

4. ASPECTOS DE LOS MEDIOS FÍSICO, BIOLÓGICO, SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

4.1 GENERALIDADES

En el presente capítulo se realiza la descripción y análisis del medio físico, biológico, socioeconómico y cultural del Área de Influencia del Proyecto "Modernización y Desarrollo del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry", en adelante denominado: "Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry".

Su desarrollo se ha basado de los estudios que ha emprendido "Consortio Transportadora Salaverry" en el Puerto Salaverry, durante el proceso de promoción de dicho Proyecto por parte de PROINVERSION. En el cuadro 4.1-1, se muestran los estudios de los cuales, el presente capítulo se ha basado para su desarrollo.

Cuadro 4.1-1 – Estudios elaborados en el puerto Salaverry

Estudio	Año	Especificación
Segundo Entregable del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto "Terminal de Embarque de Concentrados de Minerales en el Puerto de Salaverry"	Diciembre 2012	El proyecto inicial de la Iniciativa Privada (Terminal de Embarque de Concentrados de Minerales en el Puerto de Salaverry), mediante Oficio N° 1914-2011-MTC, se le atribuyó la categoría II (EIA-sd) y se aprobó los Terminos de Referencia; no obstante, PROINVERSION recomendó la reformulación de la Iniciativa, a fin de que el CONCESIONARIO opere el puerto en su integridad (Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry). Hasta la reformulación, Consortio Transportadora Salaverry, a través de la Consultora Ambiental Knight Piésold, logró obtener la aprobación del Producto N° 1 (Plan de Trabajo) y entregar a la DGASA-MTC (Diciembre 2012) el Producto N° 2 (Información hasta la Línea Base Ambiental). Para este último, se realizó trabajo de campo para la evaluación del medio físico, biológico y socioeconómico.
Línea Base Social (LBS) del Proyecto "Terminal de Embarque de Concentrados de Minerales en el Puerto de Salaverry"	Julio 2012	La Consultora Knight Piésold, encargó a la empresa Metis Gaia, la elaboración de la Línea Base Social; el mismo que fue desarrollado mediante información primaria y secundaria.
Monitoreo de Calidad Ambiental	2013	Se monitoreó calidad de agua de mar en los periodos de marzo, mayo y julio
	2014	Se monitoreó calidad de agua y sedimento marino en los periodos de enero, mayo, julio y octubre
	2015	Se monitoreó calidad de agua y sedimento marino, y calidad de agua y ruido en el mes de julio.

Elaborado por ECSA Ingenieros

4.2 OBJETIVOS

- Delimitar el Área de Influencia del Proyecto a fin de determinar el ámbito de ocurrencia de los impactos ambientales imputables a la ejecución del Proyecto, ya sean de ocurrencia directa o indirecta.
- Describir la situación actual de los componentes físicos del Área de Influencia del Proyecto, identificando unidades que podrían ser alteradas por la ejecución del mismo.
- Identificar las principales especies de flora y fauna, tanto silvestre como acuática, que se pondrían en riesgo por las actividades a realizarse en la ejecución del Proyecto.
- Realizar el diagnóstico socioeconómico y cultural, que permita identificar las principales actividades que se desarrollan en el Área de Influencia del Proyecto.

4.3 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Para la definición del espacio geográfico del área de influencia, que cubra el alcance de los posibles impactos ambientales imputables al Proyecto, sobre cada componente ambiental, se han utilizado criterios de orden geográfico, económico, biológico, social, batimétrico, entre otros.

El Área de Influencia cuenta con una extensión total de **5 668.60 ha.** y según el efecto del impacto ambiental, se diferencian dos tipos de áreas: Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII). **Ver Anexo 4.1-1 - Mapa de Área de Influencia del Proyecto - AI.**

4.3.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

En el AID, los posibles impactos ambientales incidirán directamente y con mayor intensidad sobre los medios físico, biológico y socioeconómico y cultural. Para su determinación, se han considerado los siguientes criterios:

- Instalaciones/actividades para la modernización del Terminal Portuario Multipropósito de Salaverry en mar y tierra.
- Instalaciones/actividades del actual terminal portuario.
- El borde costero
- Áreas arqueológicas y/o de patrimonio identificadas
- La población asentada en la bahía de Salaverry.

El AID ha sido delimitado por el espacio que ocupa el actual Terminal Portuario de Salaverry, que incluye la totalidad de instalaciones, las cuales serán modernizadas, considerando los efectos de los trabajos de construcción (huella del proyecto).

El área terrestre, comprende un buffer de 100 m alrededor de las instalaciones en tierra, a excepción de la parte sur oeste del área de concesión, donde se ha visto apropiado, proyectar el límite del AID hasta el borde costero (terreno ganado al mar, por la sedimentación).

En cuanto al área marina, para la delimitación se utilizó un buffer de 500 metros alrededor del área acuática concesionada; asimismo se proyectó un radio de 1500 metros para cada Depósito Material de Dragado (DMD), aprobado por la DICAPI, y un buffer de 200 metros alrededor de cada área de vertimiento.

En total, el AID cuenta con una extensión de **2 898.64 ha**, tal como se muestra en el **Anexo 4.1-1 - Mapa de Área de Influencia del Proyecto -AI.**

4.3.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

Se define como Área de Influencia Indirecta, al espacio físico en donde un componente ambiental, ubicado dentro del AID del Proyecto, afecta otros componentes ambientales fuera del AID y que no se encuentran relacionados directamente con el Proyecto, aunque sea con una intensidad mínima.

Los criterios utilizados para definir el AII son:

- Área buffer alrededor del proyecto, por efectos no significativos de los trabajos de construcción y accesos.

- Dispersión de material de dragado durante disposición, tomando como referencia la dirección predominante de la corriente.
- Generación de ruido por efectos de la construcción del proyecto.
- Tráfico terrestre por ingreso de vehículos durante la construcción del proyecto.
- Tráfico marítimo por anclaje de buques durante la operación del proyecto
- Población aledaña al área del Terminal Portuario de Salaverry.

Para su delimitación, esta no ha seguido una pauta uniforme, por lo que presenta una forma irregular.

Es así que en el área terrestre, se utilizó como límite: **i)** la parte superior del acantilado, el cual cumple como una barrera geográfica para la dispersión de material particulado, **ii)** buffer de 500 metros en la parte sur este del área de concesión (terreno ganado al mar por sedimentación), distancia apropiada para analizar los alcances de los efectos indirectos, y **iii)** límite distrital de Salaverry, como división socioeconómica de la interferencia del proyecto.

En cuanto al área marina, se utilizó un buffer de 800 metros alrededor del AID. Asimismo, al norte de las áreas de vertimiento, se proyectó una distancia promedio de 1500 metros, desde el centro de cada área.

En total, el AI cuenta con extensión total de **2 769.96 ha.** Ver **Anexo 4.1-1** - Mapa de Área de Influencia del Proyecto – AI.

4.4 ASPECTOS DEL MEDIO FÍSICO

4.4.1 OBJETIVO

Caracterizar las condiciones climáticas, geológicas y geomorfológicas, suelo, capacidad de uso, uso actual, oceanografía, hidrología, y calidad ambiental (aire, ruido, agua del mar y sedimentos marinos) en la zona de emplazamiento del TPS y el área de concesión donde se prevé ejecutar el Proyecto.

4.4.2 CLIMA

Para la caracterización climática del área de estudio, en relación a la temperatura del aire, la precipitación, la evaporación, la humedad relativa, la radiación solar, la velocidad y dirección del viento y su variabilidad estacional, se ha considerado utilizar información representativa de los registros meteorológicos de las estaciones Laredo, Cartavio, Trujillo, Virú y Salaverry, las cuales son administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

La ubicación de las estaciones meteorológicas empleadas en la descripción de las características climáticas del área de estudio, así como los parámetros, el periodo de registro y distancia al proyecto, se muestran en el **Cuadro 4.4-1**.

Cuadro 4.4-1 - Ubicación de las estaciones meteorológicas y periodos de registro

Estación/Operador	Coordenadas UTM*		Parámetros	Altitud (m)	Periodo de registro (años)	Distancia al proyecto (aprox.)
	Este	Norte				
Laredo/SENAMHI	736 661	9 105 453	Evaporación (1) Precipitación (2) Temperatura (3)	253	1965 – 1997 1966 – 2003 1965 – 2003	20 km
Cartavio/SENAMHI	696 334	9 127 769	Evaporación (1) Precipitación (2) Temperatura (3)	58	1962 – 1985 1962 – 1967 1947 – 1985	46,5 km
Trujillo/SENAMHI	721 792	9 102 395	Evaporación (1) Precipitación (2) Viento (4)	30	2007 – 2011 2007 – 2011 2007 – 2011	13,3 km
Virú/SENAMHI	747 479	9 068 515	Evaporación (1) Precipitación (2) Temperatura (3)	64	1967 – 1979 1967 – 1979 1967 – 1979	32,4 km
Salaverry/SENAMHI	723 724	9 090 770	Evaporación (1) Precipitación (2) Viento (4)	147	1976 – 1984 1979 – 1984 1976 – 1987	1,8 km

Fuente: SENAMHI

*Sistema de coordenadas UTM, Datum WGS-84, 17S

(1) Evaporación total mensual Piche (mm).

(2) Precipitación máxima en 24 horas y total mensual (mm).

(3) Temperatura máxima media, media y mínima media mensual (°C).

(4) Dirección predominante (cardinales) y velocidad media del viento mensual a las 07:00, 13:00 y 19:00 horas.

Por otro lado, y dado que la información de las estaciones administradas por SENAMHI (Cuadro 4.5-1) no presenta registros horarios, se adquirió información meteorológica generada por el modelo MM5¹ (Modelo Meteorológico de quinta generación), ejecutado por la empresa Lakes Environmental Consultants Inc. (Lakes). Esta información servirá como información de entrada al modelo de dispersión AERMOD. Asimismo, en la presente sección se compara de manera referencial² la información generada por el modelo MM5 y la información de las estaciones de SENAMHI. Ver Anexo 4.1-2 - Mapa de Estaciones Meteorológicas.

Del estudio se obtuvo:

a. Temperatura del aire

Si bien es cierto, todas las estaciones meteorológicas presentan información representativa de temperatura en el área de estudio, se considera que los datos de la estación Virú son las más representativas. En el Cuadro 4.4-2 se presenta el resumen de los valores mensuales promedio del promedio de registro.

Cuadro 4.4-2 - Temperatura mensual (°C) – Estación Virú (1967 - 1979)

Mes	Temperatura °C		
	Máxima media	Media	Mínima media
Enero	24,8	21,0	17,3
Febrero	25,6	22,0	18,4
Marzo	25,7	22,0	18,5
Abril	24,4	20,7	17,0
Mayo	23,2	19,6	15,5

¹ Para mayor información del modelo MM5, consultar en: <http://www.mmm.ucar.edu/mm5/mm5-home.html>² Es referencial debido a que la información registrada por Salaverry corresponde entre los años 1976 a 1984.

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Mes	Temperatura °C		
	Máxima media	Media	Mínima media
Junio	22,2	18,7	14,4
Julio	21,3	18,1	13,9
Agosto	20,8	17,5	13,8
Septiembre	20,8	17,5	14,2
Octubre	21,1	17,8	14,3
Noviembre	22,4	18,8	14,6
Diciembre	23,7	19,9	16,0
Promedio	23,0	19,5	15,7
Máximo	25,7	22,0	18,5
Mínimo	20,8	17,5	13,8

Fuente: SENAMHI

Como se puede observar en el **Cuadro 4.4-2**, la temperatura media se encuentra entre 17,5°C y 22,0°C; las temperaturas más altas ocurren durante la estación de verano y las que se encuentran por debajo de 19°C ocurren entre los meses de junio a noviembre.

Las temperaturas máximas se encuentran entre 20,8°C y 25,7°C, durante el mes de febrero, mientras que las mínimas se encuentran entre 13,8°C y 18,5°C; las temperaturas más bajas ocurren durante los meses de julio, agosto y setiembre.

El promedio de la temperatura máxima media de los años entre 1976 y 1984 es de 25,7°C, la cual se presentó en el mes de marzo; con respecto a la temperatura mínima (medida en el mismo intervalo de años), el valor más bajo se presentó en el mes de agosto, con un valor de 13,8°C. El promedio de la temperatura media de los años entre 1976 y 1984 es de 19,5°C.

En el **Cuadro 4.4-3** se observa los valores registrados en las estaciones Laredo, Cartavio y Trujillo los cuales son cercanos a los valores registrados en la estación Virú, por lo que se puede inferir que las condiciones de temperatura son homogéneas a lo largo del área de estudio.

Cuadro 4.4-3 - Temperatura promedio mensual (°C)

Mes	Estación Laredo (1965 - 2003)			Estación Cartavio (1947 - 1985)			Estación Trujillo (2007 - 2011)		
	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.	Máx.	Media	Mín.
Enero	27,8	23,2	18,9	27,2	23,2	19,0	26,9	22,9	19,5
Febrero	28,8	24,0	19,9	28,1	24,0	19,9	28,1	24,2	20,1
Marzo	28,6	23,8	19,8	27,8	23,7	19,7	27,3	23,1	19,9
Abril	27,1	22,3	18,3	26,0	22,2	18,3	25,4	21,3	18,1
Mayo	25,3	20,6	16,8	24,4	20,7	17,0	23,1	19,5	16,5
Junio	23,4	19,4	15,9	22,8	19,3	15,9	21,6	18,7	16,5
Julio	22,1	18,4	15,1	21,8	18,4	15,0	20,9	18,0	15,9
Agosto	21,7	18,0	15,1	21,3	18,1	15,0	20,5	17,6	15,5
Septiembre	22,0	18,1	15,0	21,5	18,1	15,0	20,2	17,1	15,0
Octubre	22,7	18,8	15,3	22,2	18,7	15,4	21,2	17,8	15,0
Noviembre	24,0	19,8	15,8	23,6	19,8	16,0	22,5	19,1	15,7
Diciembre	25,9	21,6	17,4	25,4	21,5	17,4	24,5	20,7	17,3
Promedio	25,0	20,7	16,9	24,3	20,6	17,0	23,5	20,0	17,1
Máximo	28,8	24,0	19,9	28,1	24,0	19,9	28,1	24,2	20,1
Mínimo	21,7	18,0	15,0	21,3	18,1	15,0	20,2	17,1	15,0

Fuente: SENAMHI

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

El promedio de la temperatura máxima de la Estación de Laredo entre los años de 1965 y 2003, es de 28,8°C, la cual se presentó en el mes de febrero; con respecto a la temperatura mínima, esta se presentó en el mes de septiembre con un valor de 15°C. El promedio de las temperaturas medias de los años 1965 a 2003 es de 20,7°C.

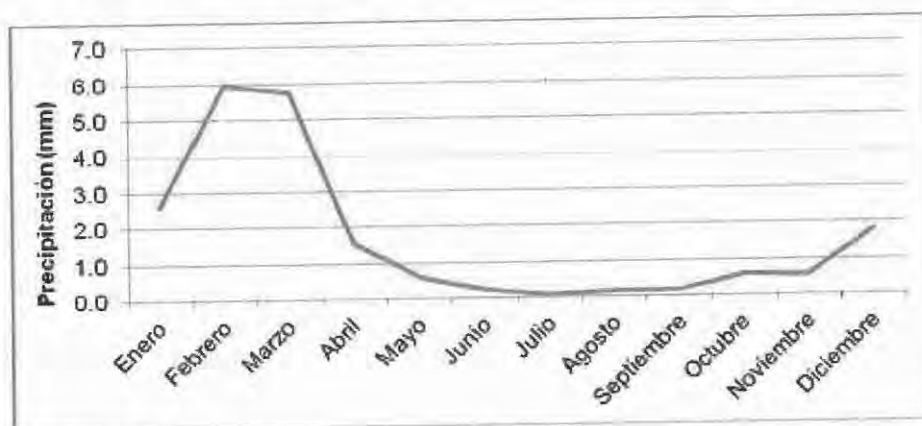
La temperatura máxima del promedio de todas las temperaturas máximas de la Estación de Cartavio en los años de 1947-1985 es de 28.1 °C, la cual se presentó en febrero, con respecto a la temperatura mínima se presentó en los meses de julio, agosto y setiembre con un valor de 15°C. La temperatura promedio de las temperaturas medias de los años 1947-1985 es de 20.6 °C.

El promedio de todas las temperaturas máximas de la Estación de Trujillo entre los años de 2007 a 2011 es de 28,1°C, la cual se presentó en el mes de febrero; con respecto a la temperatura mínima, esta se presentó en los meses de setiembre y octubre con un valor de 15°C. El promedio de las temperaturas medias entre los años de 1947 y 1985 es de 20°C.

b. Precipitación

De acuerdo al estudio hidrológico, la precipitación representativa en el área de estudio puede ser descrita con los registros pluviométricos de la estación Laredo. De este modo, la precipitación total media anual representativa, en el área de estudio, asciende a 19,9 mm para el período entre los años 1966 a 2003, las mayores precipitaciones medias mensuales ocurren entre los meses de enero a abril.

Gráfico 4.4-1 - Precipitación total media mensual – Estación Laredo (1966 – 2003)



Fuente SENAMHI

El **Gráfico 4.4-1** presenta los registros mensuales totales de precipitación según cada período de registro de cada estación. Es así que se puede observar picos máximos de precipitación total mensual en la estación Laredo ocurridos en el año 1998 debido al evento El Niño. Cabe resaltar que los registros con mayor información corresponden a la estación Laredo.

Asimismo, de los registros presentados en la estación Laredo, y siendo la información de esta estación la más representativa del área del proyecto en términos de precipitación anual y mensual, se estima que la precipitación total anual media del periodo de registro (1966 – 2003) asciende a 19,9 mm. Las mayores precipitaciones se producen durante los meses de octubre a mayo donde precipita en promedio el 97,1% de la lluvia anual. Las menores precipitaciones se producen durante los meses de junio a septiembre donde precipita en promedio el 2,9% de la lluvia anual.

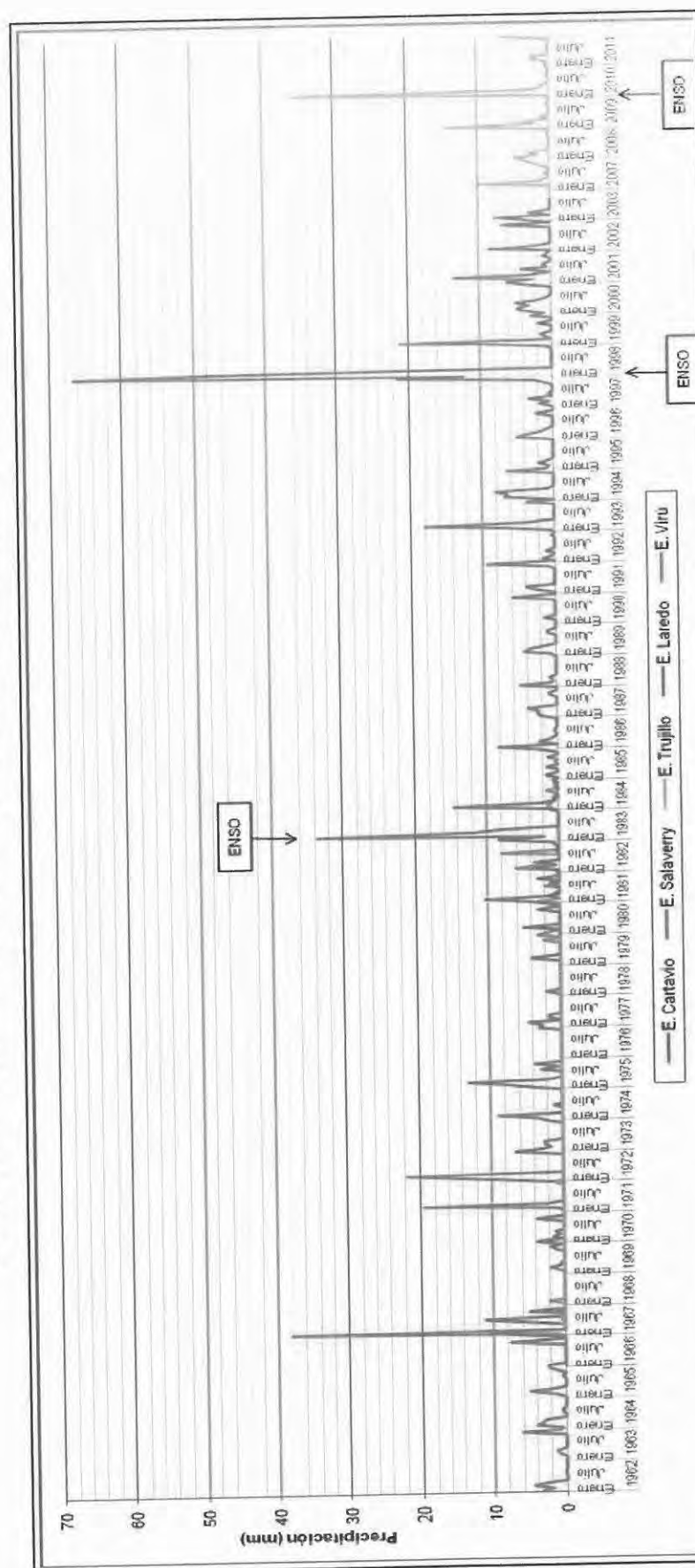
ENSO

En el **Gráfico 4.4-2** se aprecia que de los datos registrados por la Estación Laredo se consideran los años 1983, 1997 – 1998, años con eventos extremos. Por otra parte, la estación Trujillo ha registrado el efecto causado en las precipitaciones debido al Fenómeno El Niño durante el año 2010. De tal modo se tienen las siguientes máximas intensidades en las precipitaciones totales mensuales.

- a. Estación Laredo: Precipitación máxima total mensual de 33,6 mm en febrero de 1983 y 66,8 mm en febrero de 1998.
- b. Estación Trujillo: Precipitación máxima total mensual de 35,7 mm en febrero de 2010.

ECSA Ingenieros
Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-2 - Precipitación total mensual – Estaciones meteorológicas del área de estudio



Fuente: SENAMHI

Fernando Guinand López de Romaña
Gerente de Proyecto
CONSORCIO TRANSPORTADORA SALAVERRY

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

c. Evaporación

Los resultados de evaporación para las estaciones Cartavio, Salaverry, Laredo y Virú se presenta en los Cuadros 4.4-4, 4.4-5, 4.4-6 y 4.4-7, los cuales muestran información detallada de evaporación total mensual, estos registran una tendencia estacional donde los niveles de evaporación se incrementan en verano y son bajos en invierno.

De toda la información analizada se considera como estación de evaporación representativa para el área de estudio a la estación Virú, por tanto la evaporación anual representativa asciende a 611,0 mm para el período 1967 – 1979.

Cuadro 4.4-1 - Evaporación mensual (mm) - Estación meteorológica de Laredo.
Periodo 1965 – 1997

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1965	107,9	100,9	112,1	108,7	82,3	73,9	69,1	74,3	64,8	73,9	82,2	92,7	1042,8
1966	88,7	122,9	120,4	95,5	87,7	73,6	58,2	52,2	63,8	68,4	85,4	90,9	1007,7
1967	75,9	75,1	104,3	81,9	69,5	45,6	48,5	50,2	48,9	67,7	69,7	100,7	838,0
1968	114,0	102,0	88,1	56,4	47,6	52,6	59,9	66,6	0,4	69,7	78,8	91,2	827,3
1969	112,4	80,5	97,0	75,3	76,3	65,4	50,9	60,5	63,0	78,4	78,7	84,2	922,6
1970	67,6	73,5	85,4	69,0	45,4	33,0	30,2	37,7	51,3	61,4	79,8	82,9	717,2
1971	108,0	90,9	65,5	51,5	57,0	57,8	54,7	50,4	46,4	61,9	70,5	87,2	801,8
1972	100,6	93,5	93,1	87,2	83,2	81,3	92,2	80,3	79,5	80,8	84,3	92,1	1048,1
1973	80,9	77,6	62,1	61,8	52,8	40,2	42,4	42,6	45,0	50,2	58,9	65,7	680,2
1974	67,8	58,5	77,4	86,4	74,5	56,1	54,2	53,1	49,1	55,4	61,3	76,5	770,3
1975	82,4	65,0	61,4	61,7	53,0	46,5	52,6	40,8	41,8	51,2	56,8	83,6	696,8
1976	93,0	84,3	79,4	83,1	71,3	61,5	56,7	61,5	46,6	71,5	78,7	82,7	870,3
1977	91,6	78,5	79,4	78,7	82,7	61,2	55,0	49,2	48,7	62,1	71,7	86,0	844,8
1978	73,4	75,3	79,3	95,4	66,9	60,1	48,7	52,3	S/D	S/D	81,4	96,7	729,5
1979	121,7	110,3	93,4	89,0	58,9	54,6	60,1	59,2	54,1	63,6	75,2	81,5	921,6
1980	97,7	93,9	96,7	93,1	74,2	61,1	63,0	61,4	71,1	76,8	84,6	87,4	961,0
1981	80,0	86,6	68,7	70,0	68,6	59,3	44,4	52,0	47,4	68,8	67,5	87,1	800,4
1982	81,1	68,5	70,2	72,1	84,4	62,4	59,4	51,1	63,2	70,6	72,9	79,0	834,9
1983	76,7	78,5	68,3	58,3	71,1	68,2	87,8	89,0	83,8	85,8	85,9	91,4	944,8
1984	90,5	79,6	74,6	71,1	48,6	54,6	59,5	52,4	54,0	64,1	65,4	92,3	806,7
1985	112,7	84,8	78,6	48,7	36,0	41,4	42,6	43,2	46,1	61,8	58,2	66,1	720,2
1986	75,1	83,5	61,1	60,5	45,6	43,9	47,2	44,8	59,4	76,0	80,7	78,3	756,1
1987	92,8	102,3	112,0	76,6	61,1	63,1	59,7	58,6	80,9	72,8	74,4	89,9	944,2
1988	83,9	87,8	63,3	64,4	57,6	48,5	45,1	48,8	48,8	63,7	71,3	75,4	758,6
1989	72,8	67,2	69,5	44,9	36,2	42,4	49,4	53,3	50,4	51,4	80,6	73,5	691,6
1990	87,9	86,2	64,1	61,7	70,1	58,0	57,0	53,3	59,1	65,4	64,2	81,8	808,8
1991	85,9	83,2	86,5	87,9	74,3	55,2	51,5	52,7	54,0	71,3	88,1	86,9	877,5
1992	105,0	109,0	114,3	102,7	74,4	59,9	54,2	51,6	61,8	64,1	70,4	85,6	953,0
1993	97,9	81,6	61,2	84,7	67,8	58,4	55,8	65,1	59,5	77,7	69,9	73,6	853,2
1994	71,9	68,8	66,8	56,1	54,5	46,8	47,2	48,6	56,2	86,9	86,8	87,2	777,8
1995	121,6	99,9	100,9	67,3	65,0	71,6	64,1	S/D	61,6	74,4	76,7	90,6	893,7
1996	88,5	65,2	63,8	51,7	44,5	39,7	45,4	47,3	50,7	60,1	73,5	65,2	695,6
1997	80,4	68,8	69,2	70,3	79,3	85,7	85,5	73,5	77,3	84,1	54,6	54,6	883,3
Promedio	90,6	84,4	81,5	73,4	64,3	57,1	56,1	55,6	55,9	68,5	73,9	83,0	844,3

Fuente: SENAMHI

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Milones Olano
Representante Legal

Cuadro 4.4-2 - Evaporación mensual (mm) - Estación meteorológica de Cartavio.
Periodo 1962 – 1985

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1962	122,5	95,5	83,7	86,7	77,0	64,9	59,5	65,0	65,6	82,0	100,6	118,1	1021,1
1963	107,3	102,2	102,8	73,1	85,2	68,2	60,1	63,9	66,8	75,1	85,9	108,2	998,8
1964	116,2	91,8	76,3	72,5	65,9	71,2	66,9	63,9	45,1	47,5	95,0	100,4	912,7
1965	108,1	92,8	97,2	76,8	81,4	81,5	72,6	78,3	78,4	85,1	98,7	120,3	1071,2
1966	129,9	112,2	102,9	89,5	84,2	72,8	72,1	54,7	72,8	71,8	97,5	112,2	1072,6
1967	93,1	79,5	89,2	80,9	80,0	56,4	49,3	49,9	57,8	68,5	61,3	80,3	846,2
1968	114,8	85,3	61,9	48,5	38,1	45,1	47,4	48,5	56,3	66,0	93,6	102,9	808,4
1969	125,6	133,6	127,1	102,1	93,0	89,4	56,2	62,6	70,9	96,9	79,0	94,8	1131,2
1970	91,1	92,5	74,5	92,9	56,8	55,9	35,6	51,7	71,9	77,7	113,2	106,4	920,2
1971	86,5	74,3	63,2	40,8	54,0	57,3	44,9	45,9	55,6	53,3	67,9	73,8	717,5
1972	75,8	81,5	73,5	68,6	76,9	65,9	53,1	51,7	59,7	59,0	63,8	70,0	799,5
1973	75,4	73,8	61,5	57,6	53,1	34,0	42,8	38,7	57,7	63,1	79,5	99,9	737,1
1974	94,0	77,8	79,0	59,9	73,1	59,2	58,3	56,1	54,5	66,2	76,5	100,2	854,8
1975	96,2	82,0	93,3	79,7	82,3	67,2	65,7	59,2	59,8	70,2	91,4	93,5	940,5
1976	99,4	75,9	74,1	75,6	68,1	66,1	60,8	67,9	64,9	76,6	104,3	121,9	955,6
1977	132,8	96,6	84,9	81,8	73,2	57,8	55,6	51,3	48,6	72,2	89,7	114,7	959,2
1978	94,7	93,0	91,2	88,0	74,9	66,5	61,7	67,4	77,6	96,7	118,4	136,5	1066,6
1979	140,1	120,6	78,9	91,5	66,3	64,9	62,0	18,8	70,9	74,7	93,7	S/D	882,4
1980	131,1	134,0	144,2	123,3	94,5	74,9	67,9	61,0	69,4	83,5	100,6	102,7	1187,1
1981	88,4	81,3	73,3	S/D	S/D	68,2	51,0	0,7	55,9	86,3	86,3	67,6	659,0
1982	76,6	49,5	63,0	47,2	77,2	46,5	55,0	54,7	69,9	79,5	102,6	82,7	804,4
1983	87,9	89,2	75,2	2,0	80,9	78,2	70,7	74,0	74,0	78,1	92,8	103,7	906,7
1984	103,9	90,5	88,2	70,3	75,4	64,7	69,0	67,4	67,7	71,1	26,7	35,9	830,8
1985	79,3	53,4	61,7	51,0	33,3	29,9	29,8	43,3	52,5	69,3	84,1	S/D	587,6
Promedio	102,9	90,0	84,2	72,2	71,5	62,8	57,0	54,0	63,5	73,8	87,6	97,6	917,1

Fuente: SENAMHI

Cuadro 4.4-3 - Evaporación mensual (mm) - Estación meteorológica de Virú.
Periodo 1967 – 1979

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1967	62,4	49,5	57,7	53,4	44,0	49,4	48,1	31,0	40,2	68,0	69,2	78,1	651,0
1968	71,5	44,5	54,1	43,4	47,9	58,0	63,6	72,1	63,3	50,1	53,8	73,0	695,3
1969	103,7	83,6	91,2	77,6	90,2	66,2	46,1	61,8	71,6	87,4	85,5	79,5	944,4
1970	68,7	71,1	79,8	77,1	56,4	66,3	61,1	52,8	60,1	73,9	69,8	75,7	812,8
1971	81,8	59,2	58,7	61,9	70,8	72,8	68,3	61,4	71,2	79,2	72,0	64,3	821,6
1972	68,6	65,2	76,5	74,6	65,8	49,2	35,8	33,8	47,3	56,3	73,0	83,5	729,6
1973	56,6	57,4	48,7	62,8	58,8	S/D	S/D	S/D	S/D	2,0	19,4	0,3	306,0
1974	28,4	22,4	24,6	S/D	0,5	34,1	41,8	32,3	30,3	29,3	35,4	48,0	327,1
1975	33,4	32,4	59,4	35,2	36,9	31,9	43,9	34,2	28,6	35,4	35,6	40,1	447,0
1976	39,4	33,7	39,5	35,4	39,0	35,8	38,9	38,0	38,3	39,5	21,9	49,7	449,1
1977	45,7	46,6	44,1	43,3	40,5	38,9	38,6	36,4	42,0	43,7	42,0	43,6	505,4
1978	40,4	42,4	47,4	45,7	44,9	39,8	42,6	40,4	43,4	42,6	41,5	44,7	515,8
1979	46,3	40,1	44,6	40,3	38,8	37,4	43,6	41,0	36,6	39,4	42,5	44,5	495,1
Promedio	57,5	49,9	55,9	54,2	48,8	48,3	47,7	44,6	47,7	49,8	50,9	55,8	611,0

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

**Cuadro 4.4-4 - Evaporación total mensual (mm) - Estación meteorológica de Salaverry.
Periodo 1976 -1984**

Año	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1976	50,3	S/D	60,2	57,9	63,0	40,5	49,5	51,1	32,4	31,0	38,9	40,3	515,1
1977	30,8	57,7	43,4	37,6	57,2	57,9	60,5	51,3	29,6	38,0	38,9	39,9	542,8
1978	49,2	48,5	48,7	42,8	33,6	S/D	S/D	44,7	45,4	52,4	49,5	49,9	464,7
1979	S/D	S/D	71,9	61,6	46,5	52,1	55,5	51,5	45,0	50,3	58,0	S/D	492,4
1980	49,5	47,6	57,3	65,3	43,5	47,4	52,3	33,5	S/D	S/D	S/D	54,5	450,9
1981	54,6	56,3	50,4	50,5	S/D	56,2	45,4	50,7	41,2	60,0	59,3	63,4	588,0
1982	59,3	47,9	47,6	51,4	58,5	54,1	54,2	41,8	53,2	54,8	59,6	57,2	639,6
1983	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1984	72,1	S/D	S/D	S/D	61,0	68,3	61,1	52,2	65,9	59,6	40,8	64,1	545,1
Promedio	52,3	51,6	54,2	52,4	51,9	53,8	54,1	47,1	44,7	49,4	49,3	52,8	613,5

Fuente: SENAMHI

d. Humedad relativa

En general, los resultados para humedad relativa promedio mensual, en las estaciones Cartavio, Salaverry, Trujillo, Laredo y Virú presentan valores que se encuentran entre 76,7% y 92,5%, tal como se puede observar en el Cuadro 4.4-8. Las estaciones de Laredo y Cartavio presentan valores similares. Se puede apreciar un leve incremento de la humedad relativa en los meses más fríos (julio y agosto); sin embargo, en la estación de Trujillo se observa un aumento de la humedad relativa durante los meses de setiembre y octubre.

Cuadro 4.4-8 - Humedad relativa promedio mensual (%)

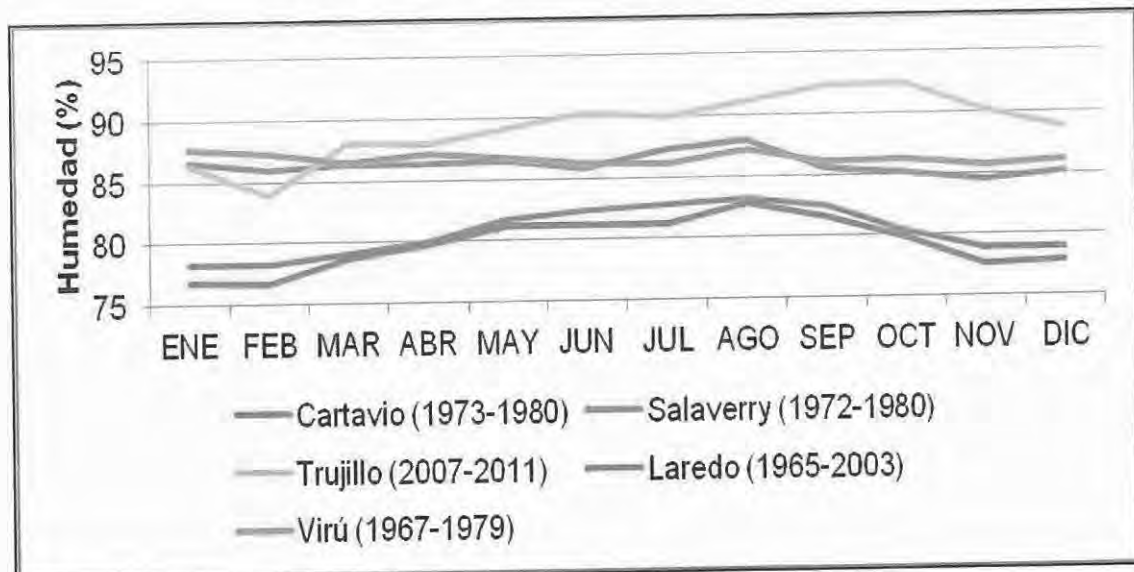
Mes	Estaciones meteorológicas				
	Cartavio (1973-1980)	Salaverry (1972-1980)	Trujillo (2007-2011)	Laredo (1965-2003)	Virú (1967-1979)
Enero	76,8	86,7	86,3	78,2	87,7
Febrero	76,7	85,9	83,9	78,2	87,3
Marzo	78,7	86,4	88,0	79,0	86,5
Abril	79,7	86,3	88	80,0	87,1
Mayo	81,2	86,4	89,1	81,7	86,8
Junio	81,2	85,8	90,4	82,4	86,3
Julio	81,1	87,3	90,0	82,8	86,1
Agosto	82,8	88,0	91,1	83,2	87,1
Septiembre	81,5	85,6	92,3	82,5	86,1
Octubre	79,9	85,2	92,5	80,4	86,2
Noviembre	77,7	84,6	90,2	78,9	85,8
Diciembre	77,9	85,2	88,8	78,9	86,1

Fuente: SENAMHI

ECOSA Ingenieros

Ing. José Enrique Milanes Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-3 - Humedad relativa promedio mensual



Fuente: SENAMHI

e. Radiación solar

La información referente a la radiación solar neta acumulada por día ($W.h/m^2$), fue obtenida del Mapa de Radiación Solar por departamento, elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Esta información indica los niveles de radiación solar del departamento de La Libertad para los meses de febrero (verano), mayo (otoño), agosto (invierno) y noviembre (primavera). De este modo, la radiación solar neta para verano y otoño, en Salaverry, oscila entre 5 000 y 5 500 $W.h/m^2$. Para el mes de agosto (invierno), la radiación desciende para ubicarse en el rango entre 4 500 y 5 000 $W.h/m^2$. Al final del año, en primavera, oscila entre 6 000 a 6 500 $W.h/m^2$.

f. Velocidad y dirección de viento

Los datos de velocidad y dirección de viento en la estación Salaverry (periodo de 1976-1987) se presentan en el Cuadro 4.4-9. Los resultados muestran que la velocidad del viento a las 13:00 horas presenta una tendencia estacional. Durante la estación de verano y otoño (hasta abril) se aprecia un aumento de la velocidad del viento debido a la influencia térmica. En la estación de invierno se observa menor velocidad del viento, específicamente en el mes de julio.

Asimismo, la diferencia de las velocidades del viento entre las 07:00 horas y 19:00 horas en comparación a las 13:00 horas es bastante marcada. Durante la mañana y noche las velocidades del viento se encuentran entre 1 y 2,5 m/s en promedio; mientras que a las 13:00 horas las velocidades del viento se encuentran en promedio en 4,3 m/s.

En relación a la dirección del viento, según la información disponible de la estación Salaverry, presentado en el Cuadro 4.4-10. Se presentan valores para las 07:00, 13:00 y 19:00 horas promedios por mes. Además, se observa que la dirección predominante del viento es proveniente del Sur (S), Sur Oeste (SO) y una componente menor al Sur Este (SE).

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Cuadro 4.4-5 - Velocidad de viento en la estación Salaverry (periodo 1976-1987)

Año	Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h
1976	4,9	5,6	6,3	S/D	S/D	S/D	2,6	5,8	5,2	5,1	7,8	6,9	2,1	2,3	5,0	0,7	3,0	5,6	0,0	3,7	5,5	0,7	3,8	6,7	2,0	4,2	5,6	1,7	3,2	5,5	2,1	3,7	5,5	1,1	3,5	3,5
1977	0,0	4,2	4,4	0,6	3,9	3,7	1,1	2,3	4,4	2,1	4,2	5,9	2,1	3,5	4,2	2,3	3,5	5,1	1,9	2,9	3,9	1,2	3,1	3,7	2,3	3,8	4,5	1,9	2,8	3,1	1,8	2,8	4,5	2,3	3,7	5,5
1978	2,5	4,9	7,9	1,7	5,4	7,3	2,5	3,9	5,0	1,8	5,1	6,4	2,0	4,2	5,1	3,7	6,1	5,8	3,0	5,8	4,5	3,8	7,3	5,1	4,4	8,5	6,0	3,4	8,4	5,6	4,0	7,5	5,5	2,9	6,7	5,5
1979	4,4	7,9	7,0	4,2	7,7	7,6	2,7	8,0	7,1	3,8	10,2	9,6	3,5	6,6	7,2	3,5	7,5	6,7	3,8	7,0	5,3	3,0	7,1	7,1	4,1	8,8	9,6	3,0	9,5	8,2	3,2	9,2	7,8	2,0	8,5	7,6
1980	3,7	9,4	6,5	3,1	6,8	5,8	2,6	7,5	7,2	2,9	7,3	7,7	2,9	9,8	9,5	2,3	6,9	5,5	3,1	7,3	4,4	3,2	6,9	4,9	3,6	8,0	4,5	3,2	7,0	5,3	3,1	6,7	5,0	3,2	6,1	4,3
1981	1,9	6,8	5,3	1,6	3,3	2,0	1,6	4,0	3,1	1,6	3,4	3,6	1,2	2,8	3,2	1,1	3,0	2,9	0,9	2,9	2,6	1,0	3,1	2,3	2,6	7,4	5,4	2,6	6,1	5,1	2,4	6,7	4,5	1,6	4,8	3,8
1982	0,8	2,2	1,7	0,6	2,0	1,4	2,1	5,1	3,9	1,4	6,2	4,4	1,3	4,9	3,3	1,4	3,9	3,4	1,2	4,2	2,6	0,7	3,4	3,3	1,6	4,5	4,1	1,4	4,8	2,3	1,4	4,0	2,6	1,6	3,3	2,8
1983	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
1984	0,9	3,4	2,2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0,9	2,0	2,1	1,0	2,2	1,9	1,0	1,8	1,1	0,7	2,1	1,5	0,0	1,8	1,5	0,6	1,8	1,9	0,0	1,4	1,7	0,9	1,1	0,6
1985	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	S/D	S/D	S/D	0,0	0,9	1,1	0,0	1,4	1,4	0,0	1,4	1,9	0,5	1,8	1,5	0,0	1,2	1,6	0,0	2,0	2,1	0,5	2,2	2,6	0,0	1,7	2,0	0,7	1,5	1,4
1986	0,7	3,3	2,7	1,0	4,9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1,4	1,4	2,9	1,1	1,8	2,8	0,8	2,8	2,4	S/D	S/D	S/D	1,8	1,6	2,6	1,0	1,3	2,5	0,9	1,8	2,6
1987	0,6	1,4	3,1	1,0	2,0	1,7	0,8	2,8	3,5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	1,3	1,8	2,8	0,8	1,4	0,9	0,0	1,4	0,5	1,2	2,4	2,2	1,8	2,4	2,4	1,3	1,9	2,1	S/D	S/D	S/D
Prom	1,9	4,5	4,3	1,5	4,0	3,8	2,0	4,9	4,9	2,3	5,6	5,7	1,8	4,2	4,6	1,7	3,7	4,0	1,6	3,7	3,2	1,4	3,8	3,6	2,2	5,1	4,6	2,0	4,5	4,1	1,8	4,3	4,0	1,7	4,1	3,8

Fuente: SENAMHI

Fernando Guinand López de Romaña
Gerente de Proyecto
CONSORCIO TRANSPORTADORA SALAVERRY

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Cuadro 4.4-6 - Dirección de viento en la estación Salaverry (perío 1976-1987)

Año	Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h	7 h	13h	19h			
1976	NE	NE	N	S/D	S/D	S/D	N	SW	SW	NW	W	NW	SW	NW	NW	NW	SW	SW	C	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	W	SW	W		
1977	C	SW	W	SW	SW	NW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	N	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	W	SW	N	SE	SW		
1978	S	S	SW	SE	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SE	SW	SW	SW	SW	S	S	SE	SE	SE	SW	S	S	S	S	S	SW	S	S	SW	S	SE	S	S		
1979	S	S	E	SE	S	E	SE	S	SE	SE	SE	SE	S	SE	S	SE	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	SE	S	SE	S	S	S	S	S		
1980	SE	S	S	SE	S	S	SE	S	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SW	SE	SW	SE	SE	SE	S	S	S	S	S	S	SE	S	SE	S	S	S	S	S		
1981	SE	S	SE	SE	SE	SE	SE	S	SE	S	SE	S	SE	SE	S	SE	S	S	E	S	SW	S	S	S	S	S	SE	S	SE	S	E	SE	S	S		
1982	SE	SW	SW	SE	SW	SW	SE	SW	SE	SW	E	ESE	SW	ESE	ESE	ESE	SW	ESE	ESE	SW	ESE	SW	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS		
1983	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	
1984	ESE	SS	ESE	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
1985	S	C	C	C	C	C	S/D	S/D	S/D	C	S	S	C	S	S	C	S	S	S	S	S	C	S	SS	S	C	S	S	C	S	S	SSE	SS	S	S	
1986	ESE	S	S	SE	S	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S	SS	S	SS	SSE	S	S	SSE	SSE	SSE	S	SS	S	SS	SSE	S	SS	SS	SS	SS	SS		
1987	SS	SSE	SE	ESE	S	S	SSE	S	S	S/D	S/D	S/D	S/D	SSE	S	S	SSE	S	SE	S	SE	S	SSE	S	S	S	S	S	S	S	S	S/D	S/D	S/D		

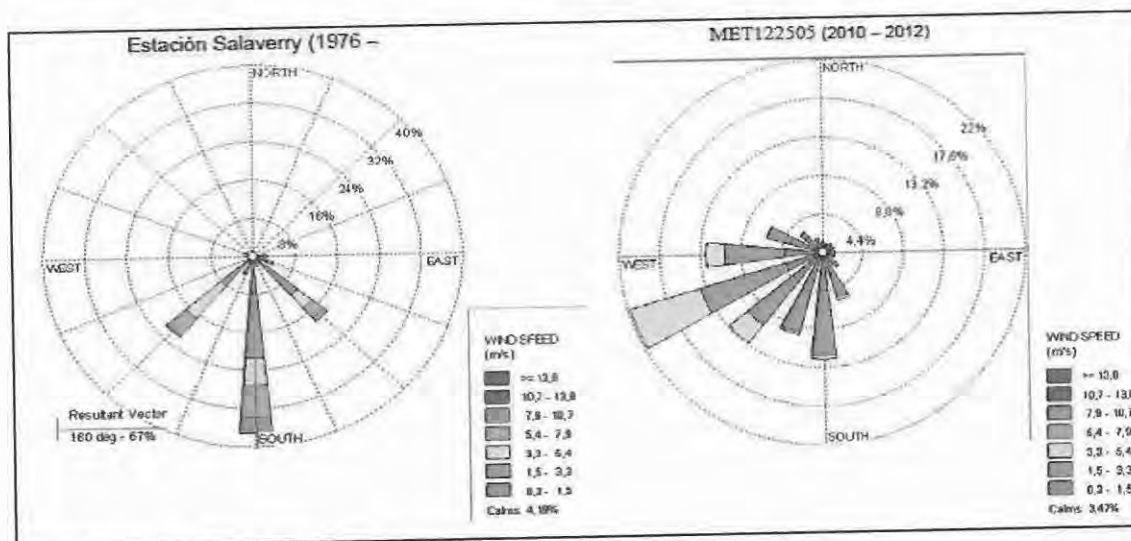
Fuente: SENAMHI

Fernando Guinapán López de Romaña
Gerente de Proyecto
CONSORCIO TRANSPORTADORA SALAVERRY

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-4 - Dirección del viento (grados) – Estación Salaverry y modelado por MM5 (MET122505)



Fuente: SENAMHI y Modelado por MM5

g. Clasificación climática

El área de estudio del presente proyecto corresponde a la clasificación climática de Köppen-Geiger del tipo árido o desierto donde la vegetación es muy escasa; cuya nomenclatura corresponde a BWh, característico del clima tipo seco. Se ha determinado esta clasificación debido a las bajas precipitaciones y a la temperatura media anual que supera los 18°C.

4.4.3 CALIDAD DE AIRE

La evaluación de la calidad del aire tiene como finalidad establecer las condiciones ambientales existentes en el ámbito de influencia del Proyecto antes de su ejecución. Este análisis servirá de referencia para monitoreos posteriores en relación con la construcción y operación del Proyecto para facilitar la identificación, evaluación y manejo de las posibles fuentes de contaminación.

Por ello, se ha considerado los resultados de estudios anteriores realizados en la zona los cuales son:

- Evaluación de agosto y setiembre del año 2010, ejecutados por Montgomery Watzon Harza (MWH).
- Evaluación de marzo del 2012 (verano) y septiembre 2012 (invierno), ejecutados por Knight Piésold Consultores S.A. en el marco del segundo entregable del EIA-sd del proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry - Consorcio Transportadora Salaverry.
- Evaluación en julio del 2015, ejecutados por ECSA Ingenieros por encargo de Consorcio Transportadora Salaverry como parte del monitoreo ambiental en las instalaciones y zonas de influencia del Terminal Portuario Salaverry.

Para la evaluación de la calidad de aire se han empleado los Estándares de Calidad Ambiental fijados por el Estado, mediante los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire (ECA-Aire), aprobado por el D.S. N° 074-2001-PCM y el D.S. N° 003-2008-MINAM. Los valores establecidos por estas normas se muestran en el Cuadro 4.4-11.

Cuadro 4.4-11 - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire (ECA-Aire)

Parámetro	Periodo	Forma del Estándar	
		Valor	Formato
PM ₁₀	24 horas	150 µg/m ³	NE más de 3 veces / año
PM _{2.5}	24 horas	25 µg/m ³	Media aritmética
Dióxido de Azufre	24 horas	20 µg/m ³ (1)	Media aritmética
Monóxido de Carbono	8 horas	10 000 µg/m ³	Promedio móvil
	1 hora	30 000 µg/m ³	NE más de 1 vez / año
Dióxido de Nitrógeno	Anual	100 µg/m ³	Promedio Aritmético anual
	1 hora	200 µg/m ³	NE más de 24 veces / año
Ozono	8 horas	120 µg/m ³	NE más de 24 veces / año
Sulfuro de Hidrógeno	24 horas	150 µg/m ³	Media aritmética.
Benceno	Anual	2 µg/m ³	Media aritmética.
Hidrocarburos Totales (HT) Expresado como Hexano	24 horas	100 mg/m ³	Media aritmética.

Fuente: D.S. Nº 074-2001-PCM y D.S. Nº 003-2008MINAM

NE: No exceder.

Elaborado por ECSA Ingenieros.

4.4.3.1 Estaciones de monitoreo

El Cuadro 4.4-12 presenta las estaciones de monitoreo de calidad del aire ubicadas en la zona de evaluación. La ubicación de las estaciones de monitoreo se muestran en el Mapa de Calidad de Aire y Ruido. Ver Anexo 4.1-3 - Mapa de Calidad de Aire y Ruido.

Cuadro 4.4-12 - Estaciones de Monitoreo de Calidad del Aire

Codificación EVAP	Estación	Coordenadas UTM DATUM ⁽¹⁾		Altitud (m)	Descripción	Observación
		Norte	Este			
Ai-1	KPA1	9089886	722230	4,4	Zona de operaciones – Muelle ENAPU	Monitoreo 2010, 2012 y 2015
Ai-2	KPA2	9090272	722782	42	Vivienda contigua a ENAPU - Malecón Velarde	Monitoreo 2010, 2012 y 2015
Ai-3	KPA3	9089698	721738	5,2	Playa Uripe	Monitoreo 2010, 2012 y 2015
Ai-4	KPA4	9090674	722800	16,2	Vivienda Salaverry – Zona central	Monitoreo 2010
Ai-5	KPA5	9089768	723098	73	Zona área del futuro almacén	Monitoreo 2012 y 2015
Ai-6	KPA6	9091850	722841	18	Viviendas de Salaverry – Wawasi	Monitoreo 2012 y 2015
Ai-7	MWH-5	9091668	722704	18	Ubicado en Mz. C, Lt. 16 Urb. Aurora Díaz II	Monitoreo 2010
Ai-8	MWH-6	9092671	721800	24	Ubicado en el puerto principal de Almacenera Trujillo, en el km 3 de autopista Salaverry	Monitoreo 2010
Ai-9	MWH-7	9093357	721877	23	Albergue infantil de Esperanza	Monitoreo 2010
Ai-10	C-1	9093980	721229	22	Ubicado en el almacén de Transportes Rodrigo Carranza, autopista Salaverry	Monitoreo 2010
Ai-11	C-5	9089252	722595	19	Ubicado fuera de las instalaciones de ENAPU, en la parte posterior a campo abierto	Monitoreo 2010

(1): Coordenadas UTM en el sistema WGS84, zona 17S.

Elaborado por ECSA Ingenieros.

Fuente: Monitoreo 2010 - MWH

Monitoreo 2012 – Knight Piésold Consultores S.A.

Monitoreo 2015 – ECSA Ingenieros

4.4.3.2 Resultados

El Cuadro 4.4-13 presenta el detalle de los resultados de muestreo para material particulado y gases realizados durante los años 2010, 2012 y 2015.

Cuadro 4.4-73 - Resultado de muestreo de calidad de aire

Parámetro	Unidades	Periodo	Fecha de muestreo	Punto / Estación de muestreo						ECA ⁽¹⁾
				Concentraciones registradas						
				Ai-1	Ai-2	Ai-3	Ai-4	Ai-5	Ai-6	
Material particulado - PM ₁₀	ug/m3	24 horas	26/08/2010	90	116	65	56	N.S.	N.S.	150
			31/08/2010	53	39	113	75	N.S.	N.S.	
			05/09/2010	24	19	30	46	N.S.	N.S.	
			25/03/2012	21,4	57,6	21	N.S.	53,4	68,2	
			26/03/2012	43,9	46	59,8	N.S.	25,3	72,8	
			18/09/2012	69,3	66,1	130,3	N.S.	31,7	109,3	
			19/09/2012	77,6	67,8	90,3	N.S.	50,6	105,9	
Material particulado - PM _{2,5}	ug/m3	24 horas	01/07/2015	107	48	75	N.S.	71	63	50
			26/08/2010	51	28	22	31	N.S.	N.S.	
			31/08/2010	14	9	9	14	N.S.	N.S.	
			05/09/2010	10	10	18	22	N.S.	N.S.	
			25/03/2012	20,8	45,8	16,5	N.S.	44	50,1	
			26/03/2012	23,2	31,9	44,1	N.S.	21,1	56,3	
			18/09/2012	26,9	30,9	60,1	N.S.	29	60,8	
Monóxido de Carbono - CO	ug/m3	Promedio móvil 8 horas	19/09/2012	39,6	30,8	25,8	N.S.	27,2	51,5	10 000
			01/07/2015	27	15	18	N.S.	18	21	
			26/08/2010	1 452,00	1 113,00	1 705,00	2 117,00	N.S.	N.S.	
			31/08/2010	742	833	1 141,00	893	N.S.	N.S.	
			05/09/2010	1 205,00	1 556,00	2 550,00	1 037,00	N.S.	N.S.	
			25/03/2012	510	304	603,2	N.S.	596,3	287,6	
			18/09/2012	563	569,2	566,9	N.S.	569,2	564,2	
Dióxido de Nitrógeno - NO ₂	ug/m3	Máximo horario	01/07/2015	1200	1100	2500	N.S.	1300	1200	200
			25/03/2012	20,2	21,7	13,8	N.S.	16,1	22,6	
			18/09/2012	52,4	16,1	13,9	N.S.	11,5	17,7	
Dióxido de Azufre - SO ₂	ug/m3	24 horas	01/07/2015	21	13	25	N.S.	25	33	80
			25/03/2012	33,4	36,2	36,9	N.S.	36,3	34,2	
			18/09/2012	17,1	20,6	14,5	N.S.	17,8	14,8	
Sulfuro de hidrógeno - H ₂ S	ug/m3	24 horas	01/07/2015	12	5	15	N.S.	16	19	150
			26/08/2010	0,4	0,3	0,3	0,2	N.S.	N.S.	
			31/08/2010	0,2	0,2	0,3	0,3	N.S.	N.S.	
			05/09/2010	0,4	0,3	0,3	0,2	N.S.	N.S.	
			25/03/2012	9,6	11,1	9,9	N.S.	8,7	15,7	
			18/09/2012	18	18,9	13,8	N.S.	15,1	11	
Ozono - O ₃	ug/m3	Promedio 8 horas	01/07/2015	6	5	7	N.S.	6	8	120
			26/08/2010	4,2	6,1	8,1	13,8	N.S.	N.S.	
			31/08/2010	5	5,7	6,5	4,4	N.S.	N.S.	
			05/09/2010	0,8	0,3	0,5	0,4	N.S.	N.S.	
			25/03/2012	40,6	27,5	22,4	N.S.	39,7	33,4	
			18/09/2012	57,6	77,2	23,9	N.S.	50,9	66,1	
Hidrocarburos totales (expresados como Hexano)	mg/m3	24 horas	01/07/2015	5	4	7	N.S.	8	8	100
			25/03/2012	<0,011	<0,011	<0,011	N.S.	<0,011	<0,011	
			18/09/2012	<0,011	<0,011	<0,011	N.S.	<0,011	1,171	
Benceno, VOCs	ug/m3	4 horas	01/07/2015	<5	<5	<5	N.S.	<5	<5	4
			25/03/2012	<0,6	<0,6	<0,6	N.S.	<0,6	<0,6	
			18/09/2012	<0,6	<0,6	<0,6	N.S.	<0,6	<0,6	

(1): Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) del Aire según D.S. N° 074-2001-PCM, D.S. N° 003-2008-MINAM
Elaborado por ECSA Ingenieros.

Fuente: Monitoreo 2010 - MWH

Monitoreo 2012 - Knight Piésold Consultores S.A.

Monitoreo 2015 - ECSA Ingenieros

LEYENDA

	No cumple con el estándar o valor límite establecido
	Cumple con el estándar o valor límite establecido
<	No detectado a valores menores

Cuadro 4.4-83 - Resultado de muestreo de calidad de aire

Parámetro	Unidades	Periodo	Fechas de muestreo	Punto / Estación de muestreo					ECA ⁽¹⁾
				Concentraciones registradas					
				Ai-7	Ai-8	Ai-9	Ai-10	Ai-11	
Material particulado - PM ₁₀	ug/m3	24 horas	26/08/2010	36	56	18	37	53	150
			31/08/2010	84	59	54	64	26	
			05/09/2010	20	31	10	20	90	
Material particulado - PM _{2,5}	ug/m3	24 horas	26/08/2010	14	15	17	11	20	50
			31/08/2010	27	17	34	21	26	
			05/09/2010	10	18	5	11	22	
Monóxido de Carbono - CO	ug/m3	Promedio móvil 8 horas	26/08/2010	1539	1161	1614	1425	2209	10 000
			31/08/2010	1526	618	881	1015	729	
			05/09/2010	1089	2258	1338	1038	2197	
Sulfuro de hidrógeno - H ₂ S	ug/m3	24 horas	26/08/2010	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	150
			31/08/2010	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	
			05/09/2010	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	
Ozono - O ₃	ug/m3	Promedio 8 horas	26/08/2010	23,5	2,3	3,3	13,7	11,9	120
			31/08/2010	3,7	7,4	0,7	0,4	8,3	
			05/09/2010	0,4	0,4	0,3	0,4		

(1): Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) del Aire según D.S. N° 074-2001-PCM, D.S. N° 003-2008-MINAM
Elaborado por ECSA Ingenieros.

Fuente: Monitoreo 2010 - MWH

Monitoreo 2012 - Knight Piésold Consultores S.A.

Monitoreo 2015 - ECSA Ingenieros

4.4.3.3 Evaluación de resultados

• Material particulado menor a 10 micras (PM10)

En relación al PM10, las concentraciones en el área de estudio y a lo largo de todos los muestreos realizados, están comprendidas entre 10,0 µg/m³ y 130,3 µg/m³, mayores concentraciones se observan en la estación Ai-3.

Con respecto a los muestreos realizados durante el año 2012, las concentraciones se encuentran comprendidas entre 21,0 µg/m³ y 130,3 µg/m³. En relación a la tendencia, se observa mayores concentraciones en los puntos de muestreo Ai-3 y Ai-6.

Con respecto a los muestreos realizados durante el año 2015, las concentraciones se encuentran entre 48,0 µg/m³ y 107,0 µg/m³. Registrándose mayores concentraciones en el punto de muestreo Ai-1.

• Material particulado menor a 2,5 micras (PM2,5)

En relación al PM2,5, las concentraciones varían significativamente en el área de estudio, estando comprendidas entre 5,0 µg/m³ y 60,8 µg/m³; observándose concentraciones por encima del estándar de 50 µg/m³ (regulado por el D.S. N° 003-2008-MINAM) en los puntos Ai-1 (51 µg/m³ en agosto de 2010), Ai-3 (60,1 µg/m³ en septiembre de 2012), Ai-6 (variando entre 50,1 µg/m³ y 60,8 µg/m³ en marzo y setiembre de 2012), así como en la mayoría de las estaciones sobrepasa el valor del ECA de calidad de aire.

Sin embargo en el año 2015, todas las estaciones se encontraron por debajo del estándar.

- **Monóxido de carbono (CO)**

Del análisis de los resultados presentados en el cuadro de resultados, se obtiene que las concentraciones promedio móvil en 8 horas de monóxido de carbono (CO) se encuentran por debajo de los estándares establecidos en la normativa nacional vigente.

- **Dióxido de nitrógeno (NO2)**

Del análisis de los resultados presentados en el cuadro de resultados, se obtiene que las concentraciones promedio móvil en 8 horas de monóxido de carbono (CO) se encuentran por debajo de los estándares establecidos en la normativa nacional vigente.

- **Dióxido de azufre (SO2)**

Del análisis de los resultados presentados en el cuadro de resultados, se obtiene que las concentraciones promedio móvil en 8 horas de monóxido de carbono (CO) se encuentran por debajo de los estándares establecidos en la normativa nacional vigente.

- **Sulfuro de hidrógeno (H2S)**

Del análisis de los resultados presentados en el cuadro de resultados, se obtiene que las concentraciones promedio móvil en 8 horas de monóxido de carbono (H2S) se encuentran por debajo de los estándares establecidos en la normativa nacional vigente.

- **Ozono**

Del análisis de los resultados presentados en el cuadro de resultados, se obtiene que las concentraciones promedio móvil en 8 horas de monóxido de carbono (O3) se encuentran por debajo de los estándares establecidos en la normativa nacional vigente.

- **Hidrocarburos y benceno**

Las concentraciones para hidrocarburos y benceno se encuentran muy por debajo de los estándares de calidad ambiental de aire regulados para estos dos parámetros.

4.4.4 NIVEL DE RUIDO AMBIENTAL

Para el análisis de niveles de ruido se ha considerado los resultados de estudios anteriores realizados en la zona los cuales son:

- Evaluación de mayo 2012, ejecutados por Knight Piésold Consultores S.A. en el marco del segundo entregable del EIA-sd del proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry - Consorcio Transportadora Salaverry
- Evaluación en julio del 2015, ejecutados por ECSA Ingenieros por encargo de Consorcio Transportadora Salaverry como parte del monitoreo ambiental en las instalaciones y zonas de influencia del Terminal Portuario Salaverry.

Para la evaluación del ruido ambiental se emplearon los Estándares de Calidad Ambiental fijados por el Estado Peruano mediante el D.S. Nº 085-2003-PCM "Estándares Nacionales de Calidad

Ambiental para Ruido". Estos estándares se muestran en el **Cuadro 4.4-14**. La ubicación de los puntos de muestreo de ruido ambientales está referenciada como Zona Industrial y Residencial.

Cuadro 4.4-14 - Estándares de Calidad Ambiental para Ruido (ECA-Ruido)

Zonas de Aplicación	ECA-Ruido Valores Expresados en L_{AeqT}	
	Horario Diurno ⁽¹⁾	Horario Nocturno ⁽²⁾
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Fuente: Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. "Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido".

⁽¹⁾ de 07:01 h a 22:00 h

⁽²⁾ de 22:01 h a 07:00 h

Elaborado por ECSA Ingenieros

4.4.4.1 Estaciones de monitoreo

En el **Cuadro 4.4-15** se describe cada una de las estaciones de monitoreo de medición de niveles de ruido. La ubicación de las estaciones de monitoreo se muestran en el **Anexo 4.1-3 - Mapa de Calidad del Aire y Ruido**.

Cuadro 4.4-15 - Ubicación de los puntos de medición de ruido

Codificación EVAP	Estación	Coordenadas UTM DATUM WGS84 - Zona 17S		Altitud (m)	Descripción
		Norte	Este		
Ru-1	KPR1	9089886	722230	4,4	Zona de operaciones – Muelle ENAPU
Ru-2	KPR2	9090272	722782	42	Vivienda contigua a ENAPU – Malecón Velarde
Ru-3	KPR3	9089698	721738	5,2	Playa Uripe
Ru-4	KPR4	9090674	722800	16,2	Vivienda Salaverry - Zona central
Ru-5	KPR5	9090007	723122	50	Zona del futuro almacén

(1): Coordenadas UTM en el sistema WGS84, zona 17S.

Elaborado por ECSA Ingenieros.

Fuente: Monitoreo 2012 – Knight Piésold Consultores S.A.

Monitoreo 2015 – ECSA Ingenieros

4.4.4.2 Resultados

En el **Cuadro 4.4-16** se presenta el detalle de los resultados del muestreo de ruido ambiental de los 05 puntos ubicados en el área de influencia del Proyecto, realizados durante los años 2012 y 2015.

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Cuadro 4.4-9 - Niveles de presión sonora en dB(A) - Períodos diurno y nocturno

Período	Punto	Nivel de presión sonora (dB)		ECA	Zona de aplicación
		2012	2015		
Horario diurno	Ru-1	68,4	57,9	80	Industrial
	Ru-2	50,3	41	60	Residencial
	Ru-3	55,6	59,6	60	Residencial
	Ru-4	62,1	55,1	60	Residencial
	Ru-5	60,1	67,2	60	Residencial
Horario nocturno	Ru-1	64,5	58,8	70	Industrial
	Ru-2	51,1	46	50	Residencial
	Ru-3	53,8	54,3	50	Residencial
	Ru-4	59,6	58,8	50	Residencial
	Ru-5	40,1	57,9	50	Residencial

Fuente: Knight Piésold Consultores S.A.

Elaborado por ECSA Ingenieros.

Fuente: Monitoreo 2012 – Knight Piésold Consultores S.A.

Monitoreo 2015 – ECSA Ingenieros

LEYENDA

	No cumple con el estándar o valor límite establecido
	Cumple con el estándar o valor límite establecido
<	No detectado a valores menores

Los niveles de ruido mostrados en el cuadro anterior fueron medidos en el área de influencia. El registro de los niveles de ruido se realizó en presencia de todas las fuentes sonoras habituales de la zona (industrial, comunitario, animales y viento); por lo que los niveles obtenidos, son los niveles sonoros característicos del área evaluada, es decir de las poblaciones localizadas en el área de influencia del Proyecto.

4.4.4.3 Evaluación de resultados

Los resultados encontrados en el punto Ru-1 indican, que a pesar de presentar fuentes de ruido (zona industrial) con actividades relacionadas al manejo de concentrados (carga, descarga, transporte), transporte de insumos/productos y operaciones industriales, los valores no superaron lo establecido en los ECA diurno y nocturno. Por otra parte, el punto Ru-2 (zona residencial) se encuentra muy cercana a la puerta de ingreso de las instalaciones de ENAPU, donde se observó un alto tránsito vehicular tanto de día como de noche, lo que originó que el ECA fuese superado ligeramente durante el horario nocturno. En el caso del punto Ru-3, este se encuentra en la playa Uripe donde no hay actividad humana; sin embargo, existe una fuerte influencia del sonido marino (oleaje que golpea el muelle), este sonido se mantiene a lo largo del día, por lo que los resultados se encuentran dentro del ECA de ruido diurno, pero superan el ECA nocturno. En cuanto al punto KPR4 (zona de viviendas) ambos resultados tanto de día como de noche superaron los ECAs respectivos, esto fue debido a la presencia de tránsito de personas y al ladrido constante de perros. Finalmente, en el punto KPR5 durante el día el ECA fue superado por efectos del sonido del viento y paso de pescadores, mientras que en la noche se encontraron resultados por debajo de los ECA puesto que se trata de una zona desértica.

4.4.5 GEOLOGÍA

De acuerdo al estudio elaborado por Peru Hydraulics S.A.C., en el año 2012, en esta sección se describen aspectos geológicos más relevantes del área de estudio, que comprende un ámbito tanto de la zona submarina del Puerto de Salaverry y sus alrededores, ubicados en la zona proximal de la Plataforma Continental interna frente a un sector del litoral comprendido entre Playa Mar de Galilea hasta Punta de la Rinconada; como también la zona continental adyacente a este sector en una extensión de 5 kilómetros tierra adentro.

Esta zona de estudio es denominada el cuadrángulo de Salaverry, las imágenes obtenidas son provenientes del INGEMMET, INDECI y del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.

4.4.5.1 Zona continental

4.4.5.1.1 Litología regional

Las unidades lito-estratigráficas que se encuentran en el área, comprenden un rango desde el Jurásico Superior hasta el Cuaternario reciente. En el **Cuadro 4.4-17** se presenta su secuencia estratigráfica.

Cuadro 4.4-17 - Secuencia estratigráfica de la zona de estudio

Unidad	Edad
Depósitos eólicos	Cuaternario reciente
Depósitos fluviales	
Depósito aluvial	
Depósitos marinos	Cuaternario pleistoceno
Batolito Andino	Cretáceo superior

Fuente: Knight Piésold Consultores

A continuación se efectúa la descripción de cada una de estas unidades:

A. Rocas Intrusivas (Batolito Andino) del Cretácico superior (KTi-gr/gd)

De acuerdo a COBBING, et. al. (1977), diferentes niveles de asociaciones pueden ser reconocidos en el batolito y es posible distinguir cuerpos graníticos dentro de esos niveles.

El nivel primario es aquel del plutón que puede estar intensamente zoneado o de otra manera diferenciada por pulsos o salidas de magma relacionado, compuesto por varios plutones interrelacionados, formando cadenas.

Estas cadenas de plutones son llamadas súper-unidades y son el segundo nivel dentro de la organización del batolito. El tercer y último es el segmento del batolito; consiste en áreas muy grandes del batolito, cada cual comprende de un número de súper unidades, las cuales son específicas en aquella parte del batolito y no se encuentra en otra parte. Cuatro de esos segmentos han sido reconocidos hasta ahora: Segmento de Trujillo 200 km, Segmento de Lima 400 km, el Segmento de Arequipa 900 km y el Segmento de Toquepala 200 km de longitud.

B. Depósitos Inconsolidados del Cuaternario

• Depósitos del Cuaternario Pleistoceno

Depósitos Marinos del Pleistoceno (Q-m):

La costa de Salaverry presenta en la superficie una unidad del cuaternario, formado de sedimentos finos laminados, seguidos por otra secuencia de sedimentos en la que se intercalan fangos terrígenos con fangos diatomáceos y capas de arena y limos.

- **Depósitos del Cuaternario Reciente**

Depósitos aluviales (Q-al):

Están ampliamente distribuidos, constituidos por las pampas de la planicie costanera. Forman antiguos conos de deyección de los ríos Chicama, Moche, Chao, Virú, así como de las numerosas quebradas que bajan del flanco andino. Mayormente los conos aluviales están anastomosados formando un manto continuo, cuyo grosor disminuye al pie de la formación del cretáceo inferior, en la zona del proyecto. El material aluvial consta de gravas, arenas y arcillas generalmente mal clasificadas, las gravas se componen de elementos subangulosos y subredondeados de diversos tipos de rocas. Gravas como cantos rodados se encuentran en gran proporción en los lechos de los ríos, su espesor abarca desde pocos metros hasta 200 m.

Depósitos fluviales (Q-f):

Son materiales constituidos a partir de la actividad de los ríos y los procesos de deslizamiento por gravedad asociados generados a partir de consecuencias climáticas, meteorológicas y ahora por con la intervención del ser humano.

Depósitos eólicos (Q-e):

Se observan en las pampas costeras y laderas de los cerros situados en el frente occidental andino, donde ocasionalmente llegan a situarse a 1 000 m de latitud. Las arenas eólicas forman una cubierta de espesor variable, en otras constituyen médanos del tipo barcana. Los depósitos eólicos en el área de estudio están ubicados en confluencia de los ríos Virú y Moche.

4.4.5.1.2 Litología local

En el área de estudio predominan materiales clásticos inconsolidados y semiconsolidados que han sido transportados y depositados por las aguas del río Moche, por el mar y por el viento, así como formaciones antropogenéticas y la observación de afloramientos rocosos tanto de rocas volcano sedimentarias como de rocas ígneas intrusivas. Ver **Anexo 4.1-4 - Mapa Geológico**.

A. Depósitos Antropogenéticos - 1 (Q-an1)

El material natural compuesto principalmente por depósitos aluviales ha sufrido remoción debido a la actividad humana, conformados por cantos rodados de tamaños heterométricos y procedencia polimíctica, mezclados con arenas, limos, arcillas y materiales de origen industrial, ubicados en los sectores de Moche, Las Delicias, Puerto Salaverry y Víctor Larco Herrera.

B. Depósitos Antropogenéticos - 2 (Q-an2)

Debido a la construcción de muelles en el puerto de Salaverry, se ha producido un arenamiento artificial que se observa al Sur de las instalaciones portuarias. Con este arenamiento artificial se ha ganado terreno al mar que se ha retirado ante la acumulación de arena.

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Milanes Olano
Representante Legal

C. Depósitos aluviales (Q-al)

Este tipo de depósito aluvial se encuentra predominantemente en la parte baja del valle del río Moche, el cual ha arrastrado y depositado sedimentos constituido por arcillas, arenas, gravas, guijarros y cantos de diversos tamaños.

Los depósitos aluviales afloran en las cercanías de Huanchaco y al sureste de Salaverry, están constituidos por sedimentos subángulosos a subredondeados en horizontes de 0,50 a 2,00 m intercalados con arenas gruesas y medias de color beige. Predominan las gravas de rocas intrusivas y en menor proporción volcánicas, cuarcitas y escasas calizas. Hay bloques de 0,30 a 0,50 m esparcidos en las gravas, y cantos de 0,02 a 0,06 m y 0,08 a 0,16 m en una matriz de arena gruesa y arena fina eólica. Teniendo en cuenta que los depósitos de la zona sur, ubicados en la zona de río Seco, son más gruesos que las zonas de depósitos aluviales del río Moche.

D. Depósitos marinos (Q-m)

Ubicados a lo largo de la línea costera. El material consiste principalmente en depósitos cuaternarios de arena y cantos de naturaleza polimíctica, predominando tamaños medios a pequeños. De acuerdo al estudio Hidrogeológico, estos depósitos marinos tienen una buena permeabilidad, pero no tienen mayor incidencia en la hidrogeología del área estudiada debido a su carácter marginal y sobre todo por constituir una faja muy angosta.

E. Rocas ígneas intrusivas (Kti-di/gr)

Al este del Puerto Salaverry afloran masivamente rocas ígneas intrusivas del tipo granito a granodiorita. Forman un plutón de dimensiones regionales, la mayor parte de los cerros del área están compuestos de estas rocas. No presenta área de interés de estudio hidrogeológico.

4.4.5.2 Zona submarina

En la sección estructural de la Cuenca Salaverry, (elaborada por PERUPETRO en el año 2006), en la Plataforma Continental frente a la zona de estudio (que no alcanza a la misma), se encuentran definidas, en base a estudios de perforaciones de pozos y de prospección sísmica, depósitos del Cuaternario, bajo los cuales están presentes formaciones geológicas del Neógeno que a su vez sobreyacen a las del Paleógeno. En los niveles más profundos de esta cuenca se encuentran formaciones del Mesozoico.

En la zona submarina del área de estudio no se han reportado en la superficie del fondo marino, afloramientos rocosos ígneos metamórficos o sedimentarios de formaciones de mayor antigüedad al Cuaternario. La ausencia de información sobre perforaciones realizadas y de estudios de sísmica de alta resolución no permite conocer el espesor total de la cobertura de los sedimentos no consolidados de edad Cuaternario, distribuidos en el fondo marino de las zona del puerto y alrededores.

A. Cuaternario

- Depósitos recientes (Qr-sm)**

Estos sedimentos están conformados por sedimentos de textura variable. Las arenas de las playas y de los depósitos submarinos están compuestas principalmente por minerales (cuarzo,

feldespatos, magnetita, micas, etc.) y fragmentos calcáreos de conchas de moluscos. Los minerales de arcilla se hacen presentes en mayor abundancia en las zonas de mayor profundidad.

De acuerdo al estudio de transporte de sedimentos, el tamaño de grano de las partículas del sedimento es decreciente con el incremento de la profundidad y distancia a la costa en los sectores sur y norte del área de estudio, variando esta tendencia al interior del puerto. En el presente estudio en las zonas de mayor profundidad y alejadas de la costa (entre 17 a 18 m de profundidad y aproximadamente 5,5 km de distancia, según el mapa batimétrico) donde los sedimentos son de granulometría más fina se presenta gradación de la granulometría desde el sur hacia el norte; en el sector sur es más gruesa (textura arena limosa) cambiando progresivamente a más fina en el sector norte (textura limo arcillosa). También en la zona protegida del puerto se aprecia sedimentos de menor granulometría (textura limo arcillosa). Las texturas de los sedimentos de playa son de arena en la mayoría de los casos.

En la zona del puerto la cobertura de sedimentos es mayor a 2 m, lo cual es evidenciado por las actividades de dragado para navegación que dejan expuestos en el fondo marino sedimentos de compactación mayor a la de los sedimentos superficiales. En el interior del puerto los sedimentos superficiales son de granulometría más fina. De acuerdo a las descripciones de campo y estudio de transporte de sedimentos, estos presentan textura limo-arcillosa y mayor contenido de materia orgánica. La superficie del fondo al interior del puerto se encuentra en algunos casos cubiertos por sedimentos de granulometría más fina que escapa a las operaciones de dragado y se deposita mecánicamente siendo posteriormente transportados y distribuidos por las corrientes.

4.4.6 GEODINÁMICA

Los procesos de geodinámica externa en el área del puerto se originan principalmente por la actividad del viento y del mar. Al estar el área en un clima árido, por carencia de lluvias, en los cerros aledaños no se ha observado problemas de huaycos, caída de rocas o deslizamientos de importancia que puedan afectar a las futuras obras. Entre los procesos geodinámicos se han identificados el arenamiento marino – eólico y las áreas inundables por el mar las cuales se describen a continuación:

4.4.6.1 Arenamiento marino - eólico

Debido a actividades tecnógenas por obras realizadas en el puerto se ha producido un arenamiento de origen marino en el sector sur. Debido a que las futuras obras a construirse se emplazarán en cotas más elevadas, no representará una afectación a las mismas.

El mencionado arenamiento se originó durante la construcción del terminal portuario, producto de un proceso de sedimentación acelerada no prevista al sur del rompeolas y que produjo erosión al norte. Una vez terminado de construirse el terminal portuario, el proceso de sedimentación al sur continuó hasta que la arena superó el extremo del rompeolas y comenzó a formar un bajo alrededor del cabezo y hacia adentro del puerto. Estaba claro, para aquel momento, que el proceso de sedimentación iba a ser continuo y que se requeriría una solución de tipo más permanente. Inicialmente se resolvió el problema con el empleo de dragas, pero finalmente un nuevo estudio recomendó la construcción de un molón en el quiebre del rompeolas principal para detener la arena antes de entrar al terminal portuario. Este molón ha sido prolongado sucesivamente en intervalos por unos 20-25 años, producto del cual se ha creado una extensa playa por el sector de Uripe. Asimismo, se ha optimizado el uso de dragas para evitar el

arenamiento del terminal portuario, sin embargo el problema aún no se ha solucionado por completo.

El arenamiento eólico en el área de estudio se encuentra mayormente cubriendo las laderas de los afloramientos rocosos. Está constituido por arenas muy finas entremezcladas con partículas finas (tamaño de la arcilla o limo) y cubren amplios sectores de las pampas como Salaverry, Moche, Víctor Larco y Trujillo.

4.4.6.2 Áreas inundables por el mar

Las áreas que se encuentran en cotas cercanas al nivel del mar podrían ser afectadas por tsunamis, en particular las instalaciones portuarias; sin embargo, las zonas de mayor altitud no se verían afectadas.

4.4.7 GEOMORFOLOGÍA

La descripción de las características de la geomorfología del área continental se basa en la información publicada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), INGEMMET, Atlas de la Municipalidad de Trujillo y la Dirección Nacional de Hidrografía y Navegación. Ver **Anexo 4.1-5** - Mapa Geomorfológico. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

4.4.7.1 Zona Continental

4.4.7.1.1 Geomorfología Regional

Se distinguen dos agrupamientos geomorfológicos que van de oeste a este.

A. Pampas Costaneras

Consiste en una faja paralela al litoral, que va desde el nivel del mar hasta una altitud de 200 msnm. El ancho de la Pampa Costanera es variable, normalmente ampliándose en los valles formados por ríos.

Las pampas, tienen una superficie generalmente llana, con poca pendiente, pudiéndose observar cerros de baja altitud. Hacia el este se encuentran agrupamientos de cerros que conformarían los primeros contrafuertes andinos.

Las Pampas Costaneras están constituidas por materiales disgregados de edades geológicas recientes (Cuaternario), como depósitos aluviales, marinos y eólicos, mayormente.

El clima es árido, desértico, siendo los valles de los ríos los que aportan agua tanto para la agricultura como para uso humano.

B. Flanco Occidental de los Andes

Se ubica al Este de las Pampas Costaneras, con altitudes que varían de 200 a 3 500 msnm, colindando con la Cordillera Occidental. Sus cerros presentan fuertes pendientes por estar disectados por valles que tienen una dirección general Noreste a Suroeste.

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Los cerros están conformados por rocas ígneas, tanto intrusivas (Batolito Andino) como volcánicas, además existen rocas sedimentarias. Las rocas tienen edades geológicas que van desde el Jurásico hasta el terciario inferior.

4.4.7.1.2 Geomorfología local

Las sub unidades geomorfológicas locales están subordinadas a las geoformas producidas por la erosión fluvial, formadas por el río Moche. La acción erosiva de las agua de este curso de agua ha erosionado las rocas pre existentes, para hacer su valle y ha depositado materiales acarreados de la cordillera.

A. Llanura de pendiente suave

Este tipo de llanura está conformada por materiales aluviales, que en ciertos sectores presentan cobertura de arenas eólicas, formando en algunos casos dunas. Corresponde a un relieve que se extiende ampliamente en el área de estudio y es aprovechado en el área agrícola.

B. Llanura de pendiente moderada

Corresponde a un relieve plano ondulado originado por deposición de materiales aluviales del río Moche, se encuentran cercanos a las lomadas y cerros, observados al este del Puerto Salaverry. También son utilizados por la actividad agrícola. Estas llanuras están conformadas por depósitos aluviales, depósitos coluviales y en ciertos sectores tienen cobertura eólica.

C. Lomadas

Son geoformas como cerros de poca altura y pendientes suaves a moderadas. A veces se les encuentra aislada en la llanura aluvial cerca de los cerros, compuesta por rocas intrusivas o volcánicas.

D. Cerros con pendiente moderada a fuerte

Son las geoformas de mayor altura, encontrándose al este del Puerto de Salaverry. Lo constituyen rocas tanto del tipo ígneas intrusivas como rocas vulcano sedimentarias. Presentan pequeñas quebradas y cárcavas, en ciertos sectores tienen una cobertura eólica.

4.4.7.2 Zona submarina

A. Plataforma continental

Morfológicamente constituye la prolongación de la costa, con una superficie levemente inclinada, con cambios de relieve locales, hasta la isobata de 200 m, la isóbata de 200 m presenta un rumbo NO-SE, en cambio la isóbata de 100 m muestra orientación contraria NE-SO, teniendo una de las mayores amplitudes en la Costa Central (aproximadamente 70 mn o 129,64 km).

Esta amplitud y relativa escasa pendiente de la plataforma continental se debería al aporte de sedimentos fluviales, debido al mayor número de ríos que desembocan en el mar. En este sector la superficie del fondo marino está cubierta, primero por fajas alargadas conformadas por sedimentos de fango arenoso, luego arcilla limosa y una mayor extensión en toda la Plataforma Continental de arena, que presenta parchas de textura arena arcillosa, un parche más extenso de arena limosa y uno pequeño de fango arenoso.

Frente al sector del litoral del área de estudio las isobatas de 20, 30 y 50 m de dirección NO-SE, siendo casi paralelas, mostrando relieve regular sin cambios de pendiente bruscos en el fondo hasta los 100 m.

El área de proyecto abarca una distancia de 5,5 km de la costa, alcanzando en lo más alejado de línea de costa profundidades de hasta 18 m, en el cual no se encontró afloramiento de rocas pre-cuaternarias. Tomando en cuenta los sedimentos submarinos, estos poseen un tamaño de grano menor, conforme la profundidad de agua y la distancia de la línea de costa aumentan, incrementando el contenido de la fracción de limo y arcilla en los sedimentos, compuestos por granos minerales, restos de caparzones de moluscos y materia orgánica.

Fuera del terminal portuario el relieve es de mayor uniformidad (profundidades de 20 m), presentando sedimentos más finos de textura limo arcilloso (17 m a 18 m de profundidad), en los extremos noreste se encuentra una textura del sedimento superficial: limo arenoso, en el extremo suroeste del área de estudio es arena limosa (17 m a 13 m), mientras que entre los 13 m hasta 11 m indica un relieve menos inclinado, presentando textura de arena, arena limosa y limo arcilloso, teniendo a ser granulometría más fina frente al Puerto Salaverry, siguiendo con las profundidades, entre los 11 m y los 10 m, se aprecia tanto al norte (playa de Mar de Galilea) como al sur (playa Uripe) una mayor amplitud respecto a la zona central (terminal Marítimo).

En el interior del Puerto de Salaverry, la morfología es modificada debido a las actividades humanas relacionadas a las obras portuarias y tráfico marítimo, debido al intenso arenamiento, requiere de dragado para mantener -10,5 m de profundidad.

De acuerdo a las operaciones de muestreo realizado en el 2012, a partir de los 10 m presenta un ingreso hacia el interior del puerto similar a un canal, bifurcando en dos direcciones, hacia el sur de granulometría limo arcillosa, en la otra dirección la zona de mayor profundidad se orienta hacia el norte, paralelo a la playa presentan textura fango limoso color gris plomo, mientras que debajo del muelle de embarque, la textura del sedimento es también arena, dependiendo mucho del movimiento de los buques que hacen resuspensión de materiales.

Entre los veriles de 10 m a 7 m se aprecia una diferencia significativa de su amplitud e inclinación, a la altura de playa Uripe esta franja es más estrecha y de mayor pendiente que hacia el norte del terminal portuario de Salaverry, donde es más amplio, los sedimentos tanto frente a las playas Uripe como a la del Mar de Galilea son de textura arena, fondo compacto y ondulaciones de arena en la superficie del fondo marino que indican dirección de transporte de sedimentos NE-SW.

El veril de 5 metros se encuentra a 400 metros de distancia de la playa de Uripe, y representan acumulaciones de sedimentos. En esa misma área de 6 m de profundidad presenta inflexiones entre los contornos cerrados del veril de 5 m que reflejan probablemente depresiones elongadas perpendiculares a la línea de costa entre estas acumulaciones y estarían asociadas a corrientes de entorno, apreciándose una inflexión de mayor amplitud en la isóbata de 6 m.

4.4.8 SUELOS

La presente descripción fue elaborada tomando como referencia la Línea Base Física desarrollada en el Estudio Ambiental del Proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry. Ver el **Anexo 4.1-6 - Mapa de Suelos**.

4.4.8.1 Descripción de los tipos de suelos

En la mayor parte de la zona, el régimen de humedad es arídico, la mayor parte de la sección de control, en años normales, está seca, en más de la mitad de los días acumulados por año, y húmeda en algunas partes, o en todas, menos de 90 días consecutivos.

Se distinguen dos zonas: la primera, colinosa, con pendientes mayores de 15%; y la segunda, la planicie, con pendientes menores de 15%.

Los suelos de la zona de estudio son del tipo mineral. Según la clasificación natural de los Estados Unidos de América del año 2010, pertenecen a los órdenes Entisols y Aridisols.

El área de estudio se encuentra comprendida en la región edáfica Aridisólica que comprende la zona costera cuyo límite por el oeste es el mar y por el este el flanco occidental de los Andes, con precipitaciones muy bajas, menores de 20 mm.

Se ha identificado 6 unidades taxonómicas al nivel de subgrupo y 11 tipos de suelos (ver **Cuadro 4.4-18**). Para su denominación se ha recurrido a un nombre local que facilita su identificación haciéndolo más accesible.

Cuadro 4.4-18 - Clasificación natural de los suelos identificados - Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2010)

Soil Taxonomy (2010)				Nombre común de los suelos
Orden	Sub orden	Gran grupo	Sub grupo	
Entisols	Orthents	Torriorthent	Lithic Torriorthents	Carretas
			Duric Torriorthents	Estadio
	Psamments	Torripsamments	Oxyaquic Torripsamments	Uripe
			Typic Torripsamments	Galilea
Aridisols	Salids	Haplosalids	Typic Haplosalids	Salaverry
				Draga

Fuente: EIA-s Proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry

Elaborado por Knight Piésold Consultores

4.4.8.2 Tipos de suelos

4.4.8.2.1 Consociaciones

• Consociación Carretas

Pertenece al subgrupo Lithic Torriorthents, presenta una secuencia de capas C-Cr y epipedón óchrico. El régimen de humedad es arídico y de temperatura isotérmico. Es un suelo de origen residual y coluvial que se encuentra sobre colinas con relieves moderadamente empinados a muy empinados y pendientes entre 15 a 75%.

- Suelo Carretas

Es un suelo muy superficial (10 a 25 cm) limitado por la presencia de fragmentos gruesos en altas proporciones. Presenta textura arena franca a arenosa, sin estructura (grano simple), colores pardos y grises, alta aireación, capacidad retentiva de agua baja y consistencia suelta. La pedregosidad superficial compuesta por gravillas y guijarros varía entre 10% a 60% y la gravosidad dentro del perfil es menor de 70% limitándose a gravillas. La permeabilidad es rápida y el drenaje es algo excesivo.

Es de reacción fuertemente básico a neutra (pH: 8,75 a 7,08), fuertemente salino a no salino (CE: 25,0 a 1,38 dS/m) y contenido bajo a medio de carbonatos (0,0/ a 1,6%). Los niveles de materia orgánica (0,16% a 0,02%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (4,3 a 1,7 ppm) son bajos y de potasio disponible son altos a medios (656 a 122 ppm). La CIC efectiva es baja a muy baja (12,16 a 2,40 me/100 g), explicado por los pobres porcentajes de arcilla y humus. Todas las cargas negativas del complejo arcillo – húmico están saturadas por cationes básicos, mostrando calcio las mayores concentraciones, con niveles medios a muy bajos (11,13 a 0,67 me/100 g). Por consiguiente, el PSB es el 100% de la CIC efectiva. El PSB es el 100% de la CIC efectiva. No existe riesgo de sodificación (PSI menor de 15%) y la fertilidad química es baja.

- **Consociación estadio**

Pertenece al subgrupo Duric Torriorthents, presenta una secuencia de horizontes C y epipedón óchrico. El régimen de humedad es árido y el de temperatura isotérmico. Es un suelo de origen residual que se encuentra sobre colinas con relieves muy empinados y pendientes entre 50% a 75%.

- **Suelo Estadio**

Es un suelo superficial (30 a 50 cm) limitado por la existencia de capas masivas. Presenta textura arenosa y colores pardos, no se observa estructura (grano simple). La aireación es alta, la retención de agua baja y la consistencia es suelta a ligeramente dura. La pedregosidad superficial está constituida por gravas en proporción de 40%, dentro del perfil no se aprecia gravosidad. La permeabilidad es rápida a moderadamente rápida y el drenaje es algo excesivo.

Es de reacción muy fuertemente básica a fuertemente básica (pH: 9,05 a 8,67), no salino (CE, menor de 1,39 dS/m) y contenidos bajos de carbonatos (0,0%). Los niveles de materia orgánica (0,05 a 0,02%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (1,9 a 1,6 ppm) son bajos y de potasio disponible son medios (139 a 146 ppm). La CIC efectiva es muy baja (2,56 me/100 g) debido a la escasa presencia de los coloides arcilla y humus. Solo se reconocen cationes básicos en el complejo arcillo – húmico, siendo el magnesio el que muestra las mayores concentraciones con contenidos muy bajos (0,62 a 0,48 me/100 g). Por consiguiente, el PSB representa el 100% de la CIC efectiva y la acidez cambiante es 0%. No existe riesgo de sodificación (PSI menor de 15%) y la fertilidad química es baja.

- **Consociación Uripe**

Pertenece al subgrupo Oxyaquic Torripsamments, presenta una secuencia de capas C y epipedón óchrico. El régimen de humedad es árido y el de temperatura isotérmico. Es un suelo de origen marino que se encuentra en playas y terrazas marinas con relieves planos a moderadamente inclinados y pendientes menores de 8%.

- **Suelo Uripe**

Es un suelo moderadamente profundo a profundo (80 a 120 cm). La textura es arenosa, la estructura está ausente (grano simple), presenta colores grises, aireación alta, capacidad de retención de agua baja y la consistencia es suelta. No se aprecia pedregosidad superficial y tampoco gravosidad dentro del perfil. La permeabilidad es rápida y el drenaje es moderado.

Es de reacción fuertemente básico a moderadamente básico (pH: 8,51 a 7,89), fuertemente salino a moderadamente salino (CE: 17,12 a 4,28 dS/m) y contenidos bajos de carbonatos (menor de 0,50%). Los niveles de materia orgánica son bajos (0,68 a 0,09%), así como de nitrógeno mineral; de fósforo disponible son medios a bajos (8,1 a 3,8 ppm) y de potasio disponible son altos a medios (303 a 128 ppm). La CIC efectiva es muy baja (2,88 a 2,40 me/100 g) debido a la escasa presencia de los coloides arcilla y humus. Solo se reconocen cationes básicos en el complejo arcillo - húmico, siendo el calcio con contenidos muy bajos (1,82 a 0,71 me/100 g) y el magnesio con niveles muy bajos (1,42 a 0,77 me/100 g), los que muestran las mayores concentraciones. Por consiguiente, el PSB representa el 100% de la CIC efectiva y la acidez cambiante es 0%. No existe riesgo de sodificación y la fertilidad química es baja.

- **Consociación Galilea**

Pertenece al subgrupo Typic Torripsamments, presenta una secuencia de capas C y epipedón óchrico. El régimen de humedad es arídico y el de temperatura isotérmico. Es un suelo de origen marino que se encuentra en playas y terrazas marinas con relieves planos a moderadamente inclinados y pendientes menores de 8%.

- **Suelo Galilea**

Es un suelo moderadamente profundo a profundo (50 a 100 cm). Presenta textura arenosa, grano simple (sin estructura), alta aireación, capacidad retentiva de agua baja, consistencia suelta y colores grises. No se observa pedregosidad, tampoco gravosidad. La permeabilidad es rápida y el drenaje algo excesivo.

Es de reacción moderadamente básico a ligeramente básico (pH: 7,96 a 7,71), fuertemente salino (CE: 11,64 a 8,41 dS/m) y niveles bajos de carbonatos (menor de 0,40%). También presentan niveles bajos: la materia orgánica (0,27 a 0,16%), nitrógeno mineral y fósforo disponible (6,2 a 3,4 ppm); en cuanto al potasio disponible son altos a medios (241 a 194 ppm). La CIC efectiva es muy baja (2,88 a 224 me/100 g) debido a los escasos contenidos de arcilla y humus. En el complejo de cambio se encuentran solamente cationes básicos, exhibiendo el calcio las mayores concentraciones con niveles muy bajos (2,05 a 1,14 me/100 g). Por ello el PSB es de 100% de la CIC efectiva y la acidez cambiante es 0%. No existe riesgo de sodificación (PSI menor de 15%) y la fertilidad química es baja.

- **Consociación Salaverry**

Pertenece al subgrupo Typic Torripsamments, presenta una secuencia de horizontes Ap-C y solo C y como horizonte de diagnóstico el epipedón óchrico. El régimen de humedad es arídico y el régimen de temperatura isotérmico. Es un suelo de origen coluvio - aluvial que se encuentra sobre pie de montes con relieves planos a fuertemente inclinados y pendientes menores de 15%.

- **Suelo Salaverry**

Es un suelo moderadamente profundo a profundo (60 a 100 cm) limitado en algunas áreas por la presencia de capas ligeramente duras. Presenta textura arenosa, estructura granular en el horizonte A y sin estructura (grano simple) en las capas C y colores pardos y grises. La aireación es alta, la capacidad de retención de agua baja y la consistencia es suelta a

ligeramente dura. La pedregosidad superficial compuesta por gravas es menor de 10% y dentro del perfil se reconocen gravillas en porcentajes inferiores de 30%. La permeabilidad es rápida y el drenaje es algo excesivo.

Presenta reacción muy fuertemente básico a ligeramente básico (pH: 9,35 a 7,68), es ligeramente salino a no salino (CE: 3,27 a 0,25 dS/m) y contenidos medios a bajos de carbonatos (menor de 2,2%). Los niveles de materia orgánica (0,18 a 0,02%), nitrógeno mineral y de fósforo disponible (6,2 a 0,5 ppm) son bajos y los de potasio disponible son altos a medios (636 a 108 ppm). La CIC efectiva es muy baja (2,40 a 3,20 me/100 g), explicado por los escasos contenidos de arcilla y humus. Solo se observan cationes básicos retenidos en el complejo arcillo – húmico, siendo el calcio el que muestra las mayores concentraciones con niveles muy bajos (2,35 a 0,98 me/100 g). El PSB es el 100% de la CIC efectiva. No existe riesgo de sodificación (PSI menor de 15%) y la fertilidad química es baja.

- **Consociación Draga**

Pertenece al subgrupo Typic Haplosalids, presenta una secuencia de capas C y epipedón óchrico y horizonte de diagnóstico subsuperficial sálico. El régimen de humedad es arídico y el de temperatura isotérmico. Es un suelo de origen marino se encuentra ubicado en terrazas marinas con relieves moderadamente inclinados y pendientes entre 4 a 8%.

- **Suelo Draga**

Es un suelo profundo (100 a 120 cm). No presenta estructura (grano simple), la textura es arenosa, los colores son grises, la aireación es alta, la capacidad de retención de agua es baja y la consistencia es suelta. No se observa pedregosidad superficial ni gravosidad. La permeabilidad es rápida y el drenaje algo excesivo.

Es de reacción ligeramente básica (pH: 7,53 a 7,56), fuertemente salino (CE: 19,52 a 18,65 dS/m) y contenido bajo de carbonatos (menor al 0.30%). Los niveles de materia orgánica (0,36 a 0,43%) y nitrógeno mineral son bajos, de fósforo disponible son medios a bajos (7,9 a 6,8 ppm) y los de potasio disponible son altos (498 a 474 ppm). La CIC efectiva es muy baja (2,56 a 2,72 me/100 g), explicado por los escasos contenidos de arcilla y humus en la mayoría de horizontes. Todas las cargas negativas del complejo arcillo – húmico están saturadas por cationes básicos, mostrando el calcio las mayores concentraciones con niveles muy bajos (1,40 a 1,62 me/100 g). Por consiguiente, el PSB es el 100% de la CIC efectiva. No existe riesgo de sodificación (PSI menor de 15%) y la fertilidad química es media a baja.

4.4.8.2.2 Asociaciones

- **Asociación Green – Salaverry**

Conformada por suelos de las unidades edáficas Green y Salaverry en una proporción de 50% cada una. Se ubica sobre pie de montes con relieves planos a fuertemente inclinado, y pendientes menores de 15%.

- **Asociación Carretas – Misceláneo Roca**

Conformada por el suelo de la unidad edáfica Carretas y por la unidad no edáfica Misceláneo Roca en una proporción de 60% y 40% respectivamente. Se ubica sobre colinas

con relieves muy empinados y pendientes entre 50% y 75%. Las características del suelo Carretas se describieron líneas arriba. A continuación se describe Misceláneo Roca.

- **Misceláneo Roca**

Es una unidad particularmente no edáfica. Está constituida por afloramientos líticos de naturaleza intrusiva que se encuentran en las colinas del área de estudio.

- **Otras áreas**

Constituida por zonas alteradas en las cuales el suelo se halla cubierto. Se reconocen: las zonas pobladas (ciudad de Salaverry y asentamientos humanos), las instalaciones del terminal portuario, áreas intervenidas por deposición de material dragado, establos, zona industrial y planta de tratamiento de aguas.

4.4.9 CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS

Esta clasificación expresa el uso adecuado de las tierras para fines agrícolas, pecuarios, forestales o de protección. Se basa en D.S. Nº 017-2009-AG del 2 de setiembre del 2009. Este sistema de Capacidad de Uso Mayor, comprende tres categorías de clasificación: grupo, clase y subclase, como se muestra en el Cuadro 4.4-19. Ver Anexo 4.1-7 – Mapa Capacidad Uso Mayor.

Cuadro 4.4-19 - Esquema de clasificación por Capacidad de Uso Mayor

Grupos de uso mayor	Clase (Calidad agrológica)	Subclase (Limitaciones o deficiencias)
Tierras para cultivos en limpio (A)	Alta (A1)	No hay limitaciones
	Media (A2)	
	Baja (A3)	
Tierras para cultivos permanentes (C)	Alta (C1)	A partir de la clase A2 hasta la clase F3, presentan una o más de las siguientes limitaciones o deficiencias:
	Media (C2)	
	Baja (C3)	
Tierras para pastos (P)	Alta (P1)	suelos (s) drenaje (w) erosión (e) clima (c) salinidad (l) inundación (i)
	Media (P2)	
	Baja (P3)	
Tierras para forestales de producción (F)	Alta (F1)	suelos (s) drenaje (w) erosión (e) clima (c) salinidad (l) inundación (i)
	Media (F2)	
	Baja (F3)	
Tierras de protección (X)	-----	-----

Fuente: EIA-s Proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry
Elaborado por Knight Piésold Consultores

4.4.9.1 Descripción de los tipos de tierra identificados

Se reconocieron dos grupos de tierras, Tierras aptas para Cultivos en Limpio (A) y Tierras de Protección (X) que se describen a continuación. Asimismo, se presentan los tipos de tierras identificadas por su capacidad de uso mayor.

A. Tierras aptas para Cultivos en Limpio (A)

Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio, demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras

alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia con las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios de uso sostenible. Se identificó una clase: tierras aptas para cultivos en limpio de calidad agrológica baja (A3).

- **Clase A3**

Agrupar a tierras de baja calidad, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requieren de prácticas muy intensas y a veces especiales, de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

Se identificaron dos subclases: A3s(r) y A3se(r). Se precisa que el subíndice (r) hace referencia a la utilización de los cultivos en limpio siempre y cuando se disponga de riego.

- **Subclase A3s(r)**

Se encuentra sobre terrazas aluviales y pie de montes con relieves planos a ligeramente inclinados y pendientes menores al 4%. Presenta limitación únicamente por suelo (textura arenosa, fertilidad media a baja y gravosidad). Agrupa a las consociaciones Green, Salaverry y Moche, y a la asociación Green-Salaverry en fase por pendiente A.

Lineamientos de Uso y de Manejo: La aplicación de fertilizantes químicos de tipo nitrogenado, fosfatado y potásico, microelementos, etc., es necesaria para elevar la fertilidad del suelo. Con el fin de mejorar las propiedades físicas y la actividad microbiana, es necesaria la aplicación de estiércol (materia orgánica). Asimismo, se requeriría implementar una adecuada infraestructura de regadío con el objetivo de asegurar la dotación de agua en momento oportuno. Por otro lado, el riego tecnificado es una alternativa, especialmente por goteo, para lograr buenos rendimientos.

Recomendaciones de especies: Las condiciones ecológicas y edáficas permiten la siembra de cultivos anuales como Capsicum (ají, pimiento), tomate, sandía, melón, camote, espárragos, alfalfa, etc, y frutales como palto y cítricos.

- **Subclase A3se(r)**

Se encuentra sobre la de montes, con relieves moderadamente inclinados a fuertemente inclinados y pendientes entre 4 y 15%. Presenta limitaciones únicamente por suelo (textura arenosa, fertilidad media a baja y gravosidad) y erosión - pendiente. Agrupa a las consociaciones Green y Salaverry, y a la asociación Green-Salaverry en fases por pendientes B y C.

Lineamientos de Uso y de Manejo: la aplicación de fertilizantes químicos (nitrogenados, fosfatados, potásicos y microelementos), es necesaria para elevar la fertilidad del suelo a fin de lograr rendimientos óptimos, y para mejorar las propiedades físicas y la actividad microbiana se debe aplicar como fuente de materia orgánica, el estiércol. El riego es fundamental, para lo cual se necesitaría asegurar la dotación de agua en el momento oportuno. Por otro lado, el riego tecnificado es una alternativa, para lograr buenos rendimientos.

Para el manejo de la pendiente se deben realizar labores culturales cuidadosas e intensas, tales como aradura adecuada mediante el empleo de tracción mecánica, teniendo en cuenta las medidas de conservación de suelos tales como sembríos de contorno o curvas a nivel, a fin de evitar problemas de erosión por efecto de la escorrentía superficial.

Recomendaciones de especies: las condiciones ecológicas y edáficas permiten la siembra de cultivos anuales como Capsicum (ají, pimiento), tomate, sandía, melón, camote, espárragos, alfalfa, etc., y frutales como palto y cítricos.

B. Tierras de Protección (X)

Son aquellas tierras que debido a sus severas limitaciones no permiten establecer en ellas actividades agrícolas, pecuarias o forestales. Si bien este grupo no presenta clase ni subclase, con fines de explicación en el **Cuadro 4.4-20** se señalan las razones que determinaron incluir a los mencionados suelos como Tierras de Protección.

- Subclase Xs**

Presenta limitación únicamente por suelo (profundidad efectiva). Incluye a la consociación Carretas en fase D.

- Subclase XI**

Presenta limitación por fuerte salinidad. Incluye a las consociaciones Uripe y Galilea en fases A y B y Delicias y Gramadal y Draga en fase B.

- Subclase Xse**

Presenta limitaciones por suelo (profundidad efectiva) y erosión – pendiente. Incluye a las consociaciones Carretas y Cementerio en fases E y F y Estadio en fase F. Asimismo, se halla en asociación con X (afloramientos líticos) en la unidad cartográfica Carretas – Misceláneo Roca en fase F.

- X***

Conformada por la población (ciudad de Salaverry y asentamientos humanos), las instalaciones del puerto, áreas intervenidas por depositación de material dragado, establos, zona industrial y planta de tratamiento de aguas.

Cuadro 4.4-20 - Capacidad de uso mayor de las tierras identificadas

Símbolo	Descripción	Suelos incluidos	Proporción	Superficie	
				Ha	%
A3s(r)	Tierras aptas para Cultivos en limpio (A) con riego de calidad agrológica baja con limitación por suelo.	Green en fase A	100	1 011,55	40,94
		Salaverry en fase A			
		Moche en fase A			
		Green – Salaverry en fase A			
A3se(r)	Tierras aptas para Cultivos en limpio (A) con riego de calidad agrológica baja con limitaciones por suelo y erosión - pendiente.	Green en fases B y C	100	371,66	15,05
		Salaverry en fases B y C			
		Green – Salaverry en fases B y C			
Xs	Tierras de Protección (X) con limitación por suelo	Carretas en fase D	100	34,0	1,38

Símbolo	Descripción	Suelos incluidos	Proporción	Superficie	
				Ha	%
XI	Tierras de Protección (X) con limitación por salinidad	Uripe en fases A y B	100	484,4	19,61
		Galilea en fases A y B			
		Delicias en fase A			
		Gramadal en fase A			
		Draga en fase B			
Xse	Tierras de Protección (X) con limitaciones por suelo y erosión – pendiente	Cementerio en fases E y F	100	167,22	6,77
		Carretas en fases E y F			
		Estadio en fase F			
Xse – X	Asociación de Tierras de Protección (X) con limitaciones por suelo y erosión - pendiente y Tierras de Protección por afloramientos líticos	Carretas – Misceláneo Roca en fase F	60 - 40	14,54	0,59
X*	Población, Infraestructura del terminal, áreas intervenidas por disposición de material dragado, establos, zona industrial y planta de tratamiento de aguas.	O1	100	386,83	15,66
		O2			
		O3			
		O4			
		O5			
		O6			
Total				2 470,2	100,00

Fuente: EIA-s Proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry

Elaborado por Knight Piésold Consultores

4.4.10 USO ACTUAL DEL TERRITORIO

El Uso Actual de la Tierra expresa el uso que se le da al momento que ésta es evaluada. Para ello, se utiliza la escala propuesta por la Unión Geográfica Internacional (UGI), la cual contiene nueve clases. A continuación se muestra dicha clasificación. Ver **Anexo 4.1-8** – Mapa Uso Actual de Suelos.

- Áreas urbanas y/o instalaciones gubernamentales y privadas
 - Centros poblados
 - Instalaciones de gobierno y/o privadas (carreteras, granjas, canales, establos, huacas)
- Terrenos con hortalizas
- Terrenos con huertos de frutales y otros cultivos perennes
- Terrenos con cultivos extensivos (papa, camote, yuca, etc.)
- Áreas de praderas mejoradas permanentes
- Áreas de praderas naturales
- Terrenos con bosques
- Terrenos hidromórficos: pantanos, ciénagas, bofedales
- Terrenos sin uso y/o improductivos:
 - Tierras en barbecho (preparación o descanso temporal)
 - Terrenos agrícolas sin uso (actualmente abandonados)
 - Terrenos de litoral, caja de río
 - Areas sin uso no clasificadas

4.4.10.1 Clases de uso actual

En la zona de estudio se reconocieron tres clases: Clase 1 - Instalaciones; Clase 4 - Cultivos extensivos; y Clase 9 - Terrenos sin uso y/o improductivos. Se puede apreciar su distribución y a continuación se presenta su descripción:

A. Clase 1

- Centros poblados: se refiere a los poblados y asentamientos humanos del distrito de Salaverry ubicados en el área de estudio.
- Instalaciones de ENAPU: comprende las instalaciones del puerto pertenecientes a la Empresa Nacional de Puertos (ENAPU).
- Instalaciones industriales: son las instalaciones de empresas privadas ubicadas principalmente adyacentes a la carretera que comunica con el terminal portuario.
- Establos: conformada por infraestructura utilizada para la crianza de ganado vacuno y se halla en los fundos agrícolas de la zona alta.
- Planta de tratamiento de aguas: Es la planta de tratamiento de aguas cercana a la carretera hacia Salaverry.

B. Clase 4

- Plantaciones: conformado por las parcelas de cultivos de espárrago, ají jalapeño, la granadilla y el maíz, de las empresas Green, UPAO, Danper y otros.

C. Clase 9

- Áreas intervenidas: se trata de áreas ubicadas en las playas de Uripe que son utilizadas para depositar el material del dragado del puerto.
- Gramadal: áreas en las que se aprecia la presencia de la asociación de grama salada (*Distichlis spicata*) y *Sporobolus virginicus*.
- Áreas sin cobertura vegetal: son zonas en las cuales no se observan plantas, paisaje típico del desierto costero del Pacífico. Se encuentra como unidad individual, así como asociado con afloramientos líticos.
- Áreas sin cobertura vegetal con afloramientos líticos: son zonas libres de cobertura vegetal asociadas con afloramientos de rocas intrusivas; además, se observa gran cantidad de pedregosidad superficial.

En el Cuadro 4.4-21 se presentan las unidades de mapeo de uso actual.

Cuadro 4.4-21 - Superficies de las unidades de uso actual

Nombre	Símbolo	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
Centro poblado	CP	127,2	5,15
Instalaciones de ENAPU	IE	45,09	1,83
Instalaciones industriales	Ii	90,60	3,67
Establos	Es	34,51	1,40
Planta de tratamiento de aguas	PA	2,44	0,10
Plantaciones	PI	659,47	26,70
Áreas intervenidas	Ai	111,79	4,53
Gramadal	Gr	163,93	6,63
Áreas sin cobertura vegetal	Asv	1 220,63	49,4
Áreas sin cobertura vegetal con afloramientos líticos	Asv-Ai	14,54	0,59
Total		2 470,2	100,00

Fuente: EIA-s Proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry

Elaborado por Knight Piésold Consultores

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

D. Evaluación de las concentraciones de elementos potencialmente tóxicos (EPT)• **Concentraciones de los EPT**

En el Cuadro 4.4-22 se presenta los resultados de las concentraciones totales de las principales EPT en la zona de estudio. La comparación se realiza con niveles para suelos de uso agrícola puesto que se trata de zonas naturales.

Cuadro 4.4-22 - EPT por encima del valor crítico para suelos de uso agrícola

Tipos de suelo	Punto muestreo	Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT) (mg/kg)					
		Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cobre (Cu)	Plomo (Pb)	Zinc (Zn)
Valores Críticos- Agricultura ⁽¹⁾		12	1,4	64	63	70	200
Moche	40M	ND	ND	6,26	ND	ND	188,0
Carretas	10M	ND	ND	6,47	ND	ND	31,7
	14M	ND	ND	7,70	ND	ND	58,9
	19M	ND	ND	8,00	ND	ND	47,0
	23M	ND	ND	7,14	ND	ND	64,1
	33M	ND	ND	8,04	ND	ND	60,6
	CS13	ND	ND	8,91	ND	ND	78,4
Estadio	18M	ND	ND	6,98	ND	ND	43,4
Gramadal	25M	ND	ND	5,53	ND	ND	76,5
	30M	ND	ND	6,35	ND	ND	88,7
	40aM	ND	ND	3,49	ND	ND	83,6
Cementerio	22M	ND	ND	5,42	ND	ND	63,9
	29M	ND	ND	4,93	ND	ND	81,4
Delicias	36M	ND	ND	9,26	ND	ND	71,2
	37M	ND	ND	10,36	ND	ND	106,6
	39M	ND	ND	6,34	ND	ND	80,0
Galilea	38M	ND	ND	5,18	ND	ND	74,3
	41M	ND	ND	6,07	ND	ND	82,5
Green	4M	ND	ND	8,74	ND	ND	36,4
	5M	ND	ND	8,04	ND	ND	33,6
	6M	ND	ND	5,48	ND	ND	35,8
	7M	ND	ND	14,36	ND	ND	39,8
	11M	ND	ND	16,93	ND	ND	27,5
	12M	ND	ND	4,61	ND	ND	29,2
	20M	ND	ND	10,73	ND	ND	37,9
	21M	ND	ND	8,59	ND	ND	31,2
	24M	ND	ND	9,36	ND	ND	28,7
	31M	ND	ND	6,07	ND	ND	62,9
	32M	ND	ND	4,25	ND	ND	30,8

N.D.: no detectado

Fuente: EIA-s Proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry

Elaborado por Knight Piésold Consultores

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Cuadro 4.4-23 (Cont.) - EPT por encima del valor crítico para suelos de uso agrícola

Tipos de suelo	Punto muestreo	Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT) (mg/kg)					
		Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cobre (Cu)	Plomo (Pb)	Zinc (Zn)
Salaverry	13M	ND	ND	10,51	ND	ND	43,6
	15M	ND	ND	8,09	ND	ND	47,5
	16M	ND	ND	6,19	ND	ND	31,8
	17M	ND	ND	15,75	ND	ND	29,7
	26M	ND	ND	11,44	ND	ND	62,2
	27M	ND	ND	6,67	ND	ND	44,4
	28M	ND	ND	8,46	ND	ND	54,6
	34M	ND	ND	7,63	ND	ND	117,2
	35M	ND	ND	8,39	ND	ND	35,2
Uripe	1M	ND	ND	7,99	ND	ND	72,7
	2M	ND	ND	7,53	ND	ND	73,8
	3M	ND	ND	2,68	ND	ND	68,9
	9M	ND	ND	7,16	ND	ND	64,7
Draga	8M	ND	ND	10,37	ND	ND	67,9

(1) Valores Críticos en suelos agrícolas según: Canadian Council of Ministers of the Environment.

N.D.: no detectado

Fuente: EIA-s Proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry

Elaborado por Knight Piésold Consultores

En el área evaluada los análisis realizados no reportaron EPTs en cantidades por encima de los valores críticos.

En zona urbana

Se analizaron las concentraciones totales de elementos potencialmente tóxicos (EPT) de los primeros 10 cm en diversos puntos en la zona urbana, comprendida en el área de trabajo.

Con el objeto de determinar si los valores hallados de estos EPT, en los suelos estudiados, presentaban niveles críticos para zonas residenciales, se tomó como referencia lo establecido por el Canadian Council of Ministers of the Environment, puesto que aún no existe normativa peruana sobre el tema; sin embargo, debe aclararse que no todos los elementos presentados en dichas tablas son considerados EPT, exceptuándose al calcio, magnesio, fósforo y potasio.

• Concentraciones de los EPT

En el Cuadro 4.4-24 se presentan los resultados de las concentraciones totales de los EPT en la zona urbana del área de estudio. La comparación se realiza con niveles para suelos de uso residencial dado que se trata de zonas donde existe población.

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Cuadro 4.4-24 - EPT por encima del valor crítico para suelos de uso residencial

Punto muestreo	Elementos potencialmente tóxicos (EPT) (mg/kg)					
	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cobre (Cu)	Plomo (Pb)	Zinc (Zn)
Valores críticos- residencial ⁽¹⁾	12	10	64	63	140	200
CS1	ND	ND	10,37	ND	ND	137,4
CS2	ND	ND	4,25	ND	ND	66,7
CS3	ND	ND	8,81	ND	ND	64,1
CS4	ND	ND	10,74	ND	ND	59,5
CS5	ND	ND	6,66	ND	ND	58,8
CS6	ND	ND	7,86	ND	ND	83,3
CS7	ND	ND	10,61	ND	ND	110,4
CS8	ND	ND	8,29	ND	ND	127,3
CS9	ND	11,48	8,69	248.2	324.7	124,3
CS10	ND	ND	10,82	ND	139.3	452,0
CS11	ND	ND	5,53	ND	ND	101,1
CS12	ND	ND	32,52	ND	181.9	445,7
CS13	ND	ND	17,82	ND	ND	78,4
CS14	ND	ND	11,14	ND	ND	69,1
CS15	ND	ND	9,95	201.1	143.8	334,4
CS16	ND	ND	7,27	ND	ND	68,6
CS17	ND	3.06	6,00	ND	74.6	442,5

(1) Valores Críticos en suelos residenciales según: Canadian Council of Ministers of the Environment.

N.D.: no detectado

Fuente: EIA-s Proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry

Elaborado por Knight Piésold Consultores

Se determinaron cuatro EPT en cantidades altas: cadmio, cobre, plomo y zinc hallándose en uno, dos, tres y cuatro puntos de muestreo, respectivamente.

Los puntos CS9 y CS15 registran tres elementos detectados en niveles altos.

El cadmio, cobre, plomo y zinc incrementan su solubilidad conforme el pH desciende, considerando que la mayoría de puntos evaluados muestra en sus capas superficiales reacción alta (básica) ninguno de estos elementos presenta condiciones de riesgo.

4.4.11 HIDROLOGÍA

En relación a la hidrología, el área donde se ubica el proyecto forma parte del cono deyectivo de la cuenca baja del río Moche, es la fuente más cercana al proyecto. Como todas las cuencas de la costa del Perú, la del río Moche es de fondo profundo y quebrado, presentando un relieve escarpado y abrupto que propicia un flujo de agua torrencioso y turbulento, principalmente durante los periodos de precipitación intensa. El régimen de descargas del río Moche es estacional, variando según las precipitaciones que ocurran en su cuenca colectora. Es importante señalar que en el área del proyecto y alrededores no se han identificado cursos de agua; el más próximo al proyecto es el río Moche, el cual se encuentra ubicado, aproximadamente, a 7 km. al norte del almacén intermedio. Al este del proyecto y a una altitud mayor se encuentra parte del Canal Madre del Proyecto Especial de Chavimochic.

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

4.4.11.1 Ubicación

El proyecto se encuentra hidrográficamente entre el área de la cuenca de los ríos Moche y Virú, de la vertiente del Pacífico, y como elemento antrópico que influye el comportamiento hidrológico es el Canal Madre del proyecto Chavimochic.

4.4.11.2 Parámetros fisiográficos

De acuerdo al estudio hidrológico elaborado por PERU HYDRAULICS S.A.C., en junio del 2012, la presencia del Canal Madre del Proyecto Chavimochic, tiene influencia en el comportamiento hidrológico del área de estudio. Para fines descriptivos, dicho canal ha sido subdividida en cinco subcuencas, determinadas por su trazo. De estos cinco (05) trazos, solo dos (02) contemplan el área del proyecto.

A. Sub-cuenca A4

Limita en su cabecera con el trazo del Canal Madre, posee un área de 3,66 km² y una pendiente media de 8,8%, con factor de forma de la cuenca de 0,71 y coeficiente de compacidad de 1,42, la respuesta de la cuenca frente al escurrimiento es moderada.

B. Sub-cuenca A5

Limita con el trazo del Canal Madre, con orientación hacia la dirección suroeste, tiene un área de drenaje de 19,76 km², pendiente media de 5,31%, factor de forma de 1,40 y coeficiente de compacidad de 1,53, la respuesta al escurrimiento moderada.

En el **Anexo 4.1-9 - Mapa de Cuencas** del estudio se puede apreciar la distribución de áreas de las sub-cuencas en la zona del proyecto.

4.4.11.3 Precipitación

De acuerdo al estudio hidrológico elaborado por PERU HYDRAULICS S.A.C. en junio del 2012, se ha obtenido el patrón de precipitación anual, mensuales y diarios del área del proyecto, esta ha sido elaborada con data del SENAMHI, obtenido de las siguientes estaciones:

A. Estación Laredo

Ubicada en las coordenadas 736661 metros este y 9105453 metros norte, cuenta con información histórica durante el período 1966-2003, cuenta con influencia del fenómeno de El Niño de 1983-1998, cuyo nivel ascendió a 19,9 mm, y sin tomar en cuenta el fenómeno de El Niño ascendió a 15,8 mm, la máxima precipitación ocurrida en el año 1998 fue de 127,2 mm, la mínima anual fue en el año 1966, de 0 mm.

Mensualmente las precipitaciones son mayores durante el período de octubre a mayo, tomando en cuenta el fenómeno de El Niño, la precipitación mensual promedio histórica registró 1,7 mm y 0,1 mm. La precipitación acumulada media ascendió a 19,4 mm y la mínima 0,6, sin considerar el fenómeno El Niño, la precipitación mensual promedio histórica fue de 1,3 mm y la mínima de 0,2 mm, la precipitación acumulada media ascendió a 15,8 mm y la mínima fue de 0,6 mm.

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

B. Estación Cartavio

Ubicada en las coordenadas 696334 metros este y 9127769 metros norte, se cuenta con información histórica durante el período 1962-2007, la precipitación anual media ocurrida durante el periodo de los años 1962-1967 ascendió a 18,4 mm, la máxima precipitación anual registrada llegó a 54.9 mm ocurrida en el año 1967 y la mínima fue de 9.2 mm, en el año 1963.

Mensualmente el comportamiento de las precipitaciones, los valores de precipitación mensual promedio histórica ascendió a un valor de 2.3 mm y la precipitación acumulada ascendió a 16.3 mm, en valores menores la precipitación mensual promedio histórica menor ascendió a 0.4 mm y la precipitación acumulada media ascendió a 2.1 mm, la máxima precipitación mensual registrada en un año fue de 38.1 mm y ocurrió en febrero del año 1967.

C. Estación Trujillo

Ubicada en las coordenadas 721792 metros este y 9102395 metros norte, cuenta con información histórica del período 2007-2011, la precipitación anual media ascendió a 19,9 mm, la máxima precipitación anual fue registrada en el año 2011, que fue de 42,1 mm.

Las mayores precipitaciones mensuales ocurren durante el período de octubre a abril, el máximo valor ascendió a 2,7 mm y la precipitación media a 19,2 mm; por otro lado, las menores precipitaciones ocurren durante el período de mayo a setiembre, durante dicho periodo, la precipitación mensual promedio histórica ascendió a 0,2 mm y la precipitación acumulada media a 0,8 mm, la máxima precipitación mensual registrada en un año ascendió a 35,7 mm y ocurrió en febrero del año 2010.

D. Estación Virú

Ubicada en las coordenadas 747479 metros este y 9068515 metros norte, cuenta con información histórica durante el período 1967-1979, la precipitación anual media ocurrida durante ese período ascendió a 1 mm, la máxima precipitación anual registrada llegó a 9,6 mm y ocurrió en el año 1967, históricamente se ha registrado varios años de precipitación nula.

El comportamiento mensual de las precipitaciones, en la estación Virú, muestran: los valores mayores ocurren durante el período de diciembre a febrero, el valor de precipitación mensual promedio histórica fue de 0,3 mm y la precipitación acumulada media ascendió a 0,9 mm; los valores menores ocurren durante el período de marzo a noviembre, los valores fueron para ambos casos (precipitación mensual promedio y precipitación acumulada media) de 0,0 mm, la precipitación mensual registrada en un año ascendió a 5,0 mm y ocurrió en febrero del año 1967.

E. Estación Salaverry

Ubicada en las coordenadas 723724 metros este y 9090770 metros norte, cuenta con información histórica del período 1979-1982 y del año 1984, cuyo valor anual medio ocurrida durante el período 1979-1984 ascendió a 7,1 mm, el máximo valor de precipitación anual registrada llegó a 19,5 mm y ocurrió en el año 1982, el mínimo valor anual fue de 0,8 mm y sucedió en el año 1980.

El comportamiento mensual de las precipitaciones en la estación Salaverry, muestra que las mayores precipitaciones ocurren durante el período de octubre a abril, cuyo valor de precipitación mensual promedio histórica ascendió a 0,7 mm y la precipitación acumulada media ascendió a 5,0 mm, los valores menores se dieron durante el período de mayo a setiembre,

durante dicho período la precipitación mensual promedio histórica ascendió a 0,4 mm y la precipitación acumulada media ascendió a 2,0 mm.

La máxima precipitación mensual registrada durante un año ascendió a 8,0 mm, ocurrida en agosto de 1982.

Debido a la cercanía de la zona del proyecto (20km) y su información confiable, la estación Laredo se adoptó como representativa de la zona del proyecto, el valor de precipitación anual asciende a 19,9 mm.

4.4.11.4 Régimen de tormentas

De acuerdo con el estudio hidrológico de PERU HYDRAULICS S.A.C., la estación pluviométrica Laredo, adoptada como estación representativa para la zona del proyecto, muestra que el valor de precipitación máxima de tormentas, en un tiempo de 24 horas, fue de 28,3 mm, cuyo valor fue ajustado para las funciones de distribución probabilística las cuales son Normal, Log-Normal, Pearson III, Gumbel y Gumbel modificado, usando la prueba de bondad de ajuste de Smirnov-Kolmogorov.

A pesar de tener un valor de Kolmogorov bajo, la función de Gumbel se adoptó su uso debido a que producían los valores estimados de precipitaciones máximas más conservadores. De acuerdo con el análisis de frecuencia de la precipitación máxima de 24 horas de duración, los valores calculados son como se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.4-25 - Periodo de retorno de 2 a 1000 años

Estación	Período de retorno (años)							
	2	5	10	25	50	100	500	1000
Laredo	5,1	11,1	15,1	20,1	23,8	27,5	31,2	36,1

Fuente: Estudio hidrológico del "Proyecto de transporte y almacenamiento de concentrados del mineral en Salaverry"- Perú Hydraulics S.A.C.

4.4.11.5 Régimen de descargas

Tiene como objetivo la caracterización del régimen de descargar para describir el patrón hidrométrico de los cursos de agua principales en el área de estudio.

Las descargas del río Moche disponen de información histórica de la estación Quirilhuac correspondiente al periodo 1950-2004, se presentan las coordenadas cuyos valores son en UTM WGS 84 de 736661 Este y 9105453 Norte y altitud de 253 msnm, estos datos hidrométricos fueron obtenidos en el "Estudio de Naturalización de Caudales Central Hidroeléctrica Gallito Ciego, del año 2004.

A. Descargas anuales

Las estación Quirihuac cuenta con información anual del período 1950-2004, cuyo caudal medio anual, teniendo en cuenta los eventos Mega Niño de 1983 y 1998, alcanzó los 8,80 m³/s y sin considerar los eventos del Mega Niño 1983 y 1998, llegó a los 8,04 m³/s.

La máxima descarga anual registrada llegó a los 42.6 m³/s, ocurrida en el año 1998, la mínima descarga anual registrada llegó a los 1,4 m³/s, ocurrida en el año 1978.

B. Descargas mensuales

En cuanto a las descargas mensuales se puede deducir que las mayores descargas ocurren durante el periodo de diciembre a mayo, tomando en cuenta los años de Mega Niño (años 1983 y 1998), la descarga mensual promedio histórica ascendió a $16 \text{ m}^3/\text{s}$ y sin considerar los años del Mega Niño, la descarga mensual promedio histórica ascendió a $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

La máxima descarga mensual registrada en un año ascendió a $213,1 \text{ m}^3/\text{s}$, ocurrida en marzo del año 1998; en cuanto a la descarga máxima mensual registrada en un año, esta ascendió a $0,03 \text{ m}^3/\text{s}$ y ocurrió en setiembre del año 1980.

4.4.11.6 Escorrentía en sub-cuencas del proyecto

Debido a lo árido en la zona del proyecto los cauces definidos que se observan en las subcuencas A1 y A2 no presentan escorrentía, debido a la gran evapotranspiración potencial, cuyo valor asciende a $873,8 \text{ mm}$, este valor supera ampliamente al valor de la precipitación media anual que asciende a $19,9 \text{ mm}$.

4.4.12 HIDROGEOLOGÍA

De acuerdo con el estudio hidrológico de PERU HYDRAULICS S.A.C el acuífero del valle del río Moche es del tipo libre o superficial, cuya fuente de alimentación son las aguas que se infiltran en la parte alta de la cuenca, cauce del río Moche, canales de riego y áreas de cultivo. De acuerdo al plano de curvas de isoprofundidad (Proyecto Chavimochic, 2004) los flujos tienen una dirección preponderante de este a oeste, la profundidad del nivel freático varía de menos de un metro en la zona cercana al terminal portuario de Salaverry, y entre 1 y 1,5 metro en la ciudad de Salaverry.

El estudio hidrogeológico fue desarrollado por la empresa Perú Hydraulics en Marzo de 2012 y fue elaborado en base a: una visita de reconocimiento de campo, recopilación de información cartográfica a escalas 1:100 000 correspondiente a las hojas 17-e (Trujillo), 17-f (Salaverry), 17-g (Santiago de Chuco), 16-f (Otuzco) y 16-g (Cajabamba) de la Carta Nacional del Instituto Geográfico Nacional (IGN), información de los registros meteorológicos de las estaciones Laredo, Cartavio, Trujillo, Virú y Salaverry, las cuales son administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y el posterior análisis de la información en gabinete.

En el "Estudio Hidrogeológico del valle del Moche", efectuado por el Ministerio de Agricultura en el año 2005, se dispone de información del sector comprendido entre el río Moche y el puerto de Salaverry. El ámbito de dicho estudio, que tuvo por objetivo evaluar el estado de los recursos hídricos almacenados en el valle del Moche, abarcó los sectores del acuífero ubicados en los distritos de Laredo, Huanchaco, Víctor Larco Herrera, Moche y Salaverry. La zona de interés para el presente estudio abarca los sectores de Moche y Salaverry.

A partir de la información de una red de control piezométrico conformada por 148 pozos, 46 de los cuales se hallan en el distrito de Laredo, 39 en Huanchaco, 25 en Moche, 25 en Trujillo, 10 en Víctor Larco y 3 en Salaverry, el "Estudio Hidrogeológico del valle del Moche", efectuado por el Ministerio de Agricultura, elaboró las curvas hidroisóipsas, sin embargo, se observa que las curvas generadas no cubren la totalidad del área objeto del presente estudio.

En el sector comprendido entre el río Moche y el puerto de Salaverry se presenta una napa freática de morfología uniforme, observándose que el desplazamiento del flujo subterráneo se

manifiesta predominantemente de noreste a suroeste. Las cotas freáticas varían entre los 16 y 0 m descendiendo en dirección al mar. Las gradientes hidráulicas varían entre 0,34% y 0,43%.

4.4.12.1 Modelo hidrogeológico conceptual

En términos hidrogeológicos se distinguen dos sectores: El sector I que comprende el área limitada por el río Moche y el batolito que emerge en el puerto de Salaverry; y, el sector II que comprende el área limitada por el batolito antes mencionado y el río Seco ubicado al sur.

En el modelo conceptual Sector I, forma parte del acuífero del río Moche que se desarrolla en el sector sur de su cono de deyección, la principal fuente de recarga es el río Moche que se alimenta de los aportes líquidos originados en la sierra y que son conducidos hacia la costa a través de su cauce y de su sustrato longitudinal, así como otra fuente de recarga proveniente del riego de las tierras agrícolas del valle que viene también de la captación del río Moche mediante la bocatoma Santa Lucía y de la extracción de agua subterránea mediante pozos. El valle también es regado con agua proveniente del Canal Madre del proyecto Chavimochic; sin embargo el riego con agua de esta fuente se realiza por goteo, por lo que no se espera recarga por infiltración y finalmente se observó en la parte del litoral afloramiento de agua, que está mezclada de agua dulce como el agua de mar, dando lugar a lagunas.

En el modelo conceptual de Sector II, no se dispone de la información proveniente de perforaciones o pozos realizados en dicho sector, sin embargo, debido que esta fuera del cono aluvial del río Moche, se puede afirmar que este sector no recibe aportes subterráneos provenientes del río Moche y más aun sabiendo que está situado en la quebrada del río Seco, donde es una zona de nula precipitación.

4.4.13 OCEANOGRAFÍA

La finalidad de la descripción oceanográfica del presente estudio es de evaluar las condiciones hidro-oceanográficas del puerto Salaverry. Para esto se determinó la Batimetría, Olas, Mareas y Corriente; además de las condiciones físico-química (oceanografía fisicoquímica) del ámbito marino.

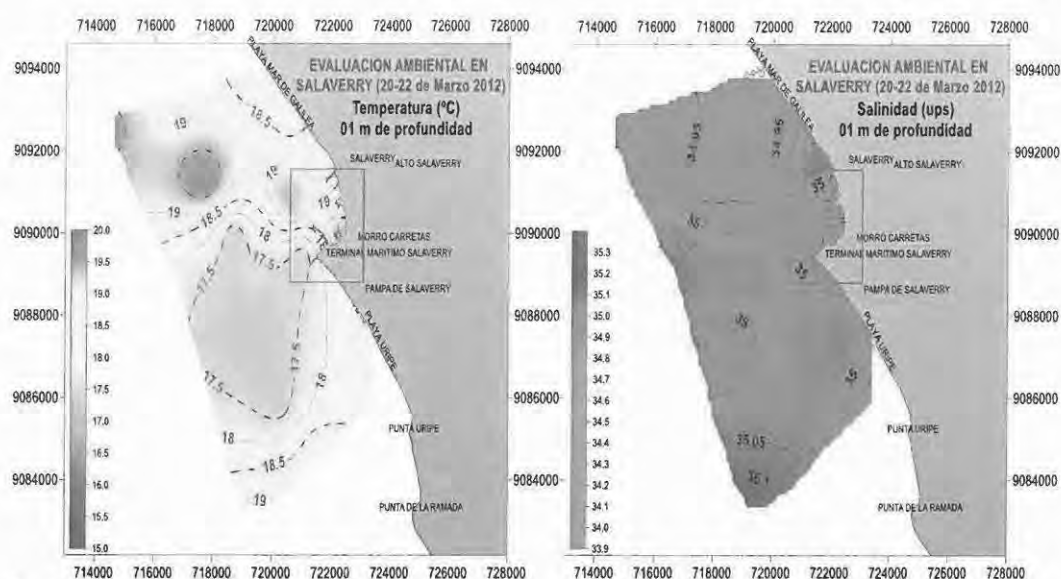
En marzo y julio del 2012 se realizaron trabajos de campo en el ámbito marino del puerto. En esta se evaluaron en total 24 estaciones oceanográficas. Ver **Anexo 4.1-10** - Mapa de Estaciones Oceanográficas.

4.4.13.1 Oceanografía fisicoquímica

Distribución de las variables físicas en superficie

La zona de estudio presentó condiciones ambientales frías, mostrando una anomalía negativa de $-1,6^{\circ}\text{C}$ respecto al promedio histórico del Cuadrado Marsden 308-78 (Zuta, 1972). La capa superficial presentó temperaturas que variaron de $17,24^{\circ}\text{C}$ a $20,12^{\circ}\text{C}$ con promedio de $18,40^{\circ}\text{C}$ y salinidades que oscilaron entre 34,90 – 35,15 ups con promedio de 34,99 ups (**Gráfico 4.4-5**).

Las temperaturas menores de $17,5^{\circ}\text{C}$ se hallaron por fuera de los 500 m de distancia de costa frente y en la zona sur de la zona de muelles, en tanto que, las temperaturas mayores de $19,0^{\circ}\text{C}$ se encontraron en la zona de muelles dentro de la puerto de Salaverry y por fuera de los 2 km al norte de la misma (frente a la playa Mar de Galilea).

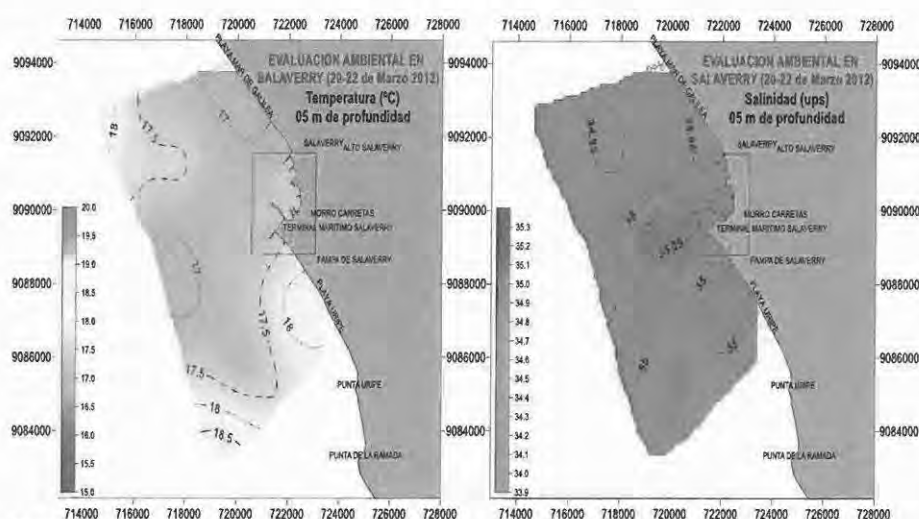
Gráfico 4.4-5 - Temperatura (°C) y Salinidad (ups) en superficie en el Puerto de Salaverry

Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

Distribución de las variables físicas a 5 metros de profundidad

La temperatura en este nivel osciló de 16,87°C a 19,06°C con un promedio de 17,40°C. Gran parte del área central y sur mostraron valores menores de 17,5°C, limitando a los valores mayores de 18,0°C a ubicarse en los extremos norte y sur por fuera de los 2 km.

Al sur de la zona de muelles dentro de 1 km se hallaron valores superiores a 18°C (Gráfico 4.4-6). Por otro lado, al igual que en la capa superficial, la salinidad mostró valores menores de 35,05 ups (entre 34,94 y 35,08 ups), valores que representaron junto con los valores de temperaturas, una distribución típica de ACF (Zuta, 1970), predominando concentraciones menores de 35,00 ups al lado norte de la zona de muelles y entre 35,0 y 35,08 al sur del molón principal (Gráfico 4.4-6).

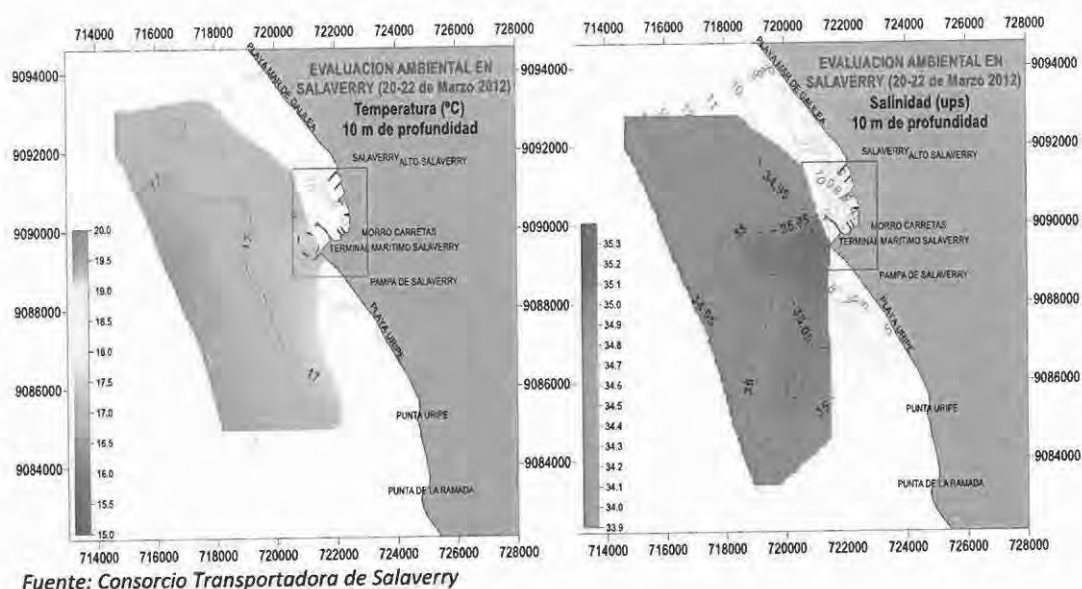
Gráfico 4.4-6 - Temperatura (°C) y Salinidad (ups) a 05 metros de profundidad en el Puerto de Salaverry

Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

Distribución de las variables físicas a 10 metros de profundidad

Las condiciones térmicas en el nivel de 10 metros, se mostraron mucho más homogéneas que en los niveles superiores, con temperaturas que oscilaron entre 16,58°C y 17,60°C. Los valores menores de 17,0°C se ubicaron entre las playas Uripe y Mar de Galilea, ocupando toda el área en mención por fuera de los 2 km (**Gráfico 4.4-7**). Más al sur, frente a Punta Uripe y dentro de los 2 km se hallaron los máximos valores de temperatura (> de 17,5°C). La salinidad varió de 34,93 y 35,15 ups, mostrando un predominio de concentraciones menores de 35,0 ups en el lado norte del área evaluada (**Gráfico 4.4-7**), en tanto que, los valores superiores a 35,0 ups se hallaron frente y al lado sur de la zona de muelles. Al igual que en los niveles anteriores, este nivel presentó ACF.

Gráfico 4.4-7 - Temperatura (°C) y Salinidad (ups) a 10 metros de profundidad en el Puerto de Salaverry



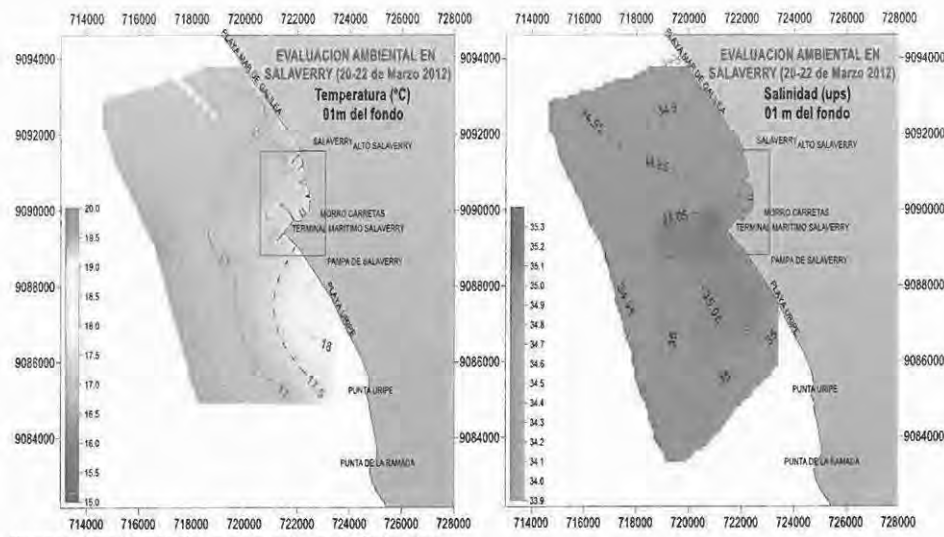
Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

Distribución de las variables físicas a 1 m. del fondo

La temperatura a 1 m del fondo varió de 16,5°C a 18,3°C, presentando un promedio de 17,1°C. En este nivel predominaron valores homogéneos menores de 17,5°C en toda el área de muestreo, excepto por el lado sur dentro de 1 km frente al primer molón, con valores superiores a 17,5°C (**Gráfico 4.4-8**). La salinidad osciló entre 34,82 y 35,15 ups ubicando a mayores concentraciones al centro del área evaluada, dentro de los primeros 2 km de costa frente al primer molón, en tanto que, las mínimas concentraciones se mostraron al lado norte, frente a la Playa Mar de Galilea dentro de los 500 m de costa con valores menores de 34,9 ups (**Gráfico 4.4-8**). Los valores térmicos y halinos mostraron la presencia de ACF en toda el área (similares a las capas anteriores).

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-8 - Temperatura (°C) y Salinidad (ups) a 1 metro de profundidad en el Puerto de Salaverry

Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

4.4.13.2 Batimetría

El fondo marino, dentro y entorno a la bahía de Salaverry, se compone de una zona profunda (mayor a 10 metros) y otra zona somera. La zona somera ubicada paralela a la costa y dentro de 1 km, corresponde a dos áreas separadas por la zona del terminal portuario de Salaverry: un área hacia el norte (de la zona del terminal) con plataforma costera delgada dentro de la bahía muy irregular que presenta una pendiente moderada y que cae rápidamente de 4 a 10 m hasta una distancia cercana a 500 m. Esta área presenta algunos rasgos abultados y varios núcleos de depresiones que siguen un rumbo nor-oeste hacia el centro de la Bahía (zona de paso de las naves); por otro lado, la zona somera hacia el sur (de la zona del terminal) se caracteriza por una pendiente suave que va de 8 a 10 metros en los primeros 800 m de costa con isobatas crecientes hacia mar afuera, paralela al borde costero.

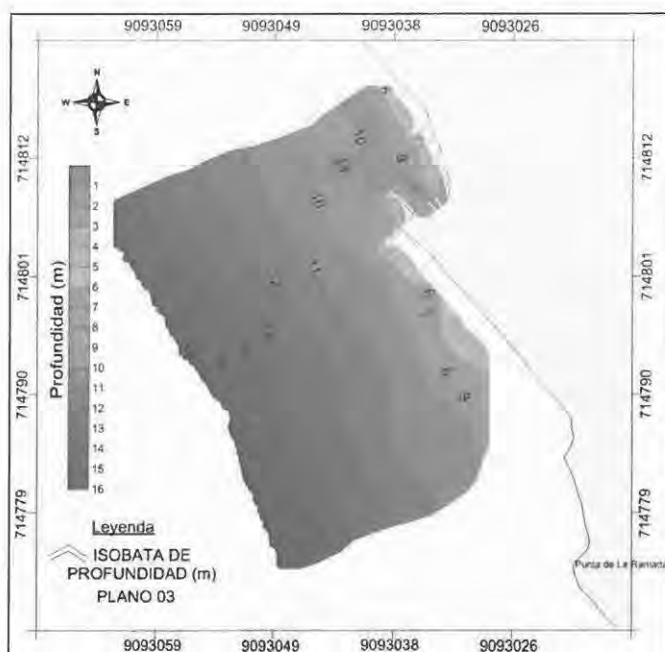
Una zona de canal (párrafo anterior "pase de naves") se presenta en el área de los muelles industriales hacia el centro de la bahía, marcada por varias depresiones angostas (Gráfico 4.4-9) y también con varios montículos orientados con tendencia SE – NW.

Asimismo, algunas depresiones en el orden de uno a dos metros se ubicaron por fuera de los 800 metros de costa, manteniendo el mismo patrón de orientación nor-oeste (NW).

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-9 - Gradiente batimétrico en el área marino-costera frente a Salaverry



Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

La zona profunda se ubica por fuera, a 1,1 km de distancia de costa, con un relieve bastante llano y con pendiente suave que cae de 10 a 16 m en 2,5 km, las isobatas se muestran paralelas y ascendentes a la línea de costa; de manera especial presenta en el centro de la bahía una depresión angosta de forma ligeramente elíptica, cuyo eje mayor tiene rumbo SE-NW. En general, el área profunda presenta una pendiente suave, de 1,2 km mar afuera, con una depresión en forma de núcleo hacia el centro de la bahía y algunas prolongaciones de depresiones menores provenientes del área oriental.

El fondo marino de la bahía Salaverry se compone de una serie de rasgos topográficos a diversas escalas. Los rasgos principales a mayor escala son una plataforma costera delgada muy irregular al costado de la línea de costa, que en el centro de la bahía posee algunas depresiones formando un pequeño canal submarino y una zona profunda, de suave pendiente.

La existencia de distintos tipos de sedimentos al interior del canal sugieren patrones desiguales de disposición, ya sea por una interacción compleja de los granos sedimentarios ante las características de las corrientes de marea, fenómenos de erosión y transporte por corrientes o por diferentes tipos de descarga de materiales sobre el canal, como el aporte por escurrimiento superficial causado por lluvias o desagües domésticos o industriales.

4.4.13.3 Olas

Los resultados de los análisis de las olas en el periodo de febrero de 2005 a febrero de 2012, muestran las siguientes particularidades:

- La ola típica con mayor ocurrencia en aguas profundas, presenta un período de 14 segundos, proveniente del suroeste y con una altura significativa de ola de 2,5 m. Este tipo de olas se presentó en un porcentaje de ocurrencia de 20,62 %, que representa 75,25 días durante un año.

- La rosa de dirección de olas corrobora que la mayor ocurrencia de olas proviene del suroeste con porcentajes que alcanzan el 75%, observándose que el segundo componente de mayor ocurrencia son las olas que provienen del sur, aproximadamente 20%. Asimismo, existen olas que provienen del oeste y noroeste cuyo porcentaje de ocurrencia en conjunto es menor al 5%.
- Con respecto a la altura de olas, se observó que la altura predominante se encuentra en el orden de 2,5 m; sin embargo, se aprecia también que existe un porcentaje de ocurrencia importante de olas con altura de 1,5 m. Por otro lado, las máximas alturas de olas se encuentran en el rango de 3 a 4 m.
- Para el periodo de olas, se observa que el periodo predominante se encuentra en el rango de 13 a 15 segundos (14 segundos como marca de clase) y los máximos periodos se encuentran en el rango de 19 a 21 segundos.

Los resultados de los análisis a nivel estacional muestran las siguientes particularidades:

- Los resultados a nivel estacional indican ciertas semejanzas entre el patrón de olas en aguas profundas, una de ellas es la dirección predominante del tren de olas, que como se ha observado proviene del suroeste, con porcentajes de ocurrencia en el orden del 75%. Asimismo, el periodo predominante se encuentra en el rango de 13 a 15 segundos, con máximos periodos entre 19 y 21 segundos.
- Las principales diferencias se encuentran en la altura de olas, ya que se ha observado que durante las estaciones de primavera y verano, se presenta una altura de ola predominante en el orden de 1,5 m, mientras que en las estaciones de otoño e invierno la altura predominante se incrementa hasta alcanzar el orden de 2,5 m. Lo mismo sucede con las máximas alturas de olas, en épocas de primavera y verano las máximas alturas se encuentran en el rango de 3 a 4 metros, mientras durante otoño e invierno este rango se incrementa de 4 a 5m.
- Otra diferencia notable se presenta en cuanto a la dirección de olas, a pesar que las dos principales direcciones predominantes son del suroeste (con mayor ocurrencia) y del sur, para todas las estaciones. Durante las estaciones de primavera y verano se observa la presencia de componentes de olas que provienen del oeste y noroeste, lo que no es observado durante las estaciones de otoño e invierno.
- De esta manera, se establece que durante el invierno se presentan olas con mayor altura en comparación que a la que se presenta en las estaciones más cálidas como la primavera y verano; sin embargo, por la orientación del área de estudio, las olas que provienen del oeste y noroeste, que se presentan con mayor ocurrencia en primavera y verano, podrían tener mayor efecto sobre el puerto debido a su orientación con respecto al tren de olas incidente. Esto será analizado más adelante en la propagación de olas.

A. Refracción y difracción de las olas

Refracción de olas

Se han realizado los cálculos de la propagación de oleaje considerando la dirección suroeste y oeste en aguas profundas, a partir del cual se realizó la propagación hacia aguas poco profundas. Debido a que las olas del suroeste son las que más predominan durante el año, se ha considerado en los cálculos de aguas poco profundas sólo las olas del suroeste. Para el oleaje que proviene del oeste sólo se consideró el cálculo de olas hasta el veril de 20 metros.

- Dirección Suroeste

Los resultados muestran que las olas llegan del suroeste, sobre el veril de los 5 m alcanzan alturas de aproximadamente 2,82 m bajo condiciones normales, mientras que para las condiciones de braveza, se alcanzan altura de olas de 5,07 m.

- Dirección Oeste

Las olas que llegan del oeste, sobre el veril de los 20 m alcanzan alturas de aproximadamente 1,34 m bajo condiciones normales, mientras que para las condiciones de braveza, se alcanzan alturas de olas de 2,23 m.

Cuadro 4.4-26 - Cálculo de olas para la dirección oeste

Profundidad (m)	Ho		Coeficientes de transformación			Hs (m)	
	Condiciones normales	Braveza	Kr	Ksh	Kd	Condiciones normales	Braveza
100	1,5	2,5	1,00	0,9574	1	1,44	2,39
50	1,5	2,5	0,99	0,9131	1	1,36	2,26
30	1,5	2,5	0,95	0,9343	1	1,33	2,22
20	1,5	2,5	0,91	0,9805	1	1,34	2,23

Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

Difracción de olas

Los resultados obtenidos se muestran en el **Cuadro 4.4-27**, donde se observa que en condiciones normales, sobre el terminal portuario, se presentan olas de 0,42 m de altura, mientras que para las condiciones de braveza de mar la altura de olas se encuentra aproximadamente en 0,76 m.

Cuadro 4.4-27 - Cálculo de difracción de olas sobre la zona de estudio

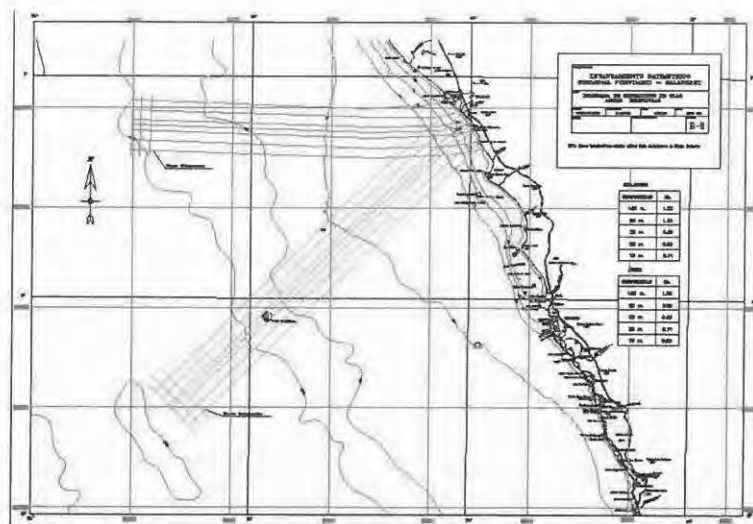
Hinc (m)	Kd	Hd (m)	Observación
2,83	0,15	0,42	Condiciones normales
5,07	0,15	0,76	Braveza de mar

Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

ECSA Ingenieros

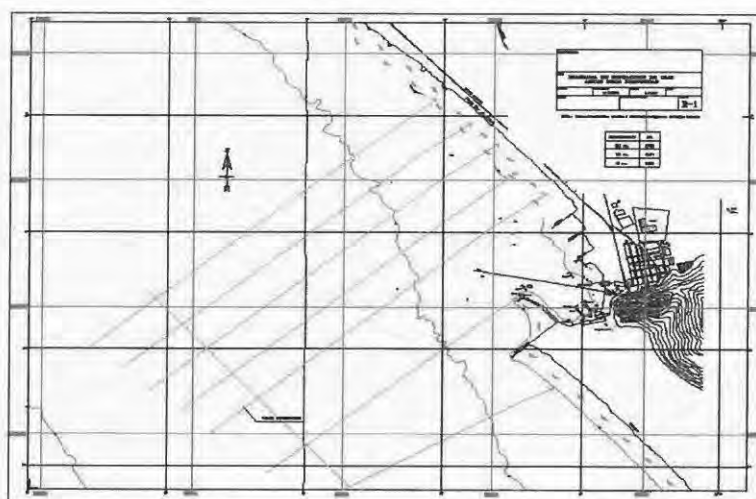
Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-10 - Diagrama de refracción aguas profundas para dirección suroeste y oeste



Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

Gráfico 4.4-11 - Diagrama de refracción para aguas poco profundas para dirección suroeste

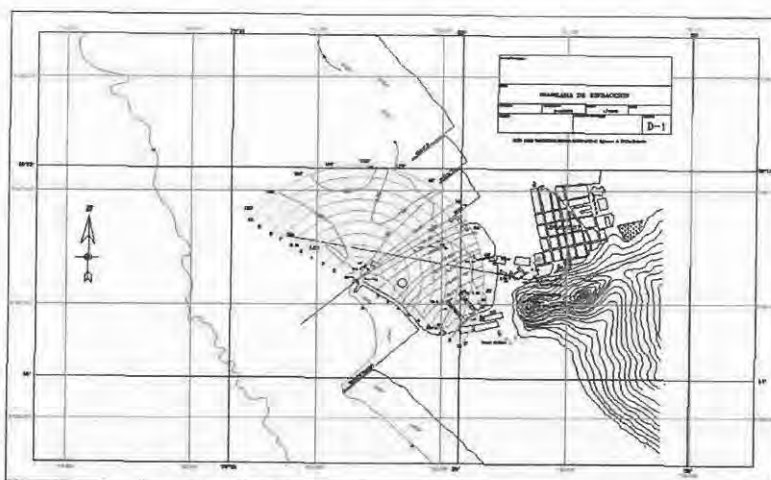


Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millanes Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-12 - Diagrama de difracción para aguas poco profundas para dirección suroeste



Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

4.4.13.4 Mareas

Indican que existe una mayor influencia del componente M2 sobre el área de estudio, observándose que este componente presenta mayores valores en la zona norte, por la propagación de la onda de marea cercano a las costas del Perú que proviene desde el norte, y esta va disminuyendo en magnitud hacia el sur.

Los valores de los componentes armónicos son presentados en el **cuadro 4.4-28**, donde se puede observar que el componente M2 es la que presenta mayor influencia sobre las características de la marea, seguido en orden por las componentes K1 y S2, mientras que las componentes N2 y O1 presentan una influencia mucho menor.

Cuadro 4.4-28 - Componentes armónicos de marea para el punto 8°24'00" S y 70°46'12" W

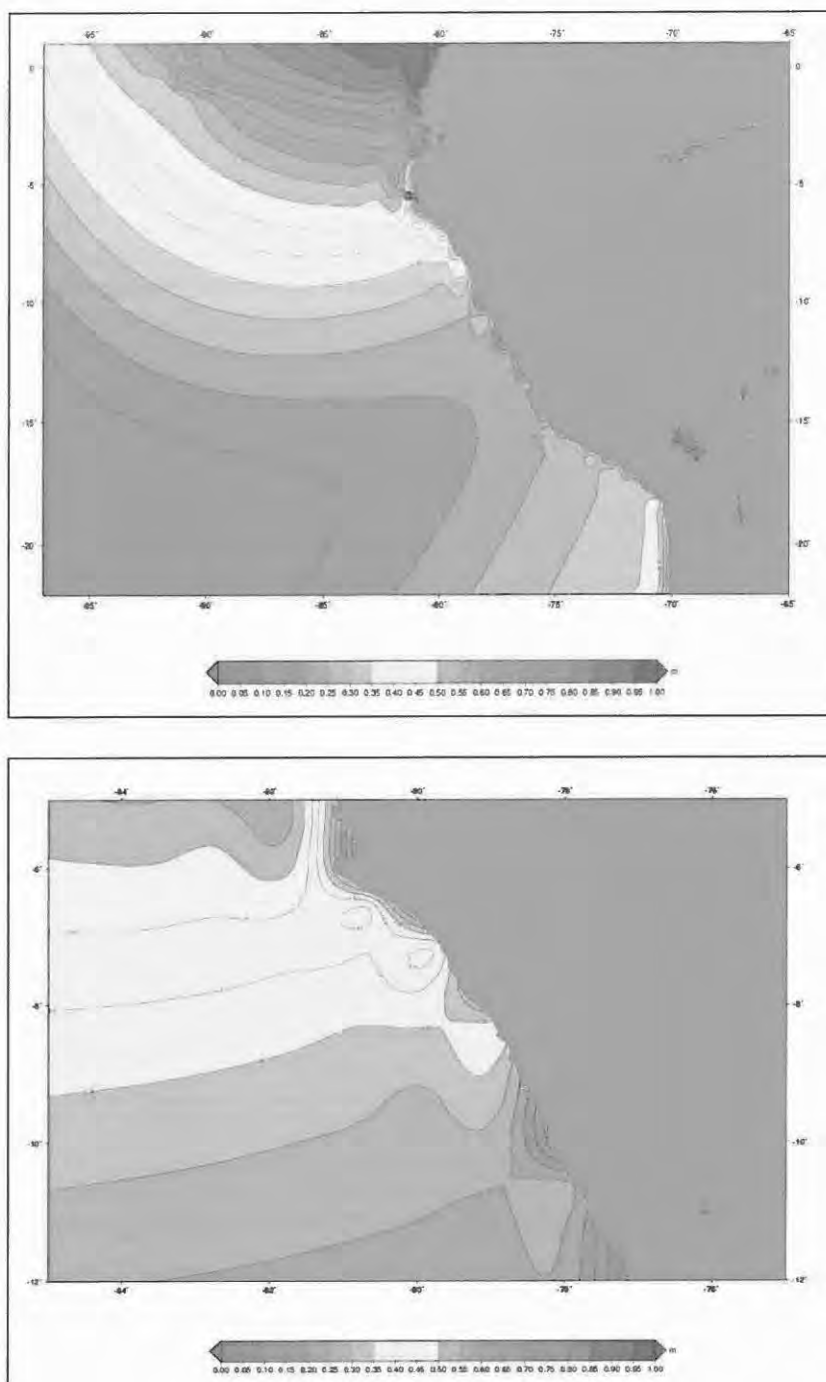
Parámetro	Componente	Nombre	Amplitud(m)	Fase (°)
z(m)	M2	Semidiurna lunar principal	0,35	280,8
z(m)	S2	Semidiurna solar principal	0,13	304,9
z(m)	N2	Semidiurna elíptica lunar	0,09	256,1
z(m)	K1	Diurna luni solar	0,14	30,4
z(m)	O1	Diurna lunar principal	0,06	351,2

Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-13 - Componente M2. Arriba: Región Perú. Abajo: Parte central del Perú

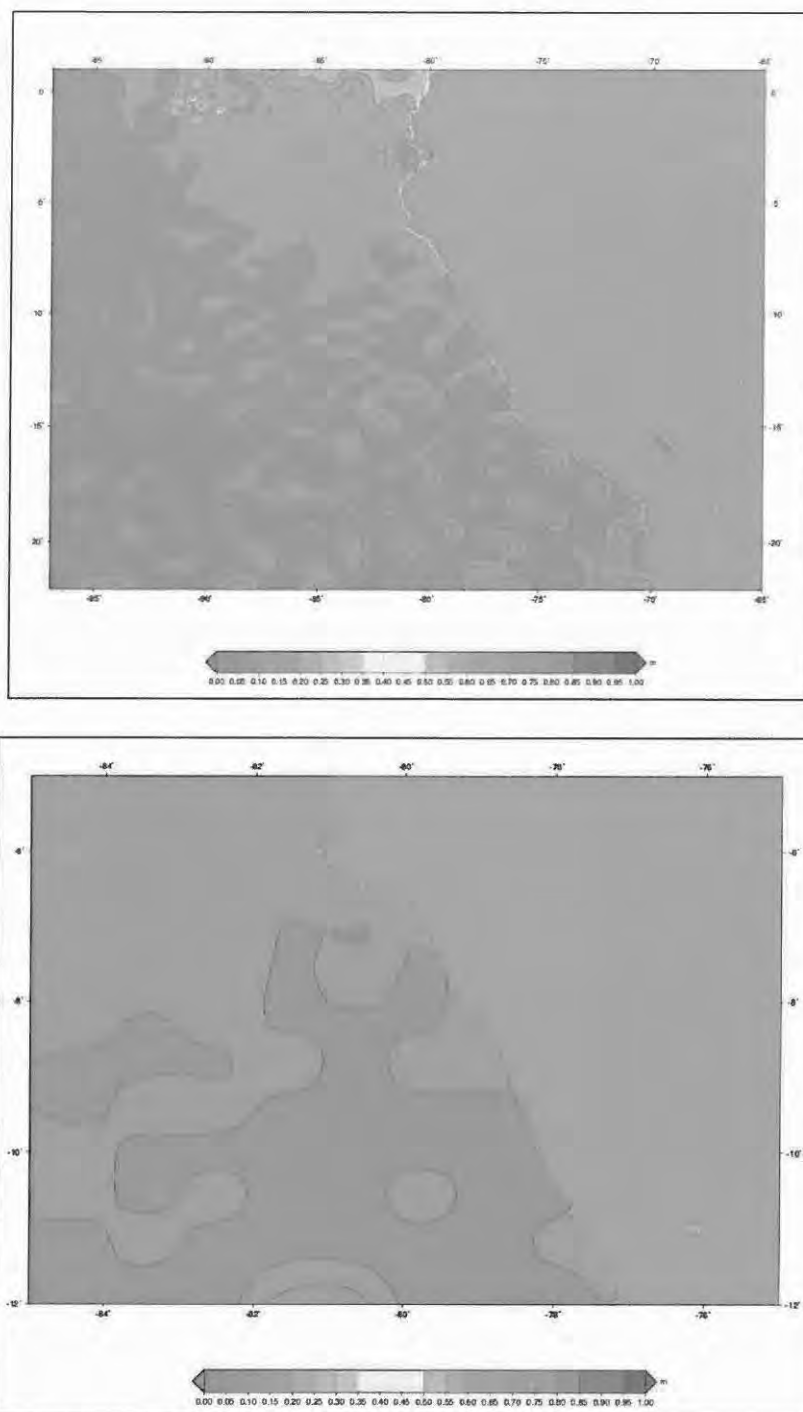


Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-14 - Componente N2. Arriba: Región Perú. Abajo: Parte central del Perú

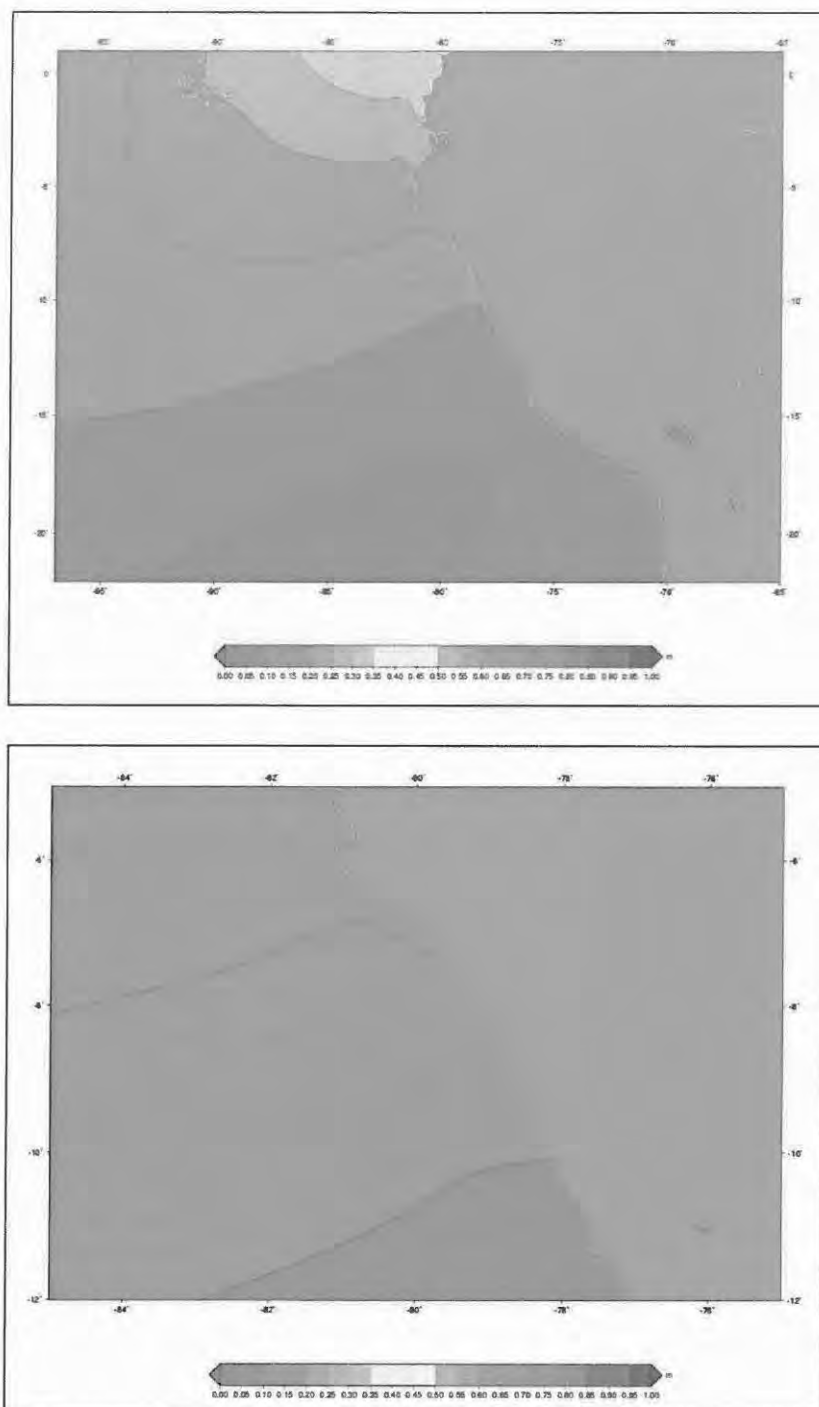


Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-15 - Componente S2. Arriba: Región Perú. Abajo: Parte central del Perú

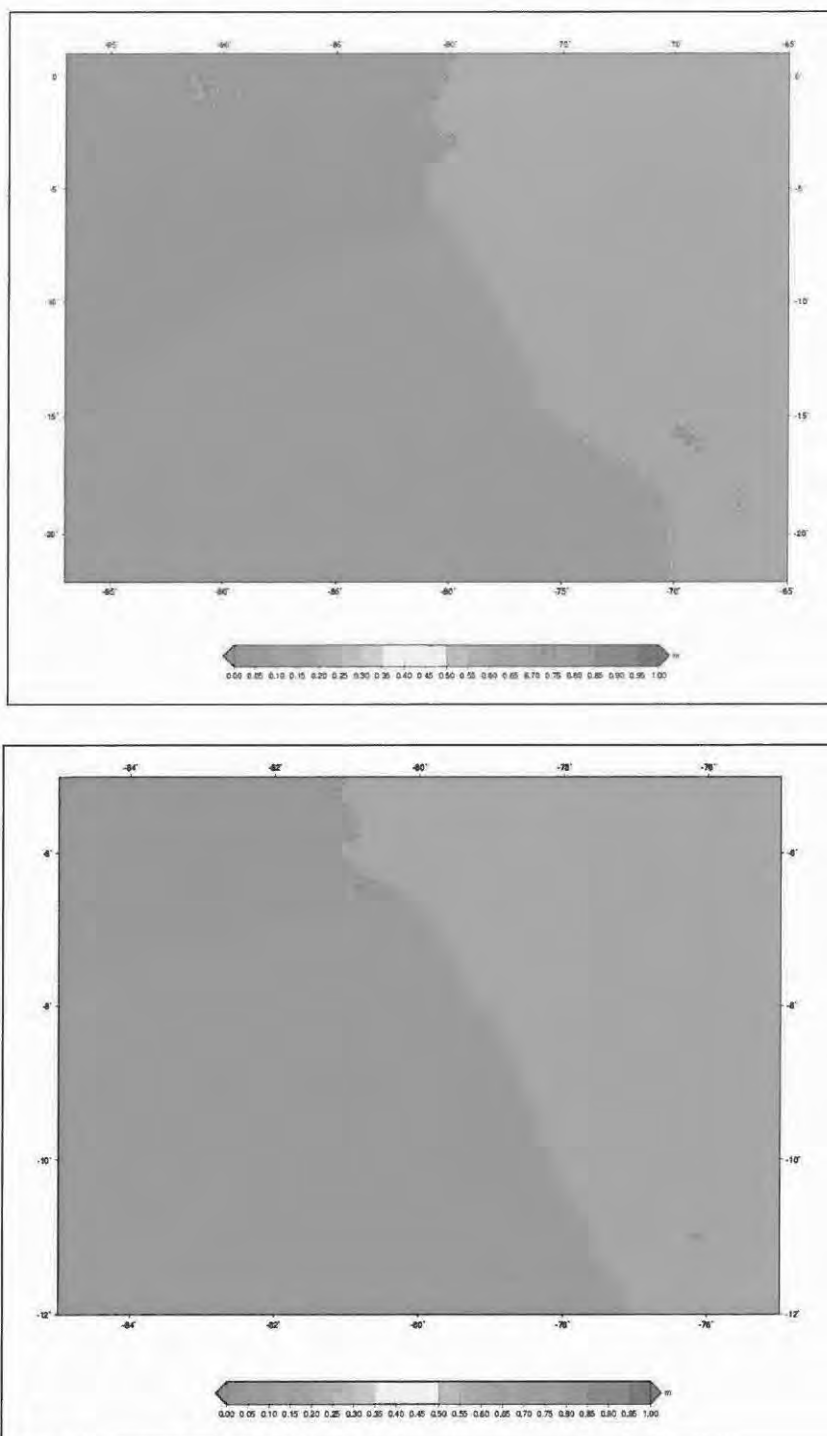


Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Gráfico 4.4-16 - Componente O1. Arriba: Región Perú. Abajo: Parte central del Perú



Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Milones Olano
Representante Legal

4.4.13.5 Corrientes

La dinámica de las corrientes en la zona de Salaverry está influenciada notoriamente por la Corriente Costera Peruana (CCP) al sur de la bahía, mientras que hacia el norte estaría influenciada por el régimen local de viento, que usualmente es muy fuerte después del mediodía y por la batimetría, la que presenta isóbatas ascendentes y paralelas a la configuración de la costa.

Corrientes marinas en la capa superficial

Durante el verano, las corrientes marinas en la capa de un metro de profundidad están expresadas en vectores de valores absolutos, presentando magnitudes de débiles a moderados que oscilaron entre 2,60 y 18,81 cm/s. La distribución de los vectores propone un desplazamiento de sur a nor-oeste NW (paralelo a la línea de costa) entre Punta La Ramada y el puerto de Salaverry completando su giro hacia el oeste W (movimiento anticiclónico o antihorario) una vez pasando la zona del terminal portuario Salaverry.

Las corrientes más intensas se ubicaron al centro y norte del área evaluada (por fuera del puerto de Salaverry), presentando movimiento de masas con dirección de salida, en cambio, las corrientes más débiles se ubicaron al sur de la bahía.

Corrientes marinas en la capa de cinco (05) metros de profundidad

En el verano, las corrientes marinas en este nivel, presentaron magnitudes menos intensas que en la capa anterior (superficie) con corrientes débiles que oscilaron entre 1,10 y 10,24 cm/s. La capa de 5 metros se caracterizó por presentar movimientos con tendencias hacia el oeste con giros anticiclónicos en el centro de la bahía (las corrientes tienden a estos giros por influencia de la fuerza de coriolis). Los vectores más débiles se ubicaron próximos a la línea de playa con orientación hacia el oeste alimentado por corrientes de fondo y del sur.

En las cercanías del puerto de Salaverry, la circulación marina presentó un desplazamiento hacia el nor-oeste (muy influenciado por el régimen local de vientos), mostrando intensidades muy débiles que oscilaron entre 2,4 y 6,8 cm/s.

Corrientes marinas en la capa de diez metros de profundidad

Durante el verano, las corrientes marinas en la capa de 10 metros presentaron flujos asociados con la CCP, pero con dos escenarios bien identificados; el primer escenario ubicado al sur del puerto de Salaverry (sur del primer molón) con flujos hacia el oeste, consecuencia del impacto de las corrientes que van hacia el norte con el talud de la línea de costa (principalmente el molón) ocasionando un giro anticiclónico; y el segundo escenario, el área ubicada al norte del puerto de Salaverry mostrando flujos con dirección hacia el norte y nor-oeste, influenciados principalmente por las capas superiores que tienden hacia las direcciones antes mencionadas y los flujos hacia el norte que se ubican por fuera de los 6 km frente a la playa Mar de Galilea.

Las magnitudes en esta capa oscilaron entre 2,95 y 18,35 cm/s ubicando a las más intensas al nor-oeste de la bahía. Los vectores más débiles se ubicaron al lado sur de la bahía probablemente debilitados por el impacto descrito anteriormente.

ECSA Ingenieros


Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Corrientes marinas en la capa a un (01) metro del fondo

Durante el verano, las corrientes marinas en la capa de fondo evidenciaron todos los procesos antes mencionados, mostrando al sur de la bahía flujos que se dirigen hacia el oeste, producto de los impactos antes mencionados. En el lado norte y por fuera de los tres kilómetros se presentaron flujos con dirección hacia el nor-oeste y son los flujos más intensos de la bahía, en tanto que, dentro de los tres kilómetros (lado norte) se mostraron los flujos influenciados por el régimen local de vientos que redireccionan los flujos hacia el oeste. Los flujos menos intensos se ubicaron en los extremos norte y sur, muy cerca de la línea de costa. Al igual que en las capas anteriores, los flujos se hallaron asociados a la CCP en toda la bahía, con un rango de oscilación entre 0,9 y 19,0 cm/s.

Las áreas próximas al terminal Portuario de Salaverry, mostraron una circulación marina con tendencia predominante hacia el nor-oeste y que fueron influenciados por el régimen local de vientos y la CCP, con intensidades muy débiles que oscilaron entre 5.3 y 6.8 cm/s.

4.4.14 CALIDAD DE AGUA DE MAR

Se ha realizado la evaluación de la calidad de agua de mar, con la finalidad de determinar si la calidad del agua de mar en el área de estudio del Proyecto cumple con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (D.S. 002-2008-MINAM³) Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, Ecosistemas marino costeros – marinos.

Para esto, se ha considerado los resultados de estudios anteriores realizados en la zona los cuales son:

- Muestreos del 2012, ejecutados por Knight Piésold Consultores S.A. en el marco del segundo entregable del EIA-sd del proyecto Terminal de Embarque de Concentrados de Mineral en el Puerto de Salaverry - Consorcio Transportadora Salaverry
- Muestreos del 2013 ejecutados por Knight Piésold Consultores S.A. por encargo de Consorcio Transportadora Salaverry como parte del monitoreo ambiental en las instalaciones y zonas de influencia del Terminal Portuario Salaverry.
- Muestreos del 2014 ejecutados por Knight Piésold Consultores S.A. por encargo de Consorcio Transportadora Salaverry como parte del monitoreo ambiental en las instalaciones y zonas de influencia del Terminal Portuario Salaverry.
- Muestreos del 2015, ejecutados por ECSA Ingenieros por encargo de Consorcio Transportadora Salaverry como parte del monitoreo ambiental en las instalaciones y zonas de influencia del Terminal Portuario Salaverry.

4.4.14.1 Calidad de agua de mar desde la playa Uripe hasta antes del balneario Las Delicias**A. Ubicación de los puntos de muestreo**

La elección de los parámetros, así como la ubicación de los puntos de muestreo, estuvo en función a la normativa vigente y de las actividades que se realizan en el ámbito del terminal portuario de Salaverry y la localización de los componentes del área de influencia. Ver el Anexo

³ Se considera los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua aprobados por el D.S. 002-2008-MINAM debido a que los estudios considerados para la descripción de este ítem se realizaron siguiendo el protocolo de monitoreo aprobado por la R.J. 182-2011-ANA.

4.1-11 - Mapa de Evaluación de calidad de agua de mar y sedimentos. La ubicación de cada punto de muestreo de calidad de agua se presenta en el **Cuadro 4.4-29**.

Cuadro 4.4-29 – Ubicación de los puntos para evaluación de calidad de agua de mar

Codificación EVAP	Estación	Coordenadas UTM DATUM WGS84 - Zona 17S		Codificación EVAP	Estación	Coordenadas UTM DATUM WGS84 - Zona 17S	
		Norte	Este			Norte	Este
M-1	8S	9090254	722486	M-13	20S	9089381	719147
M-2	9S	9090085	722078	M-14	21S	9091813	721924
M-3	10S	9089615	720960	M-15	22S	9091604	721396
M-4	11S	9088440	719479	M-16	23S	9091087	720416
M-5	12S	9087389	717571	M-17	24S	9090129	718722
M-6	13S	9090708	722341	M-18	25S	9089066	716857
M-7	14S	9090599	722000	M-19	26S	9092714	721078
M-8	15S	9090150	720689	M-20	27S	9092492	720411
M-9	16S	9088954	719466	M-21	28S	9091176	717714
M-10	17S	9091164	722194	M-22	31S	9092817	716512
M-11	18S	9091022	721741	M-23	32S	9092289	714778
M-12	19S	9090705	720928				

(1): Coordenadas UTM en el sistema WGS84, zona 17S.

Elaborado por ECSA Ingenieros

Fuente: Consorcio Transportadora de Salaverry

B. Resultados

Los resultados obtenidos del análisis realizado a las muestras tomadas en campo, se compararán con el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua, D.S. Nº 002-2008-MINAM, tomando en cuenta la categoría a la que pertenecen. En el **Cuadro 4.4-30** se presentan los resultados del monitoreo realizado.

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Cuadro 4.4-30A - Resultados de los muestreos base caracterización de agua de mar - Bahía

Punto / Estación de muestreo																				
Profundidad (m)																				
Estrato																				
LDM		Unidad	Fecha de muestreo	M-1	M-2		M-3		M-4		M-5		M-6		M-7		ECA			
				0	S	10	F	S	F	11,5	S	F	S	F	S	F	S	F		
Parámetros in situ																				
Temperatura		---	marzo 2012	N.S.	19,1	N.S.	19,2	N.S.	18,9	N.S.	19,6	N.S.	19,3	N.S.	17,4	N.S.	***delta 3°C			
			julio 2012	N.S.	17,5	N.S.	18	N.S.	18,1	N.S.	18,5	N.S.	17,4	N.S.	5	N.S.				
*Oxígeno Disuelto		---	marzo 2012	N.S.	3,53	N.S.	3,23	N.S.	4,66	N.S.	4,56	N.S.	5	N.S.	1,83	N.S.	>=4			
			julio 2012	N.S.	0,7	N.S.	3,35	N.S.	3,87	N.S.	3,58	N.S.	1,83	N.S.	34,8	N.S.				
Salinidad		---	marzo 2012	N.S.	35	N.S.	34,9	N.S.	35,5	N.S.	35,1	N.S.	34,8	N.S.	35,9	N.S.	---			
			julio 2012	N.S.	35,9	N.S.	35,9	N.S.	35,9	N.S.	35,9	N.S.	35,9	N.S.	7,82	N.S.				
pH		---	marzo 2012	N.S.	7,79	N.S.	7,63	N.S.	7,86	N.S.	8,01	N.S.	7,82	N.S.	7,76	N.S.	6,8-8,5			
			julio 2012	N.S.	7,7	N.S.	7,81	N.S.	7,85	N.S.	7,87	N.S.	7,76	N.S.						
Parámetros fisicoquímicos																				
Sólidos T. Disueltos		2	marzo 2012	33166	33726	33655	34294	34294	34365	33939	33600	33166	33655	33654	32941	33941	---			
			julio 2012	32880	33246	33307	33490	33429	33429	33124	32941	32941	32941	32941	16	14	6			
SólidosT. Suspendidos		2	marzo 2012	17	13	10	9	19	16	17	11	16	16	14	8	6	30			
			julio 2012	14	7	10	8	10	<2	9	<2	11	<2	11	8	6	11			
Parámetros Inorgánicos																				
Nitratos		0,008	marzo 2012	0,046	0,02	0,03	0,074	0,066	0,082	0,163	0,081	0,128	0,416	0,046	0,122	0,166	0,03			
			julio 2012	0,168	0,101	0,184	0,158	0,135	0,185	0,154	0,187	0,121	0,122	0,166	0,107	0,113	0,202			
Sulfuros		0,001	marzo 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,875	0,392	0,637			
			julio 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,738	0,801	0,763			
Fosfato		0,009	marzo 2012	0,116	0,118	0,123	0,11	0,327	0,078	0,118	0,057	0,072	0,119	0,08	0,106	0,109	0,03 - 0,09			
			julio 2012	0,114	0,123	0,111	0,107	0,117	0,107	0,098	0,114	0,107	0,107	0,113	0,109	0,109	0,14 - 0,7			
Silicatos		0,002	marzo 2012	0,815	0,567	0,548	0,778	1,32	0,834	0,942	0,582	0,979	0,875	0,392	0,637	0,763	0,05			
			julio 2012	0,748	0,898	0,896	0,793	0,978	0,671	0,686	0,431	0,616	0,738	0,801	0,763	0,763	0,05			
Cromo hexavalente		0,002	marzo 2012	N.S.	<0,002	<0,002	N.S.	N.S.	N.S.	<0,002	<0,002	<0,002	N.S.	<0,002	<0,002	<0,002	0,05			
			julio 2012	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05			
Metales totales																				
Arsénico (As)		0,002	marzo 2012	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05			
			julio 2012	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05			
Cadmio (Cd)		2E-04	marzo 2012	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,005			
			julio 2012	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,005			
Cobre (Cu)		0,002	marzo 2012	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05			
			julio 2012	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05			
Cromo (Cr)		5E-04	marzo 2012	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,05			
			julio 2012	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,05			
Mercurio (Hg)		5E-04	marzo 2012	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0001			
			julio 2012	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0001			

Fernando Guinand López de Romaña
Gerente del Proyecto
CONSORCIO TRANSPORTADORA SALAVERRY

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Punto / Estación de muestreo																			
Profundidad (m)																			
Estrato																			
Parámetro																			
LDM	Unidad	Fecha de muestreo	M-1		M-2		M-3		M-4		M-5		M-6		M-7		ECA		
			0	S	10	S	F	S	F	S	F	S	F	S	0	S		6	F
0,001	mg/L	marzo 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1
		julio 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
0,001	mg/L	marzo 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0082
		julio 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
0,02	mg/L	marzo 2012	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,081
		julio 2012	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Parámetros orgánicos																			
1	mg/L	marzo 2012	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1
		julio 2012	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
2	mg/L	marzo 2012	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	-
		julio 2012	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
0,001	mg/L	marzo 2012	<0,001	<0,001	2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	10
		julio 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
0,04	mg/L	marzo 2012	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,01
		julio 2012	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
Parámetros microbiológicos																			
1,8	NMP/100 mL	marzo 2012	<1,8	2	<1,8	<1,8	2	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	2	<1,8	2	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<30
		julio 2012	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	
1,8	NMP/100 mL	marzo 2012	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<30
		julio 2012	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	

(1) Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua- D.S. Nº 002-2008-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático

Elaborado por ECSA Ingenieros

Fuente: Monitoreo 2012 – Knight Piésold Consultores S.A.

LEYENDA

	No cumple con el estándar o valor límite establecido
	Cumple con el estándar o valor límite establecido
<	No detectado a valores menores

Fernando Guinand Lopez de Romaña
Gerente de Proyecto
CONSEJO TRANSPORTADORA SALAVERRY

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Cuadro 4.4-30B - Resultados de los muestreos base caracterización de agua de mar – Bahía (Continuación)

Punto / Estación de muestreo	M-8	M-9	M-10	M-11	M-12	M-13	M-14	ECA
Profundidad (m)	10	14	0	8	12	13	0	
Estrato	S	F	S	S	S	F	S	
Parámetro	LDM	Unidad	Fecha de muestreo					
Parámetros in situ								
Temperatura	---	°C	marzo 2012 julio 2012	19 17,7	N.S. N.S.	18,4 18	19,1 18,5	N.S. N.S.
*Oxígeno Disuelto	---	mg/L	marzo 2012 julio 2012	4,37 2,09	N.S. N.S.	4,02 3,78	5,37 2,32	N.S. N.S.
Salinidad	---	UPS	marzo 2012 julio 2012	35 35,9	N.S. N.S.	35 35,9	35 35,9	N.S. N.S.
pH	---	unid	marzo 2012 julio 2012	7,63 7,77	N.S. N.S.	7,77 7,85	7,77 7,73	N.S. N.S.
Parámetros fisicoquímicos								
Sólidos T. Disueltos	2	mg/L	marzo 2012 julio 2012	34294 33368	34294 33246	34223 33002	33868 33246	34294 33099
Sólidos T. Suspendidos	2	mg/L	marzo 2012 julio 2012	14 7	18 8	23 11	17 12	33673 33002
Parámetros inorgánicos								
Nitratos	0,008	mg/L	marzo 2012 julio 2012	0,088 0,145	0,043 0,163	0,061 0,197	0,042 0,125	0,124 0,214
Sulfuros	0,001	mg/L	marzo 2012 julio 2012	<0,001 <0,001	<0,001 <0,001	<0,001 <0,001	<0,001 <0,001	0,07 – 0,28
Fosfato	0,009	mg/L	marzo 2012 julio 2012	0,142 0,108	0,07 0,117	0,137 0,111	0,106 0,109	0,121 0,067
Silicatos	0,002	mg/L	marzo 2012 julio 2012	0,927 0,821	1,291 0,846	1,179 0,653	0,663 0,838	0,03 – 0,09
Cromo hexavalente	0,002	mg/L	marzo 2012 julio 2012	N.S. <0,002	N.S. <0,002	N.S. <0,002	N.S. <0,002	0,14 – 0,7
Metales totales								
Arsénico (As)	0,002	mg/L	marzo 2012 julio 2012	<0,002 <0,002	<0,002 <0,002	<0,002 <0,002	<0,002 <0,002	0,05
Cadmio (Cd)	2E-04	mg/L	marzo 2012 julio 2012	<0,0002 <0,0002	<0,0002 <0,0002	<0,0002 <0,0002	<0,0002 <0,0002	0,005
Cobre (Cu)	0,002	mg/L	marzo 2012 julio 2012	<0,002 <0,002	<0,002 <0,002	<0,002 <0,002	<0,002 <0,002	0,05
Cromo (Cr)	5E-04	mg/L	marzo 2012 julio 2012	<0,0005 <0,0005	<0,0005 <0,0005	<0,0005 <0,0005	<0,0005 <0,0005	0,05
Mercurio (Hg)	5E-04	mg/L	marzo 2012 julio 2012	<0,0005 <0,0005	<0,0005 <0,0005	<0,0005 <0,0005	<0,0005 <0,0005	0,0001

Fernando Guinard Lopez de Romaña
Gerente de Proyecto
CONSORCIO TRANSPORTADORA SALAVERRY

ECSA Ingenieros

Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal

Punto / Estación de muestreo	Profundidad (m)	Estrato	LDIM	Unidad	Fecha de muestreo	M-8		M-9		M-10		M-11		M-12		M-13		M-14		ECA
						S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	
Parámetros orgánicos	Níquel (Ni)	0,001	mg/L		julio 2012	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,1
					marzo 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
					julio 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
					marzo 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Parámetros inorgánicos	Plomo (Pb)	0,001	mg/L		julio 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,0082
					marzo 2012	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	
Parámetros microbiológicos	Zinc (Zn)	0,02	mg/L		julio 2012	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,081
					marzo 2012	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Parámetros microbiológicos	Aceites y Grasas	1	mg/L		marzo 2012	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1
					julio 2012	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
					marzo 2012	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
					julio 2012	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Parámetros microbiológicos	Fenoles	2	mg/L		marzo 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	10
					julio 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
					marzo 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
					julio 2012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	
Parámetros microbiológicos	DBO5	0,001	mg/L		marzo 2012	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,01
					julio 2012	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
					marzo 2012	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
					julio 2012	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
Parámetros microbiológicos	HTP(C9-C40)	0,04	mg/L		marzo 2012	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,01
					julio 2012	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
					marzo 2012	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
					julio 2012	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
Parámetros microbiológicos	Coliformes Totales	1,8	NMP/100 mL		marzo 2012	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<30
					julio 2012	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	
					marzo 2012	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	
					julio 2012	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	
Parámetros microbiológicos	Coliformes Fecales	1,8	NMP/100 mL		marzo 2012	N.S.	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<30
					julio 2012	N.S.	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	
					marzo 2012	N.S.	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	
					julio 2012	N.S.	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	

LEYENDA

	No cumple con el estándar o valor límite establecido
	Cumple con el estándar o valor límite establecido
<	No detectado a valores menores

(1) Estándar Nacional de Calidad Ambiental para Agua- D.S. Nº 002-2008-MINAM Categoría 4 Conservación del ambiente acuático
Elaborado por ECSA Ingenieros
Fuente: Monitoreo 2012 - Knight Piésold Consultores S.A.

Fernando Guinand López de Romaña
Gerente de Proyecto
CONSORCIO TRANSPORTADORA SALAVERRY

ECSA Ingenieros
Ing. José Enrique Millones Olano
Representante Legal