorofila en los cuerpos de agua lacustre indica que estos cuerpos de agua estarían en estado de eutrofización, indicando el aumento del nivel trofico de las aguas, generando disminución del oxígeno disuelto, como consecuencia de ello la muerte de organismos acuáticos. Gráfico 4.G31.

Grafico 4.G31
VARIACION DE LA CLOROFILA, EN LAS LAGUNAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LOTE XIII B



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

b) Parametros Inorganicos - Metales

Metales Totales

En la tabla 4.1.14R, se muestra las concentraciones de los metales comparadas con los valores ECAs; establecido en el Reglamento de Estandares Nacionales de Calidad para Agua, para los cuerpos de agua de Categoría 4.

Tabla 4.1.14R
CONCENTRACION DE METALES EN EL RIO PIURA.

Parametros	CAG - 08		CAG - 12		CAG - 16		CAG - 17		ECA* Categoría 4	Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013								
Arsénico	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	mg/L
Bario	0,04	0,51	0,44	0,78	0,03	<0,01	0,02	<0,01	0,7	mg/L
Cobre	0,014	0,013	0,096	0,088	0,010	0,018	0,005	0,009	0,02	mg/L
Cromo Hexavalente	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	mg/L
Cadmio	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,004	mg/L
Mercurio	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	mg/L
Níquel	<0,004	<0,004	0,007	0,008	0,006	0,011	0,008	0,014	0,025	mg/L
Plomo	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,001	mg/L
Zinc	0,0037	0,022	0,060	0,031	0,025	0,009	0,021	0,003	0,03	mg/L

Fuente : Informe de Ensayo del Laboratorio, EQUAS - * D.S 002-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

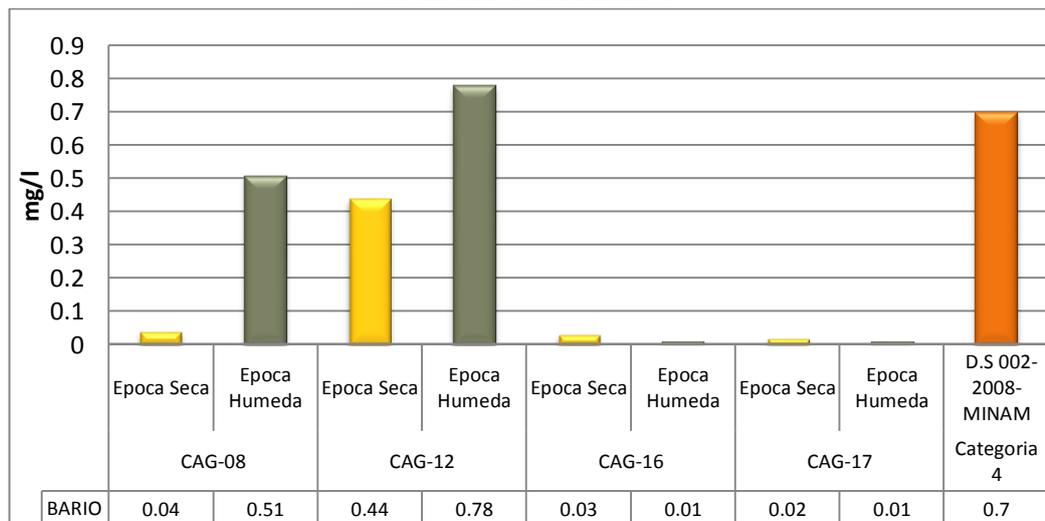
❑ Arsénico, Cadmio, Mercurio, Niquel, Plomo y Cromo Hexavalente

Las concentraciones de los elementos que se indican, el laboratorio no reportan valores mayor al Límite de Detección del método utilizado por el laboratorio, es de acotar que los Límites de Detección (Tabla 3.12 C) se encuentran por debajo de los Valores Límites que establece el lineamiento de control vigente.

❑ Bario

Las concentraciones de Bario (Ba) en los cuerpos de agua, para el monitoreo realizado en época seca se encuentra a nivel de trazas en el rango de 0,02 a 0,44 mg/L, comparando con el lineamiento de control se encuentra por debajo en 97,15 % y 37,1 % del valor establecido en la Categoría 4 “Conservación del ambiente Acuático” (0,7 mg/L); sin embargo durante el monitoreo de época húmeda en la estación CAG-12 registra 0,78 mg/l, encontrándose ligeramente por encima del valor establecido en 11,4 %. En el siguiente gráfico se presenta las variaciones de este parámetro. Ver gráfico 4.G32.

**Grafico 4.G32
 CONCENTRACION DE BARIO.**

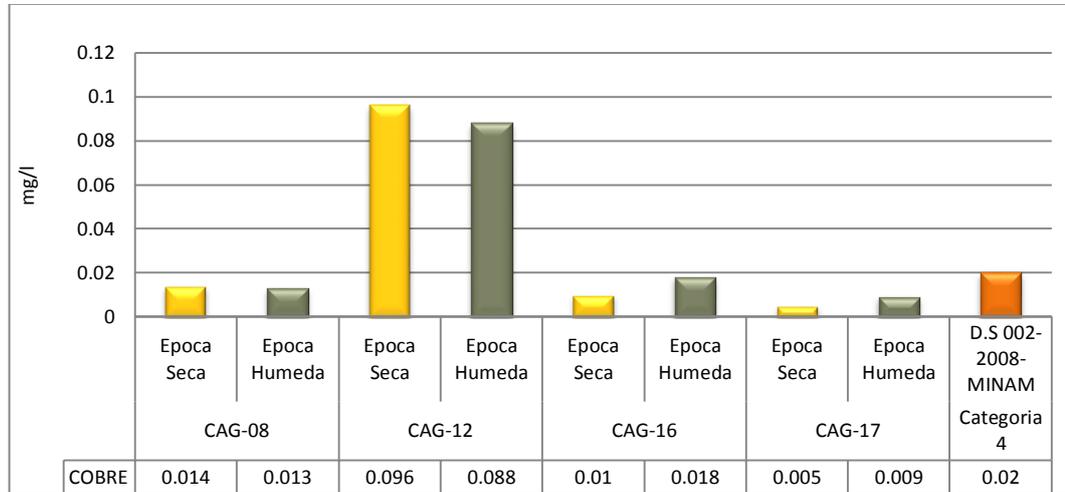


Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

❑ Cobre

La concentración de Cobre (Cu), en los cuerpos de agua fluctúan de 0,005 a 0,096mg/l, comparando con el lineamiento de control, durante la época seca las concentraciones se encuentran por encima del valor establecido Categoría 4 - Conservación del Ambiente Acuático (0,02 mg/L) en 380 % y 630 % para las estaciones CAG-12 y CAG-08 respectivamente. En el siguiente gráfico se presenta la concentración de cobre comparado con el lineamiento vigente (D.S 002-2008-MINAM). Grafico 4.G33.

Grafico 4. G33
CONCENTRACION DE COBRE.

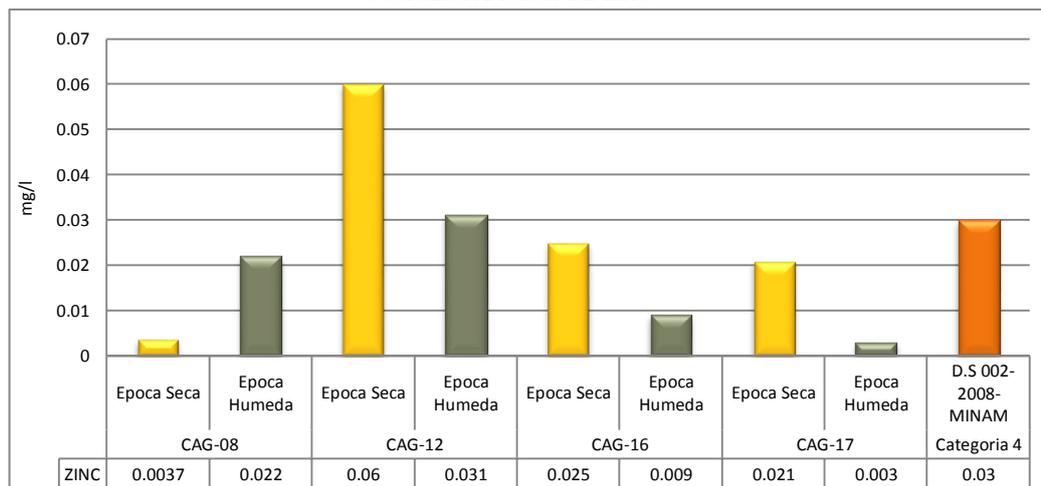


Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2013.

Zinc

De acuerdo a los resultados, las concentraciones de zinc en la estación CAG -12, no cumple con lo establecido en la Categoría 4 - Conservación del Ambiente Acuatico (0,03 mg/L). En el siguiente gráfico se presenta la concentración de zinc comparado con el lineamiento vigente (D.S 002-2008-MINAM). Gráfico 4.G34

Tabla 4.G34
CONCENTRACION DE ZINC



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2013.

c) **Parámetros Organicos**

Aceites y Grasas

La concentración de este parámetro, en las aguas de las lagunas no cumple con lo establecido en el lineamiento de control, registrando fluctuaciones de 0,8 mg/l a 2,7 mg/l, la mayor concentración se registra durante la época seca en la estación CAG-12 (Laguna de Sal) y la menor concentración en la misma época en la estación CAG-17 (Laguna La Niña, al W del Sistema de Líneas Sísmica Sur).

Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)

Para esta oportunidad, no se reporta valor mayor al Límite Detección del método utilizado por el laboratorio para Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH), cabe indicar que en la Categoría 4 del ECA “Conservación del Ambiente Acuático”, no establece Valor Límite.

Fenoles

El laboratorio no reporta valores superiores al Límite de Detección del método utilizado en el laboratorio para Fenoles; encontrándose dentro del Valor Límite que establece el ECA (0,001 mg/l).

d) **Parámetros Microbiológicos.**

Los resultados de la densidad bacteriana por Coliformes Fecales y de Coliformes Totales se presenta en la tabla 4.1.14S, comparados con los valores ECA, lo cual permite determinar la calidad de las aguas de las lagunas mencionadas.

Las densidades de coliformes totales y coliformes fecales, se encuentran dentro del valor establecido en el D.S 002-2008-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, para Aguas de Categoría 4.

Tabla 4.1.14S
CALIDAD DE AGUAS DE LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS EN EL LAS LAGUNAS.

Parametros	CAG - 08		CAG - 12		CAG - 16		CAG - 17		VMP D.S 002- MINAM- 2008 Categoria 4	Expresado en:
	Epoca Seca Nov. 2011	Epoca Humeda Abril 2013								
Coliformes Totales	2,3x10 ²	3,3x10 ²	2,8x10	1,8	2,5x10 ²	1,7x10 ²	1,9x10 ²	3,8x10	2000	NMP/100 mL
Coliformes Fecales	1,9x10	1,3x10	<1,8	<1,8	1,8x10	6,8	1,3x10	<1,8	1000	NMP/100 mL

Fuente: Informes de Ensayo del Laboratorio, EQUAS, 2013.

4.1.15 CALIDAD DE SEDIMENTO

Se denomina 'sedimento' a todo tipo de depósito formado por partículas –de naturaleza mineral o biológica– transportado por fluidos, especialmente el agua y el aire. Algunos autores hacen una distinción entre el material que se transporta y aquel ya depositado. El sedimento del fondo no es inerte, en él se acumulan diferentes sustancias que forman parte del ambiente acuático. Es parte activa del sistema, ya que reprocesa por medios químicos, físicos o biológicos el material que contiene, e incluso sirve como hábitat para diversos organismos: desde bacterias, hongos, animales y vegetales microscópicos hasta organismos mayores y más complejos, e incluso peces.

La evaluación de la calidad sedimentaria en el área del proyecto, permitirá conocer las condiciones físico químicas de los sedimentos en forma previa a las actividades del proyecto. En cuanto a los parámetros o estándares de regulación para calidad para sedimentos, en el Perú no existe legislación nacional que establezca concentraciones de TPH y Aceites y grasas, así como tampoco existen valores límites para concentraciones de metales; por lo que se consideran los criterios establecidos por la American Petroleum Institute (API) que establece concentraciones típicas de metales en sedimentos marinos y aquellas encontradas la isla Eugene del Golfo de México.

4.1.15.1 METODOLOGÍA.

Para el muestreo de sedimentos se utilizó una espátula de acero quirúrgico (inerte). Las muestras fueron almacenadas en bolsas ziploc, protegidas en bolsas plásticas negras y mantenidas en refrigeración hasta su entrega al Laboratorio.

Para la interpretación de los análisis de sedimentos se ha recurrido a la "Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, 2005" (Guía de Niveles para Calidad en Sedimentos de Aguas Dulces. Canadá – 2005), ya que en el Perú no existen estándares de calidad para tal efecto.

a) *Ubicación de los Puntos de Monitoreo.*

A fin de determinar la calidad de los sedimentos de los cuerpos de agua, que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, según lo indicado en los Terminos de Referencia aprobados por el Ministerio de Energía y Minas, se han ubicado 14 estaciones de monitoreo los cuales se detalla en la tabla 4.1.15A.

TABLA 4.1.15A
DESCRIPCIÓN, UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Código	Lote	Coordenadas WGS 84		Descripción
		Este	Norte	
SE - 01	XIII-A	486369	9458563	Agua del Rio Chira, frente al Pozo PN 79.
SE - 02	XIII-A	488378	9454128	Agua Subterránea, frente al Pozo PN 23 – Lote XIII.A.
SE - 03	XIII-A	497316	9460071	Rio Chira, 500 m. aguas arriba del Puente Simón Rodríguez.
SE - 04	XIII-A	484361	9458612	Rio Chira, a 500 m. de su desembocadura al mar.
SE - 05	XIII-A	504003	9458432	Rio Chira, frente al Distrito de la Huaca.
SE - 06	XIII-B	532206	9407281	Canal de regadío C.P. Monte Grande.
SE - 07	XIII-B	541760	9400127	Rio Piura, cauce antiguo.
SE - 08	XIII-B	533487	9388643	Laguna Ñapique.
SE - 09	XIII-B	528547	9391616	Dren N° 7.
SE - 10	XIII-B	538780	9422317	Rio Piura, a 500 m. aguas abajo del Puente Grau
SE - 11	XIII-B	540041	9392790	Rio Piura, aguas arriba de la Laguna Ñapique.
SE - 12	XIII-B	521174	9406735	Laguna de Sal – Villa Yapato.
SE - 13	XIII-B	547426	9358814	Quebrada sin nombre
SE - 14	XIII-B	554325	9344205	Quebrada Cascajal

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

b) Parámetros Evaluados.

Para la determinación de los parámetros que han sido considerados en la evaluación de la calidad sedimentaria, se ha tenido en cuenta, las características del proyecto, dado que en el país no existen normas legales o estándares para la determinación de la calidad ambiental de los sedimentos del mar.

La evaluación de la calidad sedimentaria incluyó el análisis de aceites y grasas, hidrocarburos totales de petróleo (TPH) y metales (Arsénico, Bario, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Plomo y Zinc).

En la tabla 4.1.15B, se presentan los parámetros evaluados, el método de laboratorio, límites de detección y parámetros de evaluación.

TABLA 4.1.15B
PARÁMETROS, MÉTODO ANALÍTICO Y LÍMITES DE DETECCIÓN.

Parámetro	Método	Limite de detección	Criterios API		CSQGPA ⁽³⁾
			S-1 ⁽¹⁾	S-2 ⁽²⁾	
Aceites y Grasas	SM 5520 E	20	---	---	---
TPH	EPA 80150	8	---	5,2 – 90	---
Textura	Buchanan	--	---	---	---
Arsénico	ICP-GH	0,05	---	---	5,9
Bario	EPA 6010B	0,15	80 – 8,100	528 – 2,270	---
Cadmio	EPA 6010B	0.15	0,3 – 1	0,015 – 0,118	0,6
Cobre	EPA 6010B	0,5	---	---	35,7
Cromo	EPA 6010B	0,10	10 – 200	4,32 – 17,93	37,3
Mercurio	CVAFS	0,010	0,1 – 0,2	0,010 – 0,234	0,17
Manganeso	EPA 6010B	0,05	---	---	---
Plomo	EPA 6010B	0,8	6 – 200	4,44 – 94,16	35
Zinc	EPA 6010B	0,15	---	---	123

(1) S-1 Concentraciones típicas de metales en sedimentos marinos limpios, Forstner and Wittmann (1983) and Salomons and Forstner (1984). American Petroleum Institute (1989), Tabla 4.16.

(2) S-2 Concentraciones encontradas en sedimentos de la Isla Eugene del Golfo de México - Louisiana USA. American Petroleum Institute (1989). Tablas 3.20, 3.28 y 4.16.

(3) "Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, 2 005"

c) Interpretación de Resultados.

En la Tabla 4.1.15C, se presenta los resultados de los parámetros evaluados, comparados con los valores límite recomendados por la Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life (2 005). Cabe indicar que la acumulación de estos contaminantes, sobre todo de metales pesados en cantidades apreciables no se produce de forma natural y los valores guía empleados son tomados como referencia ya que están enfocados a la protección de ecosistemas sensibles a los cambios de concentración de materiales extraños en el agua.

TABLA 4.1.15C
CARACTERISTICAS FISICO QUIMICA DE SEDIMENTOS EN LOS CUERPOS DE AGUA UBICADOS EN EL AREA DEL PROYECTO (EXPRESADO: MG/KG)

PARAMETROS	SE-01	SE-03	SE-04	SE-05	SE-06	SE-08	SE-09	SE-10	SE-11	SE-12	Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, 2005
Aceites y Grasas	2,1	0,6	0,9	1,7	1,8	1,2	1,3	1,4	2,5	3,8	---
TPH	110	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	120	---
Metales Totales :											
Arsenico	1,70	1,10	1,28	1,20	2,75	2,10	2,50	2,10	1,65	1,10	5,9
Bario	22,00	16,73	28,90	14,60	60,24	21,49	24,69	57,43	12,56	9,09	---
Cadmio	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,53	7,57	2,83	0,66	<0,20	<0,20	0,6
Cobre	11,95	8,83	12,26	8,36	20,52	10,15	5,75	27,45	3,57	2,92	35,7
Cromo	12,87	6,46	6,54	5,44	17,75	6,05	5,07	17,20	7,42	5,94	37,3
Mercurio	0,310	0,320	0,210	0,350	0,270	0,610	0,520	0,210	0,123	0,170	0,17
Plomo	2,59	1,44	2,23	24,22	8,37	17,03	11,82	9,99	4,23	0,78	35
Zinc	39,70	27,96	36,31	1,20	52,66	23,05	11,56	70,87	18,52	8,15	123

Fuente: Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, 2005.

❑ **Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)**

Las concentraciones registradas en las estaciones de monitoreo fluctúan de <100 a 120 mg/kg, según la bibliografía el término de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) se usa para describir una gran familia de compuestos químicos con origen en el petróleo crudo. Actualmente en nuestro país no existe una norma a nivel nacional que establezca concentraciones típicas o normales de TPH para sedimentos.

❑ **Aceites y Grasas**

Los valores de Aceites y Grasas encontrados, fluctúan 0,6 a 3,8 mg/kg. A nivel nacional existen normativas referidas a concentraciones de Aceites y Grasas en aguas marinas (ECA – D.S 002-2008-MINAM). Sin embargo no existe una norma nacional que establezca límites de concentraciones de Aceites y Grasas en sedimentos.

d) Metales totales

Para el análisis de resultados en la concentración de metales totales y su interpretación se recurrió a los criterios establecidos por la American Petroleum Institute (API) que establece concentraciones típicas de metales en sedimentos marinos limpios y concentraciones encontradas la isla Eugene del Golfo de México.

Las concentraciones registradas en el Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Plomo (Pb) y Zinc (Zn); de acuerdo a la literatura el Cadmio (Cd), es el segundo elemento toxico en ambientes acuáticos después del Mercurio (UNEP,1994) y el Plomo (Pb) está clasificado como el tercer elemento tóxico y es muy común de encontrarse en la naturaleza.

❑ **Arsénico (As), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Plomo (Pb) y Zinc (Zn)**

Las concentraciones de los elementos mencionados, para el presente monitoreo, se encuentran en concentraciones menores a los que indica el lineamiento de comparación, que se muestra en la tabla 4.1.15C

❑ **Cadmio (Cd)**

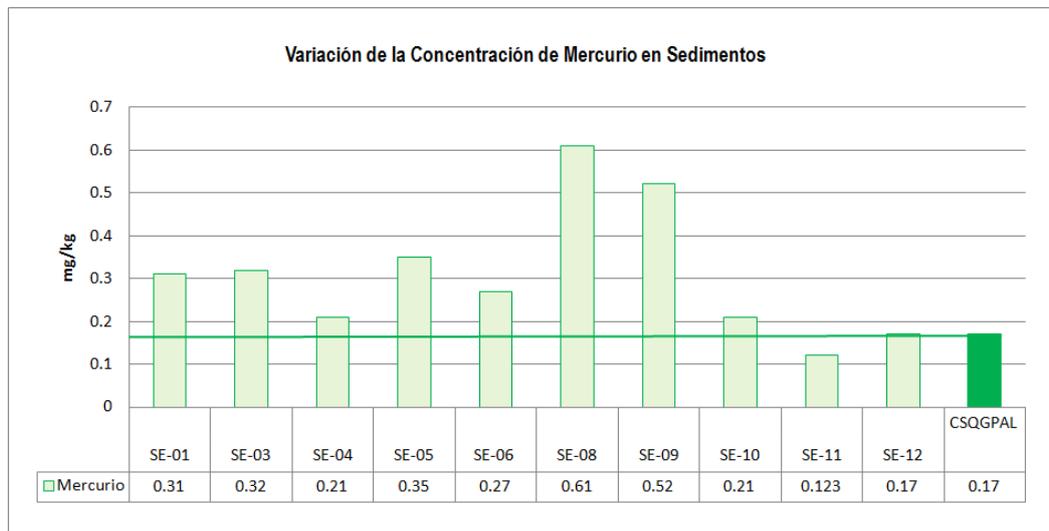
La concentración más alta (7,57 mg/kg) se determinó en los sedimentos de la Laguna Ñapique de código SE-08; en segundo lugar en los sedimentos del Dren No 7 (2,83 mg/Kg) de SE-9; valores que excede en más de 100 % al lineamiento de comparación, que establece en 0,6 mg/kg. En las otras estaciones las concentraciones son menores.

❑ **Mercurio Total (Hg)**

Para el presente monitoreo, las concentraciones de Mercurio (Hg) en los sedimentos de los cuerpos de agua evaluados, fluctúan de 0,170 a 0,610 mg/kg, con excepción de la estación de código SE-12 en donde el valor del Mercurio se encuentra en el límite; en las otras estaciones, las concentraciones se encuentran por encima del valor establecido en el lineamiento de control, la mayor concentración se registra en la Laguna Ñapique de código SE-08, esta concentración supera en más de 350% al valor establecido, cabe acotar que los niveles de Mercurio en el ambiente han aumentado considerablemente desde el inicio de la era industrial.

Una vez depositado, el Mercurio puede cambiar de forma (principalmente por metabolismo microbiano u procesos naturales) y convertirse en metilmercurio, que tiene la capacidad de acumularse en organismos (bioacumulación) y concentrarse en las cadenas alimentarias (biomagnificación), especialmente en la cadena alimentaria acuática (peces y mamífero marinos). Ver gráfico 4.G35.

Grafico 4.G35
CONCENTRACION DE MERCURIO



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

La evaluación, demuestra que los sedimentos de la Laguna Ñapique, presenta los valores más altos de metales, Arsénico (2,10 mg/kg), Bario (21,49 mg/kg), Cadmio (7,57 mg/kg) Cobre (10,15 mg/kg), Cromo (6,05 mg/kg), Mercurio (0,610 mg/kg), Plomo (17,03 mg/kg) y Zinc (23,05 mg/kg).

4.1.16 CALIDAD DE AIRE

La calidad del aire en el área de influencia está ligada a las condiciones meteorológicas y climáticas que se presenta en un espacio geográfico durante un periodo de tiempo (anual) y al manejo de los residuos de las actividades que se desarrollan en el área definida.

El monitoreo de calidad del aire tuvo por finalidad, determinar la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, a fin de establecer indicadores de control ambiental durante el desarrollo del proyecto. Los parámetros de calidad del aire son los indicados en los Estándares de Calidad Ambiental del Aire – ECA aprobado mediante D.S. 074-2001-PCM y actualizado mediante el D.S. N° 003-2008-MINAM.

4.1.16.1 METODOLOGIA

El monitoreo se efectuó en base al Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones publicado por el Ministerio de Energía y Minas (1 994) y a la literatura especializada; la técnica seguida fue por muestreo acumulativo con exposición de los equipos e instrumentos por 24 horas en cada estación, simultáneamente se colocó una estación meteorológica automática y portátil: Marca DAVIS - Modelo Weather Monitor II.

a) *Ubicación de las Estaciones de Monitoreo.*

La ubicación de las estaciones de muestreo está relacionada con las posibles fuentes de generación de contaminantes al aire en las diferentes fases de operación del proyecto, así como el área expuesta.

Se determinaron 10 estaciones de monitoreo, 05 en el área del proyecto a desarrollarse en el Lote XIII A y 05 en el Lote XIII B; estaciones que incluye los centros poblados ubicados en área de influencia del proyecto y la estación meteorológica que permitió determinar la dirección y velocidad de viento, información que se utilizó en la interpretación de los resultados del monitoreo.

En la tabla 4.1.16A y tabla 4.1.16B; se describe las estaciones monitoreadas; la ubicación en coordenadas UTM – WGS 84 y su justificación para cada estación seleccionada, así mismo, su respectivo mapa se presenta espacialmente.

Tabla 4.1.16A
UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO CALIDAD DE AIRE, LOTE XIII A

Código	Coordenadas WGS 84		Descripción	Justificación
CAI - 01	494846	9446521	Centro Poblado Nuevo Paraíso – Distrito Colán	Población, dentro del Área de Influencia Indirecta –All del proyecto, evaluar la actual calidad de aire,
CAI - 02	502065	9455090	Centro Poblado Buena Aventura – Distrito La Huaca	
CAI - 03	497282	9459823	Centro Poblado El Arenal – Distrito El Arenal	
CAI - 04	493344	9456563	Centro Poblado Pueblo Nuevo de Colán	
CAI - 05	486170	9457990	A sotavento de la Batería 1 –Lote XIII A	Evaluar la actual calidad de Aire en el área de operaciones del Lote XIII A.

Tabla 4.1.16B
UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO CALIDAD DE AIRE, LOTE XIII B

Código	Coordenadas WGS 84		Descripción	Justificación
CAI - 06	539890	9424238	AAHH La Victoria - Piura	Población expuesta a las operaciones del proyecto, ubicada en el Área de Influencia Indirecta – All, evaluar la calidad de aire, antes de ejecutarse el proyecto.
CAI - 07	532516	9413777	Centro Poblado Mocará - Catacaos	
CAI - 08	529475	9401448	Centro Poblado Miraflores – Distrito de la Arena	
CAI - 09	537594	9394543	Centro Poblado Cerritos, Distrito de Cristo Nos Valga.	
CAI - 10	551184	9358632	Zona Zapayal, Distrito de Sechura.	Zona dentro del Área del Área de Influencia Indirecta del proyecto,

b) Equipos de Muestreo

Como se indico el monitoreo, se basa en las Pautas que detalla el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones, publicado por el Ministerio de Energía y Minas, 1994. Los equipos de muestreo cumplen con las exigencias indicadas en los Estándares de Calidad Ambiental del Aire –ECA aprobado mediante D.S. 074-2001-PCM. Complementado con D.S. N° 003-2008-MINAM.

En la tabla 4.1.16C, se muestra las características de los equipos de monitoreo, las técnicas de muestreo, y manejo de muestras. En el anexo 2.3, se presenta los documentos que sustentan el control de calidad del monitoreo de calidad de aire y en el anexo 2.3 las condiciones de calibración del equipo durante el monitoreo. En las vistas fotográficas anexo 2.3, se muestran las distintas fases del monitoreo.

TABLA 4.1.16C
CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS Y TÉCNICAS DE MUESTREO DE CALIDAD DE AIRE

PARÁMETROS	EQUIPOS DE MONITOREO	TÉCNICAS DE MUESTREO
Partículas		
Partículas en Suspensión menores a 10 micras (PM ₁₀) y menores a 2.5 micras (PM _{2.5})	Muestreador Ambient Sampler Marca: TCR TECORA Modelo: Charlie Con regulador de flujo 16.67 ml/s, registro automático de volumen de aire, temperatura y presión barométrica.	Colección de muestra, en Filtros de Fibra de Cuarzo, por 24 horas de exposición.
Gases		
Óxido Nitroso (NO _x)	Tren de Muestreo Dinámico Marca: Pelmor EIJ. Consta de una bomba de succión de aire y regulador de flujo.	Captación de muestra en Solución de Arsénito de Sodio, con 01 hora de exposición
Dióxido de Azufre (SO ₂)		Captación de muestra en Solución de Peróxido, con 1 hora de exposición
Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)		Captación de muestra en Solución de Sulfato de Cadmio, con 24 horas de exposición
Monóxido de Carbono (CO)		Captación de muestra en Solución de Acido Parasulfamino Bensoico, con 24 horas de exposición

Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

❑ Muestreador de Partículas en Suspensión (PM₁₀ y PM_{2.5})

El muestreo de las Partículas en Suspensión fracción respirable, conocidas como PM₁₀ y partículas inhalables, conocido como PM_{2.5}, se realizó con el equipo indicado en la tabla 4.1.16C, su operación consiste en la recolección de partículas a través de una bomba de succión de aire, de flujo controlado; el cual pasa por un sistema ciclónico, que separa las partículas entrantes de mayor diámetro, para luego seleccionar, solo las partículas menores a 10 micras y 2.5 micras de diámetro en un filtro de fibra de cuarzo de 47 mm de diámetro; el equipo posee otras bondades, permite tener el control del tiempo de operatividad del equipo, volumen de aire muestreado, en condiciones de monitoreo y en condiciones normales, igualmente los registros de presión y temperatura para las dos condiciones expuestas.

❑ Muestreador de Gases

Para el monitoreo de Dióxido de Azufre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) y Oxido Nitroso (NO₂) se utilizó el Tren de Muestreo Dinámico, el equipo consta de una bomba de succión que absorbe el aire ambiental, la misma que esta conectado hacia los tubos dressers donde se encuentra las soluciones captadoras de los gases, que a continuación se indican; Pararosanilina que es para captar el

Dióxido de Azufre (SO_2), el Arsenito de Sodio que es para el Oxido Nitroso (NO_2), el Acido Parasulfamino Bensoico que es para el Monóxido de Carbono (CO) y el Sulfato de Cadmio que es para el H_2S , el flujo del aire que ingresa hacia la solución son controladas con manómetros instalados a la entrada de cada dressers, el aire succionado se difunde dentro de la solución mediante un burbujeo continuo con el propósito de concentrar el gas de interés, el flujo de aire (l/min.) es específico para cada gas. El flujo de aire por el tiempo de monitoreo, permite determinar el volumen de aire muestreado (m_3).

c) *Parámetros Meteorológicos*

El propósito de registrar información de las condiciones meteorológicas durante el monitoreo de calidad de aire es para relacionarlo con la interpretación de los parámetros evaluados. Los parámetros meteorológicos, fueron registrados en una estación meteorológica automática y portátil: Marca DAVIS - Modelo Weather Monitor II, equipado con un anemómetro, termómetro y pluviómetro, los mismos que están conectados al monitor electrónico (Data Logger), el análisis de la información registrada se realizó en el ítem de Clima y Meteorología. Ver foto 4.F28

Foto 4.F29
MUESTREO DE CAMPO



Fuente: Equas 2 013.

d) *Análisis de Laboratorio.*

Los análisis de las muestras colectadas fueron realizados en el laboratorio de Environmental Quality Analytical Services S.A, siguiendo procedimientos estandarizados, establecidos en el "EPA National Primary and Secondary Ambient Air Quality Standards".

e) Estándares de Calidad del Aire.

Los resultados obtenidos en el monitoreo que muestra las condiciones de calidad del aire en el área de influencia de los componentes principales del proyecto, son comparados con los valores ECAs, establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, aprobado mediante D.S. 074-2001-PCM, complementado con D.S. N° 003-2008-MINAM, valores que se presentan en la Tabla 4.1.16D.

Tabla 4.1.16D
ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL AIRE

Parámetros	Periodo	Niveles de Concentración Máxima	
		Valor ug/m ³	Formato
Material Particulado PM ₁₀	24 horas	150	No Exceder más 3 veces/año
Material Particulado PM _{2.5} *	24 horas	50	----
Monóxido de Carbono (CO)	1 horas	30 000	No Exceder más 1 vez/año
Hidrogeno Sulfurado (H ₂ S) *	24 horas	150	Media Aritmetica
Dióxido de Azufre (SO ₂) *	24 horas	80	Media Aritmetica
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 horas	200	No Exceder más 24 veces/año
Benceno*	Anual	4	
Plomo (Pb)	anual	1.0	Promedio aritmetico de los valores mensuales
Hidrocarburos Totales (HT)-Expresado como Hexano*	24	100 ⁽¹⁾	Media Aritmetica

Fuente: * Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire D.S. 003-2008-MINAM – D.S N° 074- 2 001- PCM
 (1) Expresado en mg/m³

4.1.16.2 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Los resultados del monitoreo se detallan en la tabla 4.1.16E y los resultados de análisis del Laboratorio se presentan en el anexo 2.3; a continuación se analizan las concentraciones de cada uno de los parámetros.

Tabla 4.1.16E
CALIDAD DE AIRE EN EL ÁREA DEL LOTEN XIII A.

Estaciones de Muestreo	Epoca	Expresado en ug/m ³								Expresado en mg/m ³	
		PM _{2.5}	PM ₁₀	Pb	NO _x	SO ₂	H ₂ S	O ₃	Benceno	HT*	CO
n t e : CAI - 01	Seca Nov 2011	6	15	<0,05	10,6	6,9	7,0	10,5	<1,0	<10	2,9
	Húmeda Abril 2013	4	12	<0,05	4,0	14,1	9,8	9,2	<1,0	<10	2,5
E Q U A S CAI - 02	Seca Nov 2011	10	44	<0,05	6,8	8,3	6,0	8,5	<1,0	<10	3,1
	Húmeda Abril 2013	4	6	<0,05	7,9	4,4	5,9	8,3	<1,0	<10	3,0
2 0 1 CAI - 03	Seca Nov 2011	5	12	<0,05	11,7	20,8	5,0	10,5	<1,0	<10	2,8
	Húmeda Abril 2013	2	62	<0,05	17,0	24,7	8,0	11,3	<1,0	<10	2,5
3 / * CAI - 04	Seca Nov 2011	6	15	<0,05	6,1	6,8	6,0	8,5	<1,0	<10	3,0
	Húmeda Abril 2013	5	10	<0,05	15,0	27,3	10,0	12,5	<1,0	<10	2,6
CAI - 05	Seca Nov 2011	7	21	<0,05	10,0	21,4	8,5	9,2	<1,0	<10	2,4
	Húmeda Abril 2013	5	20	<0,05	12,5	19,3	7,2	9,0	<1,0	<10	2,3
Valores ECA		50	150	1,5	200	80	150	---	4	100	30

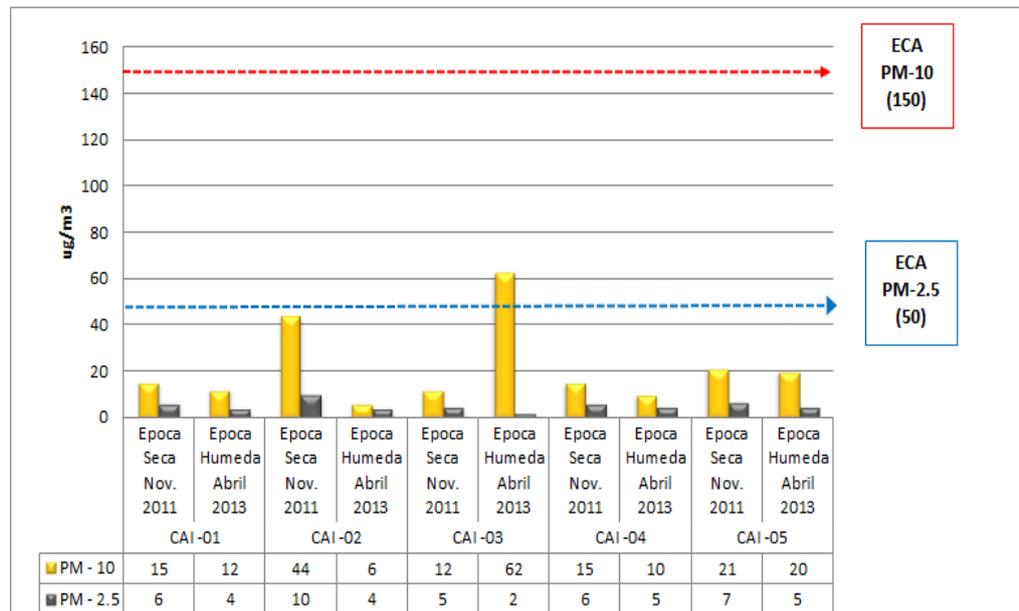
Fuente: Informes de Ensayo del Laboratorio, EQUAS - * Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire
D.S. 003-2008-MINAM - D.S N° 074- 2 001- PCM

4.1.16.2.1 Lote XIII-A

a) Partículas en Suspensión (PM₁₀ y PM_{2.5})

En las 05 estaciones de control, ubicados en los centros poblados, las concentraciones de las Partículas en Suspensión (PM₁₀), considerando para las dos épocas de monitoreo fluctúan entre 6 ug/m³ y 62 ug/m³, valores que se encuentra muy por debajo del valor ECA que establece en 150 ug/m³, se justifica estos valores en razón a la ausencia de actividades económicas que emitan al ambiente partículas, así como por su ubicación en zona abierta y presencia de corrientes de viento que de acuerdo a los resultados las concentraciones de partículas inhalables (PM_{2.5}), fluctúan entre 2 ug/m³ y 10 ug/m³, valores que se encuentra muy por debajo del valor ECA (50 ug/m³). En el gráfico 4.G36; se muestra las variaciones de las concentraciones de PM₁₀ y del PM_{2.5}.

Gafico 4.G36
VARIACION DE LA PARTICULAS EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO, LOTE XIII A



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS

b) Plomo (Pb) y Hidrocarburos Totales de Petroleo (TPH)

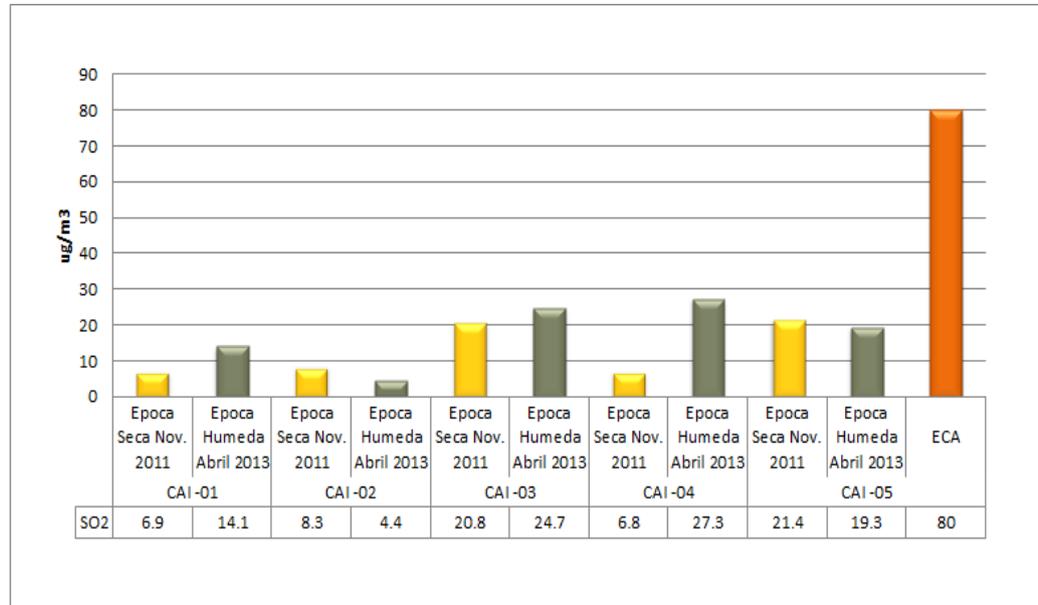
Para los dos periodos de monitoreo, las concentraciones de Plomo (Pb) y Hidrocarburos Totales (TH, se encuentran por debajo del Limite de Detección(LD) del metodo utilizado por el laboratorio; se sustentan los resultados debido a la ausencia de actividades económicas.

c) Gases de Combustion

La concentración de gases: Dióxido de Azufre (SO₂), Oxido Nitroso (NO₂), Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrogeno (H₂S), obtenidos durante el monitoreo en las 05 estaciones; se encuentra muy por debajo de los valores ECAs referido para cada parámetro; ver tabla 4.1.16E

En el gráfico 4.G37, se presenta la variacion del Dioxido de Azufre (SO₂), en el área de influencia del Proyecto Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D, en el Lote XIII A; todas las concentraciones de encuentran por debajo del valor establecido en el lineamiento de control (80 ug/m³), las concentraciones fluctúan de 4,4 a 27,3 ug/m³, la concentración más alta se registra en la estación CAI-04 (Centro Poblado Pueblo Nuevo de Colán), que representa el 34,12 % del valor establecido en el lineamiento de control.

Grafico 4.G37
VARIACION DEL DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂) EN EL AREA DE INFLUENCIA
DEL PROYECTO LOTE XIII A



Fuente: Elaborado por el equipo profesional de EQUAS, 2 013.

4.1.16.2.2 Lote XIII-B

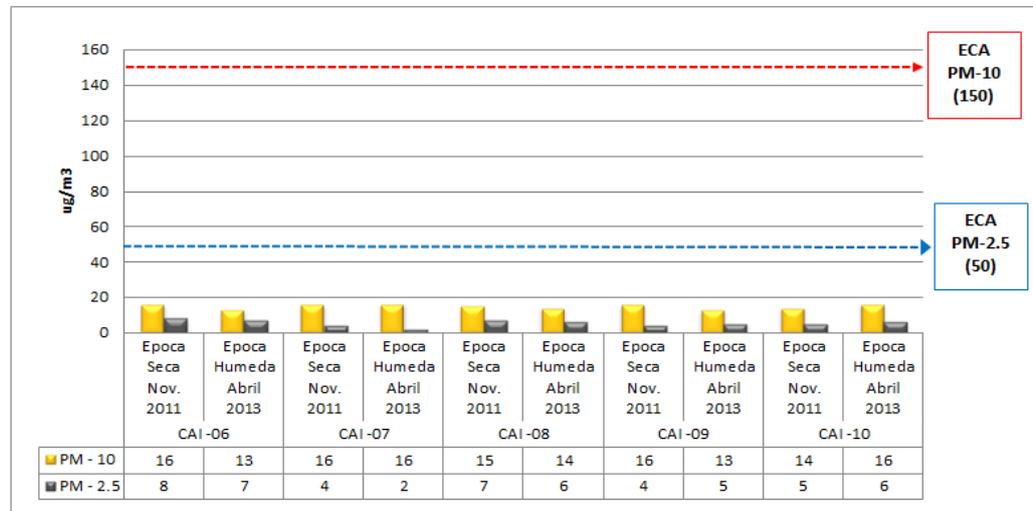
El área de influencia del Lote XIII B, se ubican en los distritos de Piura, Catacaos, La Arena, La Unión, Vice, Cristo Nos Valga, Bernal y Secura. En este lote se instalación 05 estaciones de monitoreo, en los centros poblados donde se proyecta el paso de las Líneas Sísmicas.

Las concentraciones de los parámetros evaluados se muestran en la tabla 4.1.16F comparadas con los valores indicados en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire.

a) Partículas en Suspensión (PM₁₀ y PM_{2.5})

La concentración de material particulado (PM₁₀) en las 05 estaciones de control fluctúan entre 14 y 16 ug/m³, valores que se encuentra muy por debajo del valor ECA (150 ug/m³). Igualmente las concentraciones de las partículas en suspensión fracción inhalables (PM_{2.5}), fluctúan entre 4 y 8 ug/m³, valores que se encuentra muy por debajo del valor ECA (50 ug/m³), se justifica estos valores bajos por la ausencia de fuentes de emisión de material particulado, a las condiciones climáticas principalmente por la velocidad del viento que durante el monitoreo registro en promedio para las dos temporadas en 2.34 m/s y a la topografía del área; en el gráfico 4.G38, se muestra las variaciones de las concentración de PM₁₀ y PM_{2.5}.

Grafico 4.G38
VARIACION DEL MATERIAL PARTICULADO EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO EN EL LOTE XIII B



Fuente: Elaboradop por el equipo profesional de EQUAS 2 013.

b) Plomo (Pb) y Hidrocarburos Totales de Petroleo (TPH)

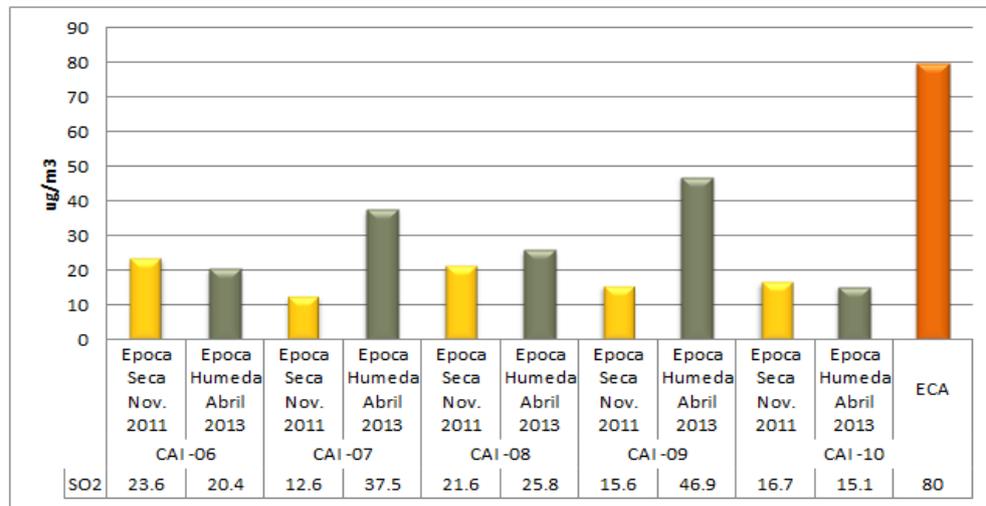
La concentración de Plomo (Pb) e Hidrocarburos Totales expresado como Hexano (TH) de acuerdo a los resultados de analisis; se encuentran por debajo del Límite de Detección (LD) utilizado por el laboratorio en su cuantificación.

c) Concentración de Gases

La concentración de los gases de combustión Dióxido de Azufre (SO₂), Oxido Nitroso (NO₂), Monóxido de Carbono (CO) y Sulfuro de Hidrogeno (H₂S), obtenidos durante el monitoreo en las 02 épocas, al igual que los valores de PM₁₀ y PM_{2,5}; se encuentran muy por debajo de los valores ECA; se sustentan los resultados debido a la ausencia de actividades económicas que emitan al ambiente los gases evaluados.

En el gráfico 4.G39, se presenta la variacion del Dioxido de Azufre (SO₂), en el area de influencia del Proyecto Ampliación de la Línea Sísmica 2D, esta concentraciones de encuentran por debajo del valor establecido en el lineamiento de control (80 ug/m³), las concentraciones fluctuan de 15,1 a 46,9 ug/m³, la mayor concentracion se registra en la estación CAI-09 (Centro Poblado Cerritos, Distrito de Cristo Nos Valga), durante la época húmeda, representa el 58.62 % del valor ECA.

Grafico 4.G39
**VARIACION DEL DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂) EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL
 PROYECTO EN EL LOTE XIII B**



Fuente: Elaborado por el Equipo profesional de EQUAS, 2013.

Tabla 4.1.16F
CALIDAD DE AIRE EN EL ÁREA DEL LOTEN XIII B

Estaciones de Muestreo	Epoca	Expresado en ug/m ³								expresado en mg/m ³	
		PM _{2.5}	PM ₁₀	Pb	NO _x	SO ₂	H ₂ S	O ₃	Benceno	HT*	CO
CAI- 06	Seca Nov 2011	8	16	<0,05	13,7	23,6	11,0	19,5	<1,0	<10	1,9
	Húmeda Abril 2013	7	13	<0,05	12,8	20,4	9,1	10,7	<1,0	<10	1,6
CAI - 07	Seca Nov 2011	4	16	<0,05	6,3	12,6	6,0	11,2	<1,0	<10	1,6
	Húmeda Abril 2013	5	13	<0,05	10,5	10,2	8,9	11,8	<1,0	<10	3,0
CAI - 08	Seca Nov 2011	7	15	<0,05	16,7	21,6	11,2	9,6	<1,0	<10	1,8
	Húmeda Abril 2013	6	14	<0,05	14,8	15,3	10,4	10,2	<1,0	<10	2,2
CAI - 09	Seca Nov 2011	4	16	<0,05	10,3	15,6	7,0	9,7	<1,0	<10	2,0
	Húmeda Abril 2013	5	15	<0,05	9,1	12,7	8,1	13,0	<1,0	<10	2,0
CAI - 10	Seca Nov 2011	5	14	<0,05	6,7	16,7	8,0	10,8	<1,0	<10	1,9
	Húmeda Abril 2013	6	16	<0,05	7,9	15,1	7,2	12,1	<1,0	<10	1,6
Valores ECA		50	150	1,5	200	80	150	---	4	100	30

Fuente: Informes de Ensayo del Laboratorio Equas – D.S 074-2001-PC/M.D.S 003- 2008-MINAM

4.1.16.3 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del monitoreo, la calidad del aire en el área de influencia del Proyecto “ **Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D en el Lote XIII**”, cumple con los requisitos de calidad; establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire; D.S. 074-2001 PCM y su modificatoria D.S 003-2008-MINAM.

4.1.17 CALIDAD DE RUIDO.

El problema del ruido en la sociedad moderna viene disminuyendo gradualmente la calidad de vida de los ciudadanos de las grandes ciudades. Según Oliveira et al. (2000), el ruido es una de las principales fuentes de perturbación y de estrés de la flora y fauna; así como en ambientes urbanos. En general, en las grandes ciudades representa el 70% de las reclamaciones a los órganos de control ambiental.

Por la preocupación de los niveles sonoros en los centros poblados ubicados en el área de influencia deL Lote XIII A y XIII B, se registro mediciones en horario diurno y nocturno según lo establecido en el Reglamento aprobado mediante el D.S 085-2003-PCM.

a) *Equipo de Medición.*

Las características del sonómetro usado en la medición del ruido ambiental, se detallan en la tabla 4.1.17 A.

Tabla 4.1.17 A
CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE MEDICION.

Equipo	Marca	Modelo	Rango de Medición	Característica
Equipo: Decibelímetro digital – Data Logger Sound Level Meter	MONARCH 322	RS 232	0 a 130 dB	<ul style="list-style-type: none">- Resolución de 0.1 dB.- Calibración interna de 94 dB, para una frecuencia de 1000HZ.- Rango dinámico 65 dB.- Red Balanceada y ponderada A.- Velocidad de respuesta del instrumento Slow y Fast.- Micrófono : ¼ pulgada tipo condensador eléctrico.- Rango de temperatura 0 – 50 °C.

Fuente: Elaborado EQUAS 2 013

4.1.17.1 METODOLOGÍA DE LA MEDICIÓN.

Las mediciones del ruido ambiental se baso en lo establecido en el D.S. N° 085-2003-PCM, igualmente las pautas indicadas, en la bibliografía especializada, destacándose:

- ✓ ISO 1996-1/1982: Acústica – Descripción y Mediciones de Ruido Ambiental
 - Parte I: Magnitudes Básicas y Procedimientos.
- ✓ ISO 1996-2/1987: Acústica – Descripción y Mediciones de Ruido Ambiental,
 - Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.
 - Algunas consideraciones practicadas durante el monitoreo se indican a continuación:
- ✓ Los equipos son calibrados previamente a la realización de cada medición.
- ✓ El micrófono del equipo es orientado a favor de la dirección del viento y con una inclinación de 45°.

Las mediciones se efectuaron en 02 horarios diurno y nocturno, los valores registrados corresponden al Nivel Sonoro, equivalente a Leq de Ponderación A.

a) Estaciones de Monitoreo.

Para la ubicación de las áreas de medición de ruido ambiental, se han considerado los centros poblados ubicados en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, En la tabla 4.1.17B se detalla la ubicación en coordenadas UTM y la descripción de cada área monitoreada para cada lote que refiere el proyecto.

Tabla 4.1.17B
ESTACIONES DE MEDICION DE RUIDO – LOTE XIII.

Codigo	Lote	Coordenadas WGS 84		Centro poblado
		Este	Norte	
RA-1	XIII-A	494846	9446521	Centro Poblado Nuevo Paraíso – Distrito Colán
RA-2	XIII-A	502065	9455090	Centro Poblado Buena Aventura – Distrito La Huaca
RA-3	XIII-A	497282	9459823	Centro Poblado El Arenal – Distrito El Arenal
RA-4	XIII-A	493344	9456563	Distrito de Pueblo Nuevo de Colán
RA-5	XIII-A	486170	9457990	A sotavento de la Batería 1 – Lote XIII A
RA-6	XIII-B	539890	9424238	AAHH La Victoria - Piura
RA-7	XIII-B	532516	9413777	Centro Poblado Mocará - Catacaos
RA-8	XIII-B	529475	9401448	Centro Poblado Miraflores – Distrito de la Arena
RA-9	XIII-B	537594	9394543	Centro Poblado Cerritos, Distrito de Cristo Nos Valga.
RA-10	XIII-B	551184	9358632	Zona Zapayal, Distrito de Sechura.

Fuente : EQUAS 2013.

4.1.17.2 ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1.17.2.1 Lote XIII A

Las mediciones de los niveles de ruido se realizaron en el centro de cada centro poblado en un día normal. Se utilizó un medidor de presión sonora estándar del tipo 2, de la marca MONARCH 322, debidamente calibrado.

Se registraron mediciones en escala de compensación (A) y en el modo fast. Las mediciones se realizaron en horario diurno y nocturno. En la tabla 4.1.17C se muestra el registro de los niveles de ruido obtenidos durante el monitoreo.

Tabla 4.1.17C
NIVELES DE RUIDO REGISTRADOS EN LOS CENTROS POBLADOS DEL PROYECTO – LOTE XIII A

ESTACIÓN DE MONITOREO	Nivel de presión Sonora Diurno		Nivel de Presión Continua Equivalente L_{AeqT}	Nivel de presión Sonora Nocturno		Nivel de Presión Continua Equivalente L_{AeqT}
	LMáx	LMín		LMáx	LMín	
RA-1	65	57	59.8	58	49	53.4
RA-2	69	55	58.3	55	48	52.1
RA-3	69	59	55.2	54	47	50.9
RA-4	66	59	56.7	53	38	51.6
RA-5	67	62	55.5	53	40	45.4
D.S 085-2003-PCM ZonaResidencial	60 L_{AeqT}			50 L_{AeqT}		

Fuente:Elaborado por el equipo profesional de EQUAS,2013.

Los resultados de las mediciones “In Situ” registrados en los centros poblados ubicados en el Lote XIII A, fluctúan en el horario diurno de 55,2 L_{AeqT} a 59,8 L_{AeqT} , como resultado promedio, los valores se encuentran cerca al valor ECA que establece para zona residencial en 60 L_{AeqT}

Los resultados de las mediciones para el horario nocturno fluctúan de 45,4 L_{AeqT} a 53,4 L_{AeqT} , para horario nocturno en las estaciones RA-1, RA-2, RA-3 y RA-4, que corresponde a los centros poblados; Centro Poblado Nuevo Paraíso – Distrito Colán Centro Poblado Buena Aventura – Distrito La Huaca, Centro Poblado El Arenal – Distrito El Arenal y en el centro poblado de Pueblo Nuevo de Colán, la intensidad sonora excede ligeramente al valor establecido en el Decreto Supremo 085-2003-PCM., las mediciones se encuentran influenciadas por las condiciones propias del lugar. De acuerdo a los resultados el nivel de ruido existente en las áreas evaluadas, corresponden a ruidos no permanentes, dado que el rango de variación de los decibelios entre el máximo y el mínimo, es en cinco (5) unidades.

4.1.17.2.2 Lote XIII B

Se registraron mediciones en escala de compensación (A) y en el modo fast. Las mediciones se realizaron en horario diurno y nocturno. En la tabla 4.1.17D, se muestra el registro de los niveles de ruido obtenidos durante el monitoreo.

Tabla 4.1.17D
NIVELES DE RUIDO REGISTRADOS EN LOS CENTROS POBLADOS DEL PROYECTO – LOTE XIII B

ESTACIÓN DE MONITOREO	Nivel de presión Sonora Diurno		Nivel de Presión Continua Equivalente LAeqT	Nivel de presión Sonora Nocturno		Nivel de Presión Continua Equivalente LAeqT
	LMáx	LMín		LMáx	LMín	
RA-6	79	65	60.2	57	40	38.1
RA-7	75	69	61.5	55	32	35.2
RA-8	76	67	64.6	56	35	39.7
RA-9	62	36	45.6	57	34	40.5
RA-10	65	32	51.2	57	37	41.5
D.S 085-2003-PCM ZonaResidencial	60 LAeqT			50 LAeqT		

Fuente: EQUAS, 2013.

Los resultados de las mediciones “In Situ” fluctúan en el horario diurno de 45,6 a 64,6 LAeqT, como resultado promedio en las estaciones RA-6, RA-7, RA-8 se encuentran ligeramente por encima del valor establecido en el Decreto Supremo 085-2003-PCM., el mayor valor se registra en el Centro Poblado Miraflores – Distrito de la Arena. De acuerdo a los resultados el nivel de ruido existente en las áreas evaluadas, corresponden a ruidos no permanentes, dado que el rango de variación de los decibelios entre el máximo y el mínimo, excede en más de ocho (8) unidades.

Los resultados de las mediciones para el horario nocturno fluctúan de 35,2 LAeqT a 45,5 LAeqT, todos los valores se encuentran por debajo del valor ECA (50 LAeqT) establecido en el Decreto Supremo 085-2003-PCM.

4.1.17.3 CONCLUSION

Las mediciones de ruido ambiental realizado, presentan variaciones, registrándose valores que exceden ligeramente al valor ECA para el periodo nocturno en algunos centros poblados ubicados en el Lote XIII A y para el periodo diurno en los centros poblados ubicados en el Lote XIII B.

4.1.18 CALIDAD DE SUELOS

Esta sección presenta los resultados de la evaluación de la calidad de los suelos existentes en el área del Proyecto de Ampliación de Líneas en la Prospección Sísmica 2D en el Lote XIII. El estudio muestra la calidad de los suelos antes del inicio de los trabajos de operación del proyecto, formando parte de la Línea Base del EIA del proyecto.

4.1.18.1 PARÁMETROS DE MUESTREO

Para evaluar la calidad de suelos se han considerado los parámetros establecidos en los Términos de Referencia, aprobado por el Ministerio de Energía y Minas. Los parámetros a ser analizados son: Humedad, pH, TPH, Cloruros, Mercurio, Bario, Plomo, Cadmio, Cromo, Aceites y Grasas y Conductividad, así mismo los parámetros inorgánicos establecidos en el D.S 002-2013-MINAM “Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo”.

4.1.18.2 ESTACIONES DE MUESTREO.

Se seleccionaron las 14 estaciones de monitoreo, establecidas en los Términos de Referencia, considerando evaluar la presencia de contaminantes previa a la implementación del proyecto. En las tablas 4.1.18A y 4.1.18B, se presenta las descripciones y sus ubicaciones en coordenadas UTM de las áreas de muestreo para los lotes XIII A XIII B y en el Mapa, la Distribución Espacial de las Estaciones de Monitoreo.

Tabla 4.1.18A
DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE SUELO, EN EL LOTE XIII.A.

N°	LOTE	Coordenadas UTM (WGS 84)		Descripción
		Este	Norte	
1	XIII-A	493 382	9 452 003	Talud de terraza.
2	XIII-A	502 137	9 446 590	Terraza de inundación – frente al ingreso al centro poblado de Nuevo Paraíso.
3	XIII-A	498 985	9 451 438	Terraza de inundación.
4	XIII-A	497 318	9 460 080	Llanura amplia de deyección – A orillas del Río Chira, a 500 m. aguas arriba del Puente Simón Bolívar.
5	XIII-A	484 361	9 458 612	A, 500 m. de la desembocadura del río Chira al mar.
6	XIII-A	504 112	9 458 314	Valle amplio – A orillas del Río Chira, a 500 m. del distrito de la Huaca.

Fuente: EQUAS, 2013.

Tabla 4.1.18B
DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DE SUELO, EN EL LOTE XIII B.

N°	LOTE	Coordenadas UTM (WGS 84)		Descripción
		ESTE	NORTE	
7	XIII-B	526 304	9 425 688	Valle estrecho
8	XIII-B	530 258	9 390 996	Depósito eólico - Centro Poblado Cerritos.
9	XIII-B	550 312	9 358 147	Depósitos Eólicos - Zona Zapayal Norte.
10	XIII-B	555 972	9 345 467	Terraza de inundación - Zona Zapayal Sur.
11	XIII-B	524 493	9 409 621	Valle Amplio – Centro Poblado de Huamará.
12	XIII-B	533 529	9 418 105	Valle amplio - Centro Poblado de Cumbibirá.
13	XIII-B	536 939	9 400 061	Llanura amplia de deyección
14	XIII-B	526 304	9 425 688	Valle estrecho

Fuente: EQUAS, 2013.

4.1.19 ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

Los resultados obtenidos son comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo establecidos en el D.S 002-2013-MINAM y de manera referencial con los Estándares de Calidad de Suelos Agrícolas de la Canadian Environmental Quality Guidelines (Summary of Existing Canadian Environmental Quality Guidelines, December 2003), mientras que el estándar de comparación para Hidrocarburos Totales de Petróleo utilizado es el del Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment de Holanda (New Dutch List). También se están utilizando los rangos normales de concentración de los elementos en los suelos de la “Chemical Equilibria in Soils”, Willard Lindsay.

Los valores de los estándares y rangos de elementos del suelo adoptados para la evaluación se muestran en la tabla 4.1.19 A.

Tabla 4.1.19 A
ESTANDAR DE CALIDAD DE SUELOS PARA EL ANALISIS DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS.
EXPRESADO EN mg/ kg.

Parámetros	Metodología de Análisis	Estándares de Calidad Ambiental de Suelo			Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment de Holanda	Canadian Environment al Quality Guidelines*	Rango Normal en los Suelos
		Suelo agrícola	Suelos residencial/ parques	Suelo comercial/ industrial/ extractivos			
Hidrocarburo Total de Petróleo - TPH	8015B	---	---	---	50	---	---
Metales Totales :							
Cianuro Libre	EPA 9013 A	0,9	0,9	0,6	---	---	---
Arsenico	EPA 3050-B	50	50	140	---	---	---
Bario	EPA 6010 B	750	500	2 000	---	750	100 – 3,000
Cadmio	EPA 6010 B	1,4	10	22	---	1,4	0,01-0,70
Cromo IV	DIN 19734	0,4	0,4	1,4	---	---	---
Mercurio	EPA 7471 B	6,6	6,6	24	---	---	---
Cromo	EPA 6010 B	---	---	---	---	64	1 – 1,000
Plomo	EPA 6010 B	70	140	1 200	---	70	2 -200

Fuente: EQUAS, 2013.

4.1.19.1.1 Lote XIII A

En el tabla 4.1.19B, se muestran los resultados de los parámetros evaluados obtenidos en las muestras de suelos recolectadas en el área de influencia del Lote XIII A. Los informes del Laboratorio se muestran en los anexos.

Tabla 4.1.19B
FISICOQUÍMICOS Y METALES PESADOS LOTE XIII A.

PARAMETROS	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	ECA D.S 002-2013-MINAM			Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment de Holanda (mg/kg)	Canadian Environmental Quality Guidelines (mg/kg)	Chemical Equilibria in Soils Rango Normal en los Suelos (mg/kg)
							1*	2*	3*			
							<input type="checkbox"/> pH	7,8	7,6			
<input type="checkbox"/> Aceites y Grasas	2,5	2,3	1,2	2,8	2,1	2,3	--	--	--	--	--	--
<input type="checkbox"/> Humedad	6,17	8,19	10,81	8,75	17,40	12,48	--	--	--	--	--	--
<input type="checkbox"/> Hidrocarburos Totales del Petróleo -TPH	<10	<10	<10	<10	<10	<10	--	--	--	50	--	--
<input type="checkbox"/> Conductividad Eléctrica	21,6	31,5	19,5	35,4	20,6	14,9	--	--	--	--	--	--
<input type="checkbox"/> Cloruros	16,3	18,2	10,6	25,4	13,7	10,2	--	--	--	--	--	--
<input type="checkbox"/> Cianuro Libre	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,9	0,9	0,6	--	--	--
Metales Totales :												
<input type="checkbox"/> Arsenico	3,97	5,10	4,23	8,11	3,77	6,33	50	50	140	--	--	--
<input type="checkbox"/> Bario	13,00	13,45	9,68	28,59	10,32	33,57	750	500	2 000	--	750	100 – 3,000
<input type="checkbox"/> Cadmio	0,29	0,32	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	1,4	10	22	--	1.4	0.01 -0.70
<input type="checkbox"/> Cromo	7,86	7,40	10,17	8,38	6,58	8,71	--	--	--	--	64	1 – 1,000
<input type="checkbox"/> Cromo IV	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,4	0,4	1,4	--	--	--
<input type="checkbox"/> Mercurio	0,420	0,380	0,290	0,270	0,210	0,190	6,6	6,6	24	--	--	--
<input type="checkbox"/> Plomo	3,77	1,86	3,00	2,50	2,03	3,42	70	140	1 200	--	70	2 - 200

Fuente: EQUAS, 2013.

1* Suelo Agrícola ; 2* Suelos residencial/parques;3* Suelo comercial/ industrial/ extractivos

a) Hidrocarburos Totales (TH)

Las concentraciones de Hidrocarburos Totales (TH) en las muestras de suelo colectados en las áreas de influencia del proyecto en el Lote XIII A, para la presente Línea de Base Ambiental, el laboratorio no reportaron valores en concentraciones mayores al Límite de Detección del método empleado (L.D.= 10 mg/kg). Los valores obtenidos se encuentran muy por debajo del valor de la guía Holandesa de 50 mg/kg. Las áreas evaluadas no presentan contaminación por TPH de acuerdo a los resultados emitidos por el laboratorio. Es de acotar que los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo establecidos en el D.S 002-2013-MINAM, no establece valor ECA para los Hidrocarburos Totales (TH).

b) Metales Totales

❑ Bario

Los niveles de Bario (Ba) obtenido en los puntos de muestreo se encuentran muy por debajo del valor establecido en los Estándares de Calidad Ambiental de Suelo, Usos de Suelo Agrícola (750 mg/kg), Suelo Comercial /Industrial/Extractivos, que fija en 2 000 mg/kg. La mayor concentración se obtuvo en la estación S-6 (Valle amplio - A orillas del Rio Chira, a 500 m. del distrito de la Huaca) con 33,57 mg/kg y el menor valor se obtuvo en el punto S-3 (Terraza de inundación), registrando 9,68 mg/kg. Comparados con los estándar de referencia, las concentraciones de Bario obtenidos en las áreas evaluadas son bajos.

❑ Cadmio

Las concentraciones de Cadmio (Cd) en las muestras de suelo reportaron valores no detectables (concentraciones por debajo del límite de detección del método empleado, que indica 0,2 mg/kg) y a niveles de trazas, los cuales se encuentran por debajo del valor establecido en el ECA (22 mg/kg), para uso de suelos: comercial/industrial/extractivos. Según "Chemical Equilibria in Soils", Willard Lindsay, los suelos carecen de cadmio para ser considerados suelos normales.

❑ Cromo

Las concentraciones de Cromo (Cr) obtenidos en las muestras de suelo son inferiores al valor que refiere la Guía Canadiense para suelos de uso agrícola (64 mg/kg). De acuerdo a la "Chemical Equilibria in Soils", Willard Lindsay, los niveles de Cromo en las áreas evaluadas se encuentran dentro del rango normal del nivel en suelos.

❑ Plomo

Las concentraciones de Plomo (Pb) registradas fluctúan de 1,86 mg/kg a 3,77 mg/kg, encontrando la menor concentración en el estación S-2 (terrazza de inundación - frente al ingreso al centro poblado de Nuevo Paraíso.) y la mayor concentración en la

estación S-1 (talud de terraza). De acuerdo a los informes de resultados del laboratorio, las concentraciones de Plomo (Pb) para los tres usos de suelo, se encuentran muy por debajo de los valores establecido en el ECA. Igualmente para el estándar de referencia.

❑ **Mercurio**

Las concentraciones de Mercurio (Hg), registrados varían entre de 0,190 mg/kg a 0,420 mg/kg, el valor más bajo corresponde al área de código S-6 muestreado en el Valle amplio – A orillas del Rio Chira, a 500 m. del distrito de la Huaca y la mayor concentración en la estación S-1 (talud de terraza).

De acuerdo a los informes de resultados del laboratorio, las concentraciones de Mercurio (Hg), en todas las áreas monitoreadas; se encuentran muy por debajo de los valores establecido para los usos indicados en el D.S No 002 – 2013 – MINAM.

c) Conclusión

En términos generales podemos precisar que los suelos del área evaluada para el **Lote XIII A** son ligeramente alcalinos, están libres de contaminación por Hidrocarburos de Petroleo (TH) y los niveles de concentración de metales se encuentran, por debajo de los valores ECAs y los estándares de referencia utilizados en el presente análisis

4.1.19.1.2 Lote XIII B

En el tabla 4.1.19C, se muestran los resultados de los parámetros evaluados obtenidos en las muestras de suelos recolectadas en el área de influencia del proyecto en el Lote XIII B.

a) Hidrocarburos Totales (TH)

Las concentraciones de Hidrocarburos Totales (TH) en las muestras de suelo colectados en las áreas de influencia del proyecto en el Lote XIII B, para la presente Línea de Base Ambiental para el EIASd, el laboratorio no reportaron valores en concentraciones mayores Límite de Detección (L.D.= 10 mg/kg) del método utilizado por el laboratorio. Los valores obtenidos se encuentran muy por debajo del valor de la guía Holandesa que fija en 50 mg/kg. Las áreas evaluadas no presentan contaminación por TPH de acuerdo a los resultados emitidos por el laboratorio. Es de acotar que los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo establecidos en el D.S 002-2013-MINAM, no establece valor ECA para los Hidrocarburos Totales (TH).

b) Metales Totales

☐ Bario

Los niveles de Bario obtenido en los puntos de muestreo se encuentran muy por debajo del valor guía Canadiense para suelos de uso agrícola (750 mg/kg). El mayor valor se obtuvo en la estación Valle Amplio – Centro Poblado de Huamará de código S-11 en donde se registró 197,16 mg/kg y el menor valor se obtuvo en el punto S-10 con 10,80 mg/kg. Procedente de la Terraza de inundación - Zona Zapayal Sur. Todas las áreas evaluadas presentan valores de Bario (Ba) menores a los ECAs fijados para los usos de agua que refiere el D.S N° 002 – 2013 – MINAM; así como a los estándar de referencia.

☐ Cadmio

Las concentraciones de Cadmio (Cd) en las áreas evaluadas de códigos S-07, S-09 y S-10 las muestras no presentaron valores mayor Límite de Detección del método empleado, que indica 0,2 mg/kg, las muestras de las áreas de códigos S-08 (2,88 mg/kg) y S -12 (7,01 mg/kg) exceden al establecido en D.S No 002 – 2013 – MINAM para los suelos de uso agrícola, igualmente a los valores indicados en Canadian Environmental Quality Guidelines que fija en 1,4 mg/kg y al rango de 0,01 a 0,70 mg/kg establecido en el Chemical Equilibria in Soils Rango Normal en los Suelos que Para los otros usos de suelo que indica el decreto supremo mencionado, los valores de Cadmio (Cd), en todas las áreas evaluadas, se encuentran por debajo del valor establecido en el ECA de 10 mg/kg para suelos residenciales/parques y en 22 mg/kg para uso de suelos: comercial/industrial/extractivos. Según “Chemical Equilibria in Soils”, Willard Lindsay, los suelos carecen de cadmio para ser considerados suelos normales.

☐ Cromo

Las concentraciones de Cromo (Cr) obtenidos en las muestras de suelo son inferiores al valor que refiere La Guía Canadiense para suelos de uso agrícola (64 mg/kg). De acuerdo a la “Chemical Equilibria in Soils”, Willard Lindsay, los niveles de Cromo en las áreas evaluadas se encuentran dentro del rango normal del nivel en suelos. Amerita destacar que el valor más alto 22,63 mg/kg, se obtiene en el área ubicada en el Valle Amplio – Centro Poblado de Huamará de código S-11.

☐ Plomo

Las concentraciones de Plomo (Pb) registradas fluctúan de 2,46 mg/kg a 18,64 mg/kg, la menor concentración se obtiene en el área del Depósito eólico - Centro Poblado Cerritos de código S-08 y la mayor concentración se obtiene en el área ubicada en el Valle Amplio – Centro Poblado de Huamará de código S-11. De acuerdo a los informes de resultados del laboratorio, las concentraciones de Plomo (Pb) para los tres usos de

suelo, se encuentran muy por debajo de los valores establecido en el ECA para los tres usos.

❑ **Mercurio**

Las concentraciones de Mercurio (Hg), registrados varían entre de 0,100 mg/kg a 0,230 mg/kg, el valor más bajo corresponde al área del Depósito eólico - Centro Poblado Cerritos de código S-08 y el valor más (0,230 mg/kg) al área Llanura amplia de deyección de código S-13 y segundo lugar con 0,210 mg/Kg al área ubicada en el Valle Amplio – Centro Poblado de Huamará de código S-11. De acuerdo a los informes de resultados del laboratorio, las concentraciones de Mercurio (Hg), en todas las áreas monitoreadas; se encuentran muy por debajo de los valores establecido para los usos indicados en el D.S N° 002 – 2013 – MINAM.

c) Conclusión

En términos generales podemos precisar que los suelos del área evaluada para el Lote XIII B son ligeramente alcalinos, están libres de contaminación por Hidrocarburos de Petróleo (TH) y los niveles de concentración de metales se encuentran, por debajo de los valores ECAs y los estándares de referencia utilizados en el presente análisis, con excepción del Cadmio (Cd) en las áreas del Depósito eólico - Centro Poblado Cerritos de código S-08 (2,88 mg/kg) y en el Valle amplio - Centro Poblado de Cumbibirá de código S -12 (7,01 mg/kg); concentraciones que exceden al establecido en D.S N° 002 – 2013 – MINAM para los suelos de uso agrícola, igualmente a los valores indicados en Canadian Environmental Quality Guidelines que fija en 1,4 mg/kg y al rango de 0,01 a 0,70 mg/kg establecido en el Chemical Equilibria in Soils Rango Normal en los Suelos.

Tabla 4.1.19C
FISICOQUÍMICOS Y METALES PESADOS LOTE XIII B

PARAMETROS	S-07	S - 08	S - 09	S - 10	S - 11	S - 12	S - 13	S - 14	ECA D.S 002-2013-MINAM			Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment de Holanda (mg/kg)	Canadian Environmental Quality Guidelines (mg/kg)	Chemical Equilibria in Soils Rango Normal en los Suelos (mg/kg)
									1*	2*	3*			
☐ pH	8,0	6,9	7,5	7,5	7,8	7,5	7,6	7,3	--	--	--	--	--	--
☐ Aceites y Grasas	2,7	3,0	3,5	3,5	3,4	2,5	1,2	3,2	--	--	--	--	--	--
☐ Humedad	9,80	11,08	10,77	10,89	46,79	8,45	8,6	9,53	--	--	--	--	--	--
☐ Hidrocarburos Totales del Petróleo -TPH	<10	20	<10	<10	<10	20	<10	<10	--	--	--	50	--	--
☐ Conductividad Eléctrica	45,6	52,3	40,8	39,6	38,6	42,8	45,3	40,0	--	--	--	--	--	--
☐ Cloruros	21,6	18,6	20,6	13,5	12,7	10,3	16,8	24,0	--	--	--	--	--	--
☐ Cianuro Libre	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,9	0,9	0,6	--	--	--
Metales Totales :														
☐ Arsenico	4,80	7,50	2,98	5,33	4,90	5,27	3,78	6,15	50	50	140	--	--	--
☐ Bario	26,52	24,57	11,51	10,80	197,16	24,24	24,04	28,6	750	500	2 000	--	750	100 – 3,000
☐ Cadmio	<0,20	2,88	<0,20	<0,20	0,69	7,01	0,46	0,98	1,4	10	22	--	1.4	0.01 -0.70
☐ Cromo	9,98	9,40	8,91	8,48	22,63	16,64	10,81	11,45	--	--	--	--	64	1 – 1,000
☐ Cromo IV	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,4	0,4	1,4	--	--	--
☐ Mercurio	0,124	0,100	0,120	0,140	0,210	0,190	0,230	0,192	6,6	6,6	24	--	--	--
☐ Plomo	2,58	2,46	2,76	2,86	18,64	2,86	4,56	3,21	70	140	1 200	--	70	2 - 200

Fuente: EQUAS, 2013

1* Suelo Agrícola; 2* Suelos residencial/parques;3* Suelo comercial/ industrial/ extractivos

Las concentraciones de TPH en las muestras de suelo reportaron valores no detectables, concentraciones por debajo del Límite de Detección del método empleado (L.D.= 10 mg/kg), con excepción de las estaciones S-8 y S-12 que se encuentran en 40 % menos al valor establecido en la guía Holandesa (50 mg/kg). Las áreas evaluadas no presentan contaminación por TPH de acuerdo a los resultados emitidos por el laboratorio.

Los niveles de Bario obtenido en los puntos de muestreo se encuentran muy por debajo del valor guía Canadiense para suelos de uso agrícola (750 mg/kg). El mayor valor se obtuvo en la estación S-11 con 197,16 mg/kg y el menor valor se obtuvo en el punto S-9 con 11,51mg/kg. Las área evaluadas carecen de Bario, para ser considerados según la “Chemical Equilibria in Soils”, Willard como suelos normales, con excepción de la estación S-11 (Valle Amplio – Centro Poblado de Huamará).

Las concentraciones de Cadmio en las muestras de suelo reportaron valores no detectables (concentraciones por debajo del límite de detección del método empleado, que indica 0.2 mg/kg), para las estaciones S-7, S-9, S-10. De acuerdo a los informes emitidos por el laboratorio, las estaciones S-8, S-11, S-12, S-13 y S-14, para este parámetro según la “Chemical Equilibria in Soils”, Willard Lindsay, son considerados suelos normales.

Los niveles de Cromo obtenidos en las muestras de son inferiores al valor de la guía Canadiense para suelos de uso agrícola (64 mg/kg). De acuerdo a la “Chemical Equilibria in Soils”, Willard Lindsay, los niveles de Cromo en las áreas evaluadas se encuentran dentro del rango para ser considerados suelos normales.

El concentraciones de Plomo registradas fluctúan de 2,46 a 18,64 mg/kg, encontrando la menor concentración en el estación S-8 (depósito eólico - Centro Poblado Cerritos y la mayor concentración en la estación S-11 (valle amplio – Centro Poblado de Huamará.). De acuerdo a los informes de resultados del laboratorio, las concentraciones se encuentran dentro del rango establecido en la Canadian Environmental. Para poder ser considerados suelos normales.

El términos generales podemos precisar que los suelos del área evaluada son ligeramente alcalinos, están libres de contaminación por TPH y los niveles de metales se encuentran dentro de los rangos normales, según la clasificación de la “Chemical Equilibria in Soils”, Willard Lindsay.