

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**SOBRE LAS OPERACIONES DE DRAGADO**  
**PERU LNG SRL**

**PLAYA MELCHORITA**  
**PROVINCIA DE CAÑETE**  
**DEPARTAMENTO DE LIMA**

**Julio 2003**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
SOBRE LAS OPERACIONES DE DRAGADO  
PERU LNG S.R.L.**

**CONTENIDO**

**I. INTRODUCCIÓN**

Antecedentes del proyecto

1.1. Antecedentes Generales del Área y del Dragado

1.1.1. Del Área

Zona de dragado

Zona de depósito de material dragado

1.1.2. Del Dragado

1.2. Justificación

1.3. Objetivos del Estudio

1.4. Metodología Aplicada

1.4.1. Planificación

1.4.2. Ejecución

1.5. Cronograma del Estudio

**II. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE DRAGADO**

2.1. Generalidades

2.1.1. Definiciones

2.1.2. Objetivos del Dragado

2.1.3. Proceso de Dragado

2.1.4. Clasificación de Dragas

2.2. Equipos de Dragado

2.2.1. Buque Draga tipo Leonardo Da Vinci

2.3. Plan de Dragado

2.4. Cronograma de Actividades del Dragado

2.5. Medios de Señalización de la Draga, Barcazas y Remolcadores

Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

- 2.6. Señalización del Canal Dragado
  - 2.6.1. Generalidades
  - 2.6.2. Características de las Boyas de Aproximación y salida al Canal
  - 2.6.3. Características de las Boyas del Canal
- 2.7. Señalización del Area de Depósito del Material Dragado
- 2.8. Medios y Equipos de Seguridad en la Draga
- 2.9. Facilidades Consideradas para Recepción de Residuos Oleosos, Agua Sucia y Basura procedente de las Embarcaciones
- 2.10. Medios de Equipamiento para Evitar la Contaminación del Agua y Playas con Desperdicios Orgánicos e Inorgánicos

### **III. CARACTERIZACION AMBIENTAL**

- 3.1. Geoformología y Geología
  - 3.1.1. Geología
  - 3.1.2. Geomorfología
  - 3.1.3. Morfología Costera
  - 3.1.4. Procesos de Erosión y Sedimentación
- 3.2. Aspectos Hidrogeológicos
- 3.3. Características Sísmicas
- 3.4. Fondo Marino
- 3.5. Sedimentos marinos.
  - 3.5.1. Objetivos
  - 3.5.2. Métodos.
  - 3.5.3. Resultados.
  - 3.5.4. Discusión.
  - 3.5.5. Conclusiones.
- Zona de dragado
  - Zona de deposito de material dragado
- 3.6. Corrientes
  - 3.6.1. Metodología
  - 3.6.2. Resultados

Zona de dragado

Zona de deposito de material dragado

3.6.3. Discusión para toda el área

3.7. Olas

3.7.1. Metodología para Evaluación de Olas

3.7.2. Análisis del Oleaje

3.7.3. Tipos de Oleaje

3.7.4. Resultados de Olas

3.7.5. Cálculo de Altura de Olas

3.7.6. Cálculo de Altura de Ola, Dirección Suroeste

3.7.7. Cálculo de Altura de Ola, Dirección Sur

3.7.8. Cálculo de Kr Total

3.7.9. Cálculo de Altura de Ola en Rompiente

3.7.10. Cálculo de la Profundidad de la Ola Cuando Rompe

3.7.11. Distancia a la que Rompe la Ola de la Playa

3.7.12. Características del Oleaje en Playa Melchorita

3.8. Mareas

3.9. Tsunamis

3.10. Meteorología

3.11. Aspectos Físicos de los Cambios Climáticos

3.12. Características Físico Químicas del Agua de Mar

3.12.1. Materiales y Métodos

3.12.2. Coordenadas de los Puntos de Muestreo

3.12.3. Calidad del Agua, Resultados y Discusión

3.12.4. Calidad del Sedimento, Resultados y Discusión

3.13. Condiciones Biológicas

3.13.1. Materiales y Métodos

3.13.2. Resultados y Discusión

3.13.3. Mareas Rojas

3.14. Usos Actuales y Futuro del Mar y Playas

3.15. Factores Socio Económicos

- 3.15.1. Localización del Proyecto
- 3.15.2. Uso y tenencia de la tierra
- 3.15.3. Perfil Social
- 3.15.4. Población
- 3.15.5. La Pobreza
- 3.15.6. Servicios de Infraestructura
- 3.15.7. Vías de Comunicación y Transporte
- 3.15.8. Energía Eléctrica
- 3.15.9. Perfil económico

#### **IV. EFECTOS AMBIENTALES EN LA ZONA DE DRAGADO Y EN LA ZONA DE DEPÓSITO DEL MATERIAL DRAGADO**

- 4.1. Determinación de los Puntos Críticos en la Instalación y Operación del Terminal y de la Draga
  - 4.1.1. Ubicación del Dragado
  - 4.1.2. Sistema de Manipuleo en la Draga
  - 4.1.3. Manejo y Mantenimiento de la Draga
- 4.2. Efectos Ambientales Potenciales
- 4.3. Evaluación de Efectos Previsibles
  - 4.3.1. Efectos sobre el Uso Recreativo
  - 4.3.2. Efectos sobre la Dinámica Marina
  - 4.3.3. Efectos sobre la Topografía y Batimetría
  - 4.3.4. Efectos sobre la Morfología Costera
  - 4.3.5. Efectos sobre la Calidad de Agua
  - 4.3.6. Efectos en el Suelo
  - 4.3.7. Efectos sobre la Flora y Fauna
  - 4.3.8. Efectos Ecológicos
  - 4.3.9. Efectos Estéticos

#### **V. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA ZONA DE DRAGADO Y**

Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

## **LA ZONA DE DEPÓSITO DE MATERIAL DRAGADO**

### **5.1. Medidas de Mitigación**

- 5.1.1. Medidas para Conservar la Calidad del Agua
- 5.1.2. Medidas para el Cuidado de las Condiciones Biológicas
- 5.1.3. Desarrollo de Actividades en el Dragado
- 5.1.4. Mantenimiento de la Draga

### **5.2. Medidas Complementarias de Mitigación**

- 5.2.1. Plan Operacional de Contingencias
- 5.2.2. Programa de Monitoreo

## **VI. IDENTIFICACION DE PARAMETROS PARA AUDITORIAS AMBIENTALES**

- 6.1. Parámetros Físicos
- 6.2. Parámetros Químicos
- 6.3. Parámetros Biológicos

## **VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Zona de dragado

Zona de deposito de material dragado

### **\*Composición del equipo participante**

## **VIII. ANEXOS**

- 8.1 Certificados
- 8.2 Registro Fotográfico
- 8.3 Planos
- 8.4 Glosario de términos
- 8.5 Bibliografía

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
SOBRE LAS OPERACIONES DE DRAGADO  
CAMISEA LNG COMPANY**

**I. INTRODUCCION**

**Antecedentes del proyecto**

Perú LNG S.R.L. (PERU LNG), es una empresa dedicada a las actividades hidrocarburíferas en el Perú, entre las cuales se encuentra la ejecución de un proyecto de exportación de gas natural licuado (“GNL”) a la costa oeste de Norteamérica, utilizando para tal efecto el Gas Natural producido en los yacimientos de Camisea.

PERU LNG para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo a los “ Lineamientos para el desarrollo de Estudio de Impacto Ambiental relacionados con los proyectos para operaciones de dragado en un área acuática que este bajo la jurisdicción de la Dirección General de Capitanías y Guardacostas “ , de acuerdo a la Resolución Directoral N°0397-2000/DCG de fecha 29 de Agosto del 2000, contrató los Servicios de Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos S.A. , debidamente inscrita en la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, de acuerdo al Certificado de Registro de Empresas y Asociaciones relacionadas a la Actividad Acuática Nro. 44-97

Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

de fecha 26 de Noviembre de 1997.

Para la ejecución del proyecto de exportación de GNL, PERU LNG planea construir una planta de licuefacción de gas natural y demás facilidades requeridas por el proyecto en un terreno eriazos de aproximadamente 521 hectáreas ubicado entre el Océano Pacífico y la actual carretera Panamericana sur, entre los km 167 al km 170 de la misma, en el distrito de San Vicente, provincia de Cañete, departamento de Lima.

**PERU LNG** tiene proyectado implementar frente a playa Melchorita, un Terminal Marítimo y un rompeolas para operar con buques tanques metaneros de 277 m de eslora y 43.4 m de manga, para embarque de Gas Natural Licuado (GNL) o LNG por sus siglas en inglés.

**PERU LNG** contrató los servicios de Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos S.A. ( Registro Nro. 44-97 DICAPI de fecha 26 de Noviembre de 1997) para la elaboración del presente Estudio.

### **Ubicación**

El Terminal Marítimo que proyecta construir PERU LNG, se localizará en la zona de playa Melchorita a unos 15 km al sur de la ciudad de Cañete, provincia de Cañete y departamento de Lima. Ver plano A – 1 del Estudio Hidro-oceanográfico.

## **1.1 ANTECEDENTES GENERALES DEL AREA Y DEL DRAGADO**

### **1.1.1 DEL AREA**

La costa peruana es una franja que corre paralela al litoral, comprende varios paisajes tales como los valles fluviales que la recorren transversalmente de Este a Oeste, los



desiertos interfluviales, dispuestos entre los valles que comprenden subpaisajes como planicies o pampas, cerros y quebradas secas.

La costa peruana se sitúa entre los paralelos de 03° 23' y 18° 20' de Latitud Sur. La línea de costa tiene una longitud de 3,080 km. La región de la costa, no obstante de ser la menos extensa del territorio nacional, concentra la mayor parte de la población teniendo en Lima como el centro de mayor importancia, con el 27.2% de la población nacional.

El Terminal Marítimo de la planta de Licuefacción y exportación de Gas Natural estará situado en el centro de la costa peruana, entre 167 y 170 kilómetros al Sur de la capital, en playa Melchorita, distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, departamento de Lima, al Sur del río Cañete. No existen instalaciones marítimas en un radio de 15 Kms. La playa Melchorita, es una playa rectilínea de arena fina, con un ancho aproximado entre 50, 80 y 100 m, de poca pendiente. La playa es larga, sin accidentes costeros como salientes, puntas, sistemas rocosos, entradas u otros rasgos morfológicos relevantes. La parte posterior de la playa presenta DOS (02) terrazas (acantilados) la primera entre 30 a 40 m de altura de material no consolidado, en cuyo borde se aprecia gran cantidad de leña, constituida por carrizo (caña), ramas y palos, y la segunda superior entre 80 y 130 metros.

La playa presenta dos bermas de playa evidenciando el alcance de las aguas marinas en casos de bravesas y altas mareas. La zona de rompiente es relativamente ancha, apreciándose de 3 a 4 olas rompientes. Se ha observado que la rompiente es del tipo Envoluta en un 70 % y Derramante en un 30 %. En general, el oleaje es relativamente intenso con olas que pueden alcanzar los 4.0 m en rompiente. No cuenta con abrigos naturales para el atraque de embarcaciones durante todo el año, por lo que se piensa construir un rompeolas paralelo a la línea de costa, al Oeste, adyacente al cabezo del muelle.

### **Zona de dragado**

Para facilitar el acceso al terminal marítimo se ha proyectado construir un rompeolas de unos 800 m. de longitud y dragar un canal de navegación en forma de herradura, hasta la profundidad máxima de los 18 m. con un ancho de 250 m y una longitud de unos 2250 m.

El fondo es plano y arenoso sin irregularidades de consideración.

Las profundidades varían entre 13 y 15 m.

#### **Zona de deposito del material dragado.**

Tiene forma cuadrada de 2 km. de lado.

El fondo es plano y arenoso sin irregularidades de consideración.

Las profundidades varían entre 20 y 32 m.

La extensión territorial del Distrito de San Vicente de Cañete, tiene una superficie de 513.15 km<sup>2</sup> que incluye una población de 38,057 habitantes.

Sus límites son:

Norte : Distritos de San Luis e Imperial

Este : Distritos de Nuevo Imperial y Lunahuana

Sur : Distrito de Chincha

Oeste : Océano Pacífico.

La playa Melchorita, se encuentra situada en:

Latitud Sur : 13° 19' 24.5"

Longitud Oeste : 76° 14' 31.7"

#### **1.1.2 DEL DRAGADO**

PERU LNG tiene proyectado la ejecución de dragado de una zona adyacente al cabezo del muelle a construirse en playa Melchorita, con la finalidad de mantener una

Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

profundidad adecuada para el desembarque y embarque desde buques de gran tonelaje, y de esta manera mantener operativo el Terminal.

El puente de acceso a la plataforma de carga de GNL tiene previsto una longitud de 1300 m y está limitada por CUATRO (04) motivos:

1. El gas debe ser mantenido a cierta temperatura para rehuir la evaporación (-163 grados centígrados), a mayor longitud del muelle se incrementa el calor al interior de las tuberías, lo cual ocasiona que no llegue el gas natural en forma líquida sino que se regasifique, incumpliendo con la eficiencia de la planta y sus instalaciones para la exportación.
2. La altura en la cual se ubicaran los tanques de almacenamiento (alrededor de 130 m s.n.m.m.), genera esfuerzos que incrementan la temperatura del gas.
3. Se requiere la profundidad de 18 metros para permitir el ingreso y maniobra del buque metanero y de esta manera hacer posible la carga del GNL.
4. Un menor longitud del puente de pilotes interrumpirá en menor grado el tráfico de las embarcaciones cerca de la costa.

El dragado se efectuará con el buque draga tipo Leonardo Da Vinci. Es una draga de corte y succión (Cutter Suction Dredger) que opera con barcasas, fue diseñada y fabricada por la compañía Jan De Nul – Bélgica en 1986.

Así mismo, los sedimentos del fondo de la zona de dragado serán transportados en barcasas remolcadas hacia la zona de depósito del material dragado, aproximadamente a 8.2 km al Oeste de la plataforma de carga; con el objetivo de evitar el retorno de los sedimentos al área a dragar y minimizar el efecto en las comunidades marinas.

La draga Tipo Leonardo Da Vinci tiene las siguientes características principales:

Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

Eslora:	127.09 m
Manga:	22.40 m
Profundidad de dragado:	32.0 m
Calado sin carga:	5.18 m
Diámetro de la tubería de succión:	0.9 m
Diámetro de la tubería de descarga:	0.9 m
Diámetro de tubos para cargar barcas:	0.9 m
Sistema de descarga:	hacia barcas
Velocidad:	11.0 nudos
Alojamiento:	41 personas
Año de construcción:	1986
Fabricante:	Jan De Nul - Bélgica

1.2 JUSTIFICACION

**PERU LNG** es una Compañía dedicada a la actividad petrolera y pretende ejecutar un proyecto para exportar el gas natural procedente de los yacimientos de Camisea, lo cual traerá gran inversión y trabajo en el país. En tal sentido, **PERU LNG** ha proyectado la ejecución del dragado adyacente a la plataforma de carga de GNL, con el fin de mantener una profundidad adecuada (alrededor de 18 m) para permitir la operación segura con buques de 11.5 m de calado.

Así mismo, existe la necesidad de efectuar el dragado de mantenimiento para mantener el muelle operativo todo el tiempo, y evitar el cierre del mismo. Si el muelle dejara de operar, ocasionaría un impacto negativo severo en la actividad de exportación de gas natural, no sólo en la zona, si no de todo el país, ya que mucha de las actividades socio económicas, están ligadas a los servicios y empleos que ofrece dicha exportación.

Las actividades del dragado, por su propia naturaleza, no provocarán significativas modificaciones de las características físicas, químicas y biológicas del medio marino. El monitoreo de la zona permitirá verificar que se cumpla con los Límites establecidos en la Ley General de Aguas.

Este Proyecto se enmarca dentro del propósito del Estado Peruano de incentivar la inversión privada, promover el empleo en nuestro país y al derecho que tiene toda persona de invertir y conservar un ambiente saludable, adoptando las medidas de mitigación ambientales correspondientes, sin descuidar la preservación del paisaje y la naturaleza, y que se mencionan en el presente estudio.

La zona donde se ubica el muelle es una zona apropiada para el desarrollo de la actividad industrial, está situada hacia el lado de mar de la denominada Pampa Melchorita que es un terreno eriazos alejado de áreas urbanas y aproximadamente equidistante de las ciudades de Cañete y de Chincha.

#### **Criterios de selección de la ubicación del terminal Marítimo**

En adición a otros requerimientos para determinar la ubicación de una obra portuaria (accesos, condiciones de mar y de clima, actividades en la zona, facilidades en las cercanías, etc.), para el presente proyecto se ha tenido en cuenta además los siguientes criterios de seguridad:

1. Area se encuentra distante de centros poblados en area de playas poco transitadas.
2. Protegido del tráfico marítimo y de la acción del oleaje.
3. Proveer de puntos de amarre suficientemente resistentes.
4. Emplear brazos de carga del GNL resistentes.
5. Enlazar los sistemas de Corte de emergencia del suministro de GNL (ESD) del buque y del terminal.
6. Proporcionar de DOS (02) niveles del sistema de Sistema de emergencia de liberación de mangueras de carga (emergency release system - ERS), para cada brazo de carga, en el primer paso se corta el suministro de GNL y se cierran las válvulas en las líneas, en un segundo paso se desconectan los acoplamientos de las mangueras con el buque (Powered Emergency Release Couplers - PERC).
7. Instalar sistema de monitoreo de velocidad y dirección del viento.
8. Instalar sistema de monitoreo de esfuerzos en las líneas de amarre en los ganchos de

escape rápido.

9. Determinar la magnitud máxima del derrame, de la nube de gas y de las zonas libres de riesgos de ignición.

En años recientes, muchos proyectos presentaron dificultades al ejecutarse por no haber prestado debida atención a los factores ambientales, algunos proyectos han sido rechazados por atentar contra los recursos naturales o por costos imprevistos que han sobrecargado el presupuesto inicial.

Los Estudios de Impacto Ambiental (E.I.A.) son obligatorios en todos los proyectos de obra o actividades, de carácter público o privado, que puedan provocar daños no tolerables al ambiente. La obligación de hacer estos estudios constituye una medida de carácter preventivo para conciliar la conservación con el desarrollo. Los Estudios de Impacto Ambiental son importantes porque de su evaluación se puede tomar la decisión oportuna de continuar o no con el proyecto.

El Estudio de Impacto Ambiental se realizará esencialmente como parte del estudio de factibilidad. Considerando todos los efectos ambientales posibles que pudieran ser causados por las actividades de dragado, basados en la experiencia de otros proyectos similares, los aspectos ambientales mostrarán cualitativamente todos los efectos ambientales.

**PERU LNG** presenta el Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.) para las operaciones de dragado, en cumplimiento a lo dispuesto en el Texto de Procedimientos Administrativos de la Marina TUPAM-15001 edición del 23 de Noviembre del 2002.

El presente Estudio de Impacto Ambiental se ha elaborado siguiendo los *“Lineamientos para el desarrollo de Estudios de Impacto Ambiental, relacionados con los proyectos para operaciones de dragado en un área acuática (mar o cualquier cuerpo de agua) que esté bajo la jurisdicción de DICAPI”*, establecidos por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú mediante Resolución Directoral N° 0397-2000 / DCG de fecha 29 de Agosto del 2000; y complementados con *"Lineamientos para el desarrollo de Estudios de Impacto Ambiental relacionados con proyectos de construcción de muelles, embarcaderos y otros similares"*, establecidos por la Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú mediante R.M. N° 0052-96/DCG del 09.3.96 y R.M. N°0283-96/DCG del 25.10.96.

Este tipo de proyecto también está sujeto a las leyes ambientales y leyes internacionales adoptados por el Perú. Acuerdos y protocolos internacionales, leyes nacionales y otros estándares ambientales que son relevantes a este tipo de proyecto, son usados para la evaluación de los efectos, normas que han sido detalladas en el capítulo 1 del presente EIA.

### 1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene como objetivo evaluar las condiciones medio ambientales y la socio-económicas de la zona, a fin de determinar los posibles efectos que podría causar las actividades de dragado y depósito del material dragado, teniendo en cuenta los Estudios Hidro-Oceanográficos realizados, para recomendar medidas, que permitan mitigar efectos negativos sobre el medio marino.

Para tal efecto, en el estudio se determinaron los siguientes parámetros:

- a) Antecedentes generales del área que permitan determinar las principales actividades socio-económicas y su relación con el medio; y del dragado, sus características de diseño y actividades que giran alrededor de él, a fin de determinar sus posibles efectos.
- b) Características de la dinámica oceánica (vientos, corrientes, olas y mareas), que permitan la adecuada dilución y dispersión de los residuos y sedimentos vertidos al mar por el continuo plan de dragado y depósito del material dragado. Así mismo, determinar la dinámica que pueda influenciar en cambios, modificaciones o alteraciones tanto en las infraestructuras o sobre los procesos de sedimentación o erosión.
- c) Características de las aguas del cuerpo receptor, particularmente: temperatura, pH, oxígeno disuelto, DBO(5), sólidos suspendidos, nutrientes, entre otros, de tal manera que sirva de **Estudio de Línea Base** para determinar en el futuro, los efectos que las actividades del dragado y depósito del material dragado puedan causar en el entorno.

- d) Características bentónicas en el área, para determinar cuáles son las comunidades de especies vivas sedentarias, que serían afectadas directamente por el vertimiento de residuales y material dragado, su resistencia o adaptación a los contaminantes orgánicos y las deducciones que permitan determinar el estado en que se encuentran.
- e) Determinar los posibles efectos ambientales de acuerdo a factores ambientales (fisiográficos, oceanográficos, flora y fauna marina) y factores antropogénicos (población, cultural y salud), así como, de los puntos críticos de las actividades del dragado, y sus efectos previsibles en lo estético, salud pública y ecológico.
- f) Proponer las medidas de mitigación más adecuadas para minimizar los efectos negativos generados por las actividades de dragado y depósito del material dragado.
- g) Identificar los parámetros para auditorias ambientales, a fin de examinar y verificar los efectos ambientales de la actividad evaluada, así mismo, lo referente a la efectividad de los procedimientos recomendados para la mitigación de los efectos adversos y ver la utilidad del régimen y técnicas del monitoreo.

## **1.4 METODOLOGIA APLICADA**

El desarrollo del estudio comprendió las siguientes etapas:

### **1.4.1 PLANIFICACION**

Se realizó teniendo en cuenta las características fisiográficas, oceanográficas y batimétricas en el área de estudio, así como, el efecto de las corrientes, sobre la dispersión de los sedimentos o materiales introducidos en el mar. Se determinó efectuar un muestreo de NUEVE (09) estaciones hidrográficas de observación y muestreo en la zona de maniobras en el canal de dragado.



Se efectuaron observaciones de campo por los alrededores del futuro Terminal, a fin de identificar otras infraestructuras o cambios producidos por la dinámica marina, así como, entrevistas a diferentes pobladores, entre ellos trabajadores y pescadores de la zona.

#### **1.4.2 EJECUCION**

El trabajo de campo correspondiente a mediciones hidro oceanográficas y toma de muestras, se realizaron los días 26 y 27 de Marzo del 2003. Asimismo se conto con la informacion recogida por Golder Associates dentro del levantamiento de la linea base para el EIA (ver capitulo 3)

En un periodo aproximado de 15 días se procedió a revisar y analizar la información existente sobre las condiciones oceanográficas, hidrográficas, geomorfológicas, biológicas, meteorológicas y socio económicas del área, referidas a los aspectos de mediciones hidro oceanográficas y toma de muestras de agua y de fondo, realizándose las siguientes actividades:

a) Posicionamiento de las estaciones de observación y muestreo:

Durante el planeamiento se determinaron NUEVE estaciones de muestreo, utilizando la carta batimétrica del área a una escala de 1:100,000, elaborada por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina y de las cartas proporcionadas por la Compañía y del estudio Hidro oceanográfico. Para la ubicación de las estaciones se utilizó un GPS Geodésico, llevado a bordo de la embarcación tipo "chalana" con motor fuera de borda utilizada para el muestreo. La información de las profundidades de las estaciones de muestreo fue determinada por medio de una sondaleza y se corrigió el efecto de mareas.

b) Muestreo:

Las muestras para temperatura y salinidad, fueron colectadas con botellas Niskin en la superficie y a cada metro de profundidad. Adicionalmente, se colectaron muestras

para determinar en laboratorio el oxígeno disuelto, la DB0(5), sólidos en suspensión y nutrientes, en superficie y a diferentes niveles de profundidad.

Las muestras de plancton para el análisis del fito y zooplancton, fueron extraídas durante una corrida de 5 minutos a 3 nudos de velocidad mediante una red de plancton, en la zona de dragado y en la zona de depósito del material dragado.

Los principales equipos utilizados fueron los siguientes:

- Termómetros
- Red de plancton
- Botella Niskin
- GPS Geodésico
- Correntómetro Valeport
- Embarcación con motor fuera de borda
- Sondaleza
- Cámara fotográfica
- Teléfono Celular
- Brújula
- Draga Van Veen

c) Determinación de las características dinámicas y meteorológicas del área:

Vientos:

Las características de la velocidad y dirección del viento fueron obtenidas de los resúmenes mensuales del estado del tiempo en superficie, de la Estación Meteorológica del aeropuerto que administra CORPAC en Pisco, y correlacionándolo para el análisis, con la circulación general de la atmósfera de la región en el área de interés. También se tomaron vientos durante los trabajos en el campo. Es importante indicar que la información de Pisco es aplicable a la zona de estudio tanto por su cercanía (60 Kms) como por el gran periodo disponible de datos.

Mareas:

Para determinar las características de las mareas, se ha utilizado las Tablas de Mareas del 2003, que editó la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina para los Puertos del Callao y Pisco.

Olas:

La observación de olas, para determinar sus características en altura y período, se efectuó visualmente en el área de estudio durante los trabajos de campo, así como, el uso de la estadística de olas en Ventanilla registrada por el Ministerio de Pesquería. Es importante indicar que la información de Ventanilla es aplicable a la zona de estudio tanto por su cercanía (200 Kms) como por el gran período disponible de datos.

Corrientes:

Las mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales se efectuaron teniendo en cuenta las fases de Luna y el estado de la marea ascendente y descendente. Para ello se establecieron una serie de estaciones siguiendo el método de Euler, así como, de la estadística existente en la zona.

## **1.5 CRONOGRAMA DEL ESTUDIO**

El Estudio de Impacto Ambiental se realizó entre los meses de Marzo y Junio del 2003. A continuación se muestra el cronograma:

### **CRONOGRAMA DE ELABORACION DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PERIODO MARZO Y ABRIL DEL 2003 (NUMERO DE DIAS)**

ACTIVIDAD	1era Sem.	2da Sem.	3era Sem.	4ta Sem.	5ta Sem.	6ta a la 8va.Sem.	9va a la 12va. Sem.
Recepción / análisis de documentación	X						
Monitoreo		X	X	X			
Análisis de muestras en el campo		X	X	X			
Análisis de muestras en Laboratorio			X	X	X		
Trabajo en gabinete (graf. Cuad., tab.)					X	X	X
Análisis de Información			X	X	X	X	
Elaboración del Informe Preliminar							X
Elaboración del Informe Final							X

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE DRAGADO

### 2.1 GENERALIDADES

Con el objetivo de utilizar un lenguaje técnico básico, en el desarrollo de la evaluación, se darán a continuación algunas definiciones, conceptos y criterios, involucrados en los trabajos de Dragado.

#### 2.1.1 DEFINICIONES

- Dragas: Se define como una embarcación equipada para excavación acuática. (Ver cuadro anexo con información detallada sobre la draga).
- Dragado: Trabajo de excavación utilizando una Dragas.

### 2.1.2 OBJETIVOS DEL DRAGADO

- Remoción de Material: Construcción de nuevos Puertos, Canales de acceso, excavación de zanjas para tuberías sumergidas, cimentaciones marinas, mantenimiento de puertos, canales en ríos y represas.
- Relleno de Material: Habilitación de nuevas tierras para uso portuario, industria, agricultura. Rellenar las cimentaciones de rompeolas, caissons y líneas de tubería sumergida. Protección costera, formación de diques y alimentación de playas en erosión.
- Intercambio de Materiales: Excavación y remoción de material no apto para cimentaciones y su reemplazo por material adecuado, para soportar las estructuras acuáticas.
- Ganancia de Materiales: Para obtener agregados de construcción, extrayendo minerales de los lechos de mares y ríos.

### 2.1.3 PROCESO DE DRAGADO

Los mecanismos envueltos en el proceso de Dragado pueden clasificarse en las siguientes fases:

- Tratamiento Previo: Usualmente se aplica en fondos rocosos, consiste en fragmentar el material previamente a la realización del Dragado propiamente dicho. Ya sea mediante voladura o mediante martinetes especiales.
- Extracción: Esta fase implica el movimiento del suelo desde su posición original, haya sido sometido o no a tratamiento previo y su entrega al medio de transporte.

Frecuentemente es la combinación de dos operaciones, la primera que desintegra o disloca el material y la segunda que lo mueve.

- Transporte: Esta fase cubre el movimiento del material desde el sitio de Dragado hasta el lugar de depósito del material dragado.
- Eliminación: Es la descarga del material dragado en las zonas o lugares establecidos.

#### 2.1.4 CLASIFICACION DE DRAGAS

Existen básicamente tres tipos de Dragas: Mecánicas, Hidráulicas y Neumáticas.

Las dragas mecánicas se caracterizan porque la extracción y transporte no dependen de inducir un flujo o corriente de agua, se realiza mediante acción mecánica directa e izaje hasta una barcaza especial (Gánguil) o en bodega propia.

Las dragas Hidráulicas, pueden ser de succión pura, eficientes en dragado de material granular suelto que se caracterizan por que el proceso de extracción y transporte dependen directamente de inducir mediante bombas hidráulicas un flujo de agua que sobre la base de su capacidad erosiva disgrega el material. El otro tipo de Dragas hidráulicas lo constituyen aquellas equipadas con un cabezal de corte adyacente a la boca de succión, de esta manera el material es removido o cortado, constituyéndose en apto para el transporte hidráulico.

Las dragas neumáticas consisten básicamente en un tubo rígido cuyo extremo superior se mantiene al aire libre y cuyo extremo inferior se mantiene en contacto con el fondo, luego mediante un grupo de compresoras de elevada presión y caudal, se inyecta aire al interior del tubo mediante toberas ubicadas cerca al fondo, de esta manera se crea un pistón de aire que sube rápidamente por la tubería, induciendo la entrada de agua que arrastra sedimentos, desplazándose esta mezcla hasta el extremo del tubo en superficie donde es vertido.

A continuación se describen brevemente los tipos más importantes de Equipos de Dragado:

Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

#### 2.1.4.1 Dragas Mecánicas:

- Dragas de Cucharón de Almeja (Grab Dredger): Esta Drega consiste esencialmente en una grúa montada sobre una barcaza y equipada con un cucharón de almeja para el dragado.

Es especialmente adecuada para excavar materiales sueltos y no cohesivos, y todo tipo de desperdicios marinos. Tiene también la ventaja de poder trabajar en áreas restringidas, cerca de muelles y rompeolas. No es adecuada para dragar depósitos de material muy blando, en los que el material sería lavado durante el izaje, ni depósitos muy compactos por no tener suficiente capacidad de penetración.

- Dragas de Cangilones o de Rosario (Bucket Dredger): Consiste en una barcaza equipada con una cadena sinfín de cucharas o cangilones, que se mueven desde el punto de corte hasta un punto por encima de la superficie del agua. Cada cuchara o cangilón excava su propia carga, la transporta sobre la superficie y la descarga al rotar alrededor del punto más alto de su recorrido. Tiene un ciclo de trabajo continuo y se usa intensamente en la explotación comercial de arena y grava, así como, en la recuperación de diversos minerales y metales preciosos.
- Dragas de Pala (Dipper Dredger): Este tipo de draga puede describirse esencialmente como una pala mecánica montada sobre una embarcación. Su principal ventaja reside en la fuerza intensa que puede ejercer con la pala para arrancar el material a extraer. Su uso es adecuado para la excavación de materiales compactos y duros, rocas y otras formaciones macizas después de dinamitarlas, teniendo en cuenta su tamaño, puede decirse que esta draga se ocupa de materiales de gran tamaño, reduciendo consiguientemente las voladuras necesarias.

#### 2.1.4.2 Dragas Hidráulicas:

- Dragas de arrastre y succión con tolva (Trailing Hopper suction dredger): Esta draga trabaja navegando, tiene una bomba de dragado y una tubería de succión con un cabezal adecuado que se desplaza en contacto con el fondo en la zona de dragado, aspirando una mezcla de agua y materiales hasta la bomba, desde donde es impulsada hacia la tolva (ó cántara) de la draga, una vez llena esta, la draga viaja a toda velocidad hacia la zona de descarga en aguas profundas, en donde las compuertas inferiores de la cántara son abiertas y se vacía el material dragado. Estas dragas son adecuadas para el mantenimiento y los trabajos de mejoras, en las dársenas y vías de acceso de los puertos, donde el tráfico probablemente no permita el uso de dragas estacionarias.
- Dragas de Succión con Cortador (suction cutter): Esta Dragas consiste esencialmente en una bomba centrífuga de dragado, con una tubería de succión que llega a la zona de excavación en donde se le ha equipado con un cabezal cortador (cuchilla rotatoria), esta cuchilla corta el material, que es entonces aspirado por la bomba de dragado, transportado a la popa del barco y llevado a la zona de descarga mediante una tubería de conducción. Esta Dragas es la más versátil de todas constituyéndose en el tipo más usado. Estas Dragas pueden excavar y bombear eficientemente cualquier tipo de materia aluvial, así como, depósitos compactos de arcilla y turba. Las maquinas de mayor tamaño y potencia se utilizan para dragar formaciones de coral y los tipos más blandos de basalto y caliza, sin necesidad de voladura previa.  
Este tipo de draga trabaja con un grupo de barcazas de carga con remolcadores.

Para este proyecto se seleccionó la draga de corte y succión.

DRAGAS MECANICAS	DRAGAS HIDRAULICAS	
DRAGA DE CUCHARAS	DRAGA DE ARRASTRE Y SUCCION	DRAGA DE CORTE Y SUCCION
Cucharas o tren de cucharas o palas	Con cabezal de corte	
	Aspiración con bomba	
Grúa montada sobre barcaza	Cuenta con tolva	Trabaja con barcazas y remolcadores
Requiere remolque	Autopropulsada	
No es adecuada para material blando	Ideal para material blando también aluvial.	
Para áreas restringidas	Para ingresos a puertos	



2.2 EQUIPOS DE DRAGADO

2.2.1 BUQUE DRAGA (B/D) DE CARACTERÍSTICAS SIMILARES AL B/D  
LEONARDO DA VINCI

Esta Draga de corte y succión opera con barcasas de carga, fué diseñada y fabricada por Jan De Nul – Bélgica.

2.2.1.1 Ficha Técnica:

Sistema de descarga:	hacia barcasas
Velocidad:	11.0 nudos
Alojamiento:	41 personas
Año de construcción:	1986

Bomba de Dragado

Marca:	Tipo Standard.
Capacidad Lt/Seg. :	7,000m <sup>3</sup> /hora
- Diámetro de la tubería de succión:	0.9 m
- Diámetro de la tubería de descarga:	0.9 m
- Diámetro de tubos para cargar barcasas:	0.9 m

Casco del Buque-Draga

Eslora total:	127.09 m
Manga:	22.40 m
Calado sin carga:	5.18 m

Profundidad de Dragado

Hasta 32 m

Tanque de Residuos Sanitarios

Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

De acuerdo a la reglamentación portuaria, tiene un denominado tanque de sedimentos, el mismo que permite almacenar las excretas para vaciarlas luego fuera del recinto portuario.

#### Consumo de Combustible y lubricantes

Por turno de Dragado de 8 horas se estima que el consumo total de Petróleo D2 es de 1600 gal. y el consumo total de aceite lubricante es de 40 gal.

#### Barcazas

De acuerdo a los requerimientos del Buque Draga serán utilizadas para trasladar el material dragado hacia la zona designada como depósito, la cantidad de 2 barcazas , con una capacidad estimada en 6,000 toneladas cada una y que serán operadas por 4 tripulantes para cada una y movilizadas con el apoyo de un remolcador.

#### 2.2.1.2 Metodología de Trabajo

##### Características Principales:

Este equipo de Dragado, es una nave de travesía autopropulsada, que está equipada con un tubo de succión articulado (Elinda).

Diseñado para ser arrastrado por el lado de estribor, suspendido mediante caballetes y winches, este tubo de succión termina en su extremo inferior en el denominado cabezal de arrastre que se desplaza en contacto con el fondo, el extremo superior está conectado a través del casco con la bomba de dragado que crea la succión, aspirando una mezcla agua-sedimentos que luego es impulsada hacia las barcazas. En la ficha técnica que precede, se han dado los datos que caracterizan este equipo de Dragado.

#### Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

Un dispositivo de gran importancia en este equipo es el sistema denominado compensador de oleaje, cuya función es mantener el cabezal de arrastre en contacto con el fondo, compensando los bamboleos de la nave por acción del oleaje u otros fenómenos, este dispositivo actúa en el cable que suspende el tubo de succión cerca al cabezal, consta de un pistón hidráulico que cobra o suelta el cable según lo requerido. Este dispositivo, beneficia el proceso de Dragado, ya que al mantener el cabezal pegado al fondo impide el ingreso de agua pura y también impide golpes súbitos sobre el sistema del winche.

La capacidad de este tipo de equipo de Dragado está dada por el volumen de la tolva o cántara de las barcas donde se deposita la mezcla agua - sedimentos, que constituye la unidad productiva. El volumen de la cántara puede variarse mediante las denominadas compuertas de rebose ubicadas en ambas bandas en la parte hacia proa de la cantara.

Técnica de excavación:

Este equipo de Dragado, funciona bajo el principio del chorro de agua a muy alta presión que sale por un tubo múltiple que erosiona el fondo y simultáneamente succiona el material así removido.

Este Buque Draga, dispone de dos tipos de cabezal de arrastre el denominado tipo IHC, que consiste de un visor móvil que se adapta al fondo y cuya separación de este se regula por dos patines, en el terreno se varía la abertura para obtener la máxima producción, este cabezal es de uso general apto para fango, limo, arena y grava.

El otro tipo de Cabezal es el denominado California recomendable para fondos arenosos, este cabezal tiene en su parte inferior una serie de bloques metálicos que al contacto con el fondo forman una serie de túneles por las que el agua ingresa a gran velocidad arrastrando sedimentos.

De la técnica de excavación de este equipo de Dragado se desprende que este equipo es especialmente apto para dragados donde el material de fondo es relativamente suelto.

Una ventaja importante de este equipo de Dragado, es de que puede trabajar en zonas de tráfico de naves, pues no tiene trabajo estacionario ni líneas de tubería que afecten el tránsito.

Una vez extraído el material es transvasado por manguerotes hacia las barcasas que jaladas por remolcadores son llevadas a la zona de depósito del material dragado, donde el material es eliminado a través de las compuertas de Fondo.

El proceso de llenado de la cántara presenta dos situaciones extremas, una vez que la cántara se llena de la mezcla agua - sedimentos impulsada por la Bomba:

- Si los sedimentos son muy pequeños de muy lenta sedimentación, no es conveniente rebosar la cántara de las barcasas, pues el ingreso de material sería prácticamente igual a la salida.
- Si los sedimentos son medianos o grandes, con sedimentación rápida, conviene rebosar las cantaros de las barcasas pues el asentamiento de partículas permitirá que se pierda poco material por el rebose, el periodo óptimo de rebose se debe determinar en cada caso específico, mediante el uso del registrador de carga.

Método de Avance:

Esta Draga ejecuta el dragado mediante una acción tipo cepillo, navegando a través de la zona de Dragado, que en lo posible debe tener una longitud grande con relación a la eslora de la nave, con la finalidad de minimizar los giros hasta llenar la cántara de las barcasas.

La extracción se realiza mediante una serie de surcos, cuyo ancho y profundidad dependen de las dimensiones del cabezal de arrastre y de la consistencia del fondo.

Ciclo de Trabajo:

El ciclo de Dragado para este equipo consiste de las siguientes etapas:

- 1.1. Ubicarse en un extremo de la zona de Dragado, bajar la elinda, accionar la bomba de Dragado, contactar con el fondo.
- 1.2. Navegar dragando a través de la zona de Dragado, llenar la cántara de las barcasas y elevar la elinda.
- 1.3. Navegar las barcasas hacia la zona de depósito del material dragado.
  - Vaciar la cántara de las barcasas a través de las compuertas de Fondo.
- 1.4. Navegar hacia la zona de Dragado.

Como se puede observar, el periodo de Dragado propiamente dicho, bombeo, es intermitente y dependiendo de la distancia a la que se encuentra la zona de depósito del material dragado, el tiempo utilizado en el viaje de transporte y viaje de retorno, pueden constituir un porcentaje apreciable del ciclo.

#### 2.2.1.3 Producción de Proyecto

El material a ser dragado está compuesto por partículas de arena mediana y fina con fango, con diámetro medio menor a 50 micras, por lo tanto no es conveniente rebosar la cántara.

La distancia entre el cabezo del muelle (zona de dragado) y la zona de depósito del material dragado es de aproximadamente de 6.5 km, distancia que tendrá que recorrer las barcasas y sus remolcadores. Esta es una distancia relativamente grande, por lo que se deben poner a punto los motores propulsores y limpiar el casco, con el fin de obtener una buena velocidad.

INFORMACION SOBRE LAS OPERACIONES DE DRAGADO PARA EL CANAL DE INGRESO  
AL TERMINAL MARITIMO PROYECTADO POR PERU LNG EN PLAYA MELCHORITA –  
CAÑETE – LIMA

Buque propuesto tipo Leonardo Da Vinci

Eslora:	127.09 m
Manga:	22.40 m
Profundidad de dragado:	32.0 m
Calado sin carga:	5.18 m
Diámetro de la tubería de succión:	0.9 m
Diámetro de la tubería de descarga:	0.9 m
Diámetro de tubos para cargar barcas:	0.9 m
Sistema de descarga:	hacia barcas (2 de 6,000 ton. c/u)
Velocidad:	11.0 nudos.
Alojamiento:	41 personas.
Año de construcción:	1986.
Fabricante:	Jan De Nul - Bélgica
Volumen total de dragado:	3'000,000 metros cúbicos.
Volumen por semana de 6 días:	125,000 metros cúbicos.
Volumen por día de 12 horas:	21,000 metros cúbicos.
Tiempo de dragado de 7,000 m <sup>3</sup> :	3 horas para cada una de las 3 cargas
Tiempo de descarga de 7,000 m <sup>3</sup> :	1 hora para cada una de las 3 descargas.
Sedimentos a dragar:	Arena mediana y fina con fango
Oleaje máximo en la zona de trabajos:	2 metros de altura.
Oleaje máximo para operar la draga:	2.5 metros de altura
Tipo de draga:	Corte y succión (Cutter Suction dredger)
Tamaño de la draga:	Mediana.
Punto de depósito del material dragado:	8.2 Km de la zona de dragado.
Forma de dragado:	Navegando a baja velocidad.

Periodo de dragado: 23 a 24 semanas. (con una draga más grande se reduce el tiempo de dragado).

Punto más cercano  
de disponibilidad de la draga: Caribe

Existen varios métodos para determinar la productividad de este equipo de Dragado:

- Instrumental: mediante el uso de sensores y totalizadores diversos.
- Mediante medición directa en Cántara en la ruta hacia la zona de depósito de material dragado.
- Mediante levantamientos batimétricos seguidos en la zona de Dragado.

Normalmente se usa el método de medición en cántara, en este caso prácticamente no hay material asentado al dragarse materiales muy finos, lo que hay es una mezcla agua-sedimentos de densidad variable en la vertical, se toman tres muestras a mitad de tirante, luego se determina la densidad promedio y se calculan los sedimentos en suspensión.

#### 2.2.1.4 Tripulación del B/D y Sistema de Trabajo

Tripulación del B/D en Faena de Dragado:

Personal a tiempo completo:

- Capitán.
- Primer Ingeniero o jefe de máquinas.

La tripulación por turno de trabajo consiste en:

- 01 Piloto.
- 01 Timonel.

- 01 Dragador.
- 01 Motorista.
- 02 Engrasadores.
- 01 Electricista.

En el turno de horas diurnas labora el siguiente personal:

- 01 Cocinero.
- 01 Camarero.

#### Funciones de los Tripulantes del B/D

A continuación de manera sucinta se dan las funciones de los tripulantes del Buque – Draga:

Capitán: Tiene responsabilidad directa por toda operación de la planta de Dragado, debe hacer cumplir el plan de Dragado. Mediante el empleo de subalternos debe controlar todas las actividades del equipo de Dragado. También es el responsable de todas las operaciones abordo.

Primer Ingeniero: Es responsable por el funcionamiento de todo el equipamiento y maquinarias de la planta de Dragado, debe programar y hacer cumplir las labores de mantenimiento preventivo, dirige las labores de mantenimiento correctivo.

Piloto: Responsable directo de las maniobras del buque Draga.

Timonel: Opera el timón de la nave de acuerdo a las directivas del piloto.

#### Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos



Dragador: Se encarga de la operación de la bomba de Dragado y de la elinda, a través del uso de instrumentos diversos monitorea el proceso de Dragado. El objetivo del Dragador es obtener la máxima productividad durante el tiempo de operación de la Draga.

Motorista: Controla la operación de los motores de combustión interna durante la operación del buque Draga.

Engrasador: Labora bajo las directivas del motorista y permanece en la sala de máquinas, chequeando mediante la lectura de los diversos sensores la correcta operación de los motores.

Electricista: Responsable de la correcta operación de los generadores, tablero eléctrico de mando, sistema de iluminación, equipos eléctricos diversos. Mantenimiento preventivo y correctivo del sistema eléctrico de la Draga.

Tripulación del B/D en parada:

De acuerdo a lo dispuesto por la Dirección de Capitanías, cuando el Buque Draga se encuentra inactivo ya sea fondeado o amarrado.

La tripulación de Guardia mínima a bordo es:

- 01 Piloto.
- 01 Timonel.
- 01 Motorista.
- 01 Engrasador.

Turnos de Trabajo:

En principio esta Draga está diseñada para trabajar continuamente las 24 horas del día; con paradas programadas para el mantenimiento preventivo y dique. Con esta finalidad se dispone a bordo con alojamiento para 41 Tripulantes.

Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

Actualmente este equipo trabaja normalmente 02 turnos diarios de 08 horas, es decir 16 horas diarias, de lunes a domingo. Los dos turnos de Dragado que se realizan son de 07:00 horas a 15:00 horas y de 15:00 horas a 23:00 horas. La guardia mínima de seguridad labora entre las 23:00 horas y las 07:00 horas.

En ciertas ocasiones, de acuerdo a las necesidades se puede establecer el trabajo diario de 03 turnos de 08 horas, es decir 24 horas diarias.

### 2.3 PLAN DE DRAGADO

La zona de dragado y depósito del material dragado, frente a la playa Melchorita, no tiene un abrigo natural, por lo que en ciertas ocasiones el oleaje de braveza de mar puede dificultar las actividades. Se ha establecido que bajo condiciones de normalidad en el estado del mar, el oleaje puede alcanzar alturas máximas de olas de 2.0 m, siendo el oleaje máximo para operar la draga de 2.5 m de altura.

Los sedimentos a dragar, se tipifican como arena mediana y fina con fango.

El objetivo del plan de Dragado es mantener la profundidad operativa de 18 m en el canal de acceso y zona de maniobras de la dársena, permitiendo de esta manera el acceso y atención irrestricta de las naves.

Con el B/D Leonardo Da Vinci se tiene previsto dragar la cantidad de 3'000,000 m<sup>3</sup>, en aproximadamente 23 a 24 semanas, con jornadas diarias de 12 horas, en las zonas de canal de ingreso y maniobras, este material será transportado en las barcazas, 6.5 km al Oeste de la zona de dragado, donde será vaciado de tal manera de minimizar el impacto (velocidad y volumen).

La zona de depósito del material dragado, se ha ubicado al Oeste de la playa Melchorita y en una área de libre de fondeaderos, en una zona con profundidad del orden de los 30 m que tiene como coordenadas las indicadas en el plano C1 del Estudio Hidro Ocenografico.

## 2.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL DRAGADO

La ejecución de las faenas de Dragado en la zona de interés, requiere implementar una serie de actividades con relación al equipo de Dragado.

- Previas a llegada del B/D tipo LEONARDO DA VINCI:
  - Permiso de navegación y de operación ante DICAPI.
  - Designación de personal encargado del apoyo logístico y operacional, para el desarrollo del Dragado.
  - Revisión y puesta a punto de las Ayudas a la Navegación existentes en la zona: Cartas de navegación, tabla de mareas, boyas de enfilación.
  - Instalación de Ayudas a la Navegación de apoyo al Trabajo de Dragado: boyarines, enfilaciones en tierra, demarcando las áreas de Dragado y sus límites.
  - Designación de lancha de apoyo.
  - Ejecución de un Levantamiento Batimétrico Inicial.
- Durante el desarrollo del Dragado:
  - Actualización de Ayudas a la Navegación de Apoyo al Trabajo de Dragado, de acuerdo a los avances.
  - Coordinación permanente con el Área de Ingeniería de PERU LNG acerca del desarrollo de los Trabajos de Dragado.
  - Apoyo Logístico: combustible, repuestos, servicios técnicos, etc.
  - Levantamientos Batimétricos de control (cada 3 meses).
- Al finalizar el Trabajo de Dragado:
  - Levantamiento Batimétrico final.
  - Desmontaje de Ayudas a la Navegación de Apoyo al Trabajo de Dragado.

- Informe a DICAPI.

## 2.5 MEDIOS DE SEÑALIZACION

### 2.5.1 DE LA DRAGA

- a) Señalización convencional de una nave mayor a 100 m de eslora, luz de tope, luces de babor - estribor, luz de alcance, luz todo horizonte.
- b) Señal de buque dragando, señal de buque con maniobra restringida de acuerdo a lo dispuesto por el reglamento de señalización náutica

### 2.5.2 DE LAS BARCAZAS

- a) Señalización convencional de una nave mayor a 50 m de eslora, luz de tope, luces de babor - estribor, luz de alcance, luz todo horizonte.

### 2.5.3 DE LOS REMOLCADORES

- b) Señalización convencional de una nave mayor a 50 m de eslora, luz de tope, luces de babor - estribor, luz de alcance, luz todo horizonte.

## 2.6 SEÑALIZACION DEL CANAL DRAGADO

Las disposiciones sobre este particular, están contenidas en el Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38 Edición 1985 de la Dirección de Hidrografía y Navegación. La señal propuesta cumple satisfactoriamente con el artículo 301 del Capítulo III del Reglamento.

### 2.6.1. Generalidades

- Para la señalización del canal dragado para ingreso y salida al terminal marítimo proyectado se ha previsto la instalación de un sistema de DOCE (12) boyas/marcas de señalización, DOS (02) a UNA (01) milla hacia el lado de mar tanto de la entrada al canal como de la salida del canal, OCHO (08) en el mismo canal, de las cuales SEIS (06) se ubican en los bordes del canal dragado ( 4 boyas y 2 pilotes) y DOS (02) marcas (pilotes) se ubican de tal manera que conjuntamente con DOS (02) de las boyas del canal y las DOS (02) boyas de aproximación, sirvan para determinar enfilaciones de ingreso y salida del canal. Ver plano B-4.
- Las DOS (02) boyas de aproximación al canal serán de color blanco con luz de color blanco de forma lapicero o espeque.
- De las OCHO (08) boyas/marcas del canal CUATRO serán de color verde con luz verde y CUATRO (04) de color rojo con luces de color rojo.
- De las CUATRO (04) boyas verdes (babor) UNA (01) será un pilote y TRES (03) de forma lapicero o espeque con una marca de forma cilíndrica color verde en el tope.
- De las CUATRO (04) boyas/marcas rojas (estribor) UNA (01) será de forma de pilote y TRES (03) de forma lapicero o espeque con una marca de forma cónica color rojo en el tope.
- Las DOS (02) marcas (pilotes) complementarias de enfilación serán del tipo pilote de concreto forrado en fibra de vidrio.

#### **2.6.2. Características de las boyas de aproximación y salida al canal.**

S-7 (A) Boya de aproximación al rumbo 060°

S-8 (B) Boya de salida al rumbo 220°

**Boyas tipo lapicero (espeque) Tideland SB-285P o similar:**

**Descripción de la boya :**

Forma :	Cilindro doble cono.
Altura total :	2.50 metros.
Altura de castillete :	1.23 metros.
Altura del cilindro :	0.585 metros.
Altura del cono inferior :	0.685 metros
Diámetro mayor :	0.87 metros.
Material :	Plástico reforzado con fibra de vidrio.
Color :	Blanco.

**Descripción de la luz:**

Color :	Blanco
Tipo :	Luz auto sostenida de forma de campana con aditamento en forma de X.
Fuente de energía :	Paneles solares incorporados.
Alcance de la luz :	2 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo :	Destellos con característica por confirmar con la DHN.
Encendido :	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad :	Todo el horizonte.
Anclaje :	25 metros de cadena de acero galvanizado de 1/2 de pulgada de diámetro con grilletes de 1/2 pulgada y peso de anclaje de 200 kilos.

**Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan el canal dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre si para facilitar su identificación.

### **2.6.3. Características de las boyas del canal**

#### **a. Boyas tipo lapicero (espeque) del canal dragado:**

- A-1 (C) Boya de ingreso lado norte.
- A-24 (D) Boya de ingreso lado sur.
- A-17 (O) Boya de salida lado norte.
- A-16 (P) Boya de salida lado sur.
- A-22 (G) Boya de canal curva lado sur del ingreso.
- A-19 (L) Boya de canal curva lado oeste de la salida.

#### **Descripción de la boya :**

Forma :	Cilindro doble cono.
Altura total :	2.50 metros.
Altura de castillete :	1.23 metros.
Altura del cilindro :	0.585 metros.
Altura del cono inferior :	0.685 metros
Diámetro mayor :	0.87 metros.
Material :	Plástico reforzado con fibra de vidrio.
Color :	Rojo para Estribor y verde para babor del canal.

#### **Descripción de la luz Tideland SB-285P o similar:**

Color :	Rojo para Estribor y verde para babor del canal.
Tipo :	Luz auto sostenida de forma de campana con aditamento en forma de X.
Fuente de energía :	Paneles solares incorporados.
Alcance de la luz :	2 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo :	Luz de destellos con característica por confirmar con la DHN.

---

Encendido :	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad :	Todo el horizonte.
Anclaje :	25 metros de cadena de acero galvanizado de 1/2 de pulgada de diámetro con grilletes de 1/2 pulgada y peso de anclaje de 200 kilos.

**Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan el canal dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre si para facilitar su identificación.

**b. Pilotes del canal dragado:**

A-2 (E) Boya del canal curva lado norte del ingreso.

A-14 (M) Boya del canal curva lado este de la salida.

**Descripción del pilote :**

Forma :	Pilote cilíndrico.
Altura s.n.m.m. :	5.0 metros.
Material :	Concreto forrado con fibra de vidrio.
Color :	Rojo para estribor y verde para babor del canal.

**Descripción de la luz Tideland ML-140 o similar:**

Color :	Rojo para estribor y verde para babor del canal
Tipo :	Luz auto sostenida de forma de campana con aditamento en forma de X.



Fuente de energía :	Paneles solares incorporados.
Alcance de la luz :	2 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo :	Luz de destellos con característica por confirmar con la DHN.
Encendido :	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad :	Todo el horizonte.

**Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan el canal dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre si para facilitar su identificación.

**c. Marcas para enfilación de ingreso y salida del canal dragado:**

S-5 (F) enfilación del ingreso Incluye RACON.

S-6 (N) enfilación de la salida.

**Descripción de la marca :**

Forma :	Pilote cilíndrico.
Alturas.n.m.m. :	13.0 metros.
Material :	Concreto forrado con fibra de vidrio.
Color :	Blanco.

**Descripción de la luz:**

Color :	Blanco
Tipo :	Luz auto sostenida de forma de campana con aditamento en forma de X.
Fuente de energía :	Paneles solares incorporados.

Alcance de la luz :	3 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo :	Luz de destellos con característica por confirmar con la DHN.
Encendido :	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad :	Todo el horizonte.

**Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan el canal dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre si para facilitar su identificación.

## 2.7 SEÑALIZACION DEL AREA DE DEPOSITO DEL MATERIAL DRAGADO

Las disposiciones sobre este particular, están contenidas en el Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38 Edición 1985 de la Dirección de Hidrografía y Navegación. La señal propuesta cumple satisfactoriamente con el artículo 301 del Capítulo III del Reglamento.

Con la finalidad de señalar los CUATRO (04) vértices del área destinada al deposito del material dragado del canal de acceso y salida al terminal marítimo proyectado, se ha previsto instalar UNA (01) boya de señalización en cada uno de los vértices con las siguientes características:.

**Descripción de la boya :**

Forma :	Cilindro doble cono.
Modelo :	P-2ST.
Altura total :	2.50 metros.
Altura de castillete :	1.23 metros.
Altura del cilindro :	0.585 metros.
Altura del cono inferior :	0.685 metros

---

Diámetro mayor :	0.87 metros.
Material :	Plástico reforzado con fibra de vidrio.
Color :	Amarillo.
Marca en el casco:	Letras M-1 a M-4 en color negro.

**Descripción de la luz tideland SB-285 o similar:**

Color :	Ámbar
Tipo :	Luz auto sostenida de forma de campana con aditamento en forma de X.
Fuente de energía :	Paneles solares incorporados.
Alcance de la luz :	2 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo :	Luz de destellos con característica por confirmar con la DHN.
Encendido :	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad :	Todo el horizonte.
Anclaje :	25 metros de cadena de acero galvanizado de 1/2 de pulgada de diámetro con grilletes de 1/2 pulgada y peso de anclaje de 200 kilos.

**Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan los vértices del área cuadrada para deposito del material dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre si para facilitar su identificación.

Las señales antes descritas cumplen con lo dispuesto en los artículos 108, 205.a.4 y 205.b del Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38, 2da. edición 1985 y serán instaladas con el propósito de que sirvan de referencia para evitar que se realicen operaciones de pesca de arrastre y otras actividades que puedan verse afectadas por el material depositado en el fondo marino dentro del área indicada.

Las disposiciones sobre este particular, están contenidas en el Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38 Edición 1985 de la Dirección de Hidrografía y Navegación. La señal propuesta cumple satisfactoriamente con el artículo 301 del Capítulo III del Reglamento.

Con la finalidad de señalar los CUATRO (04) vértices del área destinada al deposito del material dragado del canal de acceso y salida al terminal marítimo proyectado, se ha previsto instalar UNA (01) boya de señalización en cada uno de los vértices con las siguientes características:.

**Descripción de la boya :**

Forma :	Cilindro doble cono.
Modelo :	P-2ST.
Altura total :	2.50 metros.
Altura de castillete :	1.23 metros.
Altura del cilindro :	0.585 metros.
Altura del cono inferior :	0.685 metros
Diámetro mayor :	0.87 metros.
Material :	Plástico reforzado con fibra de vidrio.
Color :	Amarillo.
Marca en el casco:	Letras M-1 a M-4 en color negro.

**Descripción de la luz tideland SB-285 o similar:**

Color :	Ámbar
Tipo :	Luz auto sostenida de forma de campana con aditamento en forma de X.
Fuente de energía :	Paneles solares incorporados.
Alcance de la luz :	2 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo :	Luz de destellos con característica por confirmar con la DHN.

Encendido :	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad :	Todo el horizonte.
Anclaje :	25 metros de cadena de acero galvanizado de 1/2 de pulgada de diámetro con grilletes de 1/2 pulgada y peso de anclaje de 200 kilos.

**Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan los vértices del área cuadrada para deposito del material dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre si para facilitar su identificación.

Las señales antes descritas cumplen con lo dispuesto en los artículos 108, 205.a.4 y 205.b del Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38, 2da. edición 1985 y serán instaladas con el propósito de que sirvan de referencia para evitar que se realicen operaciones de pesca de arrastre y otras actividades que puedan verse afectadas por el material depositado en el fondo marino dentro del área indicada.

2.8 MEDIOS Y EQUIPOS DE SEGURIDAD EN LA DRAGA Y EN LOS REMOLCADORES

2.8.1 SEGURIDAD EN LA DRAGA

La Draga cuenta con diversos medios y equipos contra los diferentes percances que pongan en riesgo la seguridad de los trabajadores y sistemas:

- a) **Contra Ruidos:**  
Todo el personal que trabaja en las salas de maquinas propulsoras y de la bomba de Dragado, usan permanentemente orejeras aislantes de ruidos.

- b) Contra Incendios: Existen los siguientes dispositivos:
  - Estación de CO<sub>2</sub>, sistema contra incendios.
  - Circuito de agua de mar impulsado por bomba independiente.
  - Alarma general de incendio de activación automática al abrir la caseta de válvulas del sistema de CO<sub>2</sub>.
  - Extinguidores portátiles.
  - Estaciones de agua con mangas.
  - Zafarrancho contra incendio.
  
- c) Contra Derrame de Hidrocarburos u Otros:  
Plan de contingencia para derrame interior y exterior, aprobado por la Capitanía de Puerto respectiva.
  
- d) Contra Accidentes:
  - Casco de seguridad
  - Botas de seguridad
  - Lentes de seguridad
  - Vestimenta apropiada
  - Zafarrancho de hombre al agua.
  - Zafarrancho de colisión.
  - Existen boyas de luz y humo, para indicar emergencias.
  
- e) Comunicaciones (se indican marcas y modelos referencialmente):
  - e.1) Radio VHF FURUNO FM 8500, permanentemente en canal 16, para comunicarse con capitanía costera.
  - e.2) Radio VHF MOTOROLA TRITON II, permanentemente en canal 68(70).
  - e.3) Radio FURUNO MF DSC terminal Receiver DSC-GA.
  - e.4) Radio FURUNO SSB TRANSCEIVER FS 1562-15 (onda corta a nivel nacional).
  
- f) Equipos de Navegación (se indican marcas y modelos referencialmente):

- f.1) Radar JRC NCZ –738, antiguo.
- f.2) Radar KODEN MD-3641 con pantalla externa, nuevo.
- f.3) Equipo GPS.
- f.4) Ecosonda JRC JFE-5705.
  
- g) Servicios Higiénicos:
  - g.1) Existen cabinas individuales con baño completo cada uno, designados para el capitán y el primer Ingeniero.
  - g.2) Existen cuatro cabinas individuales con lavabo propio.
  - g.3) Existen cabinas con camarote para dos tripulantes.
  - g.4) Existe un baño común con 02 w.c., 02 duchas y 04 lavabos.
  - g.5) Existe instalación de agua caliente para las duchas y lavabos.
  
- h) Hombre al Agua:
  - h.1) Zafarrancho de emergencia verificado por capitanía.
  - h.2) Salvavidas dispuestos convenientemente por la cubierta.
  - h.3) Chalecos salvavidas individuales para todos los tripulantes.
  - h.4) Existen botes salvavidas con capacidad para 26 personas cada uno, uno de los botes dispone de motor y el otro a remos, dispuestos en cada banda con dispositivos adecuados de puesta al agua; en cada bote se dispone de botiquín, vela, equipo de pesca, raciones de agua, galletas, grasa vegetal, luces de bengala y dos salvavidas.
  
- i) Número de Personas y Funciones en la Draga (Turnos Alimentación):

En documento anexo, se especifica tripulantes y funciones.

Con relación a la alimentación el buque Draga dispone de instalación completa de cocina y áreas de comedores para plana mayor y menor de tripulantes. Por lo que los tripulantes ingieren sus alimentos a bordo.

Con relación al alojamiento, por comodidad los tripulantes en descanso se alojan en tierra.

j) Seguros:

Todos los tripulantes están protegidos mediante una póliza contra todo riesgo.

Todas estas acciones estarán contempladas en el Plan Operacional de Contingencias.

## 2.8.2 SEGURIDAD EN LOS REMOLCADORES

Los remolcadores cuentan con diversos medios y equipos contra los diferentes percances que pongan en riesgo la seguridad de los trabajadores y sistemas:

a) Contra Ruidos:

Todo el personal que trabaja en las salas de maquinas propulsoras, usan permanentemente orejeras aislantes de ruidos.

b) Contra Incendios: Existen los siguientes dispositivos:

- Estación de CO<sub>2</sub>, sistema contra incendios.
- Circuito de agua de mar impulsado por bomba independiente.
- Alarma general de incendio de activación automática al abrir la caseta de válvulas del sistema de CO<sub>2</sub>.
- Extinguidores portátiles.
- Estaciones de agua con mangas.
- Zafarrancho contra incendio.

c) Contra Derrame de Hidrocarburos u Otros:

Plan de contingencia para derrame interior y exterior, aprobado por la Capitanía.

d) Contra Accidentes:

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad
- Lentes de seguridad



- Vestimenta apropiada
  - Zafarrancho de hombre al agua.
  - Zafarrancho de colisión.
  - Existen boyas de luz y humo, para indicar emergencia.
- e) Comunicaciones (se indican marcas y modelos referencialmente):
- e.1) Radio VHF FURUNO FM 8500, permanentemente en canal 16, para comunicarse con capitania costera.
  - e.2) Radio VHF MOTOROLA TRITON II, permanentemente en canal 68(70).
  - e.3) Radio FURUNO MF DSC terminal Receiver DSC-GA.
  - e.4) Radio FURUNO SSB TRANSCEIVER FS 1562-15 (onda corta a nivel nacional).
- f) Equipos de Navegación (se indican marcas y modelos referencialmente):
- f.1) Radar JRC NCZ -738, antiguo.
  - f.2) Radar KODEN MD-3641 con pantalla externa, nuevo.
  - f.3) Equipo GPS.
  - f.4) Ecosonda JRC JFE-5705.
- g) Servicios Higiénicos:
- g.1) Existen cabinas individuales con baño completo cada uno, designados para el capitán y el primer Ingeniero.
  - g.2) Existen cabinas con camarote para dos tripulantes.
  - g.3) Existe un baño común con 02 w.c., 02 duchas y 04 lavabos.
  - g.4) Existe instalación de agua caliente para las duchas y lavabos.
- h) Hombre al Agua:
- h.1) Zafarrancho de emergencia verificado por capitania.
  - h.2) Salvavidas dispuestos convenientemente por la cubierta.
  - h.3) Chalecos salvavidas individuales para todos los tripulantes.

h.4) Existen botes salvavidas con capacidad para 6 personas cada uno, uno de los botes dispone de motor y el otro a remos, dispuestos en cada banda con dispositivos adecuados de puesta al agua; en cada bote se dispone de botiquín, vela, equipo de pesca, raciones de agua, galletas, grasa vegetal, luces de bengala y dos salvavidas.

i) Seguros:

Todos los tripulantes están protegidos mediante una póliza contra todo riesgo.

Todas estas acciones estarán contempladas en el Plan Operacional de Contingencias.

## 2.9 FACILIDADES CONSIDERADAS PARA RECEPCION DE RESIDUOS OLEOSOS, AGUA SUCIA Y BASURA PROCEDENTE DE LAS EMBARCACIONES

Las actividades que involucren las operaciones de dragado no producirán contaminación de las aguas ni de las playas.

La contaminación superficial por grasas, aceites y cuerpos flotantes como consecuencia de vertidos, de los motores de las embarcaciones, deberá ser evitado.

Para los residuos oleosos, las embarcaciones deberán contar con tanques de recepción de residuos a bordo, los mismos que al llegar al Terminal, serán descargados y destinados a un lugar seguro, evitando contaminar el ambiente con una mala disposición de estos residuos.

Los residuos sólidos de las naves serán recolectados en bolsas plásticas, y en el muelle serán descargados y dispuestos de acuerdo a lo descrito en el capítulo 2 del EIA.

PERU LNG contará además en tierra con tanques de recepción exclusivamente para los residuos de las embarcaciones, incluidos los desechos sólidos que se generen en las naves. La capacidad de los contenedores es de 1 TM.

## 2.10 MEDIOS Y EQUIPOS PARA EVITAR LA CONTAMINACION DEL AGUA Y PLAYAS CON DESPERDICIOS ORGANICOS E INORGANICOS

Periódicamente los residuos sólidos, de petróleo y aceites serán llevados a tierra en bidones para su disposición final, para lo cual el muelle de servicios contará con contenedores rodantes para su transporte a la planta y disposición final.

## III. CARACTERIZACION AMBIENTAL

### 3.1 GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGIA

#### 3.1.1 GEOLOGIA

De acuerdo a la información del EIA para el Proyecto de Exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, en general la costa peruana está constituida por sedimentos fluvioaluviales principalmente, que se presentan como terrazas fluvioaluviales o como conos de deyección (Téves, 1976). Tapizando grandes áreas, se encuentran mantos arenosos de transporte eólico que se extienden a manera de abanicos desde las playas en la línea de costa, hacia el interior del continente, alcanzando a veces distancias mayores de 60 km. (Gagliano y Téves, 1970).

El área de estudio, se sitúa en una posición intermedia de la zona costera peruana, sector Sur del Departamento de Lima, provincia de Canete, distrito de San Vicente.

Esta área, presenta un aspecto geomorfológico bien caracterizado, entre Punta Aguja y Pisco que incluye el área de estudio, es reconocida por una gran escotadura en la línea de la costa, donde la estrecha franja costera es cortada por valles transversales más cortos, con áreas cultivadas en ambos márgenes de los ríos. Está constituida principalmente por macizos costeros y cerros aislados de rocas volcánicas mesozoicas

y por rocas sedimentarias cretácicas. Hacia el Este las estribaciones del flanco occidental de la cordillera de los Andes forman parte del batolito costanero.

Entre las latitudes de 12° y 13° de Latitud Sur, la investigación geofísica submarina indica que el basamento rocoso se halla a unos cientos de metros de profundidad entre la línea de costa y el borde exterior de la plataforma continental. La cubierta de sedimentos debe corresponder al Terciario-Cuaternario.

El clima árido se ha mantenido durante todo el Cuaternario. Periódicamente han ocurrido variaciones en la dinámica de los ríos y de las laderas por modificaciones importantes en las partes altas, como las glaciaciones y en intervalos menores como las ocasionadas por el fenómeno de El Niño.

### 3.1.2. GEOMORFOLOGIA

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio son el resultado del proceso tectónico y plutónico sobre impuesto por los procesos de geodinámica que han modelado el rasgo morfoestructural de la región. Entre las formas estructurales que han controlado el modelado del área cabe mencionar los depósitos aluviales, los bloques fallados como productos del dislocamiento, la erosión, la incisión por el drenaje (principalmente los ríos Lurín, Mala y Cañete) y la acumulación de arena eólica sobre grandes extensiones de la zona. A continuación definiremos e identificaremos algunas de ellas dentro del área de estudio:

**Borde Litoral:** Comprende el área de tierra firme adyacente a la línea litoral, expuesto a la acción del oleaje marino. Se extiende de Noreste a Sureste en forma de una faja delgada cuya anchura va desde la línea de costa hasta una distancia que puede variar de 1 a 2 km tierra adentro.

Está configurado por bahías, ensenadas, puntas, etc. habiéndose formado playas abiertas por acumulación de arenas a través de corrientes litorales o por deriva litoral, desde algunas de estas playas la arena es llevada al continente por acción eólica, formando una unidad continua con la planicie costanera. Por socavamento y erosión se han formado acantilados en su mayoría sub-verticales, cuyo retroceso se debe a la acción demoledora de las olas.

Planicies Costaneras y Conos Deyectivos: Es la zona comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la cordillera Occidental, constituida por una faja angosta de territorio paralela a la línea de costa adquiriendo mayor amplitud en los valles de Lurín, Mala y Cañete. Constituyen amplias superficies cubiertas por gravas y arena provenientes del transporte y sedimentación de los ríos y por arena proveniente del acarreo eólico desde las playas.

Zona de Marismas: Geomorfológicamente constituyen áreas bajas, con cotas máximas de 5 a 6 m y mínima de 1 metro s.n.m.m. habiéndoseles reconocido en el sector de Villa, al sur de la Chira y Puerto Viejo y posiblemente Las Salinas. En la actualidad, las marismas se ven afectadas por un proceso de colmatación eólica parcial, con arenas provenientes de las playas adyacentes, las áreas inafectas a colmatación son por lo general pantanosas o tienen superficies húmedas provistas de vegetación que alcanza en ciertos casos hasta 1 m de altura.

Las marismas representan en si playas abandonadas debido a la emergencia paulatina del borde litoral. Inicialmente, han debido originarse con el desarrollo de una barra o cordón litoral que gradualmente fue controlando el avance del mar hacia el continente, hasta que por último quedó tierra adentro una zona de marismas o albuferas, luego estas áreas fueron rellenándose en forma progresiva con arena proveniente de las playas.

Depósitos Marinos Recientes: Comprende las acumulaciones de arenas, limos y cantos re TRABAJADOS y distribuidos por corrientes a lo largo del borde litoral, como producto de la erosión y disgregación de rocas de los acantilados, así como principalmente de los

materiales acarreados por los ríos al océano. Estos depósitos están constituidos principalmente por arenas de grano medio a fino conteniendo cuarzo, micas y ferromagnesianos.

La continuidad de estas franjas es interrumpida por los espolones rocosos de las estribaciones andinas que avanzan hasta la línea litoral, creando acantilados verticales de gran altura, habiéndose formado, en algunos casos, las escarpas en los depósitos aluviales antiguos.

Depósitos Aluviales: Estos depósitos están constituidos por materiales acarreados por los ríos que bajan de la vertiente occidental andina cortando rocas terciarias, mesozoicas y batolito costanero, tapizando el piso de los valles, habiéndose depositado una parte en el trayecto y gran parte a lo largo y ancho de sus abanicos aluviales.

También se ha incluido dentro de estos depósitos, las acumulaciones aluviales desérticas provenientes de quebradas y ríos afluentes ahora secos y desérticos como por ejemplo, Pucará, Malanche, Cruz de Hueso, Chamaure, Honda, etc. En muchas de ellas, cuando las lluvias han sido abundantes en los contrafuertes andinos, se han producido corrientes lodosas y huaycos. En Qda. Honda estos depósitos de conos aluviales desérticos llegan hasta la bahía Naplo.

La litología de estos depósitos aluviales vistos a través de terrazas, cortes y perforaciones, comprende conglomerados, conteniendo cantos de diferentes tipos y rocas especialmente intrusivas y volcánicas, gravas subangulosas cuando se trata de depósitos de conos aluviales desérticos debido al poco transporte, arenas con diferentes granulometría y en menor proporción limos y arcillas. Todos estos materiales se encuentran intercalados formando paquetes de grosores considerables como se puede apreciar en los acantilados de la costa.

Depósitos Eólicos: Estos tipos de depósitos se encuentran emplazados en casi todas las proximidades de la costa, ingresando a diferentes distancias tierra adentro, siguiendo la topografía local y la dirección preferencial del viento. Dichos depósitos están

acumulados tanto en rocas in situ como en llanuras aluviales, pero tienden a alcanzar su mayor grosor en los taludes y en los lugares donde se presentan desniveles.

Los materiales eólicos tienen su procedencia en las arenas de playa formadas por la acción de las olas, y principalmente de los sedimentos llevados al mar por los ríos y distribuidos por las corrientes litorales.

La arena es transportada continuamente tierra adentro por los vientos predominantes, alcanzando en tierra firme una penetración aproximada de 13 km. Las arenas eólicas se distribuyen en forma de mantos o cubiertas delgadas, en forma de dunas longitudinales y barcanas.

Los depósitos eólicos antiguos están conformados por acumulaciones que en la actualidad se hallan estabilizados, y conformando lomadas y cerros de arena como el cerro Lomo de Corvina, extendiéndose hasta la tablada de Lurín donde ahora se asienta la población de Villa El Salvador. Más al Sur se puede observar estos depósitos al Noroeste de Pucusana.

Los depósitos eólicos más recientes están conformados por las arenas móviles ampliamente propagadas en el área de estudio. Estas arenas proceden de las diversas playas del litoral, en su movimiento adoptan variadas formas como mantos, dunas y barcanas.

Los suelos regionales y locales en el área de estudio han sido clasificados como: suelos de origen reciente (Entisols) y suelos áridos que no cuentan con agua durante gran parte del año (Aridisols). Estos suelos son caracterizados por no contar con reconocidos cambios por efecto de movimientos terráqueos (pedogenic) y son comúnmente asociados con recientes inundaciones en llanos, erosión de pendientes pronunciadas, dunas de arena y arena depositada por los vientos, and wind deposited sands. Estos suelos tienen las características de ser altamente susceptible a la erosión del viento y estar secos la mayor parte del año. Estos suelos contienen carbonatos de calcio, silicatos, sales y yeso.

Los suelos están agrupados de acuerdo a las características geo morfológicas de la región, en los siguientes grupos:

#### **El Grupo de Playa (Py)**

Los suelos del Grupo de Playa constan de grava y arena a lo largo de una faja angosta de la playa que está sujeta a efectos del oleaje de acuerdo al clima. Esta faja contiene suelos de terrazas intermedias formadas por la influencia de altas y bajas mareas y la erosión del viento.

#### **El Grupo del Acantilado (T)**

El Grupo del Acantilado consta de suelos para completar los pronunciados acantilados que son consecuencia de antiguas y recientes deslizamientos de tierra y erosión.

#### **El Grupo del Cerro (CR)**

El Grupo del Cerro consta de arena que ha sido depositada por los vientos en la parte alta de los acantilados y están caracterizados como pampas con suave topografía y pronunciados acantilados con 8 a 15 por ciento de rocas que conforman las paredes de los acantilados y dunas.

La productividad y el uso potencial de los suelos están limitados por el alto contenido de sal, drenaje y erosión, y la falta de agua para su irrigación.

El valor agrícola de la tierra en el area de estudio, varía entre medio y bajo , y es considerado de baja calidad con respecto a aquellos que se encuentran en otras partes de la Región.

### **3.1.3. MORFOLOGÍA COSTERA**

Punta Centinela: (13° 01' 48.5'' S, 76° 29' 25.7'' W)

Cerrando por el Sur la ensenada de Cerro Azul, la costa forma un pequeño promontorio que constituye la punta del Fraile de unos 80 m de alto, que desciende de un grupo de

Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos



colinas que acaban bruscamente al entrar en el mar. Delante de punta del Fraile se destaca un farallón vertical de la misma denominación, de color oscuro, salpicado de manchas blanquecinas proveniente del guano depositado por las aves marinas y que despide varias rocas conocidas como Ciriaco.

De punta del Fraile el acantilado rocoso que cae a pique en el mar toma la dirección Suroeste por 660 m aproximadamente, hasta formar punta Centinela. En la cima del cerro que forma esta punta se encuentra instalado un faro de la Marina.

Desembocadura del Río Cañete: (13° 07' 36.5'' S, 76° 23' 55.7'' W)

De punta Centinela la costa se desarrolla a 9.25 millas en dirección Sureste hasta punta Iguana, presentando una playa inabordable, unas veces de arena y otras de canto rodado, detrás de la cual se extiende el valle de Cañete con tierras bajas cultivadas. Casi al concluir este valle por su parte Sureste salen al mar las aguas del río Cañete.

El río Cañete baja la cordillera de Yauyos, de las lagunas Pariacaca y Pampacocha, siendo normalmente de muy reducido caudal debido a las pérdidas que sufre por filtración y a las extensas zonas de regadío que tiene que atravesar; sin embargo, en los meses de verano es caudaloso por la época lluviosa en la sierra.

Playa Jaguay: (13° 19' 24.5'' S, 76° 14' 31.7'' W)

De punta Iguana comienza una especie de frontón gredoso ceñido por estrechas playas de arena que se prolonga por aproximadamente 21.75 millas hasta caleta Tambo de Mora con alturas variables del orden de 50 a 173 m.

Las playas reciben en los distintos parajes, las denominaciones siguientes: Cóndor, Mulata, Melchorita, del Zorro, El Turno, Jaguay y Carrizal. En la parte posterior de varias de las playas en varios tramos, por ejemplo en la zona del proyecto, se pueden distinguir dos (02) acantilados o farallones el primero de los cuales con alturas entre los 20 y 30 m. y el mas alto alrededor de los 100 y 120 m.

Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

El ancho de las playas varia entre 60, 80 y 120 m. y es plano de arena fina, mediana y gruesa, con una pequeña berma cerca del pie del farallón inferior. Se observan evidencias que indican que el mar en alta marea y en casos de bravezas extremas han alcanzado el pie de los acantilados.

El acceso a la playa desde la parte superior del acantilado es posible solo en pocos lugares y presenta alta dificultad y peligro.

El acceso a la playa desde el río Cañete distante unos 17 km. hacia el norte y desde playa Jaguay distante unos 10 km. es posible solo en vehículos de doble tracción y en algunos tramos con conductores experimentados.

Las playas y los acantilados no presentan vegetación con excepción de algunas pocas y aisladas pequeñas manchas de vegetación esporádica.

En la playa Jaguay, distante 13.5 millas de punta Iguana, se ha establecido un balneario que cuenta con algunas casas habitadas en el verano; por las inmediaciones de esta playa pasa el río Topara, normalmente sin agua, por lo que los naturales también lo llaman río Seco. Este río separa las pampas de Cañete de las de Chincha y forma también el límite entre 2 provincias y los departamentos de Lima e Ica.

#### 3.1.4. PROCESOS DE EROSION Y SEDIMENTACION

Para poder encontrar una explicación, lo más precisa posible sobre los actuales procesos de sedimentación y/o erosión que se presentan en el área de estudio, debemos remontarnos a identificar los diferentes procesos que han venido ocurriendo en el pasado, principalmente con los cambios ocurridos en la línea costera, ya sea por cambios en el nivel del mar o por procesos tectónicos principalmente. Esto nos va a permitir conocer con más detalle, cual podría ser la evolución o tendencia de una determinada línea de costa en un futuro.

### Variaciones del Nivel del Mar

A través de los años el nivel del mar ha fluctuado considerablemente. Los profundos surcos submarinos y las grandes cordilleras del fondo del mar nos indican que los procesos tectónicos han levantado y hundido el lecho marino, actuando sobre zonas muy extensas, variando, por lo tanto, la capacidad de contenido de las cuencas oceánicas. Además, durante el Pleistoceno, el nivel del mar cambió rápidamente como consecuencia de la formación y de la fusión de los glaciares continentales. Hay pruebas que indican que el nivel del mar descendió casi 140 metros a medida que los glaciares continentales se expandían durante el último período de la glaciación (Wurm). Cuando los glaciares empezaron a fundirse, hace unos 15,000 y 18,000 años, el nivel del mar, empezó a subir. Hace unos 6,000 años alcanzó aproximadamente su nivel actual. Desde entonces la detección de cambios y la comparación de datos de mareas de muchos lugares esparcidos por todo el globo, parece indicar que durante la primera mitad de nuestro siglo hubo una pequeña elevación del nivel del mar del orden de 1 a 2 milímetros al año.

### Procesos Tectónicos

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, los márgenes continentales de los océanos han quedado sujetos a cambios de elevación. Los procesos tectónicos que actuaron en el Pleistoceno y que han venido operando hasta ahora, han levantado y hundido zonas del litoral a lo largo de muchas costas.

En el caso del Perú, la actual costa ha estado expuesta durante su larga historia geológica a levantamientos y hundimientos. En la zona central, que comprende la costa situada entre Punta Aguja y la Península de Paracas, que incluye la zona de estudio, la configuración del litoral es muy particular. Cerca a la costa se levantan numerosas islas. En algunas de ellas se han descubierto rocas metamórficas, restos de la cordillera de la costa o de una de sus ramificaciones. En el período Mioceno empezó el

hundimiento de partes pertenecientes entonces al continente, y con este hundimiento la destrucción paulatina de la cordillera de la costa (Schweiger, 1964).

Sin embargo, las terrazas marinas que se han formado como resultado de levantamientos de costa se les encuentra en muchos lugares del área de estudio, por ejemplo, en Lurín se tienen plataformas de abrasión marina que se extienden entre Punta Cascajal, San Bartolo y Santa María del Mar, formando terrazas que van de 5 a 15 metros s.n.m.m. Estas terrazas evidencian un continuo levantamiento del macizo continental durante el Cuaternario. Su reducida exposición probablemente se deba a una significativa destrucción en tiempos recientes o al limitado desarrollo durante su deposición.

Otros rasgos, como la de un promontorio rocoso localizado cerca a la refinería Conchán, a unos 600 metros aproximadamente de la línea de costa, a cuyo pie existe una cueva típicamente erosionada por el mar, demuestran también, que el mar se ha "retirado". Es probable que esto se deba no sólo a un proceso de sedimentación o arenamiento, si no también a un levantamiento de costa producida por la subducción de la placa de Nazca con la placa Americana.

En general, el área de estudio se enmarca dentro del cuadro morfotectónico de la costa y el borde occidental andino, habiendo sido afectado por una tectónica polifásica desarrollada durante la orogénesis andina, la misma que dio lugar a una deformación con plegamientos sucesivos que devienen desde el Cretáceo y que continúan en el Terciario inferior y superior y hasta probablemente en el Cuaternario (Palacios et al., 1992).

La region de Melchorita esta caracterizada por lomas incrustadas en amplias planicies aluviales y valles y planicies aluviales del holoceno reciente.

La estatigrafía regional muestra que la capa rocosa ubicada por debajo de los depositos aluviales consisten en rocas sedimentarias y rocas de granito - diortit del cretacio inferior.

En la region del estudio se presentan playas angostas comprendidas entre la capa rocosa de los acantilados costeros con Alturas de 60 a 170 m. formadas por una serie de antiguos depósitos y zonas de deslizamientos, y la erosion litoral. Los acantilados pronunciados practicamente descienden verticalmente hasta la playa y producen terrazas con un rango promedio de 300 metros de ancho y Alturas que varían entre 50 y 70 metros.

Las formaciones aluviales que conforman las pampas tienen un ancho de aproximadamente 2 km entre el mar y las elevaciones rocosas costeras, desde el Km 153 al Km 180 de la Carretera Panamericana Sur. Estas ligeras formaciones muestran aspecto de conos con alturas de hasta 30 m. Las dunas de arenas depositadas por el viento en capas cubren la capa rocosa o planicie aluvial. Los suelos por debajo de las dunas de arena están formadas por depósitos de material parcialmente consolidado, densamente compactado y cementado de la formación pleistocénica de Cañete. Numerosos valles de drenaje antiguos y recientes están insertados en la planicie que alcanza hasta los acantilados costeros.

Las imagines de satélites muestran una serie de fallas rocosas paralelas a los Andes que se orientan en la dirección noroeste - sureste. Estas fallas generalmente son paralelas a la zona de subducción. Tres sistemas de fallas fueron observadas en los siguientes puntos: N 340°-350° O; N 290°-310° O; and N 70°-75° O. Una falla que atraviesa aquellas fallas mencionadas anteriormente tiene una direccion paralela a los rios que descargan al Oceano Pacifico y fue observada en el punto N 40° - 50°E.

#### Identificación de las Areas Sometidas a Procesos de Erosión y/o Sedimentación

Se ha podido determinar que los cambios sufridos por variaciones del nivel del mar, no atestiguan un reciente descenso o ascenso que haya podido dejar huellas principalmente tierra adentro, cercanas a la línea de costa, como terrazas. En cambio, los procesos tectónicos de levantamiento de costa han dejado claras huellas, pudiéndose identificar terrazas de origen tectónico (fallas) en el borde litoral, así como algunos otros rasgos morfológicos (zonas de marismas).

#### Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos

Sin embargo, debemos tener en cuenta las estimaciones sobre el aumento del nivel del mar a nivel global, como consecuencia potencial del calentamiento climático. Hoy en día, en la comunidad Científica Internacional, existe el consenso de que es necesario diseñar y poner en práctica planes de acción, para enfrentar en mejores condiciones sus efectos negativos en el futuro. Los especialistas han obtenido seis posibles escenarios, el promedio estima un aumento de la temperatura global del aire de 2°C para los próximos 90 años y como consecuencia un incremento del nivel del mar entre 0.30 y 1.00 m. Por lo mencionado, este incremento del nivel del mar, en un futuro relativamente cercano, deberá ser tomado en cuenta dentro de los planeamientos futuros de las zonas costeras.

Por otro lado, hemos visto que la actual costa se encuentra afectada principalmente por un proceso tectónico de levantamiento de costa, que está dando origen a la formación de terrazas y marismas, y por consiguiente a un "retiro" del mar, aunque sus efectos podrán ser percibidos todavía dentro de muchos años.

### 3.2 ASPECTOS HIDROGEOLOGICOS

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, el área de estudio se ubica entre dos rios principales, el rio Cañete localizado a 17 km. Al noroeste y la quebrada Topara localizada a 12 km. Al sureste que fluyen perpendicularmente a la línea de costa y descargan al Océano pacífico. Las cabeceras de estos rios están en la cordillera de los Andes donde la precipitación provee de la fuente de agua.

El rio Cañete River tiene agua durante todo el año mientras que la quebrada Topara solo durante la época lluviosa cuando se presentan las precipitaciones en la sierra durante los meses de Diciembre a Abril. Debido a los valores muy bajos de precipitación en la región ( 50 mm. por año ), la recarga de estos rios en sus zonas bajas es inexistente y por otro lado ambos rios pierden agua hacia las formaciones subterráneas.

El río Topara presenta flujos esporádicos y también es denominado por los habitantes de localidades cercanas y descrito en la cartografía, como río seco o quebrada seca, este río actúa como límite entre las pampas de Cañete y las de Chíncha y como límite de dos provincias y de los departamentos de Lima y de Ica.

La cuenca de río Cañete tiene una extensión de 3 583 km<sup>2</sup> (358.300 Ha) de las cuales el 61.7%, corresponde a la cuenca húmeda, por encima de los 2500 m.s.n.m., zona que contribuye efectivamente con el escurrimiento superficial anual. El resto es cuenca árida.

El río Cañete tiene un régimen de descargas irregulares. Con una descarga media anual de 55.541 m<sup>3</sup>/sg, que representa un volumen acumulado de 47,485.7 metros cúbicos por segundo en el periodo de 1960 a 1986.

La estación de aforo, toma Imperial se ubica en 13° 00' S y 76° 10' W a 250 m snmm.

De este volumen de agua, la mayor parte se pierde al mar a través de las descargas superficiales y subterráneas; otra parte importante se usa como agua potable para las diferentes poblaciones; captada en superficie y mediante pozos distribuidos en toda la zona.

Existen varias otras pequeñas quebradas secas que tienen flujo de agua solamente durante eventos de alta precipitación. No existen otros cuerpos de agua en el área.

El Río Cañete representa una importante fuente de agua en la región, este Río nace en la laguna de Ticllacocha, a 4600 metros sobre el nivel del mar en los Andes peruanos y se extiende hasta la costa del Pacífico en una longitud de aproximadamente 230 km, creando una cuenca de 6189 km<sup>2</sup>. La distribución de la lluvia en la cuenca varía entre 50 mm/año en la zona de costa a más de 1000 mm/año en la zona de sierra.

Como todos los ríos costeros, el río Cañete está caracterizado por ser de carácter torrencial, alimentándose de cursos de agua que provienen principalmente de las lluvias estacionales que ocurren en la parte alta de la cuenca y que producen las descargas más grandes durante 3 a 4 veces al año (usualmente entre Diciembre y marzo). Estas descargas de gran magnitud de agua,

en un tiempo relativamente corto, tienen la capacidad de transportar grandes cantidades de material en suspensión.

El Río Cañete tiene un período de baja en el nivel entre mayo y Setiembre, registrando el mínimo de valor de flujo en el mes de Setiembre. Empezando desde Diciembre el volumen del agua comienza a incrementarse debido a las lluvias en la zona de sierra, presentando un máximo valor durante los meses de febrero y Marzo. Durante los años 1994 a 1998, el máximo flujo observado fue de 334.8 m<sup>3</sup>/s en el mes de Febrero de 1994 y con un flujo mínimo de 7.8 m<sup>3</sup>/s en el mes de Setiembre de 1997. Sin embargo los registros de flujos máximos indican 946 m<sup>3</sup>/seg en Marzo de 1975, Asimismo el flujo promedio fue de 62.2 m<sup>3</sup>/s para el período de los años 1965 al 2000.

#### **Agua subterránea**

Durante la investigación geotécnica y geofísica en la zona de la planta proyectada no se ha encontrado agua subsuperficial hasta la profundidad explorada de los 100 m. de manera que se considera que la única fuente de agua potable esta en el agua del mar.

### **3.3 CARACTERISTICAS SISMICAS**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, el litoral peruano se ubica en el Cinturón de Fuego Circumpacífico; formado por sistemas de fallamientos y cadenas volcánicas activas que bordean el Océano Pacífico; considerando el de mayor actividad sísmica del Planeta (más del 80 % de sismos ocurridos).

El Perú ha estado plagada por terremotos por siglos, además, ha causado daños a la vida humana y a la propiedad.

La sismicidad en el Perú se debe al Cinturón Circundante del Pacífico, el cual es el más activo en el mundo.

Los eventos sísmicos destructivos más antiguos en el Perú ocurrieron en 1552. Una Regular



actividad sísmica en el último siglo ha causado severos daños en la vida y propiedad en el área de central del Perú.

La Tabla N° 1 muestra los eventos sísmicos más destructivos del siglo 20 ocurridos en la costa central del Perú.

**TABLA N° 1: SISMOS DESTRUCTORES DEL SIGLO 20 OCURRIDOS  
EN LA REGION CENTRAL DEL PERU**

Año	Día / Mes	Escala de Richter	Víctimas Estimadas	Daño estimado de todas las áreas afectadas, incluyendo Lima (US \$)
1940	24 Mayo	8.4	1 394	120 000.000
1966	17 Octubre	7.5	Desconocido	Desconocido
1970	31 Mayo	7.6	70 000	900 000.000
1974	3 Octubre	7.6	137	200 000.000

Fuente: Espinosa et al 1985

**Riesgos por terremotos**

El proyecto se ubica a lo largo de la costa central del Perú, en una región sísmicamente activa relacionada con la convergencia de las placas de Nazca y de Sudamerica a lo largo de la zona de subduccion. Consecuentemente el Perú es uno de los países con el mas alto riesgo sísmico de Sud América, como resultado de la convergencia de estas dos placas. A lo largo de la costa sud americana desde Colombia hasta Chile, la Placa de Nazca mas pesada se introduce por debajo de la placa continental mas ligera. Este encuentro tectónico de dos placas ha llevado al borde de la Placa de Nazca al interior del manto terráqueo que trae como resultado la formación de erupciones volcánicas y la creación de una alta actividad sísmica y de la Cordillera de los Andes.

**Riesgos por Tsunamis**

La zona costera del Perú incluyendo la zona del proyecto, ha experimentado los efectos de muchos tsunamis destructivos (Silgado, 1974), con Alturas de olas desde 2 a 20 m.

Como resultado de estudios realizados, se ha estimado que en el caso de un evento comparable con la magnitud del terremoto de Camana del año 2001, pero localizado mas cerca de pampa Melchorita, tendría un periodo de retorno de 60 años y traería como resultado una inundación de hasta 2 m. de altura con una corriente de 1.5 m./seg. También se han modelado un evento grande después del terremoto de Pisco en el año 1687, tendría un periodo de retorno de 110 años y traería como resultado una inundación de hasta 8 m. de altura con una corriente de 2.5 m./seg

#### **Riesgos en los acantilados**

Los acantilados de fuerte pendiente están expuestos al deslizamiento por efecto de la actividad sísmica, generando una zona de inestabilidad potencial. Un tsunami en la zona del proyecto puede causar la erosión de la playa e incrementar las características inestables del acantilado.

#### **Riesgos de Inundaciones**

La zona no esta expuesta a inundaciones en razón de la ausencia de precipitaciones en el area y la distancia a la cuenca mas cercana asociada con el rio Cañete ubicado a 17 km. al noroeste y el rio Topara ubicado a 12 km. al sureste

### **3.4 FONDO MARINO**

La batimetría nos muestra un fondo regular y de pendiente bastante suave, con isóbatas que se distribuyen paralelas a la línea de costa. En general el fondo no presenta mayores irregularidades, siendo prácticamente una gran planicie. La isóbata de 10 m se encuentra a aproximadamente 1,250 m en el área adyacente a la zona de depósito del material dragado, alejándose un poco de costa a medida que avanza hacia el Norte.

**La zona de depósito del material dragado**, se ubica a una profundidad alrededor de los 30 m y a una distancia de costa próxima a los 8,000 m de distancia y a aproximadamente a 6,500 m de la zona de dragado hacia el Oeste.

Del análisis granulométrico de las muestras recolectadas durante los trabajos de campo, se ha encontrado que no se producen variaciones sustanciales en la granulometría, observándose que

para un perfil cualquiera de la playa, el diámetro de los materiales disminuye con el aumento de las profundidades. Esto constituye la graduación de sedimentos típicos de una playa, donde los granos disminuyen progresivamente de tamaño conforme se alejan de la playa y la acción de las olas afecta en menor proporción el movimiento del fondo, debido a la mayor profundidad, permitiendo que sedimente el material más fino.

### **3.5 SEDIMENTOS MARINOS**

El área de estudio corresponde a una zona que se proyecta dragar, en cuyo eje se efectuaron 4 sondajes del subsuelo a una distancia de la costa de aproximadamente 1,500 m, cuyas profundidades en la columna de agua varían aproximadamente entre 13,1 a 14,9 m, de acuerdo a lo indicado en el plano B-3.

Las muestras fueron entregadas por la Cía. MR & Asociados S.A.C. en las siguientes condiciones: Embolsadas, rotuladas debidamente, no fueron congeladas o refrigeradas después de su extracción del ambiente natural.

#### **3.5.1 OBJETIVOS**

Identificar potenciales contaminantes en los sedimentos sub-superficiales del fondo marino frente a la playa Melchorita y los efectos que podrían causar las actividades de dragado y disposición de los posibles contaminantes.

#### **3.5.2 METODOS**

Las muestras, después de ser recibidas fueron descritas visualmente en su condición húmeda, de acuerdo a algunas consideraciones de Golterman et al (1983), para determinar características básicas, con la finalidad de tener un mejor conocimiento del ambiente del cual procede. No se pudo estudiar ciertas características como estructura sedimentaria u otras, debido al método del muestreo y manipulación de muestras previa a su entrega para el presente estudio.

Se empleó una lupa para observación de fracciones de arena, una tabla de colores de suelos Munsell (Munsell Soil Color Chart), Peróxido de hidrógeno al 30% para confirmar presencia de materia orgánica y ácido clorhídrico diluido al 10% para comprobar mediante la efervescencia la presencia de componentes carbonatados.

Posteriormente de su recepción, las muestras se mantuvieron en refrigeración hasta su entrega para los análisis químicos.

En el Laboratorio la Cía. ENVIROLAB, se analizaron los sedimentos para la determinación de metales pesados tales como Mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Cobre (Cu) y Hierro (Fe), de acuerdo al Método Analítico EPA 6010-B.

**Parámetros y Métodos Analíticos en Sedimentos**

Parámetro	Método Analítico	Límite de Detección del Método
Mercurio Total	CVAFS	0,010 mg/kg
Cadmio Total	EPA 6010-B	0,15 mg/kg
Plomo Total	EPA 6010-B	0,8 mg/kg
Cobre Total	EPA 6010-B	0,5 mg/kg
Fierro Total	EPA 6010-B	0,05 mg/kg

EPA 6010-B      Determination of Metals and Trace Elements in Wastes, Soils,  
Sludges, Sediments and other Solid Wastes by Inductively  
Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry  
CVAFS            Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry

**3.5.3 RESULTADOS**

En las muestras, se observó casi las mismas características en los sedimentos de 3 sondajes. En las muestras de sedimentos cuyas profundidades estuvieron entre los 2,05 – 2,10 m (tres primeros niveles muestreados) fueron de arena muy fina compuesta de minerales terrígenos como cuarzo, feldespatos, minerales ferromagnesianos, micas (de notoria presencia por su brillo y forma característica) y otros, con escasos componentes biogénicos como fragmentos calcáreos (restos partidos de caparazones de moluscos), color gris oscuro, ligero olor sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) solo en los primeros 50 a 60 cm y escasa presencia de materia orgánica. A mayor profundidad de los 2,05 ó 2,10 m

(según el sondaje), los sedimentos cambian su color a gris marrón claro, aunque está presente el tamaño de arena muy fina de minerales. También hay fragmentos calcáreos mayores del tamaño de arena media a gruesa, hasta grava (inclusive en la parte superior estuvieron presentes valvas de pelecípodos completas). El incremento de la fracción calcárea fue creciente hasta los niveles más profundos, donde ésta fue más significativa, inclusive sobre la arena de minerales.

En los primeros tres niveles del sondaje BH-3-09, los sedimentos fueron similares a los de los anteriores, pero a partir de los 2,05 m, los sedimentos presentan significativamente menores contenidos de fragmentos calcáreos en la fracción arena media y gruesa, comparado con los anteriores sondajes hasta la zona más profunda, distinto color y mayor contenido de fango y agua.

Los análisis realizados en la Cía Envirolab del Grupo INASSA, indicaron concentraciones de 0,011 a 0,099 mg/kg para el Hg; de 2,01 a 3,01 mg/kg, para el Cd; de 1,6 a 11,7 mg/kg para el Pb; de 11,8 a 22,4 para el Cu y de 14220 a 21340 mg/kg para el Fe.

Los mayores valores para el Hg, se ubican en el sondaje BH-3-06. para el nivel de 0-0,30 m. Para el Cd, también el mayor valor está ubicado en el sondaje BH-3-06 en el mismo nivel 0-0,30 m. Para el Pb está en el sondaje BH-3-08 en el nivel de 1,60-2,05 m. Para el Cu, en el sondaje BH-3-06 en el nivel de 4,65-4,75 m. Finalmente para el hierro en el sondaje BH-3-07 a nivel 3,10-3,55 m.

El contenido de metales se ubica en orden creciente  $Hg < Cd < Pb < Cu < Fe$ . En el caso de las concentraciones de metales del Hg y Pb los valores presentan los más altos coeficientes de variación, en cambio el Fe, Cu y Cd presentan mayor homogeneidad, de acuerdo a los bajos valores en sus coeficientes de variación. Esto puede observarse gráficamente en su variabilidad vertical. Los mayores grados de asociación se hallaron entre los metales Cd – Pb (0,959), seguidos por el Pb-Hg (0,761) y finalmente Cd-Hg (0,749). Relación inversa significativa se obtuvo para el Cu-Pb (-0,722), cabe

mencionar que para el Cu, todas las correlaciones fueron negativas a excepción del Fe, con el cual ocurre algo similar respecto a los demás metales.

### Resultados de análisis y análisis estadístico global

Concentración (mg/kg)						
Sondaje	Profundidad (m)	Hg	Cd	Pb	Cu	Fe
BH-3-06	0.00-0.30	0.099	3.91	11.4	16.9	17310
	0.30-0.50	0.044	3.41	10.2	13.8	14320
	1.65-2.10	0.038	3.65	11.2	13.5	19510
	3.10-3.55	0.011	2.13	1.6	18.7	16330
	4.65-4.75	0.014	2.34	2.9	22.4	21200
	4.75-5.10	0.016	2.04		13.4	14220
BH-3-07	0.00-0.30	0.052	3.78	11.5	14.4	18900
	0.30-0.50	0.047	3.28	9.7	12.8	16200
	1.60-2.05	0.045	3.57	11	12.6	18060
	3.10-3.55	0.02	2.71	4	18.1	21340
	4.70-5.15	0.016	2.24		15.7	15320
BH-3-08	0.00-0.30	0.073	3.16	10.5	13.8	14760
	0.40-0.60	0.083	3.29	10.6	11.8	16580
	1.60-2.05	0.076	3.6	11.7	12.8	20420
	3.10-3.55	0.032	2.42	3.3	19.1	19960
	4.60-5.05	0.037	2.01	2.5	15.7	15910
BH-3-09	0.00-0.30	0.063	3.21	10.2	13.9	15770
	0.50-0.70	0.072	3.29	10.3	14.7	17520
	1.60-2.05	0.084	3.5	10.2	18.8	21230
	3.10-3.55	0.05	2.45		18	20060
	4.60-5.05	0.026	2.11		16	19920
	<b>Máximo</b>	0.10	3.91	11.70	22.40	21340.00
	<b>Mínimo</b>	0.01	2.01	1.60	11.80	14220.00
	<b>Promedio</b>	0.05	2.96	8.40	15.57	17849.52
	<b>Desv. Estándar</b>	0.03	0.65	3.75	2.76	2404.98
	<b>Coef. Variación</b>	55.05	21.95	44.65	17.72	13.47

### Resultados de análisis y análisis estadístico en cada sondaje

BH-3-06

Concentración (mg/kg)					
Profundidad (m)	Hg	Cd	Pb	Cu	Fe
0.00-0.30	0.099	3.91	11.4	16.9	17310
0.30-0.50	0.044	3.41	10.2	13.8	14320
1.65-2.10	0.038	3.65	11.2	13.5	19510
3.10-3.55	0.011	2.13	1.6	18.7	16330
4.65-4.75	0.014	2.34	2.9	22.4	21200
4.75-5.10	0.016	2.04		13.4	14220

<b>Máximo</b>	0.10	3.91	11.40	22.40	21200.00
<b>Mínimo</b>	0.01	2.04	1.60	13.40	14220.00
<b>Promedio</b>	0.04	2.91	7.46	16.45	17148.33
<b>Desv. Estándar</b>	0.03	0.84	4.80	3.62	2802.28
<b>Coef. Variación</b>	89.96	28.67	64.34	22.04	16.34

BH-3-07

Concentración (mg/kg)					
Profundidad (m)	Hg	Cd	Pb	Cu	Fe
0.00-0.30	0.052	3.78	11.5	14.4	18900
0.30-0.50	0.047	3.28	9.7	12.8	16200
1.60-2.05	0.045	3.57	11	12.6	18060
3.10-3.55	0.02	2.71	4	18.1	21340
4.70-5.15	0.016	2.24		15.7	15320
<b>Máximo</b>	0.05	3.78	11.50	18.10	21340.00
<b>Mínimo</b>	0.02	2.24	4.00	12.60	15320.00
<b>Promedio</b>	0.04	3.12	9.05	14.72	17964.00
<b>Desv. Estándar</b>	0.02	0.63	3.45	2.27	2365.65
<b>Coef. Variación</b>	46.36	20.34	38.13	15.44	13.17

BH-3-08

Concentración (mg/kg)					
Profundidad (m)	Hg	Cd	Pb	Cu	Fe
0.00-0.30	0.073	3.16	10.5	13.8	14760
0.40-0.60	0.083	3.29	10.6	11.8	16580
1.60-2.05	0.076	3.60	11.7	12.8	20420
3.10-3.55	0.032	2.42	3.3	19.1	19960
4.60-5.05	0.037	2.01	2.5	15.7	15910
<b>Máximo</b>	0.08	3.60	11.70	19.10	20420.00
<b>Mínimo</b>	0.03	2.01	2.50	11.80	14760.00
<b>Promedio</b>	0.06	2.90	7.72	14.64	17526.00
<b>Desv. Estándar</b>	0.02	0.66	4.43	2.88	2522.73
<b>Coef. Variación</b>	39.54	22.72	57.44	19.67	14.39

BH-3-09

Concentración (mg/kg)					
Profundidad (m)	Hg	Cd	Pb	Cu	Fe
0.00-0.30	0.063	3.21	10.2	13.9	15770
0.50-0.70	0.072	3.29	10.3	14.7	17520
1.60-2.05	0.084	3.5	10.2	18.8	21230
3.10-3.55	0.05	2.45		18	20060
4.60-5.05	0.026	2.11		16	19920

<b>Máximo</b>	0.08	3.50	10.30	18.80	21230.00
<b>Mínimo</b>	0.03	2.11	10.20	13.90	15770.00
<b>Promedio</b>	0.06	2.91	10.23	16.28	18900.00
<b>Desv. Estándar</b>	0.02	0.60	0.06	2.09	2208.86
<b>Coef. Variación</b>	37.71	20.56	0.56	12.87	11.69

3.5.4 DISCUSIÓN

Las muestras de sedimento obtenidas en los diferentes niveles, durante el ensayo SPT, constituyen un valioso registro sedimentario, que refleja la variación histórica del régimen de sedimentación frente a la zona de Melchorita. Los resultados del análisis que se derivan de las muestras permiten conocer no solamente las condiciones sedimentológicas y geoquímicas básicas para estudiar el efecto de las actividades de dragado y posterior disposición del material en otra zona del océano, sino también, las concentraciones de línea base de los metales, no sólo previo a la obra de desarrollo que constituye el proyecto actual, sino inclusive previo a las actividades antrópicas humanas en la zona, de acuerdo a la antigüedad que represente el registro.

Los contenidos hallados en los sedimentos, reflejan los procesos ocurridos en la columna de agua y condiciones en el fondo, dependiendo de factores del medio ambiente tales como hidrodinámica, suministro de material, condiciones geoquímicas en el fondo (procesos biogeoquímicos), oxígeno del fondo, topografía, etc.

Los contenidos metálicos son bajos para todos los metales, son además relativamente homogéneos, de acuerdo a los bajos coeficientes de variación, a excepción del Hg y Pb (aunque no en gran medida) lo cual indica escasa variabilidad, no obstante tener sedimentos de facies de arena muy fina color gris, con ciertos contenidos de materia orgánica (hasta los 2,10 m y el otro grupo de sedimentos de color más claro, con crecientes contenidos de carbonatos en profundidad, evidenciando menor variabilidad en los contenidos metálicos en los sedimentos por debajo de los 2,10 m, los cuales responden a factores naturales principalmente.



La mayor variabilidad existente en las concentraciones de todos los metales se observa en los cambios de facies de sedimentos encontrados (hasta los niveles de 2,10 m) y los sedimentos por debajo de estos niveles de facies de tamaño de grano mayor y más abundantes contenidos de carbonatos que implican diferencia de condiciones de sedimentación (mayor energía) y oxigenación (aparente escasa materia orgánica presente) por representar eventos de mayor antigüedad.

Las asociaciones directas más significativas ocurren en los metales Cd-Pb, Pb-Hg, Cd-Hg. Entre el Cu-Fe ocurre asociación significativa inversa. En ambos casos no implica una relación causa efecto, sin embargo, en cada caso podrían corresponder a la misma fuente de aporte.

En los diferentes niveles el aporte antrópico es insignificante, y podría provenir del aporte de material que acarrea y deposita el río al sur de la zona de estudio, en niveles más profundos, las concentraciones corresponden a la acumulación condicionada por procesos naturales.

Los valores se hallan debajo de los valores de los estándares de las Guías de calidad Ambiental del Consejo Canadiense de Ministerios del Ambiente (CCME, 1999), dichos estándares han sido usados para la comparación, al no contar con los propios para nuestra región cuyo contexto geológico es diferente. Un estudio comparativo, con otras bahías y puertos del Perú, muestra en los valores del sedimento superficial del fondo marino, por debajo de lo existente en los diferentes niveles estudiados, y que podrían estar expuestos o en contacto con la columna de agua durante el dragado.

Los elementos metálicos analizados en la fracción granulométrica corresponden a la fracción menor. Según el estudio de transporte de sedimentos para la superficie las fracciones <88 micras representan del 15,48 a 39,60% de la muestra total del sedimento, es precisamente en esta fracción donde se ha efectuado los análisis para determinación de metales. Los valores de corrientes son variables, con un promedio de 0,12 m/s teniendo en cuenta el Diagrama de Postma (1967), las condiciones de este material fino, que contiene los elementos metálicos analizados, al ser expuestos en la

columna de agua serán de depositación, pero en mayores condiciones de intensidad de corriente serán transportados.

El aporte a la columna de agua de los elementos metálicos elevará temporalmente los contenidos metálicos, si estos se hallan en estado iónico, que podría esperarse en mayor medida en los niveles superficiales y en menor medida en los más profundos, debido al decreciente contenido de humedad con la profundidad del sondaje, sin embargo, de acuerdo a las condiciones de corriente este será redistribuido y diluido en el sistema. Es de esperarse que la mayor parte de estos metales se hallen en condición de partícula, formando alguna asociación mineralógica y por ende el efecto de reacción con la columna de agua sea mínimo.

Comparados con otras concentraciones de sedimentos superficiales de otras zonas del Perú, se encuentran por debajo de sus contenidos. A mayores niveles de profundidad no se tiene mayores referencias, no obstante es una de las recomendaciones importantes en este tipo de estudios por organizaciones como el ICES (2001) sobre EIA en operaciones de dragado, principalmente para la determinación de zonas contaminadas y para conocer la historia geológica del depósito.

Las sustancias orgánicas particuladas como materia orgánica (compuesta principalmente de C, N, O, H, P), en los procesos de mineralización ejercen una demanda de oxígeno de la columna de agua, si se expone a esta el material orgánico presente en el sedimento superficial y si se expone determinado nivel estratigráfico conteniendo materia orgánica, ejercerá también una demanda en la columna de agua suprayacente en función de su contenido de materia orgánica. Si está disperso (por ejemplo resuspendido por el dragado), esta demanda ocurrirá en toda la columna de agua afectada. Aunque no se han realizado análisis de materia orgánica en los sedimentos, las observaciones y la pobre reacción con peróxido de hidrógeno indican bajos contenidos, del mismo modo las condiciones hidrodinámicas y el propio contenido de oxígeno en el fondo actual, de acuerdo a estos contenidos condicionan un régimen geoquímico, no permitiendo una acumulación significativa en los niveles recientes de material orgánico a menos que otras condiciones influyan seriamente (tasa

de aporte de materia orgánico, disminución de condiciones hidrodinámicas, etc). A mayor profundidad del sedimento las características de estos son similares y es menor la reacción al peróxido de hidrógeno, por lo que las condiciones de sedimentación deben haber sido de mayor energía. En los niveles con mayor contenido de fragmentos calcáreos, la reactividad es también pobre, no se observaron valvas completas, la coloración y olor del sedimento no indican presencia abundante de materia orgánica, presentando además poca reactividad.

Las sustancias orgánicas disueltas como nutrientes, que en el sedimento podrían estar presentes, serían consecuencia de la mineralización de la materia orgánica presente en ellos, correspondiendo a niveles superficiales, los productos de la mineralización que son principalmente CO<sub>2</sub> y agua. A mayor profundidad hay menores contenidos de oxígeno, siendo la eficiencia de la mineralización de materia orgánica (escasa) menor, esperándose otras sustancias producto de estos procesos, según las particulares condiciones anaeróbicas existentes en cada nivel. No se percibió presencia de sulfuro de hidrógeno a profundidades mayores de los 1,65 m, por lo que se espera que los procesos sean previos a los de sulfato reducción (desnitrificación u otros). Los niveles superficiales presentaron muy ligero olor a sulfuro de hidrógeno, evidenciando la presencia de estos procesos, aunque deben ser muy restringidos ó pudieron haberse dado por condiciones debido al almacenamiento hermético de la muestra sin haber sido congelada.

### **3.5.5 CONCLUSIONES**

#### **Zona de dragado**

Los contenidos de metales se encuentran en los diferentes niveles debido a procesos de acumulación natural, reflejo de las condiciones ambientales que ocurrieron durante el proceso de deposito, hacia niveles más profundos del sondeo (bajo los 2.10 m), encontramos ausencia de aporte antrópico, pues representan eventos de mayor antigüedad.

Los valores de las concentraciones están bajo los límites internacionales, aún teniendo en cuenta que las condiciones geológicas y el contexto oceanográfico son distintos a los de esa región, considerando la riqueza de recursos minerales de nuestro país y su intensa actividad de explotación de ellos.

Los metales analizados en la fracción del sedimento analizada están presentes como parte de la fracción particulada, de los cuales no se espera reactividad inmediata que pueda ser significativa, y que podrían representar algún peligro al tener contacto con la columna de agua. La otra parte que podría estar presente en estado iónico, decrece con la profundidad del sedimento conforme se aprecia en el decrecimiento del contenido de agua.

Existen efectos obvios esperados por las actividades de dragado, como cambios en las condiciones de sustrato y morfología del fondo, que como veremos son necesarios para mantener la profundidad del canal de navegación.

### **Zona de depósito del material dragado**

Existen posibles efectos esperados por la disposición de material, como cambios en las condiciones de sustrato y morfología del fondo, que como veremos son insignificantes, teniendo en cuenta los grandes volúmenes de sedimentos que circulan por la zona.

Así mismo, ocurren alteraciones en las características físicas del medio receptor como, reducción temporal de penetración de luz y concentración de oxígeno disuelto limitando el desarrollo de vida en ese periodo de tiempo.

Afecta temporalmente la calidad estética de las aguas como transparencia y belleza natural. Alejamiento temporal de peces y extinción de plancton durante operaciones (Consecuencia temporal). Demanda de oxígeno y anoxia temporal por resuspensión de materia orgánica. Incremento de nutrientes en columna de agua. Sin embargo, estos cambios son temporales y de pequeña magnitud, teniendo en cuenta la actividad

intermitente del dragado y depósito del material dragado y la pequeña magnitud del material involucrado.

### **3.6 CORRIENTES**

El sistema de corrientes frente a las costas del Perú tiene dirección hacia el Norte, y difiere del sistema de orilla, donde se presenta una variabilidad debida principalmente al perfil de los accidentes costeros.

Específicamente dentro de una bahía, el sistema de corrientes responde también a otros factores como las mareas, la batimetría, los vientos locales, etc. Esto hace que las corrientes dentro de las bahías principalmente, sean muy variables y difíciles de describir.

Además superpuesta a estas corrientes está aquella que se produce debido al oleaje que al aproximarse a la costa del Sur y Suroeste principalmente, genera corrientes litorales que son las más importantes en el transporte de sedimentos. Esta corriente litoral, en general, es también hacia el Norte. Hay que tener mucho cuidado en identificar y caracterizar dicha corriente litoral que en algunos casos, al tener ésta una gran dinámica, puede ocasionar procesos de erosión y sedimentación importantes al ser interrumpidos en su trayectoria.

Otra corriente importante que se genera cuando la ola rompe en la playa, es la corriente de "fondo" o corriente de "resaca", que viene a ser el retroceso del agua que llega a costa producto del oleaje.

Antes de iniciar el análisis, tenemos que diferenciar etapas o períodos de circulación que van a responder principalmente a las estaciones de Invierno y Verano, a períodos de mareas ascendentes y descendentes y fases de Luna.

Como sabemos durante el Invierno los vientos alisios son más intensos, lo que origina que el sistema de corrientes del Perú, que se dirige hacia el Norte, y específicamente la corriente costera peruana, al igual que el oleaje, va a ser más intensa y por lo tanto, la corriente Norte va ser predominante en las regiones costeras. Sin embargo, existe la influencia de las mareas, que en el

caso del área de estudio proceden del Norte, lo que origina cambios en la circulación entre las pleamares y bajamares.

### **3.6.1 METODOLOGIA**

Para los estudios de corrientes se emplean diversos equipos, basados en dos métodos de medición. Las mediciones de corrientes en la zona de estudio se efectuaron utilizando el método Euleriano, que consiste en la medición del flujo de la corriente desde un punto fijo. La posición de las estaciones se realizó utilizando el método de alineación de dos obstáculos en tierra y la profundidad del lugar, una vez ubicados en el área, se tomó la posición utilizando un GPS marca Magellan 310. Para las mediciones de corrientes se utilizó un correntómetro Valeport, para medir la corriente superficial, intermedia y de fondo.

Las mediciones de corrientes en una segunda fase (ya que la primera fase fue desarrollada por Golder Associates para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita), se realizó del 24 al 29 de Marzo y del 30 de Marzo al 12 de Abril del 2003 a 10 m de profundidad, en un punto ubicado a 1,500 m de costa siguiendo el eje del muelle y con una profundidad de 15 m. Asimismo, el mismo día 12 de Abril, durante la tarde, se realizaron mediciones, en el mismo lugar a tres niveles de profundidad (1, 7 y 14 m).

El día 13 de Abril del presente año, se realizaron mediciones de corrientes marinas, a tres niveles de profundidad ( 5, 15 y 25 m), siguiendo el eje del muelle, en la zona de depósito del material dragado, en un punto donde la profundidad del lugar es de 26 m.

### **3.6.2 RESULTADOS**

#### **Zona de dragado**

**Mediciones a 10 m de profundidad:** Entre el 24 y 29 de Marzo y el 30 de Marzo y 12

de Abril del 2003, las direcciones de las corrientes marinas mostraron predominantemente dos flujos: uno hacia el Noroeste y el otro totalmente opuesto hacia el Sureste, siguiendo las líneas isóbatas en forma paralela, al igual que a la línea de costa. Ambas direcciones se alternaron, teniendo duraciones entre 3 a 4 días. Entre el 24 y 26 de marzo la dirección predominante fue hacia el Noroeste, con ciertas variaciones del Norte, haciéndose esta última dirección ligeramente predominante los días 27 y 28 de Marzo. Luego durante los días 30, 31 de Marzo y 01 de Abril la dirección se tornó predominantemente hacia el Sureste. Los días siguientes: 03, 04 y 05 de Abril, la corriente giró nuevamente hacia el Noroeste, para luego los días 07, 08, 09, 10 y 11 de Abril variar nuevamente hacia el Sureste.

Cabe resaltar que durante los días 29 de Marzo, 02 y 06 de Abril, fueron días que mostraron una mayor distribución de direcciones y que coincidieron con los cambios o giros opuestos que predominaron y que fueron hacia el Sureste y Noroeste; sin embargo, en dichos días las direcciones fueron ligeramente predominantes hacia el Sureste y Sur. El día 12 de Abril se observó también una mayor distribución, siendo la dirección hacia el Sur la que predominó ligeramente.

Las velocidades fluctuaron en promedio diario entre 22.0 a 08.0 cm/sg, con un valor promedio, entre los días 24 de Marzo al 12 de Abril de 13.0 cm/sg. Las velocidades máximas diarias fluctuaron entre 33.0 a 18.0 cm/sg, mientras que las velocidades mínimas variaron entre 08.0 a 01.0 cm/sg. Las mayores velocidades de las corrientes se registraron el día 31 de Marzo.

**Mediciones a Tres Niveles de Profundidad:** En el mismo lugar donde se realizaron las mediciones de corrientes marinas entre el 24 de Marzo y el 12 de Abril, el mismo día 12, durante la tarde, se efectuaron mediciones a tres niveles de profundidad durante 20 minutos en cada nivel. A un metro de profundidad, la corriente superficial mostró una dirección predominante hacia el Oeste y Suroeste, con velocidades que variaron entre 25.0 a 7.0 cm/sg, con un valor promedio de 15.0 cm/sg. A 07 m de profundidad la corriente mostró una dirección predominante hacia el Sureste, con velocidades que fluctuaron entre 38.0 a 10.0 cm/sg, con un valor promedio de 18.0 cm/sg. A 14 m de

profundidad la dirección de la corriente marina mostró mucha variabilidad, alcanzando velocidades entre 23.0 a 7.0 cm/sg, con un valor promedio de 15.0 cm/sg.

### **Zona de depósito del material dragado**

**Mediciones a Tres Niveles de profundidad en la Zona de depósito del material dragado:** El día 13 de Abril, en la zona de depósito del material dragado, se realizaron mediciones de corrientes a tres niveles de profundidad, durante aproximadamente 40 minutos en cada nivel. A 05 m de profundidad la dirección predominante fue hacia el Sureste, con velocidades que fluctuaron entre 28.0 a 16.0 cm/sg, con un valor promedio de 20.0 cm/sg. A 15 m de profundidad la dirección de la corriente fue del Sur y Sureste principalmente, presentando velocidades que variaron entre 26.0 a 11.0 cm/sg, con un valor promedio de 17.0 cm/sg. Cerca del fondo, a 25 m de profundidad, la corriente tuvo una dirección predominante del Sureste, al igual que la cercana a la superficie, con velocidades que fluctuaron entre 27.0 a 12.0 cm/sg, presentando un valor promedio de 18.0 cm/sg.

### **3.6.3 DISCUSION**

#### **Para toda el área**

De acuerdo a las mediciones efectuadas en la playa Melchorita, la circulación nos muestra velocidades esperadas para la zona, con características de una costa larga y rectilínea, sin la protección natural que tienen otras zonas del litoral peruano. Con respecto a la dirección, esta nos muestra que siguen principalmente paralelas a la línea de costa y a las líneas isóbatas, característica común frente a nuestras costas. Se cree que el cambio de dirección opuesta totalmente, se debe a la influencia de la línea de costa, que ejerce fricción sobre la corriente, haciéndola girar, principalmente cuando el sistema de circulación de las corrientes peruanas cambian de intensidades.



Como resultado de la revisión de las estadísticas de corrientes en la costa peruana se ha determinado que no se puede esperar velocidades mayores a 1 m/seg, sin embargo si es posible indicar que los valores registrados a 5, 15 y 25 m. de profundidad muestran que las velocidades de las corrientes varían entre 17 y 20 cm./seg. asegurando una buena dilución de los sedimentos finos, como los del área de dragado, a medida que van descendiendo hacia el fondo.

### **3.7 OLAS**

Para efectuar diseños, evaluación de obras portuarias, actividades de dragado, etc. es importante contar con información sobre las olas del mar, por lo cual es necesario conocer su naturaleza y frecuencia de ocurrencia de las olas, definidas por su período, altura y dirección.

Otro aspecto importante en las mediciones de olas en la costa es la modificación de su dirección, altura y velocidad que sufre el oleaje al acercarse a las playas, por efecto de la disminución de la profundidad del fondo marino y por la presencia de obstáculos (islas, muelles, rompeolas, etc.) que produce la refracción y difracción en la dirección del frente de olas.

#### **3.7.1 METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DE OLAS**

En el área de estudio, se tienen mediciones de olas efectuadas por el Ministerio de Pesquería con equipos (ológrafos) que nos dan valores precisos por períodos de observaciones largos (más de tres años). Así mismo, se han efectuado observaciones visuales de olas utilizando olómetros sin ningún mecanismo o dispositivo para realizar un registro automático de las alturas, por lo que fue necesario, que una persona efectúe en intervalos de tiempo, observaciones durante aproximadamente 20 minutos.

#### **3.7.2 ANALISIS DEL OLEAJE**

La magnitud del oleaje en el litoral depende de la altura de las olas en aguas profundas y de la zona de rompiente, por lo tanto es necesario conocer las áreas de incidencia de oleajes en el ámbito del estudio.

En vista que el cálculo de los datos de olas se efectúan mediante técnicas estadísticas, no es necesario registrar datos de olas en forma continua durante las 24 horas del día.

Por lo general, se asume que las características estadísticas de las olas del mar, son constantes durante un número de horas. Dentro de este lapso se toma una muestra que sostenga el suficiente número de olas para que los parámetros característicos ( $H_s$  y  $T_s$ ) sean estables y representativos para ese lapso.

En otras palabras, se debe calcular  $H_s$  y  $T_s$  de un grupo de olas lo suficientemente grande para que elimine las irregularidades que se presentan en un tiempo determinado. Además, se debe tomar un suficiente número de muestras del oleaje al día, para determinar la variación de los parámetros a largo plazo.

### **3.7.3 TIPOS DE OLEAJE:**

Se presentan dos tipos de olas en cuanto a su origen:

Sea (Olas de viento).-

Son olas que están bajo la influencia del viento local que las origina, por lo general, son olas cortas de mucha pendiente y superficie muy confusa, este tipo de olas se presentan con relativa frecuencia en la zona de estudio, debido a la incidencia del viento generado por la diferencia de temperaturas del mar y el desierto, aunque son de muy corto período y poca altura.

. Swell (Olas del mar de fondo).-

Son olas que se originan en alta mar y viajan grandes distancias, este tipo de oleaje es la fuente principal de las alturas de olas, cuya incidencia determina la dinámica en las costas de estudio.

**3.7.4 RESULTADOS DE OLAS**

Actualmente existen estudios y compilaciones de datos generales para la región costera que nos permiten describir el comportamiento del oleaje en mar abierto.

En general, a lo largo del litoral peruano, el oleaje proviene principalmente del Sur y Suroeste. En el siguiente cuadro, se muestra el resumen de las direcciones y alturas de ola predominante para la región comprendida entre los 10° y los 15° Sur (información del Sailing Directions for South America).

Este cuadro nos permite una primera apreciación del rango de alturas de olas y de la dirección predominante de aproximación.

**OCURRENCIA DE ALTURA Y DIRECCION DEL OLAJE  
(10° - 15° SUR)**

ALTURA	SUR	SUR-OESTE
(M)	(%)	(%)
0.30	35.40	09.70
1.80	25.20	06.70
3.60	02.30	01.00

De acuerdo a esa información, las direcciones predominantes del oleaje están concentradas en el Sur y Sur-Oeste, mientras que las demás direcciones ocurren con una probabilidad muy baja.

**3.7.5 CALCULO DE ALTURAS DE OLAS**

El análisis del oleaje que se ha efectuado está basado en la información registrada en Ventanilla, de la estadística del Sailing Directions y en los datos de las observaciones visuales efectuadas en el área de estudio. El método consiste en obtener los cálculos de altura y período de olas en aguas profundas. Con esta información y en base a la batimetría obtenida para la zona de interés, se proyectó el oleaje por el método de las ortogonales hasta e lado Oeste del rompeolas de protección, para efectuar los diagramas

de difracción, y mediante diagramas de refracción aplicando la ley de Snell (Wiegler), efectuar los cálculos de altura de ola utilizando los diferentes coeficientes de refracción y de cambio de profundidad correspondiente, en la zona de la playa Melchorita.

La altura de una ola en aguas poco profundas está dada por la siguiente fórmula:

$$H = K_r \cdot K_s \cdot K_d \cdot H_o$$

**Donde:**

$K_r$  = Coeficiente de Refracción

$K_s$  = Coeficiente por Cambio de Profundidad

$K_d$  = Coeficiente de Difracción

$H_o$  = Altura de ola en Aguas Profundas

El coeficiente de Refracción a 20 metros de profundidad en Ventanilla es: 0.8940

$$K_d = 1$$

$$K_s = 0.982$$

De la clasificación de períodos promedios máximos  $T = 14$  sg

La longitud de onda esta dada por  $L_o$  en aguas profundas.

Reemplazando para una altura máxima observada en Ventanilla, que corresponde a un estado de braveza de mar de 3.41 m y una altura significativa de 1.51 metros, registrada en el mes de Junio, se obtiene:

$$H_o = 3.41 / 0.894 \cdot 0.982 = 3.88 \text{ m}$$

$$H_o = 1.51 / 0.894 \cdot 0.982 = 1.72 \text{ m}$$

### **3.7.6 CALCULO DE ALTURA DE OLA, DIRECCION SUROESTE**

a) A 30 m de Profundidad

$$H = (0.9759) (0.9344) (1) (3.88) = 3.54 \text{ m}$$

$$H = (0.9759) (0.9344) (1) (1.72) = 1.57 \text{ m}$$

b) A 20 m de Profundidad

$$H = (0.9759) (0.9805) (1) (3.88) = 3.71 \text{ m}$$

$$H = (0.9759) (0.9805) (1) (1.72) = 1.65 \text{ m}$$

c) A 10 m de Profundidad

$$H = (1.0174) (1.1010) (1) (3.88) = 4.35 \text{ m}$$

$$H = (1.0174) (1.1010) (1) (1.72) = 1.93 \text{ m}$$

d) A 05 m de Profundidad

$$H = (1.0197) (1.2850) (1) (3.88) = 5.08 \text{ m}$$

$$H = (1.0197) (1.2850) (1) (1.72) = 2.25 \text{ m}$$

### **3.7.7 CALCULO DE ALTURA DE OLA, DIRECCION SUR**

a) A 30 m de Profundidad

$$H = (0.8973) (0.9344) (1) (3.88) = 3.25 \text{ m}$$

$$H = (0.8973) (0.9344) (1) (1.72) = 1.44 \text{ m}$$

b) A 20 m de Profundidad

$$H = (0.8803) (0.9805) (1) (3.88) = 3.35 \text{ m}$$

$$H = (0.8803) (0.9805) (1) (1.72) = 1.48 \text{ m}$$

c) A 10 m de Profundidad

$$H = (0.8471) (1.1010) (1) (3.88) = 3.62 \text{ m}$$

$$H = (0.8471) (1.1010) (1) (1.72) = 1.60 \text{ m}$$

d) A 05 m de Profundidad

$$H = (0.8439) (1.2850) (1) (3.88) = 4.21 \text{ m}$$

$$H = (0.8439) (1.2850) (1) (1.72) = 1.87 \text{ m}$$

### 3.7.8 CALCULO DE Kr TOTAL

$$Kr (\text{Total}) = 0.8439 (0.7833) + 1.0197 (0.2167) = 0.8820$$

### 3.7.9 CALCULO DE LA ALTURA DE OLA EN LA ROMPIENTE (Hb)

Cálculo de H'o

$$H'o / Ho = Kr$$

$$\text{Donde: } Ho = 1.72 \text{ y } 3.88 \text{ m}$$

$$Kr = 0.8820$$

$$H'o = Kr \cdot Ho$$

$$H'o = 0.8820 \times 1.72 = 1.52 \text{ m}$$

$$H'o = 0.8820 \times 3.88 = 3.42 \text{ m}$$

$$\text{Se evaluó: } H'o / gT^2 = 1.52 / 1920.8 = 0.00079$$

$$H'o / gT^2 = 3.42 / 1920.8 = 0.00178$$

Cálculo de la Pendiente (m):

$$\text{de: } 5 / 300 = 0.017$$

$$\text{Entonces: } Hb / H'o = 1.69 \implies Hb = 1.69 \times 1.52 = 2.57 \text{ m}$$

$$H_b / H_o = 1.36 \implies H_b = 1.36 \times 3.42 = 4.65 \text{ m}$$

### **3.7.10 CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE LA OLA CUANDO ROMPE**

$$H_b / gT^2 = 2.57 / 1920.8 = 0.00134$$

$$H_b / gT^2 = 4.65 / 1920.8 = 0.00242$$

$$m = 0.017$$

$$\text{Se evaluó: } db / H_b = 1.12$$

$$db = 2.57 \times 1.12 = 2.88 \text{ m}$$

$$db / H_b = 1.07$$

$$db = 4.65 \times 1.14 = 5.29 \text{ m}$$

### **3.7.11 DISTANCIA A LA QUE ROMPE LA OLA DE LA PLAYA**

$$\text{La ola rompe a: } 2.88 / 0.017 = 170 \text{ m}$$

$$5.29 / 0.017 = 310 \text{ m}$$

### **3.7.12 CARACTERISTICAS DEL OLEAJE EN PLAYA MELCHORITA**

La altura de ola en el área de estudio cuando rompe la misma, calculada en base a los datos obtenidos durante un año de registro en Ventanilla es de 2.57 y 4.65 m, para la altura de ola significativa y la altura significativa máxima respectivamente, siendo la profundidad de la rompiente a 2.88 y 5.29 m, respectivamente, y la distancia donde rompe a 170 y 310 m de la playa, respectivamente.

## **PARAMETROS DE OLAS**

H	Hs	Hmáx.	Ts
1.20 m	1.80 m	4.00 m	13.0 sg

**3.8 MAREAS**

La importancia de las mareas y de su estudio, radica en la necesidad de obtener planos de referencia o datums, con el fin de determinar las alturas de los accidentes topográficos y las profundidades del mar, además en la determinación de terrenos ribereños para el establecimientos de linderos y el diseño de estructuras en zonas costeras, así como, el de la dinámica del área de acuerdo principalmente a sus amplitudes.

Para determinar las características maréales de la zona en estudio se ha utilizado la Tabla de Mareas que editó la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina para el puerto del Callao; observándose que las mareas son del tipo semi-diurno, es decir que se presentan dos pleamares y dos bajamares en un día mareal (24 horas 50 minutos). La amplitud media de la marea es del orden de 0.55 m, mientras que la amplitud durante mareas de sicigias alcanzan valores promedios del orden de 0.73 m. El establecimiento de puerto es de 05 horas 36 minutos.

**3.9 TSUNAMIS**

Los tsunamis o maremotos son una serie de ondas marinas de período largo, entre 15 a 40 minutos, que no son percibidas en alta mar, pero que al acercarse a costa, la gran energía cinética que transportan se convierte en energía potencial y las olas pueden alcanzar grandes alturas. El origen más frecuente de generación de tsunamis, son los sismos mayores de 7.5° en la escala de Ritcher. Las explosiones volcánicas y los derrumbes submarinos son también otras causas de generación de tsunamis.

Cuando se genera un tsunami se propaga en todas las direcciones. La velocidad de propagación está en relación con la profundidad del mar. Por ejemplo, un tsunami que atraviesa una parte del océano donde la profundidad es de 4,000 m, tendrá una velocidad de 720 Km/h. Entonces, al conocer las profundidades del Océano, podemos calcular, el tiempo aproximado de llegada en



cualquier parte del litoral, por ejemplo si un tsunami se genera frente a las costas de Alaska, este estaría llegando a las costas del Perú en aproximadamente 16 horas.

La altura de un tsunami mar adentro es sólo de algunos centímetros, un barco navegando en alta mar, no se daría cuenta de su paso por su poca altura; sin embargo, su longitud de onda es de alrededor de 350 Km. El tsunami entonces no representa un peligro en alta mar, pero, al acercarse a las costas su longitud de onda disminuye y crece en altura al verse frenada por el encuentro de cada vez menos profundidad.

En muchas islas de Indonesia y el Japón, con batimetría y topografía desfavorables, los tsunamis llegan a elevarse más de 30 m s.n.m.m. En el caso del Perú, el tsunami no llegaría como una ola grande, si no mas bien como una onda de inundación que estaría entre los 6 a 9 m. de altura.

Afortunadamente, el Perú no ha sufrido los efectos de los tsunamis con la misma frecuencia que otros lugares de la Tierra. Sin embargo, la historia nos dice que nuestro litoral ha sentido los efectos destructivos de muchos en el pasado.

Los más destructivos que ocurrieron en el Perú fueron los del 28 de Octubre de 1746 y el 13 de Agosto de 1868. El primero se generó frente a las costas del Callao alcanzando una altura de 7 m. Este tsunami causó la muerte de 5 a 7 mil habitantes y es probablemente el tsunami más fuerte registrado a la fecha. El Tsunami del 13 de Agosto de 1868 ocasionó grandes daños desde Trujillo (Perú) hasta Concepción (Chile). En Arica, una nave de guerra fue depositada 400 m tierra adentro. El tsunami se dejó sentir en puertos tan lejanos como Hawaii, Australia y Japón. Finalmente el último tsunami de carácter destructivo se presentó el 23 de Junio del año 2001, frente a las costas de Camaná, destruyendo casi por completo el balneario de La Punta, con más de mil viviendas destruidas, 28 muertos y más de 65 desaparecidos.

### **El Sistema Internacional y Nacional de Alerta de Tsunamis**

En Abril de 1964 ocurrió cerca de Alaska, un intenso sismo y tsunami que afectó las costas de muchos países de la cuenca del Océano Pacífico causando grandes pérdidas humanas y materiales.

El tsunami llegó varias horas después de ocurrido el sismo; las autoridades de las diferentes localidades pudieron haber advertido a los pobladores para evacuar las zonas costeras, sin embargo, no existía un sistema de alerta para casos de tsunamis. Esto llevó a la creación en 1965, del Sistema Internacional de Alerta de Tsunamis.

Este Sistema Internacional tiene su centro de operaciones en las islas Hawai y se basa en la información recibida de las estaciones sismográficas y mareográficas (estaciones que miden los sismos y los niveles del mar respectivamente).

Por ejemplo, si un sismo fuerte se produce en cualquier parte del Océano Pacífico, inmediatamente la estación sismográfica más cercana al epicentro comunica a Hawai y esta disemina la información a todos los países que forman parte del sistema. Como no se sabe si el sismo a generado un tsunami, la estación mareográfica más cercana al epicentro entra en alerta y verifica si es que se ha producido un cambio brusco del nivel del mar, es decir la generación de un tsunami, comunicándose con Hawai y esta a su vez a todos los países ribereños, advirtiéndolo de su generación.

Cada país de la Cuenca del Océano Pacífico tiene un Centro Nacional de Alerta de Tsunamis que coordina con el Sistema Internacional la emisión de alertas. En el Perú, este centro se encuentra en la Dirección de Hidrografía y Navegación (D.H.N.) localizado en Chucuito - Callao.

El Centro Nacional de Alerta recibe la información del Centro Internacional a través del Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" vía modén, y/o teléfono magnético. La D.H.N. al recibir la alerta, mantiene comunicación con el Sistema Internacional para evaluar el posible riesgo que podría causar en nuestras costas el tsunami. Si existe riesgo, la alerta se transmite al Instituto Nacional de Defensa Civil, entidad responsable de activar los planes de evacuación de la población.

El Instituto Geofísico del Perú también forma parte del Sistema Nacional y le informa sobre la ubicación del epicentro e intensidad de los sismos, para evaluar adecuadamente el riesgo de ocurrencia de un tsunami producido por un sismo local.

Para diseminar adecuadamente las alertas a toda la costa del Perú, la DHN está conectada a través del Sistema de Comunicaciones Navales con todas las Capitanías del litoral.

Hay que tener en cuenta que para un tsunami de origen lejano el Sistema Nacional de Alerta sería el que pondría en aviso a la población a través de las autoridades de Defensa Civil (Alcalde del distrito), pero cuando se trata de un tsunami de origen cercano, la alerta natural es el sismo que se produce unos 15 a 25 minutos antes de que probablemente llegue el tsunami, por lo que los trabajadores deben alejarse de costa hacia una zona alta inmediatamente después de haber sentido un sismo muy fuerte ( $>7.0^\circ$ ).

Los tsunamis han afectado la zona costera de Lima-Callao en el pasado. Los más grandes Tsunamis, especialmente frente a Lima-Callao, son usualmente causados por terremotos, cerca de la costa, por las Placas de Nazca y Sudamérica. El Callao ha padecido repetidamente de estos acontecimientos con muchas pérdidas humanas y de propiedad. Los Tsunamis más importantes en el Pacífico son mostrados a continuación en la Tabla N° 2.

**TABLA N° 2: TSUNAMIS HISTORICOS EN EL PACIFICO**

<b>Año</b>	<b>Día / Mes</b>	<b>Centro de sismicidad</b>	<b>Intens. del terremoto (esc. de Mercalli)</b>	<b>Tsunami Altura de olas</b>	<b>Daños, perjuicios, etc.</b>
1586	9 Julio	Cerca de la costa de Lima	8	4 brazas	22 muertos en Lima
1644	12 Mayo	Cerca de la costa de Pisco (Ica)	6		70 muertos
1678	17 Junio	11.7° S - 77° Norte de Lima	7		
1687	20 Oct.	11.7° S - 77° O	9		200 muertos e Lima
1705	26 Nov.				Destrucción de Arica
1716	10 Feb.	Camaná (Arequipa)	9		Daños en Pisco
1746	28 Oct.			7 m en el Callao	5000 - 7000 muertos
1806	1 Dic.			6 m en el Callao	
1828	30 Mar.		7		
1868	13 Ago.	Frente de Arica	6	21 m en Concepción (Chile)	Daños desde Trujillo a Concepción (Chile)
1877	9 Mayo	Chile		23 m de Arica	Daños desde Pisco hasta Antofagasta (Chile)
1878	10 Ene.			12 m en la Isla Tanna	
1883	26 Ago.	Volcán Krakatoa Indonesia		23 m en Mera, Java, Indonesia	
1942	24 Ago.	15.1° S – 75.0° W	8.1		
1946	1 Abril			6 m en Hawai, USA	165 muertos en Hawai, USA
1952	5 Nov.			1.9 m en Libertad (Ecuador) 2.0 m en el Callao 3.7 m en Talcahuano (Chile)	
1957	9 Marzo	Océano Pacífico Norte		1 m en Chile 0.25 m en el Callao	
1960	22 Mayo	Zona costera de Chile	8.25 - 8.50	2.2 m en La Punta, Callao 11 m en Hilo, Hawai (USA)	
1964	28 Marzo	Kodiak, Alaska, USA		1.50 m en el Callao	100 muertos en Alaska
1974	3 Oct.	Cerca de la costa en Callao			

---

<b>Año</b>	<b>Día / Mes</b>	<b>Centro de sismicidad</b>	<b>Intens. del terremoto (esc. de Mercalli)</b>	<b>Tsunami Altura de olas</b>	<b>Daños, perjuicios, etc.</b>
1996	21 Feb.	210 Km. SO de Callao	6.9		15 muertos en Callao

### **3.10 METEOROLOGIA**

En general, las condiciones climatológicas en el área de interés, están influenciadas por la dinámica del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental y estacionalmente durante el verano por la dinámica del Anticiclón del Atlántico que en su posición Occidental, ocasiona el transvase de humedad hacia el lado del Pacífico.

El área de estudio por su posición geográfica, se encuentra además influenciada por la presencia de la corriente fría del Perú, que actúa como mecanismo termorregulador; por la Cordillera de los Andes cuyo efecto orográfico regula la persistencia de la dirección de los vientos alisios y por consiguiente del afloramiento costero y el régimen climático de la costa peruana.

#### **INFLUENCIA MACRO-ESCALAR DEL SISTEMA OCEANO-ATMOSFERA**

En el orden macroescalar las condiciones climatológicas en el área de estudio están influenciadas por factores geográficos, oceanográficos y meteorológicos.

Los factores geográficos se deben a la posición latitudinal; los factores oceanográficos, debido a la presencia de la corriente fría del Perú como mecanismo termorregulador, y los factores meteorológicos debido al Anticiclón del Pacífico Sur Oriental, que determina el estado del tiempo y que condiciona la estabilidad de los vientos alisios como agente externo de generación de oleaje irregular.

#### **INFLUENCIA MESO-ESCALAR Y LOCAL**

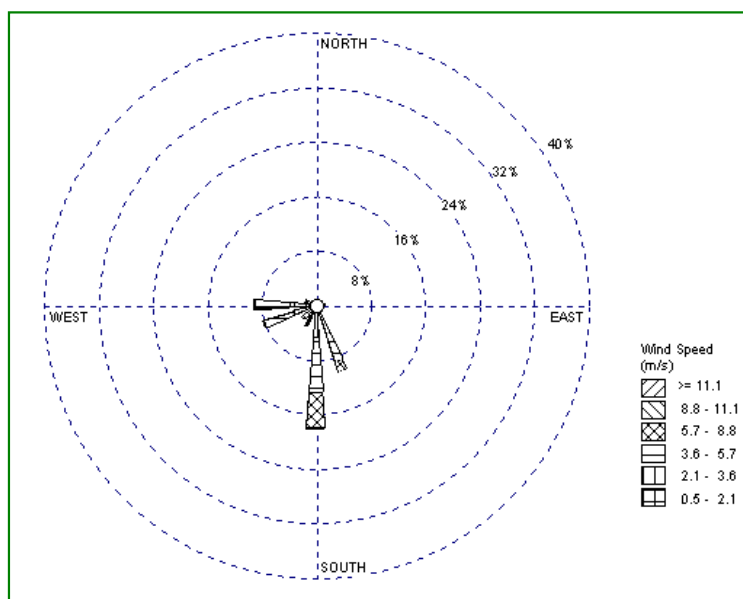
En el orden meso-escalar, la influencia continental modifica la circulación a lo largo de la línea costera, debido a los accidentes orográficos, asimismo, el flujo es levemente modificado por el diferencial de temperatura entre el mar y tierra, acentuándose más en las zonas del litoral con mayor área desértica, y en zonas específicas con prominencias y/o entrantes (bahías, ensenadas, penínsulas); también producen modificaciones en la circulación del aire, debido al efecto de fricción y al cambio en la cantidad de movimiento entre el flujo del aire sobre el mar y tierra.

## EVALUACION CLIMATOLOGICA

En general las condiciones climatológicas en el área de interés, están influenciadas por la dinámica del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental y estacionalmente durante el verano por la dinámica del Anticiclón del Atlántico en su posición Occidental, que ocasiona el transvase de humedad hacia el lado del Pacífico. El área de estudio por su posición geográfica, se encuentra además influenciada por la presencia de la corriente fría del Perú, como mecanismo termorregulador, la Cordillera de los Andes como efecto orográfico en la libre circulación, que condiciona la estabilidad de los vientos alisios y la presencia del fenómeno de El Niño que altera el régimen climático.

Estadísticamente la componente principal del viento es del SSE, oscilando su velocidad media mensual multianual entre 6 a 8 nudos y manteniendo su estabilidad direccional promedio al 80%. Generalmente, la componente del viento varía ligeramente al SSW en horas de la tarde, aumentando su velocidad hasta 12 nudos. En algunas ocasiones del año, el viento presenta componentes del Noroeste a Norte que se mantiene por algunas horas y en casos extremos entre 2 a 3 días. Durante la madrugada y primeras horas de la mañana el viento es débil con tendencia a la calma.

A continuación se presenta a manera de ejemplo una rosa de vientos con el promedio anual de 1996 registrado en el aeropuerto de Pisco, en el cual se puede observar la predominancia de la dirección del sur y sureste sobre las otras direcciones.



Rosa de vientos para 1996 para Pisco, Perú (Estación No. 846910)

En el orden de meso-escala, la circulación es modificada a lo largo de la línea costera, por diferencial de temperatura entre el mar y tierra, acentuándose en las zonas del litoral con mayor área de desierto, como por ejemplo entre las áreas interfluviales.

Por el mismo principio de diferencia de temperatura, la circulación es levemente modificada mar afuera por presencia de bulbos de agua cálida y de acuerdo al gradiente térmico horizontal respecto a su periferia.

Las prominencias y entrantes (penínsulas, bahías) que se presentan a lo largo de la línea costera, y siendo el flujo no paralelo a ella, también producen modificaciones en la circulación del aire, debido al efecto de fricción y al cambio en la cantidad de movimiento entre el flujo del aire sobre el mar y tierra.

La temperatura del aire varía en promedio mensual multianual entre 16.6° a 21.9°C, presentando su temperatura mínima media en el mes de Setiembre (15.4°C) y su máxima en el mes de Marzo (26.8°C), asimismo la Humedad Relativa media se mantiene entre 77 a 90% mensual. Las horas de brillantes solar en promedio mensual oscila entre 2.3 a 5.9 horas diarias, que corresponden a los meses de Agosto y Marzo respectivamente.

El tipo de nubosidad que se presenta es estratiforme. Durante el invierno, cubierto en las mañanas por estratos y estratocúmulos y gradualmente variando a nublado al medio día. En el verano se presentan coberturas nubosas de nublado a nublado parcial por estratocúmulos y altocúmulos, y frecuentemente durante las tardes invasión de nubosidad cirrostratos y altostratos, producto del transvase desde la Amazonía central hacia el lado del Pacífico.

En el área de estudio son poco frecuentes las precipitaciones, registrándose solamente trazas aisladas tipo llovizna en invierno y tipo lluvia ligera durante el verano, proveniente de nubosidades estratos y altostratos respectivamente.



Sin embargo, es más frecuente la presencia de nieblas ligeras que reducen la visibilidad horizontal a menos de 9 km durante gran parte del año, especialmente durante las madrugadas y primeras horas de la mañana. Durante la época de verano, es frecuente las nieblas radiativas en las primeras horas de la mañana, siendo en algunos casos moderadas a densas, reduciendo las visibilidades a menos de 1,000 m. Durante la época de invierno, la frecuencia de nieblas es debido principalmente a la advección de aire húmedo desde el océano, producto de la intensificación del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental y el enfriamiento superficial del mar en áreas costeras.

Durante la época del fenómeno de El Niño, las temperaturas del aire aumentan entre 2° a 4°C, el viento aumenta entre 20 a 50% más del promedio mensual, especialmente durante las tardes. Se presentan precipitaciones ligeras de mayor intensidad y cobertura espacial.

Fuente : Derrotero de la Costa Peruana volumen II, 3ra. edición 2001, publicada por la Dirección de Hidrografía y Navegación.

### **3.11 ASPECTOS FISICOS DE LOS CAMBIOS CLIMATICOS**

La radiación solar es la principal fuente de energía de nuestro planeta. Los continentes, mares, océanos y atmósfera absorben esta radiación solar de acuerdo a su ubicación latitudinal y como consecuencia de la interacción océano – atmósfera, se originan los estados del tiempo y climas. Sin embargo, ocurren cambios climáticos a escala geológica que involucran miles o millones de años y cuyas causas son discutidas por los científicos, entre ellas, las variaciones de la posición del planeta, actividad de las manchas solares, actividad volcánica o el contenido de dióxido de carbono en la atmósfera, etc.

Los especialistas del grupo de trabajo sobre ciencias para el incremento del nivel del mar del Panel Intergubernamental de Centros Climáticos (IPCC), han obtenido como consecuencia de la creciente emanación de gases con efecto de invernadero a la atmósfera, seis posibles escenarios, el promedio estima un aumento de la temperatura

global del aire para los próximos 100 años y como consecuencia una subida del nivel del mar entre 0.35 a 0.85 m, aunque todavía existe incertidumbre en esta estimación.

Hoy en día, en la Comunidad Científica Internacional existe el consenso de que los cambios climáticos vienen originado cambios globales y que se hace necesario hacer estimaciones cualitativas y cuantitativas de los efectos que podrían causar.

El calentamiento global afectará profundamente los ecosistemas de nuestra zona costera y mar territorial, sin embargo, las consecuencias no pueden ser estimadas en su verdadera magnitud. Cualquier cambio en el clima y en el nivel del mar afectará en muchos aspectos el ambiente marino de nuestro mar.

La temperatura, salinidad, las corrientes marinas, la turbulencia, características del oleaje y las frecuencias de tormentas pueden llegar a alterarse. Las inundaciones junto con los maretazos y las erosiones reducirán la franja costera y sus habitats.

La intrusión marina combinada con efectos climáticos tales como el crecimiento de la escorrentía, podrían alterar la salinidad de los estuarios y por ende afectar sus ecosistemas.

Los modelos de simulación de los efectos del calentamiento global sobre la circulación atmosférica hacen suponer que habrán cambios significativos. Un grado de aproximación de los cambios en la circulación de la atmósfera puede ser obtenido de los periodos cálidos ocurridos en el pasado.

Algunos científicos han analizado los cambios climáticos y la circulación atmosférica para años fríos y cálidos durante el siglo XX, desarrollando algunos escenarios para el diagnóstico que definen las principales características del cambio climático.

En términos generales, las variaciones de temperatura serán de mayor magnitud hacia los polos y menores hacia el Ecuador. Para zonas de latitudes bajas, se estima un calentamiento de 2.5° C que generaría un incremento entre 2° a 2.5° C en verano y de 3 a 3.7° C en invierno. A nivel mundial, regional y nacional es muy difícil predecir en detalle como el ambiente costero responderá al calentamiento global; sin embargo, se

acepta que las consecuencias probables serán de gran alcance afectando en diferentes aspectos.

Por otro lado, aunque los eventos de El Niño pueden ser una buena simulación de los efectos que un cambio climático causaría en el ecosistema de afloramiento peruano (subida de las temperaturas del aire y mar, incremento de las precipitaciones, aumento del nivel del mar, etc.), es necesario anotar lo siguiente:

Cambios temporales que produce el fenómeno de El Niño, son sólo la parte inicial de un proceso más largo conocido como sucesión ecológica que tendrá lugar al hacerse permanentes las nuevas condiciones ambientales. Por lo tanto los aparentes aspectos “benéficos y maléficos” de El Niño sólo podrían ser temporales, siendo impredecible aún con el actual conocimiento de la ciencia ecológica el nuevo estado que adoptaría el ecosistema, a largo plazo.

### VARIACIÓN DE PARÁMETROS EN RELACION A ESCENARIOS

PARÁMETROS	ESCENARIO FAVORABLE	ESCENARIO MEDIO	ESCENARIO DESFAVORABLE
Temperatura	1.5° C	3.0° C	4.5° C
Prom. de elevación del mar	35 cm.	60 cm.	85 cm.
Prom. de elevación alta	40 cm.	65 cm.	90 cm.
Prom. de elevación baja	30 cm.	55 cm.	80 cm.
Fuerza del viento	- 10 %	0	10 %
Dirección del viento	- 10 %	0	- 10 %
- verano	5 %		
- invierno	2 %		
Evapotranspiración			
- verano	5 %	10 %	15 %
Descarga del río			
- verano	0 %	- 5 %	-10 %
- invierno	0 %	5 %	10 %

### 3.12 CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS DEL AGUA DE MAR

#### Zona de dragado

El monitoreo en una segunda fase (ya que la primera fase fue desarrollada por Golder Associates para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita), se realizó los días 26 y 27 de Marzo del 2003. Las muestras para el análisis de agua fueron tomadas en nueve estaciones por los alrededores del área de dragado ubicada en playa Melchorita.

Las características físico químicas del agua de mar se presentan en las Tablas del anexo. Los certificados de análisis se adjunta igualmente en el anexo.

Durante los trabajos en el campo se observó que el mar presenta un color verde oscuro.

La turbidez del agua de mar será tratada en el párrafo 3.12.3.

La temperatura, pH y oxígeno disuelto fueron medidos en el momento mismo del monitoreo empleando los equipos propios de la Empresa y que se describieron anteriormente; de igual manera, se determinó el DBO(5).

Los análisis de sólidos suspendidos, nitritos, nitratos, fosfatos y granulometría se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Oceanografía, Pesquería y Ciencias Alimentarias de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Para efectos de determinar la calidad del agua y del sedimento del cuerpo receptor, las muestras se tomaron en forma paralela a la línea de costa y tomando como referencia, el eje del proyecto con los puntos: E1, E2 y E3 desde el punto más próximo a la costa y hacia mar adentro, tres hacia el sur y tres hacia el norte, paralelo a este eje con una distancia de separación de la primera línea de la costa de 770 m y una separación a partir de esta línea de 500 m, y 500 m de separación lateral, con profundidades de cada línea de 10 m, 12 m y 14 m (ver plano C1), en estos mismos puntos se tomaron muestras de sedimento.

### **3.12.1 Materiales y Métodos**

Para efectuar los muestreos se utilizó una embarcación con motor fuera de borda, equipo de muestreo de agua a tres niveles (superficial, medio y

fondo), medidores electroquímicos de pH, OD, temperatura y salinidad; draga, botellas para la recolección de muestras de agua y de sedimentos. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la Universidad Federico Villareal y ENVIROLAB (ver certificados en el anexo 1).

### 3.12.2 Coordenadas UTM (WGS 84) de los Puntos de Muestreo

Fecha de muestreo: 26 de Marzo del 2003

Código	NORTE	ESTE
E-1	8 534 207,394	358 156,136
E-2	8 533 853,872	357 802,551
E-3	8 533 500,350	357 448,966
E-4	8 534 560,979	357 802,614
E-5	8 534 207,457	357 449,029
E-6	8 533 853,934	357 095,444
E-7	8 533 853,809	358 509,658
E-8	8 533 500,287	358 156,073
E-9	8 533 146,765	357 802,488

### 3.12.3 Calidad del Agua, Resultados y Discusión

#### A) Temperatura del Mar en °C (perfil vertical de Temperatura):

Prof. m.	E7(Norte)	E1(Centro)	E4(Sur)
0	21.7	21.8	21.9
1	21.7	21.8	21.8
2	21.7	21.7	21.8
3	21.6	21.7	21.7
4	21.6	21.7	21.7
5	21.6	21.7	21.7
6	21.5	21.5	21.6
7	21.0	21.1	21.4
8	20.5	20.8	21.0
9	20.3	20.5	20.5

Prof.	E8(Norte)	E2(Centro)	E5(Sur)
-------	-----------	------------	---------

<b>m.</b>			
0	21.7	21.8	21.8
1	21.7	21.7	21.7
2	21.7	21.7	21.7
3	21.6	21.6	21.6
4	21.6	21.6	21.6
5	21.6	21.5	21.5
6	21.5	21.3	21.4
7	21.0	21.0	21.3
8	20.2	20.2	20.5
9	19.7	19.8	19.9
10	19.4	19.5	19.5
11	19.0	19.3	19.0

<b>Prof. m.</b>	<b>E9(Norte)</b>	<b>E3(Centro)</b>	<b>E6(Sur)</b>
0	22.0	22.0	22.0
1	21.9	21.9	21.9
2	21.8	21.9	21.9
3	21.8	21.7	21.8
4	21.7	21.7	21.8
5	21.6	21.6	21.7
6	21.3	21.3	21.3
7	21.1	21.1	21.1
8	20.7	20.8	20.8
9	20.5	20.6	20.6
10	19.9	20.0	20.0
11	19.0	19.3	19.3
12	18.7	18.8	18.8
13	18.2	18.3	18.3

Las características térmicas del mar peruano, dentro de las primeras 150 millas aproximadamente, se caracterizan por tener valores relativamente bajos, en comparación con los valores que le deberían corresponder de acuerdo a la latitud.

Este fenómeno se produce principalmente debido a los afloramientos costeros y a la corriente peruana que procede de latitudes mayores.

Las variaciones de la temperatura superficial del mar están relacionadas fundamentalmente con la absorción de la radiación solar, la circulación atmosférica, las corrientes superficiales, los afloramientos costeros, los hundimientos y movimientos advectivos.

Las condiciones de temperatura del mar, son de gran importancia pues regulan las condiciones climáticas de la zona y controlan las condiciones propicias para el desarrollo de la vida marina.

Las condiciones térmicas anuales del mar peruano en promedio se caracterizan por tener variaciones que fluctúan de 17° a 25° C, presentándose los valores más bajos en áreas cercanas a la costa y los más altos en zonas alejadas de la línea costera. Sin embargo, estos valores se incrementan cuando se presenta el Fenómeno del Niño, como ocurrió en los años de 1982 - 83 y 1997 - 98 principalmente.

Los valores encontrados en la zona de muestreo en superficie, estuvieron entre 22.0° a 21.7°C con un valor promedio de 21.8°C. Estos valores están actualmente ligeramente por debajo de sus valores normales y se explican a que las condiciones actuales muestran anomalías térmicas negativas en la mayor parte de la costa del Perú, como consecuencia de los intensos afloramientos registrados.

Su variabilidad estacional es relativamente baja, y sólo se altera, con la ocurrencia del fenómeno de "El Niño", en que aparecen aguas cálidas.

Los valores de la temperatura a un metro del fondo, muestran una diferencia de 1.3° a 3.8° C, con respecto a la superficie, mostrando una capa de mezcla entre los 6 y 7 m de profundidad y luego un gradiente negativo (termoclina) hasta el fondo.

En aguas someras las condiciones dinámicas están influenciadas por las características atmosféricas, en especial del viento, que mezcla y homogeniza la capa superficial, denominada capa de mezcla, napa o capa isotérmica.

La temperatura en el fondo osciló entre 20.5° a 18.3°C, con un valor promedio de 19.3°C.

**B) Oxígeno Disuelto en mg/l (perfil vertical de Oxígeno Disuelto):**

Prof. m.	E7(Norte)	E1(Centro)	E4(Sur)
0	9.42	9.41	9.53
1	9.33	9.38	9.42
2	9.26	9.25	9.38
3	8.72	9.24	9.20
4	8.65	8.73	8.70
5	6.58	6.36	6.40
6	6.12	6.02	6.20
7	5.61	5.76	5.90
8	5.08	5.20	5.30
9	4.40	4.36	4.70

Prof. m.	E8(Norte)	E2(Centro)	E5(Sur)
0	9.85	9.96	9.90
1	9.76	9.82	9.82
2	9.60	9.72	9.42
3	8.91	9.62	9.12
4	7.63	8.63	8.25
5	7.30	7.42	7.63
6	6.54	6.25	6.70
7	5.70	5.62	5.24
8	5.40	5.59	5.02
9	4.75	4.30	4.61
10	4.12	4.05	4.22
11	3.42	3.56	3.64

Prof. m.	E9(Norte)	E3(Centro)	E6(Sur)
0	10.10	9.70	9.90
1	10.03	9.25	9.70
2	9.69	9.10	9.30
3	9.06	9.08	9.12
4	8.20	9.16	8.82
5	7.76	8.42	8.23
6	7.47	8.24	7.94
7	6.71	6.42	6.72
8	6.40	6.29	6.12
9	5.72	5.70	5.93
10	5.32	5.21	4.93
11	4.68	4.74	4.12
12	4.12	4.02	3.70
13	3.70	3.61	3.24



En la fecha del muestreo, se registraron condiciones de sobre saturación, debido a la alta concentración de fitoplancton, presente en la zona. Las concentraciones en superficie fluctuaron entre 10.10 a 9.41 mg/lit, con un valor promedio de 9.75 mg/lit. Mientras que cerca del fondo las concentraciones disminuyeron entre 5 a 6 mg/lit, con respecto a las superficiales. La estructura vertical mostró una capa superficial homogénea dentro de los primeros 3 a 4 m de profundidad, para luego disminuir gradualmente hacia el fondo. En general, se presentan buenas condiciones de oxigenación en toda la columna de agua.

**C) Salinidad del Mar en S‰o (perfil vertical de Salinidad):**

Prof. m.	E7(Norte)	E1(Centro)	E4(Sur)
0	33.3	33.2	32.6
1	33.3	33.2	32.9
2	33.3	33.2	32.9
3	33.3	33.2	33.0
4	33.3	33.3	33.0
5	33.3	33.3	33.1
6	33.4	33.3	33.1
7	33.4	33.4	33.2
8	33.4	33.4	33.2
9	33.5	33.4	33.3

Prof. m.	E8(Norte)	E2(Centro)	E5(Sur)
0	33.4	33.4	33.4
1	33.4	33.4	33.4
2	33.4	33.4	33.4
3	33.4	33.5	33.4
4	33.4	33.5	33.4
5	33.4	33.5	33.5
6	33.5	33.5	33.5
7	33.5	33.6	33.5
8	33.6	33.6	33.6
9	33.6	33.6	33.6
10	33.6	33.7	33.6
11	33.7	33.7	33.7

Prof. m.	E9(Norte)	E3(Centro)	E6(Sur)
0	33.6	33.6	33.6
1	33.6	33.6	33.6
2	33.6	33.6	33.6
3	33.6	33.6	33.7
4	33.7	33.6	33.7
5	33.7	33.7	33.7
6	33.8	33.7	33.8

7	33.8	33.8	33.8
8	33.8	33.8	33.8
9	33.8	33.9	33.9
10	33.9	33.9	33.9
11	34.0	34.0	34.0
12	34.0	34.0	34.0
13	34.1	34.1	34.1

En la fecha del muestreo, las concentraciones de salinidad fueron relativamente bajas mostrando claramente la influencia de los aportes de agua dulce de los ríos Chincha y Cañete, presentando un mayor efecto hacia la zona costera y en superficie, debido a que los procesos de mezcla, dan como resultado aguas de menor densidad, por lo que se mantiene en superficie. Los valores en superficie fluctuaron entre 33.6 a 33.2 ppm, aumentando hacia el fondo gradualmente, alcanzando valores cercanos al fondo entre 34.1 a 33.3 ppm.

**D) Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l):**

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	3.81	3.46	3.10
E2	2.60	2.16	2.32
E3	2.06	1.19	1.71

Los valores encontrados de la DBO, muestran un ligero incremento para aguas sin contaminación, esto es debido a la presencia de gran cantidad de plancton que se encontró distribuido en la columna de agua.

**Sólidos Suspendidos Totales en mg/l (SST):**

Orgánico

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	26.87	23.90	24.00
E2	24.70	26.10	25.73
E3	18.20	29.30	29.75

Inorgánico

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	10.05	11.50	13.00

E2	11.10	8.76	9.37
E3	16.10	2.63	10.38

Total

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	36.92	35.40	37.00
E2	34.80	34.86	35.10
E3	34.30	32.02	40.13

Los sólidos suspendidos totales, están compuestos principalmente por material orgánico (plancton) y partículas inorgánicas (limos y arcillas). Sus concentraciones fueron relativamente altas, probablemente debido al intenso oleaje existente en la zona, que en contacto con el fondo, mantiene en suspensión gran cantidad de sedimentos.

**E) Hidrocarburo (por cromatografía de gases) en mg/l:**

Código	Superficial
E1	0.00
E2	0.00
E3	0.00

Los hidrocarburos, se encuentran ausentes en las aguas de la zona.

**F) Nitrógeno:**

Las formas en que el nitrógeno se presenta en las aguas son: nitritos, nitratos, nitrógeno y nitrógeno orgánico, en esta oportunidad se ha evaluado nitritos, nitratos y nitrógeno total.

Nitritos

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	0.007	0.004	0.043
E2	0.005	0.008	0.028
E3	0.009	0.004	0.023

Se presentan las mayores concentraciones de nitritos en el fondo, coincidente con la baja cantidad de oxígeno, como consecuencia a la alta densidad de plancton, que impide la fotosíntesis del mismo en el fondo, debido a que se mantiene el nitrito sin oxidarse.

#### Nitratos

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	0.004	0.012	0.241
E2	0.006	0.023	0.343
E3	0.016	0.141	0.493

Del mismo modo que el nitrito, las mayores concentraciones se presentan en el fondo y hacia mar adentro, por las mismas razones expuestas anteriormente; así mismo, se observa que casi se ha agotado el nitrato superficial por efecto del fitoplancton.

#### Nitrógeno total

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	0.817	0.733	1.004
E2	0.752	0.814	1.143
E3	0.571	1.027	1.409

Este valor está asociado al nitrógeno del plancton, nitritos y nitratos.

### G) Fósforo:

#### Fosfatos

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	0.085	0.106	0.157
E2	0.108	0.116	0.226
E3	0.114	0.173	0.343

Del mismo modo que el nitrito y nitrato, las mayores concentraciones se presentan en el fondo y hacia mar adentro, por las mismas razones antes expuestas.

#### Fósforo total

--	--	--	--

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	0.891	0.823	0.877
E2	0.849	0.899	0.998
E3	0.660	1.055	1.236

Similar conducta que del nitrógeno orgánico.

### 3.12.4 Calidad del Sedimento, Resultados y Discusión

Se tomaron tres muestras de sedimento en los mismos puntos de la toma de muestras de agua.

#### A) Composición:

Malla (um)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
>500	0,23	0,38	0,14	0,00	0,53	0,82	0,02	0,22	0,42
>354	0,26	0,36	0,49	0,09	0,35	0,75	0,13	0,41	0,25
>250	0,41	0,57	0,78	0,11	0,30	0,97	0,33	0,42	0,88
>177	1,31	2,01	0,73	0,23	0,29	0,59	0,86	0,73	1,69
>125	3,70	2,91	23,29	0,39	1,42	2,37	6,21	19,62	13,99
>88	80,85	67,07	46,35	69,03	73,38	42,69	67,85	62,43	71,22
<88	13,24	26,70	28,17	29,64	23,74	51,62	24,63	16,17	11,54

Los sedimentos están constituidos por arena muy fina y fango.

#### B) Metales en mg/kg (Cu, Pb, Cd, Hg y Fe):

Se evaluaron metales en la fracción inferior a 80 um

Código	Cobre	Plomo	Cadmio	Mercurio	Fierro
E1	11.4	7.1	2.19	0.052	11730
E2	12.3	11.1	3.56	0.070	14595
E3	22.73	10.2	3.60	0.052	14810

En la zona de estudio el aporte antrópico de metales es insignificante y podría provenir del aporte de material que acarrear y depositan los ríos

Chincha y Cañete, ubicados al sur y al norte del área de interés respectivamente. Asimismo, en las cuencas de los ríos Chincha y Cañete, no hay actividad minera que podría contaminar los sedimentos que arrastra este río, por lo que la presencia de metales es del orden natural.

#### **Zona de deposito del material dragado.**

En vista de los resultados de los análisis en la zona del terminal proyectado (9 estaciones de muestreo), que mostraban condiciones promedio de buena calidad de agua de mar, en la zona de deposito del material dragado, solo se tomaron muestras de aguas y sedimentos para análisis de granulometría de sedimentos en suspensión y sedimentos en el fondo marino respectivamente, resultados que conjuntamente con las mediciones de corrientes fueron utilizados para evaluar el comportamiento del sedimento que será descargado en esta zona.

### **3.13 Condiciones Biológicas: Hábitats y Biodiversidad**

Las condiciones biológicas fueron evaluadas en una primera fase por Golder Associates para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita.

#### **Zona de dragado**

##### **3.13.1 Materiales y Métodos**

Para efectos de evaluar las condiciones biológicas de hábitat y biodiversidad, se lanzaron redes de plancton, muestras de agua para microbiología (coliformes totales y fecales) y parásitos intestinales del hombre; así mismo, se tomaron muestras de sedimento para este fin. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de la Universidad Federico Villareal y ENVIROLAB (ver certificados en el anexo 1).

##### **3.13.2 Resultados y Discusión**

Los resultados de los exámenes de microbiología y parásitos sobre las muestra de aguas fueron negativos, lo que confirma lo dicho anteriormente, sobre la escasa acción antrópica en el lugar.

**A) Plancton:**

En esta parte del análisis de las muestras de superficie se han considerado tres muestras comprendidas en el área: Frasco L1, L2 y L3; que corresponden a las estaciones E1, E2 y E3. El estudio nos permite indicar de alguna forma la productividad primaria y la densidad de especies del primer nivel trófico en este ecosistema marino.

En el Fitoplancton marino se han determinado 9 especies de Diatomeas y 7 especies de Dinoflagelados. Siendo la especie más representativa el Dinoflagelado Ceratium reflexum, cuyo aspecto cuantitativo está dado por 3,333 células por mililitro. De las muestras estudiadas, el frasco L1, se considera cualitativamente el más importante por la mayor diversidad de Diatomeas, y esta a la vez son de tamaño muy pequeño que sirven de alimento a otras especies.

El zooplancton marino está representado en forma dispersa en tres formas de estadios larvarios de Crustáceos (COPEPODOS), pertenecientes a los CALANOIDEA, CYCLOPOIDA y HARPACTICOIDA.

**Frasco L1**

**Fitoplancton marino**

DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardo doradas ó pardo verdosas)

Clase Bacillariophyceae (Diatomeas)

Sub-Clase CENTRICA

- Coscinodiscus excentricus Ehr.

- Rhizosolenia alata Brightw.
- Planktoniella sol (Wall.) Schütt
- Ditylum brighwellii (West) Grun.
- Chaetoceros gracilis Schütt
- Stephanopyxis turris (Grev. and Arn.) Ralfs

Sub – Clase PENNATAE

- Nitzschia sp.
- Gyrosigma sp.
- Thalassiothrix nitzschoides Grun.

DIVISION PYRROPHYTA (Dinoflagelados)

Clase Dinophyceae

- Prorocentrum micans Her.
- Dinophysis caudata Saville Kent

Peridinales

Peridiniaceae

- Peridinium crassipes Kofoid
- Ceratium furca (Ehrenberg) Claparide et Lachmann.
- Ceratium fusus (Her.) Clab. And Lachm.

Gymnodiniales

Gonyaulaceae

Gonyaulax minima Matzenauer

La especie más representativa cuantitativamente es el Dinoflagelado Ceratium reflexum Cleve, cuya determinación es: 3,333.33 cél./ml.

**Zooplankton marino**

-Estadios larvarios de Copépodos de los Sub – Orden CALANOIDEA y CYCLOPOIDA.



## **Frasco L2**

### **Fitoplancton marino**

#### DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardo doradas ó pardo verdosas)

Clase Bacillariophyceae (Diatomeas)

Sub-Clase CENTRICAEE

- Coscinodiscus excentricus Ehr.
- Planktoniella sol (Wall.) Schütt
- Chaetoceros gracilis Schütt
- Rhizosolenia alata Brightw.
- Ditylum brighwellii (West) Grun.

#### DIVISION PYRROPHYTA (Dinoflagelados)

- Ceratium reflexum
- Ceratium furca (Ehrenberg) Claparide et Lachm.
- Ceratium fusus (Her.) Clab. and Lachm.
- Peridinium divergens Ehrenberg
- Peridinium diabolus Cleve
- Gonyaulax minima Matzenauer
- Dinophysis caudata Saville Kent

La especie más representativa cuantitativamente es el Dinoflagelado Ceratium reflexum Cleve, cuyo porcentaje se determina: 2,222.22 cél./ml.

### **Zooplancton Marino**

Estadios larvarios de Copépodos (CRUSTACEA), de las formas: Orden CALANOIDA y CYCLOPOIDA.

### Frasco L3

#### Fitoplancton Marino

##### DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardo doradas y pardo verdosas)

Clase Bacillariophyceae (Diatomeas)

Sub – Clase Centricae

- Coscinodiscus excentricus Ehr.
- Chaetoceros gracilis Schütt
- Planktoniella sol (Wall) Schütt
- Rhizosolenia alata Brightw.
- Ditylum brighwellii (West.) Grun.

Sub – Clase PENNATAE

- Gyrosigma

##### DIVISIÓN PYRROPHYTA (Dinoflagelados)

- Ceratium reflexum Cleve y restos del frústulo.
- Ceratium tripos forma tripodioides (Joergensen) Paulsen
- Peridinium divergens Ehrenberg
- Dinophysis caudata Saville Kent

La especie más frecuente y representativa es el Dinoflagelado Ceratium reflexum Cleve, cuyo porcentaje cuantitativo es: 2,222.22 cél./ml.

#### Zooplancton marino

- Presencia de estadios larvarios de copépodos (CRUSTACEA) de la forma:  
Sub – Orden CALANOIDA, CYCLOPOIDA y HARPACTICOIDA.

#### B) Bentos:

Las muestras del Bentos que se han estudiado corresponden a profundidades de 10, 15, 20 y 25 m, de las cuales se han determinado el MICROBENTOS y el

## MACROBENTOS.

El MICROBENTOS, está comprendido por algas de las CYANOPHYTA (1 especie), CHRYSOPHYTA del grupo de las Diatomeas (5 especies), PYRROPHYTA (2 especies). El zooplancton constituido por una forma larval de Copépodos del sub-orden de las Calanoida.

El MACROBENTOS, constituido por MOLUSCA (2 especies) y CRUSTACEA (1 especie).

De todo el material estudiado a diferentes profundidades, las 2 especies de Moluscos, Mulinia edulis y Nassarius dentifer, no son especies utilizadas por el hombre y el Crustáceo, Pleuroncodes monodon que es una especie errante Bento-pelágico, que vive en las profundidades y superficie y que algunos peces se alimentan como la “cabrilla” Paralabrax humeralis, “chita” Anisotremus scapularis y aparentemente la “pota” Dosidicus gigas que siempre se le encuentra constituyendo comunidades con este crustáceo.

El reducido grupo de especies ó baja diversidad del Microbentos y Macrobentos no va a tener un significado efecto si se descarga en esta zona el material dragado a partir de una profundidad de 15 m. ó 30 m. Ya que en esta zona va a volver a funcionar el proceso biológico de mineralización de la materia orgánica, permitiendo la regeneración de otras especies bentónicas, es decir se produce el proceso de LA SUCESIÓN, que es un desarrollo de todo ecosistema donde muestra una serie de etapas de desarrollo hacia comunidades climax estables.

## MUESTRAS BIOLOGICAS FRENTE A PLAYA MELCHORITA

Balde 2 : Zona de dragado

Balde 5 : Zona de deposito del material dragado.

### **BALDE B-1**

24 de Marzo 2003

Profundidad: 10 m.

Peso: 7.65 Kg.

## **MICROBENTOS**

### **FITOPLANCTON**

#### DIVISIÓN CYANOPHYTA (Algas azul – verdes)

- Oscillatoria sp.

#### DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardo – doradas ó pardo – verdosa)

#### **CLASE BACILLARIOPHYCEAE** (Diatomeas)

##### Sub – Clase: CENTRICAE

- Coscinodiscus excentricus Ehr.

Así mismos restos de frústulos de esta especie.

##### Sub – Clase: PENNATAE

- Pinnularia sp.
- Synedra sp.
- Navicula sp.

### **ZOOPLANCTON**

- Estadios larvarios de crustáceos (copépodos) del Sub – orden CALANOIDA que son herbívoros y carnívoros.

#### DIVISIÓN PYRROPHYTA (Dinoflagelados)

##### Orden PERIDINEALES

- Peridinium conicum (Gran) Ostf. And Schm.

### **SILICOFLAGELADOS**

Dictyocha fibula Ehrenberg

## **MACROBENTOS**

PHYLLUM MOLUSCA

Clase: Bivalvia

Familia : Mactridae

- Mulinia edulis King y Broderi “almeja de fango”.

**Zona de dragado**

**BALDE B – 2**                      Profundidad: 15 m.

24 Marzo 2003                      Peso: 8.15 Kg.

**MICROBENTOS**

FITOPLANCTON

DIVISIÓN CYANOPHYTA (Algas azul – verdes)

Oscillatoria sp.

DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardas – doradas ó pardo verdosa)

CLASE BACILLARIOPHYCEAE (Diatomeas)

Sub – Clase: CENTRICA

- Coscinodiscus excentricus Ehr.

Sub – Clase: PENNATAE

- Nitzschia
- Gyrosigma

**MACROBENTOS**

PHYLLUM MOLUSCA

Clase: Bivalvia

Familia: Mactridae

- Mulinia edulis King y Broderi “almeja de fango”.

#### PHYLLUM ANELIDA

- Fragmentos y tubos de poliquetos marinos.

#### **BALDE B - 3**

Profundidad: 20 m.

24 Marzo 2003

Peso: 7.80 Kg.

#### **MICROBENTOS**

##### FITOPLANCTON

#### DIVISIÓN CYANOPHYTA (Algas azul – verdes)

Oscillatoria sp.

#### DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardos – doradas ó pardo verdosas)

Clase: BACILLARIOPHYCEAE (Diatomeas)

Sub – Clase: CENTRICAЕ

- Coscinodiscus excentricus Ehr.

Sub – Clase: PENNATAE

- Thalassiothrix nitzschoides Grun.
- Gyrosigma sp.
- Achnanthes longipes Agardh.

Ecológicamente se determina que esta especie es típicamente bentónica.

## MACROBENTOS

### PHYLLUM: MOLUSCA

Clase: Bivalvia

Familia: Mactridae

Mulinia edulis King y Broderi

“Almeja de fango”.

Clase: Gasteropoda

Familia: Nassaridae

Nassarius dentifer

“Caracol”

### **BALDE B – 4**

Profundidad: 25 m.

24 Marzo 2003

Peso: 6.85 Kg.

## MICROBENTOS

### FITOPLANCTON

DIVISIÓN CYANOPHYTA (Algas azul verdes).

Oscillatoria sp.

DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardo doradas ó pardo verdosas)

Clase BACILLARIOPHYCEAE (Diatomeas).

Sub – Clase: CENTRICAЕ.

Coscinodiscus excentricus Ehr.

Especie muy frecuente.

Sub – Clase: PENNATAE

Gyrosigma sp.

Ahnantes longipes Agardh

Especie muy frecuente.

Thalassiothrix nitzschoides Grun.

Navicula sp.

DIVISION PYRROPHYTA (Dinoflagelados)

Orden: Peridinales

Peridinium divergens Ehrenberg

## **MACROBENTOS**

### **PHYLLUM ARTHROPODA**

Clase: Malacostraca

Familia: Galatheidae

Pleuroncodes monodon “Camarón rojo”, “Camaroncito rojo”, “Munida”.

Especie que se encuentra en nuestro ambiente marino, en la superficie y en los fondos marinos. Vive en comunidades con peces pelágicos y con la “pota”.

### **PHYLLUM MOLUSCA**

Clase: Bivalvia

Familia: Mactridae

Mulinia edulis King y Broderi “Almeja de fango”.



**Zona de deposito del material dragado**

**BALDE B – 5**                      Profundidad: 30 m.  
24 Marzo 2003                      Peso: 7.30 Kg.

**MICROBENTOS**

FITOPLANCTON

DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardo doradas ó pardo verdosas).

Clase: BACILLARIOPHYCEAE (Diatomeas)

Sub – Clase: CENTRICAЕ

Coscinodiscus excentricus Ehr.

Melosira moniliformis (Müll.) Ag.

Sub – Clase: PENNATAE

- Ahnantes longipes Agardh

- Gyrosigma sp.

**MACROBENTOS**

PHYLLUM: MOLUSCA

Clase: Bivalvia

Familia: Mactridae

Mulinia edulis King y Broderi

“ Almeja de fango”.

Clase: Gasteropoda

Familia: Nassaridae

Nassarius dentifer

“Caracol”

#### PHYLLUM ARTHROPODA

Clase: Malacostraca

Familia: Galatheidae

Pleuroncodes monodon

“Camarón rojo”, “ Camaroncito rojo”, “Munida”.

#### PHYLLUM ANELIDA

- Poliquetos marino (Fragmentos).

### C) Peces:

Lista de peces de desembarque en el muelle de Tambo de Mora

(Capturados en el 2002, por la pesca artesanal)

- “Raya” (Urotrygon ssp.). Demersal. 170-280, 117-400 kg/viaje.
- “Tembladera” (Torpedo tremens), Fam. TORPEDINIDAE. Demersal. 150-200, 82-250 kg/viaje.
- “Guitarra” (Rhinobatos planiceps), Fam. RHINOBATIDAE. Demersal. 20-80, 82-200 kg/viaje.
- “Ayanque” (Cynoscion analis), Fam. SCIAENIDAE. Pelágico. 75-120, 40-88 kg/viaje.

- “Bobo”, “mis mis”, “misho”, “zorro”, “chula” (Menticirrhus ophicephalus), Fam. SCIAENIDAE. Pelágico. 50-94 y 32-74 kg/viaje.
- “Peje zorro”, “tiburón zorro” (Alopias vulpinus), Fam. ALOPIIDAE. Demersal. 40-80 kg/viaje.
- “Coco” (Paralanchurus peruanus), Fam. SCIAENIDAE. Pelágico. 28-98, 33-73 kg/viaje.
- “Lisa” (Mugil cephalus), Fam. MUGILIDAE. Demersal. 29-50, 20-80 kg/viaje.
- “Mojarrilla” (Stellifer minor), Fam. SCIAENIDAE. 20-50, 15-40 kg/viaje.
- “Tollo fino”, “tollo blanco” (Mustelus mento) y “tollo común” (Mustelus whitneyi), Fam. TRIAKIDAE. 17-60 kg/viaje.
- “Lorna” (Sciaena deliciosa) Fam. SCIAENIDAE.
- “Cabinza” (Isacia conceptionis). Fam. POMADASYIDAE
- “Pejerrey” (Odontesthes regia regia). Fam. ATHERINIDAE

**D) Flora y Fauna Costera:**

El día lunes 24 de Marzo del 2003, se hizo un recorrido de colección por la playa Melchorita, a lo largo de varios kilómetros en las zonas ecológicas del supralitoral e intermareal en un medio totalmente arenoso – fangoso, característico en esta zona costera (De acuerdo a los estudios de KOEPCKE, 1952), observándose:

**Moluscos**, como el “choro” Aulacomya ater (MITILIDAE), “almeja de fango” Mulinia edulis (MACTRIDAE).

**Crustáceos**, “carretero” Ocypode gaudichaudii (OCYPODIDAE) característico de este medio, que se alimenta del detritus, “cangrejo peludo” Cancer setosus (CANCRIDAE).

**Mamíferos**, como el “lobo marino común” Otaria byronia.

**Aves**, típicas ecológicamente de este medio como “gallinazo” Coragyps stratus, “chuita” Phalacrocorax gaimardi (PHALACROCORACIDAE), “cuervo del mar”, ó “cushuri” Phalacrocorax olivaceus (PHALACROCORACIDAE), “tijereta de mar” Eregata magnificens, “Ostrero común” ó “Pitanay” Haematopus ostralegus pita (HAEMATOPODIDAE), “gaviota dominicana” Larus dominicanus (LARIDAE), “piquero común” Sula variegata (SULIDAE).

En esta zona se han observado en forma continua restos de vegetales de plantas fanerogámicas, provenientes del monte ribereño de ríos muy cerca a esta zona y que son arrastradas por las mareas y varadas en la zona del supralitoral.

### 3.13.3 MAREAS ROJAS

En el Perú, las mareas rojas han sido conocidas desde décadas pasadas como un fenómeno natural, el cual produce cambios en el color del mar, precedido por emisiones de gas sulfúrico, asociado con la muerte de peces o aves guaneras. Esto ha determinado que los organismos fitopláctónicos (o en algunos casos, sus concentraciones) producen ese fenómeno.

### 3.14 USOS ACTUALES Y FUTUROS DEL MAR Y PLAYAS

En la actualidad, el uso que se le da al área es para la pesca artesanal de cordeleros, eventualmente en la temporada de verano, llegan a la zona grupos provenientes de Lima o de

la zona para acampar a 6 Kms (inmediaciones de Wakama) , aunque en las condiciones actuales es poco accesible, por que no se cuenta con una carretera u otro medio para aproximarse al lugar, hay que caminar mucho desde el punto más próximo desde Cañete o Chinchu, lo que desalienta a los veraneantes.

A unos kms más abajo (6 kms) se ha instalado un balneario denominado Wakama, el cual sirve como zona de recreacion en la temporada de verano.

La idea es que en el futuro se instale el terminal y rompeolas en la zona de estudio con la finalidad de exportar el GNL a la costa oeste de norteamérica. Las actividades de recreación y de pesca artesanal continuarán normalmente, con la excepción de un área que por motivos de seguridad de las personas y de las instalaciones será restringida al acceso, esta información se encuentra detallada en el capítulo respectivo del EIA del Proyecto de Exportación de GNL, Pampa Melchorita.

### **3.15 FACTORES SOCIO-ECONOMICOS**

#### **3.15.1 Localización del proyecto**

El área seleccionada para la construcción de la Planta de Licuefacción y Exportación de Gas Natural se localiza 168 km. al sur de la ciudad de Lima, sobre el costado oeste de la Carretera Panamericana Sur, en la jurisdicción del Distrito de San Vicente de Cañete, Provincia de Cañete, Departamento de Lima.

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, se estima que por la ubicación geográfica y política de área seleccionada, la influencia de las actividades de construcción y operación del proyecto sobre los aspectos sociales y económicos tales como el uso de bienes y servicios, empleo de mano de obra, actividad pesquera y agrícola, pago de tributos, permisos y aprobaciones municipales entre otros, se distribuirá sobre:

- Un área de influencia directa, definida como un área comprendida por los distritos de San Vicente de Cañete, Cerro Azul en la Provincia de Cañete (Departamento de Lima) y los distritos de Grocio Prado, Sunampe, Tambo de Mora, Pueblo Nuevo y Chinchu Alta en la

Provincia de Chincha (Departamento de Ica).

- Un área de influencia indirecta comprendida por el resto de las provincias de Cañete y Chincha, las cuales forman parte de los departamentos de Lima e Ica, respectivamente.

La localización del área de influencia socio- económica tanto directa como indirecta se representa en la

### **3.15.2 Uso y tenencia de la tierra**

El área seleccionada para el proyecto esta conformada por terrenos eriazos de propiedad del Estado Peruano. La propiedad se encuentra localizada en el distrito de San Vicente de Cañete, con un área aproximada de 521 hectáreas, los cuales serán adquiridos mediante compra directa a la Superintendencia de Bienes Nacionales (SBN). El área de playa y superficie marina será solicitada en concesión mediante el procedimiento respectivo.

El área seleccionada no presenta ningún tipo de ocupación permanente. Sin embargo, se ha apreciado durante la realización de los estudios de línea base que algunos habitantes de poblaciones vecinas utilizan el área de interés para acceder o transitar a zonas de pesca o pescan estacionalmente en la playa.

La empresa ha llevado a cabo los estudios arqueologicos requeridos por lo cual a la fecha se cuenta con el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueologicos (CIRA) emitido por el Instituto Nacional de Cultura (INC).

### **3.15.3 Perfil social**

El área del proyecto esta ubicado en la Provincia de Cañete, en el Departamento de Lima, sin embargo, su localización tan próxima al límite provincial y departamental, hacen que el áreas de interés del proyecto se extienda hacia el sur involucrando la provincia de Chincha, en el Departamento de Ica.

### **3.15.4 Población**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, la Provincia de Cañete es una de las 11 provincias del Departamento de Lima. La población estimada para el año 2002 (INEI) es de 173.872, lo que correspondería al 2,1% del total departamental. La densidad de población es de 38 habitantes por  $\text{km}^2$  y la población urbana alcanza el 73,4% (127.695 hab.) del total, mientras que el restante 26,6% (46.177 hab.) está distribuido en el área rural. El número de hombres es de 87.410 (50,3%) y de mujeres de 86.462 (49,7%).

La Provincia de Cañete, con una superficie total de  $4.577 \text{ km}^2$ , se encuentra dividida en 16 distritos, cuya distribución de población, en el año 2002.

Por su parte, el Distrito de San Vicente, en cuya jurisdicción se construirá el proyecto, tiene un total estimado de 38.057 habitantes (22% de la población de la Provincia de Cañete) distribuidos en una superficie de  $513,15 \text{ km}^2$  lo que representa una densidad poblacional de 74,2 habitantes por  $\text{km}^2$ . El 68,3% (26.009 hab.) de la población se concentra en el área urbana y el 31,7% se distribuye en el área rural (12.048 hab.). La población urbana del distrito representa el 21% de la población urbana de la Provincia de Cañete y el 26% de la población rural. La población masculina del distrito asciende a 18.689, mientras que la femenina a 19.368. Dentro de la provincia, los distritos con mayor presencia femenina son San Vicente de Cañete con 51%, Imperial con 51% y Lunahuaná con 50%.

La Provincia de Chincha, la cual es parte del área de influencia directa del proyecto, es una de las 5 provincias del Departamento de Ica, junto con Pisco, Ica, Palpa y Nazca. La población estimada para el año 2002 (INEI) es de 176.732 habitantes lo que representa el 27% del total departamental. La superficie total de la provincia es de  $2.988,27 \text{ km}^2$ , lo que significa una densidad de población de 59 habitantes por  $\text{km}^2$ . La población urbana alcanza el 82,3% (145.417 hab.) del total de población, mientras que el restante 17,7% (31.315 hab.) está distribuido en el área rural. El número de hombres es de 86.087 (49%) y de mujeres de 90.645 (51%).

En la Provincia de Chincha, de los 5 distritos considerados como área de influencia directa, el distrito de mayor población es Chincha Alta que concentra el 32% del total de provincial, le sigue Pueblo Nuevo con un 26%. Las mayores densidades poblacionales ( $\text{hab}/\text{km}^2$ ), según datos proyectados del INEI al 2002, se dan en Chincha Alta con 241, Pueblo Nuevo 223, Sunampe 211 y

Tambo de Mora 210 hab/ km<sup>2</sup>. El distrito de menor densidad poblacional es Grocio Prado con 88 hab/km<sup>2</sup>.

Los distritos con mayor población urbana son: Chinchá Alta (100%), Grocio Prado (90%) y Tambo de Mora (79%). El distrito que posee mayor población rural es Sunampe con 41%.

Los distritos costeros situados en el litoral presentan una población femenina distribuida de la siguiente manera (en orden de importancia): Chinchá Alta con el 52% y Grocio Prado, Sunampe y Tambo de Mora con 51%.

En el Cuadro se presenta el resumen con los diferentes aspectos considerados en el componente demográfico en los distritos del área de influencia directa del proyecto.

Cuadro Características demográficas de la población en el área de influencia directa

Provincias	Distritos	Población	Superficie (km <sup>2</sup> )	* Densidad Población (hab/ km <sup>2</sup> )	Distribución de la Población		Distribución por Género	
					Urbana	Rural	Masculino	Femenino
Cañete	San Vicente de Cañete	38057	513.15	72.2	68.3%	31.7%	49.1%	50.9%
	Grocio Prado	16834	190.5	88.4	89.6%	10.4%	49.3%	50.7%
	Chinchá Alta	57354	238.3	240.7	100.0%	0.0%	48.0%	52.0%
	Sunampe	20301	16.76	1211.3	58.8%	41.2%	49.2%	50.8%
	Tambo de Mora	4612	22	209.6	78.5%	21.5%	49.0%	51.0%

### 3.15.5 La Pobreza

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, la provincia de Cañete ocupa el lugar 172 a nivel nacional en cuanto al nivel de las necesidades básicas insatisfechas, según datos tomados del Plan Estratégico de Desarrollo (1998). El 65,8% de su población rural y el 37,4% de su población urbana no alcanzan a satisfacer sus necesidades básicas. Cerca del 50% de los hogares en la Provincia de Cañete son catalogados como pobres, situación que se acentúa en el campo hasta llegar al 69%, debido a la precariedad de sus viviendas, hacinamiento y deficiente servicio de agua y desagüe.



Los distritos de la Provincia de Chíncha, pertenecientes al área de influencia directa, según la clasificación realizada por FONCODES (Fondo Nacional de Cooperación y Desarrollo) en el Mapa de Pobreza 2000, que están calificados en condiciones de regular son Tambo de Mora, Sunampe, Pueblo Nuevo y Chíncha Alta y en condición de pobres, Grocio Prado.

### **3.15.6 Servicios de Infraestructura**

#### Vivienda

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, en el distrito de Cañete, según datos del censo de 1993 (INEI), contaba con 7,278 viviendas particulares, de las cuales el 37% disponía de agua, el 34% de desagüe, el 58% de alumbrado eléctrico y el 9,5% de los hogares en viviendas particulares no contaba con agua, desagüe ni alumbrado. Los materiales de la vivienda eran predominantemente adobe (40%) y ladrillo (29%) y los techos contruidos, principalmente, de estera (58%).

#### Educación

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, en la Provincia de Cañete existen 328 colegios <sup>(1)</sup> de los cuales 286 son estatales y 42 particulares. La provincia presenta una población escolar activa de 55.013 alumnos (Unidad de Servicios de Educación USE-08, 2001), de los cuales 27.429 son hombres y 27.854 mujeres, siendo 2.445 los docentes encargados de impartir instrucción a esta población. El número y porcentaje de alumnos matriculados en el año 2000 era de 53.329 alumnos. La USE ha calculado la tasa de deserción escolar en 19% (sobre el total de alumnos matriculados).

En cuanto al acceso a la educación superior, los datos del censo de 1993 (INEI) arrojaban una cifra de 8.505 personas que tenían educación superior no universitaria, mientras que 6.050 poseían educación universitaria lo que representaba el 8,4% de la población provincial.

La Provincia de Chíncha, en los 5 distritos pertenecientes al área de influencia directa, posee 277 centros de educación de básica regular, ocupacional y técnico superior. La capital del distrito, Chíncha Alta, cuenta con 152 centros de educación, el Distrito de Tambo de Mora cuenta sólo con 7 centros educativos, Grocio Prado con 26, Sunampe con 34 y Pueblo Nuevo con 58 (Municipalidades

Distritales, 2001).

Las tasas de analfabetismo, de la población de 15 años a más, en los 5 distritos del área de influencia de la Provincia de Chincha, son: Pueblo Nuevo 5,7%, Grocio Prado 7%, Chincha Alta, 4%, Sunampe 5,6% y Tambo de Mora 5%, todas tasas por debajo del nivel nacional (INEI-1993).

### Salud

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, la Provincia de Cañete, según el Mapa de Pobreza (FONCODES, 2000), posee una tasa de desnutrición de 22,2%. A nivel distrital las tasas de desnutrición más altas se encuentran en Pacarán con un 38%, Zúñiga 31%, Nuevo Imperial 27% y Quilmaná 26%. El Distrito de San Vicente de Cañete alcanza una tasa de 20%. Según información proporcionada por personal de centros médicos del área, los poblados no cuentan con un programa de educación nutricional que les permita aprender a aprovechar los recursos alimenticios de la zona. Los pobladores de estas áreas no consumen las verduras y hortalizas que ellos mismos producen, prefiriendo venderlas al mercado local.

Otros indicadores de salud en la Provincia de Cañete son (MINSA, 2000):

- Población Total Asignada 144.436 habitantes
- Tasa Global de Fecundación 2.45% del Total de Mujeres entre 15 – 49 años
- Tasa Bruta de Natalidad 0.69% de la Población Total Asignada
- Tasa Bruta de Mortalidad 1.39% de la Población Total Asignada
- Tasa Mortalidad Infantil 7.25% de la Población Total de Nacidos Vivos (3.448)

Un problema de salud que se observa en esta provincia, es el incremento de la tasa de fecundidad en las adolescentes, el 13% de las mujeres entre 13 a 19 años ya es madre o está embarazada por primera vez. A los 19 años, el 25% es madre y un 6% de ellas tienen al menos dos hijos. Uno de los aspectos que contribuye a elevar la tasa de fecundidad entre las adolescentes de la Provincia de Cañete es la carencia de un programa de salud reproductiva de la mujer y de la madre gestante y de un programa de atención directa dirigido a mujeres en edad fértil que trate sobre paternidad responsable y riesgos en la frecuencia de embarazo deseados y no deseados.

Las principales causas de mortalidad, en la Provincia de Cañete, en el grupo etáreo de 20 a 49 años, según datos del MINSA (2000), son enfermedades del aparato respiratorio, del aparato digestivo,

enfermedades a la piel (micosis) y bucales.

Las principales de los servicios básicos de salud en la Provincia de Cañete se da a través de la microred de San Vicente y consta de 2 centros de salud y 8 puestos de salud, que atienden a una población de 30.385 personas, bajo la responsabilidad de 80 profesionales de la salud (MINSA, 2002).

Los servicios médicos no son suficientes para la población, existe una alta demanda de personal de la salud y una escasa de profesionales. El Ministerio de Salud ha calculado una proporción de un médico por cada mil habitantes (MINSA, 2000). Así mismo, existen una serie de problemas referentes a la falta de educación de la población en cuanto a servicios de salud y medidas de prevención de enfermedades, lo cual se agrava por la baja calidad del servicio, que según el sector estima, se debe a la carencia de fondos e implementación de equipo médico adecuado.

En la Provincia de Chíncha la tasa de desnutrición es del 20%, encontrándose, a nivel distrital, las tasas más elevadas en Tambo de Mora (29%), Grocio Prado (29%) y Sunampe (22%) y en menor medida Pueblo Nuevo (18%) y Chíncha Alta (17%) (FONCODES, 2000). Esta situación podría estar revirtiéndose favorablemente, ya que en el año 2000 en el distrito de Sunampe, la tasa de niños menores de 5 años desnutridos del 10%, bajó al 7%.

Las principales causas de morbilidad en los distritos más pobres, como Grocio Prado, se debe a enfermedades del sistema digestivo, del aparato respiratorio, infecciosas y parasitarias, del sistema genito urinario, de la piel y tejido subcutáneo y muertes por mal embarazo, parto y puerperio. (Centros de Salud Distritales, 2002).

Para la atención de estos problemas, Chíncha Alta cuenta con 2 hospitales y 1 centro de salud, mientras que Grocio Prado tiene 2 centros de salud y Sunampe sólo1 (FONCODES, 2000).

A continuación en el cuadro se resumen las características de los servicios sociales más relevantes en el área de influencia del proyecto.

		Viviendas (1993)	Educación (2001)	Salud (2000)
--	--	------------------	------------------	--------------

Provincias	Distritos	Totales de Viviendas Particulares	Viviendas con Agua %	Viviendas con Desagüe %	Viviendas con Luz %	Hogares sin agua desagüe ni luz %	Matrícula hasta Educación Secundaria	Matrículas Educación Superior	Centros de Educación	Tasa Analfabetismo %	Tasa Desnutrición %	Centros de Salud
Cañete	San Vicente de Cañete	7278	37	34	58	9,5	13182	113(*)	55	7,6	20	10
Chincha	Pueblo Nuevo	9864	52	57	35	3,4	3022	970	58	5,7	18	-
	Grocio Prado	3274	47	65	11	2,0	575	0	26	7,0	29	2
	Chincha Alta	11539	63	75	747	4,3	15104	9535	152	4,1	17	3
	Sunampe	3778	33	70	14	3,9	555	0	34	5,6	22	1
	Tambo de Mora	888	35	67	30	4,5	122	0	7	5,0	20	-

A pesar que la provincia de Chincha aparece con índice ligeramente menor de población que carece de servicio de agua que el de Cañete, podemos encontrar que los servicios de agua potable y desagüe satisfacen muy poco las necesidades de toda la población, ya que cada distrito sólo puede contar con un aproximado de dos horas diarias de agua potable. Esto se debe a la operación y funcionamiento de sólo 2 de los 7 pozos existentes que distribuyen el agua hacia todos los distritos de la provincia.

### 3.15.7 Vías de comunicación y transporte

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, la Provincia de Cañete cuenta con una vía de comunicación principal que es el eje norte- sur de la carretera Panamericana Sur. La Panamericana es una vía rápida por la que circulan toda clase de vehículos, desde camiones pesados hasta autos ligeros. A continuación se entrega una descripción de puntos de acceso al terreno desde dos puntos importante que a continuación se describen:

- La Ruta Norte: desde LURIN a PAMPA MELCHORITA, tramo desde el km 25 hasta el km 169 de la Panamericana.
- La Ruta Sur: desde PISCO a PAMPA MELCHORITA, tramo desde el km 246 a km 169 de la Panamericana.

En este tramo la carretera Panamericana cuenta de un solo carril hasta Pampa Melchorita. Hay varios tramos de neblina (como el km 171) y la señalización es escasa.

Cuenta con 4 puentes con una capacidad de peso de 36 ton. Estos son:

Desde el km 231 hasta el km 225 la carretera atraviesa la zona urbana de Pisco y San Clemente.

Desde el km 201 hasta el km 192 la carretera atraviesa la zona urbana de Chincha.

Los distritos con mayor población urbana comercial, como San Vicente de Cañete, cuentan con tramos carreteros asfaltados. Las carreteras interdistritales son trochas carrozables que son recorridas por las combis, mototaxis, camionetas rurales, taxis y colectivos. Estos vehículos son en su mayoría de propiedad de un dueño (antiguo empleando de hacienda/ cooperativa/ institución pública) que alquila a diferentes personas, los cuales actúan como chóferes.

El 72% de la red vial provincial no está en condiciones adecuadas y su conservación se limita al mantenimiento de la Panamericana Sur, cuya responsabilidad es de la Oficina Sectorial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

La Provincia de Chincha cuenta, al igual que Cañete, con una vía de comunicación principal como es el eje norte – sur de la Panamericana Sur. Las principales vías de acceso, en los cinco distritos del área de influencia directa, están asfaltadas en su totalidad, debido al paso de la Panamericana Sur, que se constituye en el eje que la integra al Departamento de Ica. A partir de ella, se despliegan conexiones que son carreteras afirmadas que unen este distrito con los distritos serranos. A nivel departamental, los datos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones indican que el total del sistema de red vial del Departamento de Ica es de 2.201 km, de los cuales 654 km son de carretera asfaltada, 144 km afirmada, 156 km sin afirmar y un total de 1.246 km de trocha.

### 3.15.8 Energía eléctrica

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, a partir del año 1970, Electro Perú, instaló dos líneas de subtransmisión eléctrica.

La línea de transmisión al sur de Cañete de 60.000 voltios, a partir de la subestación de transformación Independencia, ubicada en la provincia de Pisco, permite atender a los distritos de San Vicente de Cañete, Imperial, Nuevo Imperial, Cerro Azul, San Luis, Quillamaná, Lunahuaná, Pacarán y Zuñiga. La

empresa EDE Cañete favorece con el servicio alumbrado a 9 distritos en el Valle de Cañete: San Vicente de Cañete, Imperial, lunahuaná, nuevo imperial, Pacarán, Cerro Azul, San Luis, Quilmaná y Zuñiga.

Los datos para la Provincia de Chíncha, proporcionados por el Mapa de Pobreza (FONCODES, 2000), nos muestran que el 80% de la población posee alumbrado eléctrico, salvo en los distritos de Tambo de Mora donde esta cifra disminuye al 76%, al igual que en Sunampe. En el distrito de Grocio Prado, en cambio, el 82% de la población esta conectada a la red de electricidad.

### 3.15.9 Perfil económico

#### Empleo

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, en la Provincia de Cañete, de acuerdo al censo de 1993, la población económicamente activa (PEA), de 6 años y más, fue de 50.048 personas, de las cuales al 72% fueron hombres y 28% mujeres. La tasa de actividad económica de la PEA, de 15 años y más, fue de 51,5% distribuida en agricultura (43%), servicios (43%) y asalariados (50%). Destacan en el rubro de agricultura los distritos de Coayllo, Pacarán, Calango y Lunahuaná, mientras que en el rubro de servicios San Vicente de Cañete, Mala e Imperial. Los distritos con mayor porcentaje de asalariados fueron Quilmaná, Chilca y Asia.

El distrito de San Vicente de Cañete, al censo de 1993 (INEI), alcanzó una PEA de 10.403, de las cuales el 69% fueron hombres y 31% mujeres. La tasa de actividad económica del distrito fue de 50% distribuida en agricultura (36%), servicios (52%) y asalariados (57,5%).

En la Provincia de Chíncha, según el censo de 1993 (INEI), la PEA, de 6 y más años, alcanzó a 47.463 personas, de las cuales 38.827 (82%) corresponde a los distritos del área de influencia directa del proyecto con el 69% son hombres y el 31% mujeres.

El distrito de Chíncha Alta es quien poseía la mayor cantidad de PEA, con un 43%, como se muestra en el cuadro. Respecto a la tasa de actividad económica estas fluctúan en un rango entre 43 y 50%, las cuales se ocupan, principalmente, en servicios y asalariados en rangos que se acercan al 50%, con excepción de la población ocupada en servicios en Chíncha Alta y Pueblo Nuevo que superan el 60%. La población ocupada en la agricultura esta entre un 11% en Chíncha Alta y un 29% en Grocio Prado.

Cuadro. Población Económicamente Activa por tipo de Actividad. Provincia de Chincha

Distritos	PEA <sup>5</sup> (hab)	Sobre PEA Área Estudio %	PEA (hab)		Tasa de Actividad Económica <sup>6</sup> %	Población en Agricultura %	Población en Servicios %	Población Asalariados %
			Hombres	Mujeres				
Chincha Alta	16654	43	11055	5599	50	11	65	56
Pueblo Nuevo	11260	29	7521	3739	49	10	64	50
Sunampe	4979	13	3769	1210	43	23	50	53
Grocio Prado	4703	12	3423	1280	49	29	40	48
Tambo de Mora	1231	3	935	296	47	25	39	52
<b>Total Área Estudio</b>	<b>38827</b>		<b>26703</b>	<b>12124</b>				

Fuente : INEI, 1993

#### Actividades económicas

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, de los 16 distritos de la Provincia de Cañete, según datos de la Encuesta Nacional de Infraestructura Social y Económica Distrital de 1999, 14 de ellos tienen como actividad económica principal la agropecuaria y sólo 2 de ellos tienen como actividad, la pesca.

La actividad económica del Valle de Chincha se centra en la agricultura de productos de subsistencia, como frijoles, maíz, yuca y frutales, como naranjas, mandarina y vid. Si embargo, existen algunas agroindustrias relacionadas al cultivo de espárrago para exportación y, también, a la producción de derivados de la uva, como el vino y el pisco. Sin embargo, otra actividad que genera ingresos en la zona es la actividad pesquera, en la que se estima trabajan 500 personas, los cuales se desempeñan como pescadores artesanales de ribera o cordeleros. Operan no sólo en el litoral chinchano, sino que también llegan a incursionar (según la necesidad y la estación del año) en el litoral cañetano, dedicándose al mismo tiempo a otras actividades, como las agrícolas (especialmente la siembra de plantas vid) o las comerciales. En el distrito de Tambo de Mora, se debe agregar la actividad de pesca en embarcaciones que es una importante fuente de ingresos.

### Actividad agropecuaria

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, la Provincia de Cañete posee valles estrechos donde la agricultura se desarrolla, principalmente, en forma intensiva. Las zonas andinas tienen suelos en laderas, con pendientes más o menos marcadas expuestas a la erosión por efecto de las lluvias y otros factores. La Provincia de Cañete se caracteriza por ser la de mayor número de hectáreas con tierra agrícola, 20% de la superficie agrícola del Departamento de Lima, debido a la no dependencia del régimen de lluvias y un clima benigno y parejo casi todo el año.

La Provincia de Cañete en su totalidad cuenta con 157.581 hectáreas de superficie agropecuaria, tal como se muestra en el Cuadro lo que representa el 34% de la superficie total de la provincia. De esta última cifra, un 25% son terrenos agrícolas (38.909 ha), con el 98,8% bajo riego (38.425 ha) y 1,2% en seco (483 ha.). El 75% restante corresponde a superficie no agrícola (118.672 ha), de las cuales, sólo el 0,7% corresponden a pastos naturales y montes y el 99,3% restante corresponde a otras tierras como arenas, salinas y rocas (INEI, III Censo Nacional Agropecuario, 1994).

La población pecuaria (Ministerio de Agricultura, 1999) del área de estudio esta mayoritariamente compuesta por aves, como se aprecia en las numerosas granjas avícolas ubicadas en el sector de pampa Clarita y Jaguay.

Cuadro- Población Pecuaria Provincial de Cañete (1999)

Especies	Cantidad de Animales
Aves	3,380.000
Caprino	11200
Ovino	4300
Porcino	5300
Vacuno	11300

Fuente: Ministerio de Agricultura, 1999.

En la Provincia de Chíncha, según proyecciones del Censo Nacional Agropecuario, el total de la superficie agropecuaria era de 81.333 hectáreas, de las cuales el 38% correspondía a superficie agrícola y el 62% restante a superficie no agrícola.

### Actividad comercial



De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, el Distrito de San Vicente de Cañete hasta 1994 contaba con 1.200 establecimientos comerciales, un mercado de abastecimiento formal y un total de 320 pobladores dedicados al comercio informal ambulatorio. Actualmente, la mayor actividad comercial de la provincia se centra en el comercio al por menor. Existen 657 establecimientos entre mercados, paraditas y tiendas comerciales donde se ejerce además el comercio al por menor ambulatorio.

En este distrito existen 6 grifos para el abastecimiento de combustible tanto para el servicio público (combis y mototaxis y taxis) como para el transporte de carga y de pasajeros. Cuenta, además, con 52 establecimientos dedicados al rubro de hoteles, hostales y restaurantes. (Municipalidad de Cañete, 2002).

En cuanto a Chincha el pasado histórico la muestra como una cultura cuyo rol comercial y de dominio marítimo fueron relevantes, hoy día el intercambio comercial, aunque es en el ámbito interno, sigue siendo muy activo sobre todo en el sector urbano de la provincia. Como se observa en el cuadro, el distrito de Chincha Alta posee el mayor número de establecimientos comerciales (sin contar los del tipo tiendas comerciales o bodegas) lo que demuestra su importancia como centro de comercio local (Municipalidades Distritales, 2002).

Respecto a los servicios de hospedaje, el distrito de Chincha es el que posee mayor cantidad de establecimientos de hospedaje y restaurantes lo que beneficia la actividad turística por los atractivos que se ofrecen en sus alrededores.

#### Actividad pesquera

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, en la Provincia de Cañete, la actividad pesquera se desarrolla a nivel artesanal y a diferencia de los pescadores industriales, se caracterizan por contar con una economía de subsistencia y tecnología muy poco desarrollada (mecanizada). Poseen bajos volúmenes de producción, bajo grado de especialización en el trabajo y embarcaciones de bajo tonelaje. Existen pescadores artesanales que poseen embarcaciones pequeñas, principalmente a remo y en menor medida a motor, otros que no poseen embarcaciones y por lo tanto pescan en las riberas con cordeles o aparejos (cordeleros) y otros que pescan en las peñas, especialmente mejillones.

Entre las principales características socioeconómicas de esta pesca artesanal se tiene que:

- La pesca es el patrón básico de sustento familiar;
- Complementan su economía, especialmente en invierno, con otras actividades económicas como agricultura, comercio, carpintería, albañilería, entre las más importantes;
- La pesca artesanal, mayoritariamente, esta destinada al consumo humano fresco, sin embargo, cuentan con sistemas de conservación y manejo del recurso (frío, almacenamiento) que les permite cierto desenvolvimiento en la comercialización;
- Se desplazan a lugares distintos de los de origen durante cortos periodos de tiempo en busca de los recursos más apetecidos, principalmente, por el turismo y por lo tanto más rentables económicamente;
- Cuentan con un modo de producción y venta comunitario – familiar, en donde los hombres realizan la actividad de pesca y las mujeres se dedican a su comercialización; y
- Utilizan, entre otros, un sistema de comercio a través de asociaciones que se dedican a la distribución y venta hacia mercados no locales.

El trabajo de campo realizado en el área de influencia del proyecto, entre los meses de abril y septiembre del año 2002, permitió establecer que el distrito de Cerro Azul concentra la mayor actividad pesquera de la Provincia de Cañete, con 150 pescadores con embarcaciones artesanales y 250 pescadores cordeleros de ribera. El área es considerada como caleta menor y su producción es inferior a 2 toneladas de pesca al año. Todas las actividades de embarque y desembarque se reportan a la Capitanía de Pisco. Otros distritos de la provincia que se dedican a la actividad pesquera son Herbay Bajo, Santa Bárbara, Asia, Mala y Bujama, contabilizando cerca de 400 pescadores artesanales de ribera.

Los pescadores artesanales que emplean pequeñas embarcaciones se desplazan, desde Cañete, hacia el norte hasta el área de Pucusana (sur de Lima), arrastradas y ayudadas por la corriente que va de sur a norte.

Según el sondeo realizado en esa fecha, existen pescadores que no residen en las zonas cercanas al proyecto, provienen de lugares tan distantes como Huacho (norte de Lima) y pescan hasta la zona de Pisco, en época de escasez del recurso. Estos pescadores tienen embarcaciones menores a motor llegando hasta las 300 millas marinas (a pesar de las corrientes), en temporadas de verano, perjudicando así a los pescadores de ribera.

En cuanto a los pescadores artesanales cordeleros, mayoritariamente, provienen de Chíncha y en menor número de Cañete. Se contabilizaron al menos 20 pescadores artesanales cordeleros de Cañete, residentes en Herbay Bajo, que se desplazan hacia el sur, llegando hasta Boca de Río (desembocadura de río Cañete), Mulato y Cinco Cruces, donde se encuentran con los pescadores provenientes de Chíncha.

La mayoría de los pescadores cordeleros del distrito de Cerro Azul se desplazan hacia el norte, siguiendo la ruta de Herbay Bajo a Sarapampa. Se encontraron, aproximadamente, 6 pescadores de cordel del distrito de Cerro Azul que salían hacia el sur hasta el área de Jaguay para dedicarse, especialmente, a la pesca de toyo y raya con espinel y anzuelo, durante la temporada alta o de verano.

En la Provincia de Chíncha, al contrario de Cañete, la actividad pesquera es desarrollada, principalmente, a nivel industrial.

En cuanto a la pesca artesanal esta se realiza, principalmente, en torno a 3 puertos: Pisco, Tambo de Mora y San Juan de Marcona, de donde se extraen, en temporada alta, especies como anchoveta y sardina. Sin embargo, esta también se desarrolla en playas, caletas y desembarcaderos como Tambo de Mora (Jaguay y Cruz Verde).

Entre 1966 y 1968 Tambo de Mora fue considerado como primer puerto a nivel mundial productor de harina de pescado. En la actualidad es un puerto menor pues no cuenta con una capitánía sino una Oficina de Control. Existen actualmente 5 empresas pesqueras privadas que se dedican a la transformación de la anchoveta en aceite y harina de pescado, para ser exportado y usado como alimento balanceado en el mercado interno.

#### **IV. EFECTOS AMBIENTALES EN LA ZONA DE DRAGADO Y EN LA ZONA DE DEPÓSITO DEL MATERIAL DRAGADO**

##### **4.1 DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS EN LA INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL TERMINAL Y DE LA DRAGA**

#### **4.1.1 UBICACIÓN DEL DRAGADO**

El Terminal Marítimo, ubicado en el distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, departamento de Lima, está unido a la ciudad de Lima distante a 167 Km aproximadamente.

La ubicación del Terminal ha sido determinada en función de las metas planteadas, como son: características que permitan el acoderamiento de embarcaciones de gran tonelaje, favorecer el desarrollo y permanencia de las actividades de la Empresa, favoreciendo el empleo de personal de servicio, operación y mantenimiento del mismo. La ubicación del Terminal también ha sido determinada en función a la forma del litoral, la batimetría del área acuática comprometida, la dirección del oleaje incidente, el patrón de corrientes y los volúmenes de material involucrados.

Sin embargo, una de las características limitantes del Terminal podría ser el constante arenamiento que pudiera presentarse en la zona protegida por el rompeolas como consecuencia del transporte de sedimentos, ocasionado por las corrientes a lo largo de la costa.

El mayor aporte o fuente de sedimentos son el río Cañete, que desemboca al Norte del Terminal y el río Chíncha al Sur del mismo. A fin de permitir el acercamiento de buques de gran calado, se piensa dragar un canal adyacente al cabezo del terminal de 3 m de profundidad. Sin embargo, llega el momento que el sedimento se deposite en el canal, por lo que eventualmente habría que realizar una actividad de dragado para mantenerlo con profundidades adecuadas para el ingreso de buques de gran tonelaje.

Sin embargo, esta actividad no ocasionaría un proceso de erosión en las playas al Norte y al Sur del mismo, como consecuencia de la falta de sedimentos que pasan normalmente por la zona, debido al gran aporte de sedimentos que traen los ríos Cañete y Chíncha, y al poco volumen de material a dragar.

La batimetría y la disposición del Terminal se observan en los planos batimétricos y de ubicación que se adjuntan al final del presente estudio.

#### **4.1.2 SISTEMA DE MANIPULEO EN LA DRAGA**

La forma de trabajo en la draga es una de las acciones más importantes a considerar para evitar que se originen efectos adversos al ambiente.

**PERU LNG** adoptara todas las medidas preventivas para evitar el derrame de combustible o lubricantes al mar que puedan resultar de una mala maniobra de la draga o una mala operación de los equipos de dragado y para evitar la descarga de los sedimentos dragados en una zona no deseada, aunque como se vio anteriormente los resultados de análisis de sedimentos a varios niveles por debajo del fondo marino en la zona a dragar, no han mostrado ningún elemento contaminante .

El personal deberá estar capacitado para desarrollar una óptima faena en la draga y barcasas, y contar con los equipos de contingencia necesarios.

#### **4.1.3 MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA DRAGA**

Es una de las acciones más importantes que **PERU LNG** deberá tener en cuenta en la operación de la draga, a efectos de evitar la contaminación del ambiente.

El trabajo en la draga no debera producir alteraciones al medio que lo rodea, en el mar o en el aire, se tendra especial cuidado en el manejo de los aceites lubricantes del motor de la bomba absorbente, así como, en el manejo del combustible.

La tubería de succión del sedimento, para evitar fugas en la línea de descarga, debe ser íntegramente soldada , con válvulas de seguridad en los extremos que permiten sellar la tubería de la línea. De igual manera, las conexiones de las tuberías no deben filtrar agua, para lo cual seran aseguradas con empaquetaduras y bridas ajustadas con pernos u otros medios.

Periódicamente los residuos de petróleo y aceites serán llevados a la planta en bidones para su disposicion. Los desechos sólidos que se generen por la actividad en las embarcaciones seran colectados en forma adecuada y llevados luego a la planta para su disposicion final

#### **4.2 EFECTOS AMBIENTALES POTENCIALES**

La información y los datos anteriores sobre el medio ambiente y las condiciones ambientales actuales en el área del proyecto de dragado, han sido recolectados para servir como base para los lugares donde existe posibilidad de ocurrencia de efectos. El proceso de revisión adoptado permitió la identificación de un rango de posibles efectos ambientales asociados con el desarrollo propuesto. Este estudio se focaliza en los efectos ambientales potencialmente más significativos relacionados al proyecto.

Para cada uno de los asuntos ambientales significativos, se han evaluado y predecido los efectos potenciales del proyecto de dragado. Las predicciones de los efectos se definen como aquellos cambios de las condiciones anteriores, que son consecuencia directa o indirecta del proyecto. En lo posible, se han identificado la fuente de los efectos, se examinaron los riesgos y se estimaron las descargas.

Se incluyó la evaluación cualitativa, la cual se basa en la experiencia, juicio profesional y evaluación de los valores públicos. En todo el estudio se ha utilizado estándares y regulaciones nacionales e internacionales aplicables para establecer los procedimientos apropiados de evaluación, monitoreo y mitigación.

**LISTA DE EFECTOS POTENCIALES**

**A) Zona de dragado**

<b>EFFECTOS POTENCIALES</b>	<b>ALCANCE</b>	<b>TIPO DE EFECTO</b>	<b>SIGNIFICANCIA POTENCIAL ANTES DE MITIGACIÓN</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
Incremento de la turbidez en el agua marina debido al proceso de dragado.	Local, temporal	Efecto negativo	Moderado	Monitorear continuamente la turbidez en el agua de mar y detener temporalmente las operaciones cada vez que se excedan los 200 mg./l de contenido de sedimentos en suspensión.
Calidad del agua de mar alterada por las actividades en las dragas.	Local, temporal	Efecto negativo	Ligero	Provisión de instalaciones de tratamiento de desagües y desechos, limpieza del mar (ver capítulo 4.3).
Incremento del ruido en las zonas cercanas debido a la actividad de dragado.	Local y temporal	Efecto negativo	Ligero	Mantenimiento constante de los equipos y motores de las dragas.
Alteración del transporte de sedimentos del litoral (sedimentación – erosión).	Local y media	Efecto negativo	Ligero	Ver capítulo 4.3.

EFFECTOS POTENCIALES	ALCANCE	TIPO DE EFECTO	SIGNIFICANCIA POTENCIAL ANTES DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Interferencia en la fotosíntesis del fitoplancton y alimentación del zooplancton debido a la turbiedad e efectos en general en el plancton, necton y bentos.	Local y temporal	Efecto negativo	Moderado	Ver capítulo 4.3.
Disminución de la captura de recursos hidrobiológicos debido a la pérdida de calidad de aguas.	Local y temporal	Efecto negativo	Ligero	Ver capítulo 4.3.
Pérdidas de vistas escénicas y paisajes.	Local y temporal.	Efecto negativo	Ligero	Ver capítulo 4.3.
Generación de residuos sanitarios y desperdicios en general y desechos de la actividades en las dragas	Local y temporal	Efecto negativo	Ligero	Todos los desperdicios surgidos de las actividades deben ser dispuestos de acuerdo a la reglamentación vigente (ver capítulo 4.3).



**B) Zona de depósito del material dragado**

EFFECTOS POTENCIALES	ALCANCE	TIPO DE EFECTO	SIGNIFICANCIA POTENCIAL ANTES DE MITIGACIÓN	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Incremento de la turbidez en el agua marina debido al proceso de descarga:	Local, temporal	Efecto negativo	Moderado	Monitorear continuamente la turbidez en el agua de mar y detener temporalmente las operaciones cada vez que se excedan los 200mg./l de contenido de sedimentos en suspensión.
Calidad del agua de mar alterada por las actividades en las dragas.	Local, temporal	Efecto negativo	Ligero	Provisión de instalaciones de tratamiento de desagües y desechos, limpieza del mar (ver capítulo 4.3).
Interferencia en la fotosíntesis del fitoplancton y alimentación del zooplancton debido a la turbiedad e efectos en el plancton, necton y bentos.	Local y temporal	Efecto negativo	Ligero	Ver capítulo 4.3.
Generación de residuos sanitarios y desperdicios en general y desechos de la actividades en las dragas.	Local y temporal	Efecto negativo	Ligero	Todos los desperdicios surgidos de las actividades deben ser dispuestos de acuerdo a las reglamentación vigente (ver capítulo 4.3).

### **Criterios de Calificación:**

#### **Territorial**

- A. Local: Identifica el área directamente perturbada por el proyecto.
- B. Regional : Identifica locaciones cercanas al proyecto (provincias/departamento).
- C. Nacional: Identifica locaciones más allá del ámbito local y regional.

#### **Duración**

- A. Temporal: Menor a un (1) año.
- B. Medio: Entre un (1) año y cinco (5) años.
- C. Largo: Más de cinco (5) años.

#### **Intensidad**

- A. Nula : ningún efecto
- B. Ligero: efecto apenas perceptible
- C. Moderado: efecto perceptible sin mayor trascendencia
- D. Medio: efecto perceptible de trascendencia considerable
- E. Fuerte: efecto perceptible de gran trascendencia y gravedad
- F. Muy fuerte: efecto perceptible de gran trascendencia y de máxima gravedad

### **4.3 EVALUACIÓN DE EFECTOS PREVISIBLES**

#### **4.3.1 EFECTOS SOBRE EL USO RECREATIVO**

##### **Zona de dragado**

El efecto sobre el uso recreativo, es en general, uno de los efectos de importancia a considerar en la ampliación, instalación o construcción de una obra portuaria, sin embargo, en cuanto a las actividades de dragado, no son de gran relevancia, debido a que se realizan en corto tiempo y en zonas alejadas de playa (1,5 Km).

La zona donde se ubica el Terminal de **PERU LNG** tanto hacia el Norte como hacia el Sur, son zonas no frecuentadas como recreación por los habitantes del lugar, ya que es una zona lejana a las poblaciones, por lo que las actividades de dragado no van a impactar en el uso recreativo de esta zona.

##### **Zona de depósito del material dragado**

El efecto sobre el uso recreativo, es en general, uno de los efectos de importancia a considerar en la construcción de una obra portuaria, sin embargo, en cuanto a las actividades de descarga del material dragado, no son de gran relevancia, debido a que se realizan en corto tiempo y en zonas alejadas de playa ( 8km.).

#### **4.3.2 EFECTOS SOBRE LA DINAMICA MARINA**

En la zona de estudio, las alturas de olas significantes encontradas son de mediana energía.

El oleaje de mayor incidencia procede del Sur y Suroeste, sin embargo, en caso de oleaje irregular (braveza de mar) la potencia de la ola se puede incrementar hasta 100 y 200 % y en algunos casos a más de 200 % cuando se trata de una braveza muy fuerte.

En general, cuando se trata de actividades realizadas por embarcaciones, en este caso dragas, no van a producir modificaciones sobre la dinámica natural de la zona.

#### **4.3.3 EFECTOS SOBRE LA TOPOGRAFÍA Y LA BATIMETRÍA**

##### **Zona de dragado**

En la zona de dragado la batimetría va a cambiar hasta encontrar una profundidad deseada, luego la naturaleza volverá a elevar el fondo por el proceso natural de sedimentación, para nuevamente efectuar la actividad de dragado, hasta encontrar otra solución para mantener el fondo estable. Sin embargo, esta actividad prevista no se debe tomar como un efecto no deseado.

##### **Zona de depósito del material dragado**

La actividad de descarga, al Oeste del Terminal, va ocasionar un muy imperceptible cambio sobre la batimetría, ya que las corrientes se encargarán de distribuir el sedimento en una gran área, evitando la formación de bancos o bajos de arena que podrían limitar la navegación por la zona.

#### **4.3.4 EFECTOS SOBRE LA MORFOLOGÍA COSTERA**

##### **Zona de dragado**

En algunos puntos, a través de mecanismos o vías diversas, naturales o artificiales, parte de los sedimentos salen del sistema costero. El balance entre aportaciones o pérdidas de arenas que posee en cada momento las diversas unidades fisiográficas que componen el borde litoral es el que determina la tendencia hacia la erosión, progresión o equilibrio en la evolución de cada una de ellas.

Las fuentes de sedimentación usuales son: cauces fluviales de régimen continuo o intermitente como ríos, torrentes, etc., acantilados en fase de retroceso, conchas marinas y otros elementos calcáreos, arrastres en suspensión por el viento, vertidos artificiales producidos por obras de regeneración, canteras, etc.

De otra parte los drenes o sumideros son aquellos puntos en los que el sedimento sale del mecanismo de distribución o bien queda inmovilizado en él. Los elementos más representativos que ejercen esta acción son: cañones submarinos, ensenadas o estuarios naturales, obras de defensa o regeneración, puertos comerciales o deportivos, transporte por viento, extracciones artificiales de áridos, pérdidas por abrasión.

En el caso que nos concierne, la principal fuente es la fluvial proveniente de los ríos Cañete y Chíncha al norte y sur del área de estudio respectivamente, y la causal, las obras de defensa o regeneración, en esos puntos centraremos nuestro análisis.

Por otro lado, cabe mencionar que debido a la sobre elevación del nivel del mar y el aumento del oleaje irregular, durante la época de invierno, se produce un retraimiento de la línea de playa y la formación de una barra sumergida a una cierta distancia de ella, como resultado de la deposición de los sedimentos en agitación a causa del equilibrio de las fuerzas que los impulsan hacia atrás y hacia adelante.

Otra movilidad de transporte es el de dirección paralela a la línea de costa. Tiene lugar en su mayoría a lo largo de la franja limitada por la zona de rompiente y la línea de orilla.

Al incidir el oleaje de forma oblicua a la costa, como en el caso que nos concierne, se puede descomponer el vector energético del mismo en dos componentes, uno en dirección normal y otro de dirección paralela a la orilla. Es este último, el causante del transporte de arena o longitudinal. Este tipo de transporte es el responsable de una parte significativa del volumen total del sedimento transportado y principal causante de los cambios notables, acreción, erosión y basculamiento que sufren las

playas.

### **En la zona de depósito del material dragado**

En este caso la zona de depósito del material dragado, se encuentra a gran distancia de costa, donde la dirección de las corrientes es prevalecientemente hacia el Sureste, es decir paralela a la línea de costa, y debido a la poca cantidad de material a descargar y debido al efecto de las corrientes este sedimento se distribuirá en una gran área sin cambios relevantes en la batimetría y en la morfología de costa.

## **4.3.5 EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA**

### **Zona de dragado**

El estado original del agua de mar puede ser alterado a través de dos mecanismos:

- Confinación de una determinada área de flotación por la geometría de las infraestructuras u morfología natural;
- Aportación de determinados componentes al agua a través de los procesos de actividades en el mar.

Esta alteración puede dar lugar a dos tipos de contaminación:

- Contaminación del cuerpo acuático por componentes químicos, biológicos y materias en suspensión;
- Contaminación de la superficie por grasas, aceites y cuerpos flotantes.

La contaminación bacteriológica, tanto del cuerpo de agua como de los fondos, puede ser causada por:

- Turbulencia, grasas y aceites que inhiben la autodepuración.
- Remoción de fondos.

Todas estas causas pueden ser eliminadas o paliadas mediante los correspondientes métodos preventivos o los correctivos basados en la

eliminación.

La contaminación biológica del cuerpo de agua tiene su evidencia mas clara en el fenómeno de eutrofización o proceso de fertilización excesiva del ecosistema acuático, que produce un crecimiento desmesurado de las formas de vida vegetal, flotantes y suspendidas, cuyo estado trófico depende de la cantidad de nutrientes que pueda contener el agua.

Las medidas más apropiadas para evitar la contaminación del agua son casi siempre la de supresión de vertidos y escorrentías superficiales.

La contaminación superficial por grasas, aceites y cuerpos flotantes es consecuencia de vertidos, de los motores de las embarcaciones y de las escorrentías, ocasionando inhibición del proceso de fotosíntesis y turbiedad del agua.

Las medidas adecuadas son la supresión de estos vertidos y el aislamiento y retiro de grasas y aceites mediante aparatos especiales de recuperación que produce la depresión de la lámina de agua superficial.

Entonces, el efecto sobre la calidad del agua va a estar determinado por las condiciones en que se realicen las actividades en las embarcaciones, de la disposición final accidental de los residuales líquidos fuera del puerto, de los hidrocarburos y aceites, los que deberán ser destinados al uso en tierra; y de la disposición final de los residuos sólidos, los que deberán ser enviados a la planta.

El manejo adecuado de las sustancias o productos que se utilicen o generen en las embarcaciones (draga), la capacitación del personal de la empresa y la educación de los usuarios, evitará la contaminación del agua de mar de esta zona del litoral.

El efecto sobre la calidad del agua que circunda las zonas de la actividad de dragado y depósito del material dragado, va a estar determinado por las condiciones del manipuleo, manejo y mantenimiento que

implemente **PERU LNG**

El manejo adecuado de los lubricantes (aceite del motor), combustibles y residuos sólidos evitará la contaminación del agua de mar con estas sustancias.

### **Zona de depósito del material dragado**

El estado original del agua de mar puede ser alterado a través de dos mecanismos:

- Confinación de una determinada área de flotación por la geometría de las infraestructuras u morfología natural;
- Aportación de determinados componentes al agua a través de los procesos de actividades en el mar.

Esta alteración puede dar lugar a dos tipos de contaminación:

- Contaminación del cuerpo acuático por componentes químicos, biológicos y materias en suspensión;
- Contaminación de la superficie por grasas, aceites y cuerpos flotantes.

La contaminación bacteriológica, tanto del cuerpo de agua como de los fondos, puede ser causada por:

- Turbulencia, grasas y aceites que inhiben la autodepuración.
- Remoción de fondos.

Todas estas causas pueden ser eliminadas o paliadas mediante los correspondientes métodos preventivos o los correctivos basados en la eliminación.

La contaminación biológica del cuerpo de agua tiene su evidencia mas clara en el fenómeno de eutrofización o proceso de fertilización excesiva del ecosistema acuático, que produce un crecimiento desmesurado de las formas de vida vegetal, flotantes y suspendidas, cuyo estado trófico depende de la cantidad de nutrientes que pueda contener el agua.

La contaminación superficial por grasas, aceites y cuerpos flotantes es



consecuencia de vertidos, de los motores de las embarcaciones y de las escorrentías, ocasionando inhibición del proceso de fotosíntesis y turbiedad del agua.

Las medidas adecuadas son el retiro de grasas y aceites mediante aparatos especiales de recuperación que produce la depresión de la lámina de agua superficial.

Entonces, el efecto sobre la calidad del agua va a estar determinado por las condiciones en que se realicen las actividades en las embarcaciones, de la disposición final de los residuales hidrocarburos, aceites y de los residuos sólidos, los que deberán ser enviados a la planta para su disposición final.

El manejo adecuado de las sustancias o productos que se utilicen o generen en las embarcaciones (remolcadores y barcasas), la capacitación del personal de la empresa y la educación de los usuarios, evitará la contaminación del agua de mar de esta zona del litoral.

El efecto sobre la calidad del agua que circunda las zonas de la actividad de descarga, va a estar determinado por las condiciones del manipuleo, manejo y mantenimiento que implemente **PERU LNG**

El manejo adecuado de los lubricantes (aceite del motor), combustibles y residuos sólidos evitará la contaminación del agua de mar con estas sustancias.

#### **4.3.6 EFECTOS SOBRE EL SUELO**

##### **Zona de dragado**

El efecto sobre el suelo, entendido como un concepto en toda su amplitud, abarca en este caso el efecto de dragado influenciado por su implantación y permanencia en el tiempo.

En este sentido, se puede hablar del efecto del dragado sobre:

- El fondo del Terminal.
- El litoral adyacente.

A los dos tipos de contaminación del agua señalados en el punto anterior, se ha de añadir el de la contaminación del fondo del Terminal por posibles depósitos químicos, biológicos y orgánicos.

En principio, esta contaminación es ocasionada por:

Los trabajos de las actividades en la draga (vertidos) y,

Las operaciones de dragado.

Los rellenos suelen ser ricos en bacterias y materia orgánica que, por sedimentación, se depositarán en el fondo, pudiéndose llegar a una situación anóxica por putrefacción, o a una elevación de sustancias nutrientes. Los dragados afectan al entorno porque modifican la geometría del fondo marino y por la propia naturaleza de la operación.

Las operaciones portuarias, en consecuencia, producen dos clases de efectos:

El ocasionado por los vertidos (alcantarillas, embarcaciones, escorrentías) en las dársenas de materias que se van depositando en el fondo.

El producido por los dragados de mantenimiento que tratan de eliminar los sedimentos ocasionados por la dinámica litoral o por los vertidos anteriores.

Las consecuencias de estas operaciones pueden ser favorables o desfavorables al entorno.

Entre los favorables se encuentran:

Mejora de los fondos por extracción de terrenos no aptos como habitats (fangos, lodos);

Aumento del contenido de oxígeno disuelto por la turbulencia ocasionada (también por las hélices de las embarcaciones);

Mejora alimenticia de la biocenosis al poner en suspensión materias nutritivas del fondo.

Entre los desfavorables pueden citarse:

Aumento de turbidez que empeora el nicho ecológico y dificulta la fotosíntesis (también por las hélices de las embarcaciones);

Alteración y/o destrucción del fito y zooplancton;

Aumento de la DBO por la materia orgánica en suspensión;

Alteración del hábitat de las especies bentónicas.

Las medidas correctivas pasan en primer lugar por evitar cualquier clase de vertidos alrededor del terminal.

El efecto sobre el litoral adyacente, prescindiendo del que pudiera producirse por la mera ejecución de las actividades (coyuntural y a corto plazo) está dado por la modificación de la geometría del entorno ocasionada por el dragado del canal de navegación.

Las medidas para evitar estos efectos sobre el entorno litoral no suelen ser generales y dependen en cada caso de la geometría de la obra y de la del entorno, así como de su dinámica litoral y del transporte sedimentario.

---

**Zona de depósito del material dragado**

El efecto sobre el suelo, entendido como un concepto en toda su amplitud, abarca en este caso al efecto de descarga influenciada por su implantación y permanencia en el tiempo.

En este sentido, se puede hablar del efecto de la descarga sobre:

- El fondo del área de depósito.
- El litoral adyacente.

En principio, esta contaminación ocasionada por las operaciones de descarga desde las barcasas.

Los rellenos suelen ser ricos en bacterias y materia orgánica que, por sedimentación, se depositarán en el fondo, pudiéndose llegar a una situación anóxica por putrefacción, o a una elevación de sustancias nutrientes. El depósito del material dragado afectan al entorno porque modifican la geometría del fondo marino y por la propia naturaleza de la operación.

Las consecuencias de las operaciones pueden ser favorables o desfavorables al entorno.

Entre los favorables se encuentra:

Aumento del contenido de oxígeno disuelto por la turbulencia ocasionada (también por las hélices de las embarcaciones);

Entre los desfavorables pueden citarse:

Aumento de turbidez que empeora el nicho ecológico y dificulta la fotosíntesis (también por las hélices de las embarcaciones);

Alteración y/o destrucción del fito y zooplancton;

Aumento de la DBO por la materia orgánica en suspensión;

Alteración del hábitat de las especies bentónicas.

La ejecución de la descarga al exterior constituye la intrusión en el medio marino de un cuerpo extraño capaz de modificar la dinámica del fondo marino, pudiendo tener efectos sobre la topografía de los fondos y en menor magnitud en la costa de la que se ubica a 8 km. de modo que no se esperan cambios que sean notorios.

Las medidas para evitar estos efectos sobre el fondo marino en la zona de depósito no suelen ser generales y dependen en cada caso de la geometría de la obra y de la del entorno, así como de su dinámica litoral y del transporte sedimentario. En este caso podría ser necesario implementar un sistema para lograr una mayor dispersión del material depositado, variando ya sea la velocidad de la embarcación o el régimen de la descarga, por lo que se realizarán los monitoreos correspondientes con tal propósito.

#### **4.3.7 EFECTOS SOBRE LA FLORA Y FAUNA**

##### **Zona de dragado**

La flora y fauna de la zona se verá afectada en la medida que las actividades en el dragado provoquen el derrame de sustancias orgánicas o inorgánicas al medio marino. Este efecto está relacionado con el efecto sobre la calidad del agua que pueda ocasionar las actividades en el dragado.

En cuanto a la draga Leonardo Da Vinci, tal como se explica en el Capítulo II, se ha suprimido el periodo de rebose, con lo que prácticamente se ha eliminado el problema de generación de turbidez con este equipo y la consecuente dispersión de materiales, que en el caso que nos concierne se ha determinado que se encuentran en concentraciones naturales.

De esta manera se evita en lo posible, el incremento de la concentración de sedimentos en suspensión que afecta a la flora y fauna de la zona, reduciendo así mismo, los procesos de fotosíntesis.

Hay que tener en cuenta que concentraciones de más de 200.0 mg/l de sólidos en suspensión afectan notablemente la fauna y flora, por lo que se recomienda evitar de llegar a más de dicha concentración en la menor área posible.

#### **Zona de depósito del material dragado**

La flora y fauna de la zona se verá afectada en la medida que las actividades de descarga del material dragado provoquen el derrame de sustancias orgánicas o inorgánicas al medio marino.

Racionalizando la descarga dentro del área de depósito ( 2 km. por 2 km. ) se limita el incremento de la concentración de sedimentos en suspensión que afecta a la flora y fauna de la zona, reduciendo así mismo, los procesos de fotosíntesis.

Hay que tener en cuenta que concentraciones de más de 200.0 mg/l de sólidos en suspensión afectan notablemente la fauna y flora, por lo que se recomienda evitar de llegar a más de dicha concentración en la menor área posible.

#### **4.3.8 EFECTOS ECOLÓGICOS**

##### **Zona de dragado**

El efecto ecológico que provocará las actividades de dragado, estará dado por las modificaciones adversas a la naturaleza que pueda ocasionar.

Como se mencionó anteriormente, por ser una actividad que se realiza principalmente en embarcaciones la dinámica marina de la zona no se verá afectada.

El efecto ecológico será adverso si las condiciones de trabajo en la draga provocan la contaminación del medio marino, para lo cual la Empresa se compromete a realizar un monitoreo periódico de las condiciones del mar adyacente al Terminal.

De acuerdo a los análisis físicos y químicos realizados al agua en la zona de interés, los valores de oxígeno y DBO(5) están dentro de los límites establecidos por la Ley General de Aguas.

El contenido de oxígeno es bueno y el de DBO(5) es bajo, señal de la buena calidad de agua que se encontró en la zona al momento del monitoreo.

El monitoreo periódico de la zona adyacente al terminal, permitirá verificar si las actividades que se realizan impactan negativamente en el medio marino y tomar medidas correctivas tales como detener temporalmente las operaciones de dragado.

### **Zona de depósito del material dragado**

El efecto ecológico que provocará las actividades de descarga, estará dado por las modificaciones adversas a la naturaleza que pueda ocasionar.

Como se mencionó anteriormente, por ser una actividad que se realiza principalmente en embarcaciones la dinámica marina de la zona no se verá afectada.

El efecto ecológico será adverso si las condiciones de trabajo en las barcas provocan la contaminación del medio marino, por este motivo la Empresa se compromete a realizar un monitoreo periódico de las

condiciones del mar en la zona de depósito del material dragado.

El monitoreo periódico de la zona de depósito, permitirá verificar si las actividades que se realizan impactan negativamente en el medio marino y tomar las acciones correctivas que correspondan, tales como regular las descargas ó detener temporalmente las operaciones .

#### **4.3.9 EFECTOS ESTETICOS**

##### **Zona de dragado**

Las actividades de dragado en la zona de estudio, por el diseño como se ha proyectado en forma temporal, no permanente, con movimiento de una embarcación, además de la que normalmente existen en la zona (pesqueras) no ocasionan un efecto negativo en lo estético, desde el punto de vista que dichas actividades se realizan en el mar, lejos de la playa y serán poco apreciadas por los transeúntes que visitan el lugar. Será muy importante el mantenimiento, cuidado e higiene que la empresa brinde a la draga.

Las actividades de dragado, considerado en su conjunto, significa la inserción en el entorno litoral de una serie de actividades que no tienen repercusión sobre la estética, el paisaje y los usos existentes en la zona.

En el caso de la zona de estudio, las actividades de dragado no provocarán un desequilibrio en lo estético, debido a su corta permanencia en la zona (aproximadamente 3 meses).

Referente al aspecto funcional o de actividad del dragado, éste puede entrar en pugna con otros usos de la franja del litoral que no son meramente estéticos, tales como pesca, baños, paseos y otras actividades recreacionales, por el sólo hecho de su existencia. Sin embargo, por la pequeña magnitud del área que involucra, el efecto sobre la libre circulación y navegación será poco significativo.



---

### **Zona de depósito del material dragado**

Las actividades de descarga en la zona de estudio, por el diseño como se ha proyectado en forma temporal, no permanente, con movimiento de las barcazas que descargan el material, además de las que normalmente transitan por la zona (pesqueras) no ocasionan un efecto negativo en lo estético, desde el punto de vista que dichas actividades se realizan en el mar, lejos de la playa ( 8 km.) y serán poco apreciadas por las personas que transitan por el lugar. Será muy importante el mantenimiento, cuidado e higiene que la empresa brinde a las barcazas.

Las actividades de descarga, consideradas en su conjunto, significan la inserción en el entorno litoral de una serie de actividades que no tienen repercusión sobre la estética, el paisaje y los usos existentes en la zona.

En el caso de la zona de estudio, las actividades de descarga de material dragado no provocarán un desequilibrio en lo estético, debido a su corta permanencia en la zona (aproximadamente 3 meses).

Referente al aspecto funcional o de actividad del deposito del material dragado, éste puede entrar en pugna con otros usos de la franja del litoral que no son meramente estéticos, tales como pesca, baños, paseos y otras actividades recreacionales, por el sólo hecho de su existencia. Sin embargo, por la pequeña magnitud del área que involucra (área cuadrada de 2 Km. de largo a una distancia de 8 kilómetros de la costa), el efecto sobre la libre circulación y navegación será poco significativo.

## **V. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA ZONA DE DRAGADO Y LA ZONA DE DEPÓSITO DE MATERIAL DRAGADO.**

El desarrollo de una actividad marina puede pasar casi desapercibido, en lo que a sus efectos sobre el medio natural y la actividad humana de su entorno se refiere, o en el extremo contrario, ser causante de fuertes desequilibrios en el ecosistema o generar pérdidas de valor.

Todo depende del número y tipo de acciones que comprenda y de la calidad y cantidad de factores ambientales que puedan verse afectados.

En el capítulo anterior se analizaron los efectos que pueden provocar las actividades de dragado y descarga, como por ejemplo sobre la dinámica y morfología costera, ruido, etc. El efecto sobre la calidad de agua y sobre la flora y fauna es mínimo, y sobre la socio economía de la zona es favorable.

Para reducir o mitigar los efectos negativos que las actividades de dragado y descarga pudieran generar, **PERU LNG** implementará las siguientes medidas de mitigación:

## **5.1 MEDIDAS DE MITIGACION**

### **5.1.1 MEDIDAS PARA CONSERVAR LA CALIDAD DEL AGUA**

#### **En toda la zona**

En el entorno de una actividad marina, la calidad del agua puede verse alterada por causas variadas. La mayoría de las medidas adoptables para la conservación de los estándares de calidad pueden catalogarse como medidas de moderación y se refieren a normas o prácticas preventivas en el proyecto de dragado y en las actividades propias de la misma.

Entre las medidas de prevención y corrección que adoptará **PERU LNG**, se mencionan:

A) No se permitira el vertido de líquidos residuales que puedan provocar la contaminación de las aguas o producir el fenómeno de eutrofización.

B) Periódicamente los residuos de petróleo y aceites serán llevados a la

planta en bidones para su disposicion final. Los desechos sólidos que se generen por la actividad en las embarcaciones deberán ser colectados en forma adecuada y llevados luego a la planta para su disposicion final.

C) Se aplicara el tratamiento adecuado a los residuales líquidos domésticos (procedentes de las embarcaciones) que podrían ser evacuados en o cerca a dicha zona (fuera del Terminal).

#### **En la zona de depósito del material dragado**

Se racionalizara las descargas del material dragado dentro del area de disposicion designada.

### **5.1.2 MEDIDAS PARA EL CUIDADO DE LAS CONDICIONES BIOLÓGICAS**

#### **Zona de dragado**

La prevención o corrección de los efectos sobre las formas biológicas derivadas de la ejecución de una actividad marina revisten muchos caracteres comunes entre sí, para la flora y fauna marina, fauna y flora terrestre y fauna aérea.

En vista de los resultados de la evaluación biológica realizada en la zona en estudio desde los 10 m. de profundidad y cada 5 m. hasta los 30 m. de profundidad no han mostrado fauna o flora de carácter permanente sino mas bien móvil no hacen necesario implementar un plan de repoblación ni consideraciones adicionales al monitoreo de la turbidez para detener temporalmente las actividades de dragado.

#### **Zona de depósito del material dragado**

En vista de los resultados de la evaluación biológica realizada en la zona en estudio desde los 10 m. de profundidad y cada 5 m. hasta los 30 m.

de profundidad no han mostrado fauna o flora de carácter permanente sino mas bien móvil no hacen necesario implementar un plan de repoblación ni consideraciones adicionales al monitoreo de la turbidez para detener temporalmente las actividades de descarga del material dragado.

Sin embargo se implementara un plan de deposito del material dragado que tenga en consideración tanto la profundidad de la zona como las corrientes marinas a varios niveles para graduar la velocidad de la barcaza desde donde se descargara el material dragado a fin de lograr el máximo de dilución en la columna de agua con el consecuente mínimo efecto.

### **5.1.3 DESARROLLO DE ACTIVIDADES EN EL DRAGADO**

El desarrollo de las actividades en el dragado es una de las acciones más importantes que **PERU LNG** tomara en cuenta para que no se originen efectos adversos al ambiente marino y terrestre.

**PERU LNG** adoptará todas las medidas preventivas para que el desarrollo de las actividades del dragado no produzca la contaminación del mar adyacente a la zona, ni la contaminación de la arena de las playas que lo rodean, evitando que como consecuencia de las labores en la draga, se produzcan derrames de líquidos contaminantes como lubricantes, combustibles u otras sustancias orgánicas o químicas que puedan contaminar el medio marino.

El personal deberá estar capacitado y educado en las actividades a desarrollar en la draga y barcazas, en las medidas de seguridad y contar con todos los equipos de contingencia necesarios.

Los desechos sólidos que se generen por la actividad, deberán ser recolectadas en forma adecuada y enviados luego a la planta para su disposicion final.

#### **5.1.4 MANTENIMIENTO DE LA DRAGA**

Las actividades que involucra la acción de la draga durante el tiempo, no deberán producir la contaminación de las aguas, playas y aire.

**PERU LNG** contara con un plan operacional para actuar ante cualquier contingencia.

Periódicamente la draga sera inspeccionada para evaluar posibles erosiones o corrosiones que puede originar la dinámica marina, así como, organismos incrustantes; verificar la estructura y de cualquier cambio que se pueda estar produciendo con respecto al diseño inicial.

### **5.2 MEDIDAS COMPLEMENTARIAS DE MITIGACION**

#### **5.2.1 PLAN OPERACIONAL DE CONTINGENCIAS**

Se debe contar con un plan operacional de contingencias para caso de accidentes de cualquier índole (incendio, derrame, ruptura, etc.) en donde se deberá normar los procedimientos y acciones a tomar en cada caso.

**PERU LNG** debe contar con un plan de contingencia en caso de derrame de petróleo, y preparar personal para hacer frente a este hecho. Este plan de contingencias debe contar con un análisis de sensibilidad que haría más eficaz las medidas a tomarse para el caso.

La instrucción y capacitación al personal, en cuanto a las medidas de seguridad, deberá ser en forma permanente.

#### **5.2.2 PROGRAMA DE MONITOREO**

##### **Zona de dragado**

**PERU LNG** establecerá un Programa de Monitoreo de la turbidez en el área marina que involucra la zona de dragado, que permitirá verificar si las actividades están afectando el medio marino y si los límites están siendo excedidos, de tal manera de tomar las acciones correctivas en forma oportuna.

Se tomaran diariamente muestras en 3 niveles (cerca de la superficie, media agua y cerca del fondo) a aproximadamente 600 m. al norte o al sur del area de trabajo, en funcion de la corriente marina.

Se ejecutara durante la etapa de Construcción del proyecto, de acuerdo a la ficha SM-2 Monitoreo de la calidad del agua, en la página 93 en el Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

Periodicidad del monitoreo:

- Antes del inicio de la construcción como Línea de Base Ambiental.
- Diariamente durante las operaciones de dragado (al inicio de los trabajos y a media jornada) para verificar la turbidez generada y tomar las acciones correctivas que correspondan, tales como regular el régimen de dragado ó detener periódicamente las operaciones.
- Durante las operaciones de dragado para verificar la batimetría en el canal dragado, cada semana.

COORDENADAS DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE LA TURBIDEZ EN LA ZONA DE DRAGADO (Sistema WGS-84)

ESTACIONES	UTM NORTE	UTM ESTE
T1A-15	8'532,503	358,241
T1A-13	8'532,876	358,615
T1A-12	8'532,949	358,688
T6-15	8'534,553	356,673
T6-13	8'534,804	356,924

T6-12	8'534,898	357,018
-------	-----------	---------

Ver plano C-3.

### **Zona de depósito del material dragado**

**PERU LNG** establecerá un Programa de Monitoreo de la turbidez en el área marina que involucra la zona de deposito del material dragado, que permitirá verificar si las actividades están afectando el medio marino y si los límites están siendo excedidos, de tal manera de tomar las acciones correctivas en forma oportuna.

Se ejecutara durante la etapa de Construcción del proyecto, de acuerdo a la ficha SM-2 Monitoreo de la calidad del agua, en la página 93 en el Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

Diariamente durante de depósito del material dragado (al inicio de los trabajos y a media jornada) para verificar la turbidez generada y tomar las acciones correctivas que correspondan, tales como regular la descarga ó detener periódicamente las operaciones.

Periodicidad del monitoreo en el área de deposito:

- Antes del inicio de la construcción como Línea de Base Ambiental.
- Diariamente durante las operaciones de descarga del material dragado para verificar la turbidez generada y tomar las acciones correctivas que correspondan, tales como detener periódicamente las operaciones.
- Durante las operaciones de deposito del material dragado para verificar la batimetría, tres meses.

COORDENADAS DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE LA  
TURBIDEZ EN LA ZONA DE DEPOSITO DEL MATERIAL  
DRAGADO (Sistema WGS-84)

ESTACIONES	UTM NORTE	UTM ESTE
------------	-----------	----------

D-1	8'530,522.435	353,176.418
D-2	8'530,098.962	354,043.728
D-3	8'529,391.793	354,750.772
D-4	8'529,392.044	351,922.345
D-5	8'528,684.874	352,629.389
D-6	8'528,977.705	353,336.433
D-7	8'530,099.088	352,629.515
D-8	8'528,684.749	354,043.603

Ver plano C-3.

## **VI. IDENTIFICACIÓN DE PARAMETROS PARA AUDITORIAS AMBIENTALES**

La Autoridad Competente, en este caso la Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú, estará en la facultad de realizar las Auditorías Ambientales con el objeto de verificar las medidas de mitigación propuestas y verificar las características físicas y químicas del medio marino.

El programa de auditoría deberá comprender los siguientes parámetros:

### **6.1 PARAMETROS FISICOS**

Temperatura  
Transparencia  
pH

### **6.2 PARAMETROS QUIMICOS**

Oxígeno Disuelto  
Demanda Bioquímica de Oxígeno  
Sólidos Suspendidos  
Aceites y Grasas  
Nitritos  
Nitratos  
Fosfatos



---

### 6.3 PARAMETROS BIOLOGICOS

Plancton

- Zooplancton

- Fitoplancton

Bentos

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las Conclusiones y Recomendaciones que se pueden obtener del Estudio de Impacto Ambiental, son las siguientes:

### En la zona de Dragado

#### Conclusiones

- 1) Las acciones que requieren mayor atención para evitar efectos negativos al ambiente son el desarrollo de las actividades que se realizan con la draga y las barcazas, así como, su operación y mantenimiento.
- 2) La presencia de la draga y sus actividades en la misma no provocarán un efecto adverso en la calidad del agua, en el aire, ni en la flora y fauna de la zona, si se toman las medidas adecuadas recomendadas. El efecto benéfico más importante es fomentar el desarrollo de las actividades socio económicas de la zona.
- 3) Los análisis de las características físicas y químicas del agua del mar en la zona de estudio, realizados, arrojan valores aceptables, incluyendo el de oxígeno y bajos niveles de DBO(5), que cumplen con los valores establecidos en la Ley General de Aguas.

- 4) Los resultados de los análisis de metales en sedimentos del fondo en la zona de dragado, muestran concentraciones normales, por lo que no será un factor limitante en el manipuleo y actividades que se realicen en el terminal, así como, en la remoción que se produzca por efecto del dragado.

#### **Recomendaciones.**

- 1) Monitoreo periódico de la turbidez del agua de mar en 3 niveles y en 3 estaciones de muestreo, durante las operaciones en la zona marina comprendida por el proyecto de dragado. El monitoreo será durante la construcción, con el fin de determinar la existencia de cambios en el medio acuático.
- 2) Periódicamente la draga debe ser inspeccionada para evaluar el funcionamiento de sus equipos y vigilar constantemente que no se produzca algún cambio o desnivel en la estructura.

#### **Zona de depósito del material dragado**

#### **Conclusiones**

- a) La zona de depósito del material dragado de las barcasas, se ha ubicado al Suroeste de la zona de dragado, en una zona de 30 m de profundidad, la descarga de este es intermitente, en una zona de corrientes con dirección predominante hacia el Sureste, la concentración de la turbidez se disipará rápidamente a medida que se precipita hacia el fondo. El volumen de sedimentos descargados será insignificante en relación al aporte de los ríos Cañete y Chincha.

- b) En la zona de depósito del material dragado, los resultados de análisis de bentos arrojan menor biodiversidad que en otras zonas analizadas, siendo la Múnida la predominante, especie de crustáceo muy abundante a lo largo de toda nuestro litoral y de gran movilidad.

### **Recomendación**

- 1) Monitoreo de la turbidez del agua de mar en 3 niveles y en 3 estaciones de muestreo, durante las operaciones.

### **En toda la zona**

### **Conclusiones.**

- 1) **PERU LNG** contará con un plan operacional para actuar ante cualquier contingencia, y adoptará las medidas preventivas para evitar el derrame de combustibles o lubricantes al mar. El personal deberá estar capacitado en las medidas de seguridad, conocer que hacer durante un sismo y la eventualidad de un tsunami y contar con todos los equipos de contingencia necesarios y un plan de evacuación.
- 2) En el área de estudio, de acuerdo a los cálculos y análisis efectuados, existe un fuerte transporte de sedimentos, debido principalmente al aporte de sedimentos provenientes de los ríos Cañete y Chincha.
- 3) Se ha establecido que los mayores peligros que podrian ocasionar las actividades de dragado son la generacion de desechos sólidos y líquidos que puedan ser vertidos al mar, el aumento de la turbidez y la resuspensión de sedimentos del fondo. En el primer caso (desechos solidos y liquidos), en los capítulos anteriores, se han establecidos las recomendaciones pertinentes, la cual consiste en su recoleccion y envio a la

planta para su disposición final. En el segundo caso (turbidez), la concentración de sólidos en suspensión no debe exceder valores de 200.0 mg/l, ya que afectarían a los recursos hidrobiológicos presentes en el área. De acuerdo a los análisis efectuados tanto en la zona de maniobras de dragado y depósito del material dragado, estas no sobrepasan dicha concentración.

- 4) Por último, cabe resaltar que la acción de dragado tiene como finalidad mantener las profundidades de operación del Terminal. El no dragar traería como consecuencia la pérdida de profundidad y restricción al calado de naves y limitaciones en la operación del terminal.

#### **Recomendación**

- 1) Se recomienda que los Capitanes de las embarcaciones que participan tanto durante la etapa de construcción como durante la operación, desarrollen como parte de sus funciones, la vigilancia, cuidado y concientización de sus tripulantes en materia de conservación ambiental.

#### **\* COMPOSICION DEL EQUIPO PARTICIPANTE**

- Jefe del proyecto: César Del Carmen De La Torre.  
C. de F. Hidrógrafo de la Marina
- Contaminación Marina: Ignacio Hinojosa Blanco.  
Ing. Pesquero con Especialidad en Contaminación Marina.  
CIP 30029

- 
- Geología: Dr. Néstor Teves Rivas  
Dr. en Geología  
CIP 4868
  
  - Hidrobiología : Dr. Juan Acosta Polo  
Dr. en Biología especialidad Ficología  
CBP 393

## **VIII ANEXOS**

1. Certificados.
  
2. Registro Fotográfico.
  
3. Planos
  - 3.1. Plano A-1 sobre ubicación del proyecto a escala 1:75000.
  - 3.2. Plano B-2 con la batimetría del área del proyecto a escala 1: 7500.
  - 3.3. Plano C de corrientes, muestras de sedimentos, vientos y perforaciones en el fondo marino a escala 1:7500.
  - 3.4. Plano C-3 con la ubicación de las estaciones de monitoreo, a escala 1: 25000
  
4. Glosario de términos.
  
5. Bibliografía.

## **CERTIFICADOS**

## **REGISTRO FOTOGRÁFICO**

## **PLANOS**



## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**AGUA MUERTA** – El estado de la corriente de marea cuando su velocidad está cercana a cero, especialmente el momento en que una corriente inversa cambia de dirección y su velocidad es cero. El término se aplica también a todo el período de baja velocidad cerca al momento de rotación de la corriente cuando es demasiado débil para ser de alguna importancia práctica para la navegación. La relación del tiempo de agua muerta con respecto a las fases de la marea varía en diferentes localidades. Para olas de marea constante, se produce agua muerta cerca de las horas de pleamar y bajamar, mientras que para olas de mareas progresivas, se produce agua muerta a mitad de camino entre pleamar y bajamar.

**AGUA POCO PROFUNDA O SOMERA** - Comúnmente, aguas cuya profundidad es tal que las olas superficiales se ven notablemente afectadas por la topografía del fondo. Se acostumbra considerar como aguas someras a aquellas en las cuales la profundidad es menor que la mitad de la longitud de la ola superficial.

**ALTURA DE LA MAREA** - Distancia vertical entre el datum de sondas de la carta y el nivel del agua.

**ALTURA DE LA OLA** - Distancia vertical entre una cresta de la ola y el seno de la ola precedente.

**AMARRADERO** - Instalación utilizada para sostener (amarrar) un buque. Proceso de asegurar un buque o instrumentos oceanográficos, diferente al fondeo con una simple ancla. Lugar en el que se puede sujetar (asegurar) un buque.

**AMARRADERO O MUELLE PELIGROSO** - Amarradero en el que un buque no puede fondear ni amarrar sin chocar con otro buque o golpear contra una obstrucción.

**AMARRAR** - Asegurar una embarcación u otro artefacto flotante a una estructura fija o al fondo del mar.

**ALTURA MEDIA DE LAS MAYORES BAJAMARES (MLLW)** – Un nivel de referencia mareográfico. La media aritmética de las alturas de las bajamares inferiores diarias de una marea mixta observada a lo largo de un ciclo Metónico específico de 19 años (the National Tidal Datum Epoch). Sólo la bajamar inferior diaria de cada par de bajamares, o la única bajamar de un día lunar se incluyen en la media.

**ALTURA MEDIA DE LAS PLEAMARES MAS ALTAS (MHHW)** – Un nivel de referencia mareográfico. La media aritmética de las alturas de la pleamar superior diaria de una marea mixta observada sobre un ciclo Metónico específico de 19 años (The National Tidal Datum Epoch). Sólo la pleamar superior diaria de cada par de pleamares, ó la única pleamar de un día lunar se incluye en la media.

**AMPLITUD DE LA MAREA** – La diferencia de altura entre pleamares y bajamares consecutivas, *la amplitud media* es la diferencia de altura entre pleamar media y bajamar media. Cuando el tipo de la marea es diurna, la amplitud media es la misma que la amplitud diurna. Para otras amplitudes, véase amplitud media de sicigias, mareas de sicigias, pleamares de cuadratura, perigeo, apogeo y mareas trópicas.

**AMPLITUD MEDIA DE LA MAREA (Mn)** – La diferencia de altura entre la pleamar diaria y bajamar media.

**AMPLITUD MEDIA DE SICIGIAS (Gt)** – La diferencia en altura entre la altura media de las pleamares más altas y la altura media de las mayores bajamares. También se puede usar la expresión en su forma abreviada, *amplitud diurna*.

**AMPLITUD TROPICA** – Las mareas que se producen quincenalmente cuando el efecto de la declinación máxima de la luna es máxima. En estos momentos existe una tendencia para un incremento en la amplitud diurna. Los niveles de referencia mareográfico que pertenecen a las mareas trópicas se designan como *pleamar de sicigias trópicas* (TcHHW), pleamar de cuadratura trópica, (TcLHW), bajamar de cuadraturas trópicas (TcHLW), y bajamar de sicigias trópicas (TcLLW).

**ANÁLISIS ARMONICO** - El proceso matemático mediante el cual la marea observada o la corriente de marea en cualquier lugar se separa en componentes armónicos básicos.

**AREA DRAGADA O RASTREADA** - Area del fondo de un cuerpo de agua que ha sido ahondada por dragado.

**BAJAMAR (LW)** – La altura mínima alcanzada por una marea decreciente, La altura se puede deber únicamente a las fuerzas periódicas de marea o puede haberse superpuesto sobre los efectos de las condiciones meteorológicas . El empleo del término sinónimo, *marea baja*, no se recomienda

**BAJAMAR INFERIOR (LLW)** – la menor de las dos bajamares de cualquier día lunar.

**BAJAMAR MEDIA (MLW)** – Un datum mareográfico. La media aritmética de las alturas de bajamar observadas en un ciclo Metónico específico de 19 años (The National Tidal Datum Epoch). Para estaciones con series más cortas, se hacen comparaciones observacionales simultáneas con una estación mareográfica de control porimario con el fin de derivar el equivalente de un valor de 19 años.

**BAJAMAR SUPERIOR DIARIA (HLW)** – La mayor de las dos bajamares de cualquier día lunar.

**BARLOVENTO** – Desde donde sopla el viento.

**BOYA** - Objeto flotante amarrado al fondo de un lugar en particular (expresado en la carta) como una ayuda a la navegación o para otros fines específicos. Las boyas de navegación pueden clasificarse de acuerdo a: a) su forma, aspecto o construcción, como en el caso de la boya barril, cilíndrica, cónica o troncocónica, de mástil o palo, de castillete, de percha, esférica, de marca de tope y boyarín de pesca; b) su color, como en el caso de la boya negra, a cuadros, verde, roja; c) su ubicación, como en el caso de la boya de bifurcación, confluencia, media canal o boya de giro; d) las diversas clases de peligro para la navegación que señalan, como en el caso de la boya de barra, peligro aislado, de captura o pesca, de obstrucción,

de vertedero o vaciadero, de cable telefónico o boya de naufragio - casco a pique -;  
e) su propósito o uso en particular, como en el caso de boyarín de ancla, boya de fondeadero, de compensación de compás, de dragado, de recalada, de aviso, de cuarentena, de estación o boyón de amarre y/o maniobra.

**COMPONENTE ARMONICO** – Uno de los elementos armónicos en una expresión matemática para la fuerza que produce la marea y en las fórmulas correspondientes para la marea o corriente de marea. Cada componente representa un cambio o variación periódica en las posiciones relativas de la Tierra, Luna y Sol. Un componente simple por lo general se escribe en la forma  $y = A \cos (at + \alpha)$ , en la que  $y$  es una función de tiempo expresada por el símbolo  $t$  y se le calcula desde un origen específico. El coeficiente  $A$  se denomina la amplitud del componente y es una medida de su importancia relativa. El ángulo  $(at + \alpha)$  cambia uniformemente y su valor en cualquier momento se denomina la fase del componente. La velocidad del componente es el promedio de cambio en su fase y se representa mediante el símbolo  $a$  en la fórmula. La cantidad  $\alpha$  es la fase del componente en el instante inicial desde el cual se calcula el tiempo. El período del componente es el tiempo que se requiere para que la fase cambie a través de los  $360^\circ$  y es el ciclo de la condición astronómica representada por el componente.

**CONSTANTES ARMONICAS** - Las amplitudes y épocas de los componentes armónicos de la marea o corriente de marea en cualquier lugar.

**CORRENTOMETRO** – Es un instrumento para medir la velocidad y dirección o sólo la velocidad de una corriente. Por lo general las mediciones son Eulerianas pues el metro a menudo está fijo o amarrado en una ubicación específica.

**CORRIENTE** – Por lo general, es un movimiento horizontal de agua. Las corrientes se pueden clasificar *como relativas a las marea y no relativas a la marea*. Las corrientes de marea son causadas por interacciones gravitacionales entre el Sol, la Luna y la Tierra y forman parte del mismo movimiento general del mar que se manifiesta en la subida y bajada vertical denominada *marea*. Las corrientes no relativas a la marea comprenden las corrientes permanentes en los sistemas circulatorios del mar en general así como también corrientes temporales que surgen de la variabilidad meteorológica más pronunciada.

**CORRIENTE DE FLUJO** – El movimiento de una corriente de marea hacia la costa o hasta un río o estuario de marea. En el tipo mixto de corriente invertida, los términos *mayor flujo* y *menor flujo* se aplican respectivamente a las corrientes de flujo de mayor y menor velocidad de cada día. Los términos *máxima inundación* y *mínima inundación* se aplican a las velocidades máximas y mínimas de una corriente de flujo, cuya velocidad alternativamente aumenta o disminuye sin llegar a invertirse o morirse. La expresión *flujo máximo* también se aplica a cualquier corriente de flujo al momento de la mayor velocidad.

**CORRIENTE DE REFLUJO** – Es el movimiento de una corriente de marea lejos de la costa o hacia un río o estuario de marea. En el tipo mixto de corriente de marea invertida, los términos *mayor reflujo* y *menor reflujo* se aplican respectivamente a las corrientes de mareas de reflujo de mayor y menor velocidad de cada día. Los términos *máximo reflujo* y *mínimo reflujo* se aplican a las velocidades máximas y mínimas de un reflujo de corriente continuamente corriendo, la velocidad aumentando y disminuyendo alternadamente sin llegar a invertirse o quedar en agua muerta. La expresión *máximo reflujo* también se aplica a cualquier corriente de reflujo a la hora de mayor velocidad.

**CORRIENTES DE MAREA ECUATORIALES** – Son las corrientes de marea que ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna se encuentra sobre el Ecuador. En estos momentos la tendencia de la Luna para producir una desigualdad diurna en la corriente de marea está al mínimo.

**CORRIENTE HIDRÁULICA** - Una corriente en un canal causado por una diferencia en el nivel superficial en los dos extremos. Dicha corriente se puede esperar en un estrecho que conecta dos masas de agua en las que las mareas difieren en tiempo o amplitud. La corriente en el Río Oriental, N.Y. que conecta el Pasaje de Long Island y el Puerto de Nueva York, es un ejemplo.

**CORRIENTE INVERSA** – Una corriente de marea que fluye alternadamente en direcciones aproximadamente opuestas con agua muerta en cada inversión de dirección. Las corrientes de este tipo por lo general ocurren en ríos y estrechos donde la dirección de

flujo está más o menos restringida a determinados canales. Cuando el movimiento es hacia la costa o aguas arriba, se dice que la corriente es entrante, y cuando está en la dirección opuesta se dice que es saliente. El movimiento combinado de flujo y reflujo incluyendo el agua muerta cubre, como promedio, 12.42 horas para la corriente semidiurna. Si no es afectada por un flujo no debido a la marea, los movimientos de flujo y reflujo durarán cada uno aproximadamente 6 horas, pero cuando se combinan con un flujo de ese tipo, las duraciones de flujo y reflujo pueden ser bastante desiguales. Durante el flujo en cada dirección, la velocidad de la corriente variará desde cero al momento del agua muerta hasta un máximo aproximadamente a mitad de camino entre las aguas muertas.

**CORRIENTE ROTATORIA** – Una corriente de marea que fluye continuamente con la dirección del flujo cambiando a través de todos los puntos de la brújula durante el período de marea. Las corrientes rotatorias por lo general se encuentran mar adentro donde la dirección del flujo no está restringida por ninguna barrera. La tendencia para la rotación en la dirección tiene su origen en la fuerza Coriolis y, a menos que se modifique por las condiciones locales, el cambio es a la derecha en el Hemisferio Norte y a la izquierda en el Sur. La velocidad de la corriente por lo general varía durante todo el ciclo de marea, pasando por las dos máximas en aproximadamente direcciones opuestas y las dos mínimas con la dirección de la corriente a aproximadamente 90° desde la dirección al momento de la velocidad máxima.

**CORRIENTES DE MAREA ECUATORIALES** – Son las corrientes de marea que ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna se encuentra sobre el Ecuador. En estos momentos la tendencia de la Luna para producir una desigualdad diurna en la corriente de marea está al mínimo.

**CORRIENTES TROPICAS** – Las corrientes de mareas que ocurren quincenalmente cuando el efecto de la declinación máxima de la Luna es máximo. En estos momentos la tendencia de la Luna para producir una desigualdad diurna en la corriente está al máximo.

**DATUM (vertical)** – Para aplicaciones marinas, es una altura base que se emplea como referencia desde la cual se calculan alturas o profundidades. Se denomina *nivel de*

*referencia mareográfico* cuando se define mediante una determinada fase de marea. Los niveles de referencia mareográficos son datums locales y no deben extenderse en áreas que tienen características topográficas diferentes sin mediciones esenciales. Con la finalidad de que se puedan recuperar cuando sea necesario, dichos datums son referidos a puntos fijos conocidos como *Marcas de nivelación*.

**DATUM VERTICAL DE CARTA (NIVEL DE REFERENCIA)** - Es el nivel de referencia al cual se refieren los sondeos en una carta. Por lo general corresponde con la elevación de bajamar de la marea, y su depresión por debajo del nivel medio del mar se representa mediante el símbolo Zo.

**DESIGUALDAD DIURNA** – La diferencia en altura de dos pleamares o dos bajamares de cada día; también la diferencia en velocidad entre las dos corrientes de marea entrante o las dos corrientes de marea saliente de cada día. La diferencia varía con la declinación de la Luna y en menor grado con la declinación del Sol. En general, la desigualdad tiende a aumentar si la declinación aumenta, ya sea al norte o sur, y tiende a disminuir a medida que la Luna se aproxima al Ecuador. *Desigualdad diaria media de pleamar (DHQ)* es la mitad de la diferencia promedio entre las dos pleamares de cada día observadas en un ciclo Metónico específico de 19 años (National Tidal Datum Epoch). Se obtiene restando la media de todas las pleamares de la media de las pleamares superiores diarias. La desigualdad diaria media de bajamar (DLQ) es la mitad de la diferencia promedio entre las dos bajamares de cada día observadas a lo largo de un ciclo Metónico de 19 años. (The National Tidal Datum Epoch). Se obtiene restando la media de las bajamares inferiores diarias de la media de todas las bajamares. *La desigualdad diurna de pleamares trópicas (HWQ)* es la diferencia promedio entre las dos pleamares del día en las horas de las mareas trópicas. La *desigualdad diurna de bajamares trópicas (LWQ)* es la diferencia promedio entre las dos bajamares del día en las horas de las mareas trópicas. Las desigualdades medias y trópicas como se han definido anteriormente se aplican sólo cuando el tipo de la marea es semidiurna o mixta. La desigualdad diurna algunas veces se denomina *desigualdad diurna*.

**DIA LUNAR** – La hora de rotación de la Tierra con respecto a la Luna, o el intervalo entre dos tránsitos superiores sucesivos de la Luna sobre el meridiano de un lugar. El día



lunar medio es de aproximadamente 24.84 horas solares de long. ó 1.035 veces el día solar medio.

**DIFERENCIA DE CORRIENTE** – La diferencia entre el tiempo de agua muerta (o corriente mínima) o fuerza de la corriente en cualquier localidad al momento de la fase correspondiente de la corriente de marea en una estación de referencia, para la que se dan predicciones en la *Tabla de Mareas*.

**DIFERENCIA DE MAREA** – La diferencia en tiempo o altura de una pleamar o bajamar en una estación secundaria y en una estación de referencia para la cual se dan predicciones en las *Tablas de Marea*. Cuando se aplica, la diferencia de acuerdo con el signo para la predicción en la estación de referencia, da el tiempo o altura correspondiente para la estación subordinada.

**DIURNA** – Un período o ciclo de aproximadamente 1 día lunar. Por lo tanto, se dice que la marea es diurna cuando sólo ocurre una pleamar y bajamar durante un día lunar, y se dice que la corriente de marea es diurna cuando existe un período de flujo y reflujo simple en el día lunar. Una corriente giratoria es diurna si cambia su dirección a través de todos los puntos de la brújula una vez cada día lunar.

**DOBLE CORRIENTE DE REFLUJO** – Una corriente de marea de reflujo donde, luego que se inicia el reflujo, la velocidad aumenta hasta un máximo denominado – *primer reflujo*; luego disminuye, alcanzando un *reflujo mínimo*; cerca de la parte media del período de reflujo (y en algunos lugares puede realmente correr en dirección de flujo por un período corto); nuevamente hace un reflujo hasta una velocidad máxima denominada *segundo reflujo* después de lo cual disminuye a agua muerta.

**DOBLE FLUJO** – Una corriente de marea entrante donde, luego que se inicia el flujo, la velocidad aumenta hasta el máximo denominado primer flujo; luego disminuye, alcanzando un flujo mínimo cerca de la mitad del período de flujo (y en algunos lugares puede realmente correr en dirección de reflujo por un período corto), nuevamente fluye a una máxima velocidad denominada segundo flujo luego del cual disminuye a agua muerta.

**DOBLE MAREA** – Una marea de doble rumbo, es decir, una pleamar que consta de dos máximos de casi la misma altura separados por una depresión relativamente pequeña, o una bajamar que consiste de dos mínimos separados por una altura relativamente pequeña. Algunas veces, se denomina *marea doble*.

**DRAGA** - Extractor de muestras de fondo usado para recolectar una pequeña cantidad de material del fondo oceánico. Tiene mandíbulas metálicas que se cierran cuando toca el fondo. Buque o estructura flotante equipada con maquinaria destinada a excavar fosos o canales, profundizar canales y puertos y eliminar la materia sólida del fondo de una extensión de agua. Aparato para tomar muestras de material sólido desde el fondo de una extensión de agua, recogiendo organismos de aguas profundas, etc.

**DURACIÓN DE LA SUBIDA Y DURACIÓN DE LA BAJADA** – *Duración de la subida* es el intervalo desde bajamar hasta pleamar, y la *duración de la bajada* es el intervalo desde pleamar hasta bajamar. Juntas cubren, en promedio, un período de 12.42 horas para una marea semidiurna o un período de 24.84 horas para una marea diurna. En una marea semidiurna normal, la duración de la subida y la duración de la bajada será cada una aproximadamente igual a 6.21 horas, pero en aguas poco profundas y en los ríos hay una tendencia para una disminución en la duración de la subida y un correspondiente aumento en la duración de la bajada.

**DURACIÓN DEL FLUJO Y DURACIÓN DEL REFLUJO** - *La duración del flujo* es el intervalo de tiempo en el que la corriente de marea fluye, y *la duración del reflujo* es el intervalo en el que efectúa un reflujo. Juntos cubren, en promedio, un período de 12.42 horas para una corriente de marea semidiurna o un período de 24.84 horas para una corriente diurna. En una corriente de marea semidiurna normal, la duración del flujo y la duración del reflujo, será cada una aproximadamente igual a 6.21 horas, pero las horas se pueden modificar considerablemente por la presencia de un flujo no debido a la marea. En un río la duración del reflujo por lo general es más prolongado que la duración del flujo debido a la descarga de agua dulce, especialmente durante la primavera cuando la nieve y el hielo derretidos son las influencias predominantes.

**ELIPSE DE LA CORRIENTE** – Representación gráfica de una corriente giratoria en la que la velocidad de la corriente a diferentes horas del ciclo de marea se representa

mediante vectores de radio y ángulos vectoriales. Una línea que une los extremos de los vectores de radio formará una curva que se parece a una elipse. El ciclo se completa en un medio día lunar o en todo un día lunar según el tipo de la corriente de marea sea semidiurna o diurna. Un tipo de corriente mixto le dará una curva de dos antinodos desiguales en cada día lunar.

**ESTABLECIMIENTO DE MÁXIMA INTENSIDAD DE CORRIENTE** – El intervalo entre el tránsito de la Luna (superior o inferior) sobre el meridiano local o de Greenwich y una fase especificada de la corriente de marea luego del tránsito. Ejemplos; *intensidad del intervalo de flujo e intensidad del intervalo de reflujo*, que se puede abreviar como *intervalo de flujo e intervalo de reflujo*, respectivamente. El intervalo se describe como local o de Greenwich ya sea que la referencia es al tránsito de la Luna sobre el meridiano local o de Greenwich. Cuando no se especifica de otro modo, se asume que la referencia es local.

**ESTABLECIMIENTO DE PUERTO** – El intervalo entre el Tránsito de la Luna (superior o inferior) sobre el meridiano local o de Greenwich y la siguiente pleamar y bajamar. El promedio de todos los intervalos de pleamar para todas las fases de la Luna se conoce como el *establecimiento de puerto medio de las pleamares* y se abrevia como establecimiento de puerto medio de las pleamares (HWI). De manera similar el *establecimiento de puerto de la bajamar* se abrevia a *establecimiento de puerto de bajamares* (LWI). El intervalo se describe como local o de Greenwich si la referencia es al tránsito sobre el meridiano local o Greenwich. Cuando no se especifica de otra manera, se asume que la referencia es local.

**ESTACION DE OBSERVACIÓN DE CORRIENTES** - (1) Una estación de observación de corrientes desde la cual se reduce una serie de observaciones relativamente cortas comparando con observaciones simultáneas desde una estación de observación de corrientes de control. (2) Una estación detallada en la *Tabla de Corrientes de Mareas* para la cual se van a obtener las predicciones mediante diferencias y proporciones aplicadas a las predicciones máximas en una estación de referencia.

**ESTACION DE REFERENCIA** – Una estación mareográfica o estación de observación

de corrientes para la cual se dan predicciones diarias independientes en las *Tablas de Mareas* y *Tablas de Corrientes de mareas*, y desde las que se obtienen las correspondientes predicciones para estaciones subordinadas mediante diferencias y proporciones.

**ESTACION MAREOGRAFICA SECUNDARIA** – Una estación mareográfica desde la cual se reduce una serie de observaciones relativamente cortas comparando con observaciones simultáneas desde una estación mareográfica con una serie de observaciones relativamente prolongadas. (2) Una estación detallada en la *Tabla de Mareas* para las cuales se van a obtener las predicciones mediante diferencias y proporciones aplicadas a todas las predicciones en una estación de referencia.

**ESTRUCTURA** - El término "estructura" incluye, sin limitación, todo espigón, muelle, duque de Alba, dique, barrera flotante, escollera, mamparo, revestimiento, rompeolas, malecón, estructuras de amarre permanente, líneas de transmisión de energía, buque flotante permanentemente amarrado, pilotes, ayuda a la navegación, o cualquier otro obstáculo u obstrucción.

**FRENTE COSTERO** - Zona estrecha hacia el mar desde la línea de costa de bajamar, permanentemente cubierta de agua, sobre la que las arenas de la playa y las gravas oscilan en forma activa con las condiciones cambiantes de las olas.

**HORA DE VERANO** – Una hora que se emplea durante el verano en algunas localidades en las que los relojes se adelantan una hora con respecto a la hora oficial usual.

**HORA OFICIAL** – Un tipo de hora que se basa en el tránsito del sol sobre un meridiano específico, denominado *meridiano de tiempo*, y adoptado para usarse en un área considerable. Con unas cuantas excepciones, la hora oficial se basa en algún meridiano que difiere en un múltiplo de 15° del meridiano de Greenwich.

**INTENSIDAD DE LA CORRIENTE** – La fase de la corriente de marea en la que la velocidad está al máximo; asimismo la velocidad en este momento. Empezando con el

agua muerta antes del flujo en el período de una corriente de marea reversible (o mínima antes del flujo en una corriente giratoria), la velocidad gradualmente aumenta a la intensidad de flujo y luego disminuye a agua muerta antes del reflujo (o mínima antes del reflujo en una corriente giratoria), después de la cual la corriente cambia de dirección, la velocidad aumenta a la intensidad de reflujo y luego disminuye a agua muerta antes de que el flujo complete el ciclo. Se asume que la velocidad en todo el ciclo varía a medida que la velocidad promedio para un período de flujo o reflujo completo es igual a  $2/\pi$  ó 0.6366 de la velocidad de la intensidad de corriente correspondiente.

**INTERVALO DE GREENWICH** – Un intervalo referido al tránsito de la Luna sobre el meridiano de Greenwich distinguido del intervalo local que se refiere al tránsito de la Luna sobre el meridiano local. La relación en horas entre el meridiano de Greenwich y los intervalos locales se pueden expresar mediante la fórmula:

Intervalo de Greenwich = intervalo local + 0.069 L donde L es la longitud al oeste del meridiano local en grados. Para longitud este, L se considera negativo.

**INTERVALO LUNAR** – La diferencia de tiempo entre el tránsito de la Luna sobre el meridiano de Greenwich y sobre un meridiano local. El valor promedio de este intervalo expresado en horas es 0.069 L, en el que L es la longitud local en grados, positivo para longitud oeste y negativo para longitud este. El intervalo lunar es igual a la diferencia entre el intervalo local y el de Greenwich de una marea o corriente de fase.

**LEVANTAMIENTO A ESCALA GRANDE** - Levantamiento hidrográfico a gran escala. Por lo general, los levantamientos a gran escala están destinados a proporcionar información detallada para dragado y otros tipos de mejoras portuarias.

**LINEA DE ALTURA MEDIA DE LAS PLEAMARES MAS ALTAS (MHHWL)** – La intersección de la tierra con la superficie del agua a la altura de la altura media de las pleamares más altas.

**MARCA DE NIVELACION (BM)** – Es un objeto o marcas físicas fijas que se emplean como referencia para un datum vertical. Una *marca de nivelación de la marea* es aquella que está cerca de la estación mareográfica a la cual se refieren el personal y datums de

marea. Una *marca de nivelación Geodésica*, identifica un punto levantado en la Red Nacional Vertical Geodésica.

**MAREA** – La subida y bajada periódica de agua que resulta de las interacciones gravitacionales entre el Sol, la Luna y la Tierra. El componente vertical del movimiento de partículas separadas de una onda de marea. Aunque el movimiento horizontal del agua que lo acompaña es parte del mismo fenómeno, es preferible designar el movimiento como corriente de marea.

**MAREAS ECUATORIALES** – Las mareas que ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna está sobre el Ecuador. En estos momentos la tendencia de la Luna para producir una desigualdad diurna en la marea está al mínimo.

**MAREA MIXTA** – Tipo de marea con una gran desigualdad en las alturas de pleamar y/o bajamar, con dos pleamares y dos bajamares por lo general produciéndose en cada día lunar. En sentido estricto, todas las mareas son mixtas pero el nombre por lo general se aplica a las mareas intermedias con respecto a las predominantemente semidiurnas o aquellas predominantemente diurnas.

**MAREA NULA** – En una marea mixta con desigualdad diurna muy grande, la pleamar inferior diaria (o bajamar superior diaria) frecuentemente se vuelve confusa (o se anula) al momento de las declinaciones extremas. Durante estos períodos la marea diurna tiene tal predominio avasallador que aunque la marea semidiurna está aún presente, no puede verse fácilmente en la curva de marea.

**MAREA PARADA O ESTOA** – Algunas veces se denomina marea de plataforma. Un intervalo a pleamar o bajamar cuando no hay cambio sensible en la altura de la marea. El nivel del agua es estacionario en pleamar y bajamar por sólo un instante, pero el cambio en el nivel cercano a estas horas es tan bajo que por lo general no es perceptible. En general, la duración de la parada aparente dependerá de la amplitud de la marea, siendo más prolongada para una amplitud menor que para una amplitud mayor, pero donde existe una tendencia para una doble marea la parada puede durar durante varias horas aún con una gran amplitud de la marea.

**MAREAS DE APOGEO O CORRIENTES DE MAREA** – Las mareas de amplitud disminuida o corrientes de velocidad disminuida que ocurren mensualmente como resultado de que la Luna está en apogeo (más alejada de la Tierra).

**MAREAS DE CUADRATURA O CORRIENTES DE MAREAS** – Las mareas de amplitud disminuida o corrientes de marea de velocidad disminuida que ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna está en cuadratura. La *amplitud media de las pleamares muertas o de cuadratura ( $N_p$ )* de la marea es el promedio de la amplitud semidiurna que ocurre al momento de las mareas de cuadratura y se calcula en forma más conveniente de las constantes armónicas. Es menor que la amplitud media donde el tipo de marea es o semidiurna o mixto y no es de importancia práctica cuando el tipo de marea es diurna. La altura promedio de las pleamares de las mareas muertas (de cuadratura) se denomina *pleamar media de cuadratura o cuadratura de pleamar media (MHWN)* y la altura promedio de las bajamares correspondientes se denomina *bajamar media de cuadratura o cuadratura de bajamar media (MLWN)*.

**MAREAS DE PERIGEO O CORRIENTES DE MAREA** – Las mareas de amplitud aumentada o corrientes de marea de velocidad aumentada se producen mensualmente como el resultado de que la Luna está en perigeo o más cercana a la Tierra. La *amplitud media de las mareas de perigeo ( $P_n$ )* de la marea es la amplitud semidiurna promedio que ocurre al momento de las mareas de perigeo y se calcula en forma más conveniente desde las constantes armónicas. Es mayor que la amplitud media donde el tipo de marea es semidiurna o mixta, y no es de importancia práctica cuando el tipo de la marea es diurna.

**MAREAS DE SICIGIA O CORRIENTES DE MAREA** – Las mareas de amplitud aumentada o corrientes de marea de velocidad aumentada ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna sea luna nueva o luna llena. La *amplitud media de las mareas de sicigia ( $S_g$ )* es la amplitud promedio semidiurna que ocurre al momento de las mareas de sicigia y se calcula en forma más conveniente de las constantes armónicas. Es más grande que la amplitud media donde el tipo de marea es o semidiurna o mixta, y no es de importancia práctica cuando el tipo de marea es diurna. La media de las pleamares de las mareas de sicigia se denomina *pleamar media de sicigias, o altura media de las*

*pleamares de sicigia (MHWS)*, y la altura promedio de las bajamares correspondientes se denomina *bajamar media de sicigias o nivel medio de las bajamares de sicigia (MLWS)*.

**MAREAS ECUATORIALES** – Las mareas que ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna está sobre el Ecuador. En estos momentos la tendencia de la Luna para producir una desigualdad diurna en la marea está al mínimo.

**MAREÓGRAFO AUTOMATICO** – Un instrumento que registra en forma automática la subida y bajada de la marea. En algunos instrumentos, el registro se realiza registrando las alturas a intervalos regulares en formato digital, en otros mediante un gráfico continuo en el que se registra la altura versus la hora correspondiente de la marea.

**MATERIAL DE DRAGADO** - Fango, arena, limo u otro material sedimentario obtenido del fondo de un canal o puerto mediante dragado.

**MERIDIANO DE TIEMPO** – Un meridiano que se emplea como referencia para el tiempo.

**ROMPEOLAS FLOTANTE** - Dispositivo consistente en una serie de estructuras cuadradas de madera conectadas por cadenas o cables de amarre unidos a anclas o bloques de piedra de manera tal que constituyan una cuenca dentro de la cual los buques anclados, puedan protegerse de la violencia de las olas.

**MUELLE** - Obra construida a lo largo de la línea de costa, en un puerto, destinada a permitir el atraque de buques y a facilitar las operaciones de carga y depósito del material dragado. Se trata en general, de obras sólidas, con mayor frecuencia de albañilería, a diferencia de las construcciones abiertas sobre zameado, generalmente utilizadas para espigones. Término global que abarca todas las estructuras de un puerto a lo largo de las cuales pueden atracar los buques.

**NATIONAL TIDAL DATUM EPOCH** – El período específico de 19 años adoptado por el Servicio Nacional de los Océanos como el segmento de la hora oficial sobre el cual se toman y reducen las observaciones de marea para obtener valores medios (por ejemplo,



altura media de las mayores bajamares, etc.) para niveles de referencia mareográficos. Esto es necesario para la normalización debido a las tendencias periódicas y seculares aparentes en el nivel del mar. El actual National Tidal Datum Epoch es de 1960 a 1978. Se revisa anualmente por posibles correcciones y debe considerarse para revisión efectiva cada 25 años.

**NIVEL MEDIO DE LA MAREA (MTL)** – Llamado también nivel de media marea. Un nivel de referencia mareográfico a mitad de camino entre pleamar media y bajamar media.

**NIVEL MEDIO DE LAS BAJAMARES DE SICIGIAS (MLLWS)** – Un datum mareográfico. Frecuentemente se abrevia como *bajamar media de sicigias*. La media aritmética de alturas de bajamar que ocurren al momento de las mareas de sicigia observadas en un ciclo Metónico específico de 19 años (the National Tidal Datum Epoch).

**NIVEL MEDIO DEL MAR (MSL)** – También se le denomina nivel de media marea. Un nivel de referencia mareográfico entre pleamar media y bajamar media.

**NIVEL MEDIO DEL RIO** – Un nivel de referencia mareográfico. La altura promedio de la superficie de un río de marea en cualquier punto para todas las etapas de la marea observada a lo largo de un ciclo Metónico de 19 años (the National Tidal Datum Epoch), por lo general determinado de las lecturas de altura cada hora. En los ríos sujetos a crecidas ocasionales, el nivel del río puede sufrir grandes variaciones, y para fines prácticos ciertos meses del año se pueden excluir en la determinación de los nivel de referencia mareográficos. Para fines de cartografía, los niveles de referencia mareográficos para los ríos por lo general se basan en observaciones durante periodos seleccionados cuando el río está en o cerca de la etapa de bajamar.

**NUDO** - Una unidad de velocidad, una milla náutica internacional (1,852.0 metros ó 6,076 . 11549 pies internacionales) por hora.

**OBJETIVOS DE LAS OBSERVACIONES DE LAS MAREAS** - Determinar el nivel medio del mar y otros planos de referencia mareográficos con fines de levantamientos para usos de Ingeniería y para establecer un sistema de puntos mareográficos de referencia permanente para dichos planos. Proveer datos para la publicación anual de tablas o pronósticos de mareas y corrientes. Investigar fluctuaciones del nivel del mar y movimientos de la corteza terrestre. Suministrar informes sobre condiciones mareográficas para proyectos de Ingeniería. Proporcionar datos pertinentes a estudios especiales de rías o estuarios. Proporcionar informes para procesos legales que entrañan varios intereses marítimos incluso federales y estatales.

**OLA** - Perturbación que se desplaza a través o sobre la superficie de un medio con una velocidad que depende de las propiedades del mismo. Deformación de una dorsal o movimiento ondulatorio de la superficie de un líquido.

**PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS O VARIABLES OCEANOGRÁFICAS** - Características físicas del estado ambiental de las masas de agua de los Océanos del Mundo. Estos parámetros incluyen temperatura y salinidad, conductividad eléctrica, densidad, presión hidrostática, transparencia, magnitud y características de la marea y otras oscilaciones del nivel del mar, velocidad y dirección de las corrientes, características de las olas, hielo, etc.

**PILOTES** – Consiste en una columna de madera fierro o concreto de forma generalmente cilíndrica o de base cuadrada que se utiliza para consolidar los cimientos de una plataforma en un terminal marítimo.

Nota: En el EIA se utiliza indistintamente “Puente sobre pilotes” o “ Puente de caballetes”.

**PLAYA** - Banda estrecha de tierra en contacto inmediato con cualquier masa de agua que incluye el área entre la línea de pleamar y la línea de bajamar. En una costa, área en la cual rompen las olas y donde se acumula material sedimentario como arena, grava y guijarros.

**PLEAMAR (HW)** – La altura máxima alcanzada por una marea creciente . La altura

puede deberse únicamente a las fuerzas de marea periódicas o se puede haber superpuesto sobre ella los efectos de las condiciones meteorológicas prevalecientes. El empleo del término sinónimo, *marea alta*, no se recomienda.

**PLEAMAR INFERIOR (LHW)** – la menor de las dos pleamares en cualquier día lunar.

**PLEAMAR MEDIA (MHW)** – Un nivel de referencia mareográfico. La media aritmética de alturas de pleamar horarias observadas en un ciclo Metónico específico de 19 años (the National Tidal Datum Epoch). Para estaciones con series más cortas, se hacen comparaciones observacionales simultáneas con una estación mareográfica de control con el fin de derivar el equivalente de un valor de 19 años.

**PLEAMAR SUPERIOR DIARIA (HHW)** – La mayor de las dos pleamares de cualquier día lunar.

**ROMPIENTE** - Una barrera o barra de arena sobre la cual se bate el mar. Ola que rompe en la costa sobre un arrecife, etc. Las rompientes pueden clasificarse a grandes rasgos, en 3 categorías, aunque la distinción entre ellas no resulte siempre tan precisa. Las de "volcamiento", que rompen gradualmente recorriendo grandes distancias, las de "volteo" que se curvan hacia adelante y rompen con violencia, y las de "desborde", que llegan hasta la playa donde desbordan dando lugar a la aparición de espuma. La palabra francesa "brisant" se utiliza también para indicar el obstáculo que ocasiona el rompimiento de una ola.

**SEMIDIURNA** – Que tiene un período o ciclo de aproximadamente la mitad de un día lunar. El tipo de marea predominante en todo el mundo es semidiurno, con dos pleamares y dos bajamares en cada día lunar. La corriente de marea se dice que es semidiurna cuando existen dos períodos de flujos y dos de reflujo cada día.

**SENTIDO (DE LA CORRIENTE)** – La dirección *hacia* la cual fluye la corriente.

**SOTAVENTO** – hacia donde sopla el viento.

**TABLAS DE CORRIENTES DE MAREA** – Las tablas que dan predicciones diarias de

las horas y velocidades de las corrientes de mareas. Estas predicciones por lo general están complementadas por las diferencias de corriente y constantes a través de las cuales se pueden obtener predicciones adicionales para otros lugares numerosos.

**TABLAS DE MAREAS** – Las tablas que dan predicciones diarias de las horas y alturas de pleamares y bajamares. Estas predicciones son por general complementadas por diferencias de marea y constantes a través de las cuales se puede obtener predicciones adicionales para otros lugares numerosos.

**TIPO DE MAREA** – Una clasificación que se basa en formas características de una curva de marea. Cualitativamente, cuando las dos pleamares y dos bajamares de cada día lunar son aproximadamente iguales en altura, se dice que la marea es *semidiurna*; cuando existe una desigualdad diurna relativamente grande en pleamar o bajar o ambas, se dice que es *mixta*; y cuando existe sólo una pleamar y una bajamar en cada día lunar, se dice que es *diurna*.

**VARIABILIDAD ANUAL** – La variación estacional más o menos periódica, en el nivel o corriente de agua, principalmente debido a causas meteorológicas.

**ZONA DE VERTEDERO** - Zona del mar donde se deposita el material de dragado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BELLIDO E., (1979). **Sinopsis de la geología del Perú**. Boletín del INGEMMET N° 22

BERNEX DE FALEN, REVESZ, B., (1988). **Atlas Regional de Piura**. Pontificia Universidad Católica del Perú. Departamento de Humanidades. Centro de Investigación de Geografía Aplicada.

BRAG.E.A., (1986). **Gran Geografía del Perú**. Naturaleza y Hombre. LA FAUNA. Manfer-Juan Mejía Baca. Vol. III. España.

COBBING E., PITCHER W., (1981). **Estudio geológico de la cordillera occidental del norte del Perú**. INGEMMET – Boletín N° 10 – Serie D.

CHIGNE C., NESTOR, (1975). **Movimientos de arenas y antiguas líneas de costa en el Noroeste Peruano**. Tesis de Ingeniero Geólogo UNMSM, Lima.

CHIRICHIGNO, N. W. FISCHER Y C.E.NAUEN (comps) (1982) INFOPESCA. **Catálogo de especies marinas de interés económico actual y potencial para América Latina**. Parte 2 - Pacífico centro y sur oriental. Roma FAO/PNUD, SIC/82/2: 588 pp.

DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION, (1987). **Derrotero de la Costa del Perú, Callao La Concordia**. Volumen II, 80 pág., Callao.

DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION, (1997). **Información oceanográfica disponible. Litoral peruano**.

DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION, (2003). **Tabla de Mareas de la Costa del Perú**. Océano Pacífico, América del Sur. HIDRONAV

ELLIOT W., (1996). **Nomenclatura actualizada de los peces comerciales del Perú**. Inf. prog. Inst. Mar Perú N°37. 21-30 pág.

ESPINOZA R., Ricardo (1997). **El Perú a toda Costa**. EDITUR S.A.

FLORES, M.S. VERA, R. MARCELO Y E. CHIRINOS, (1994). **Estadísticas de los datos de desembarque de la pesquería marina peruana 1983-1992; 1993-1994; 1995; 1996**; Inf. Inst. Mar Perú.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU – INSTITUTO TECNOLÓGICO PESQUERO, (1996). **Compendio biológico tecnológico de las principales especies Hidrobiológicas Comerciales del Perú**. 143 pp.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL, (1989). **Atlas Geográfico del Perú**. 125 pág. Lima.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, (1996). **Compendios Estadísticos Departamentales**. 1995-1996 de Lima.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, (1997). **Estadísticas del Medio Ambiente**.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES, (1994). **Descarga de los ríos y almacenamiento de reservorios de la costa peruana**.

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES, (1996). **Diagnóstico de la Calidad de Agua de la Vertiente del Pacífico**. Volumen I, Lima.

LAOS, C., Gustavo (1985). **Estructura Térmica del Mar de Grau. Dirección de Hidrografía y Navegación**. pp: 55

LAOS, G., MIGUEL, E. y LOARTE, D., (1992). **Boletín Oceanográfico del Servicio de Información Oceanográfica, N° 1, 2, 3 y 4**. Dirección de Hidrografía y Navegación.

LAOS, G. y CONOPUMA, C., (1997). **Perfil Costero entre Cerro Azul y La Punta**. CPPS y Dirección de Hidrografía y Navegación

PAREDES P. J., (1966). **Estratigrafía del paleozoico del noroeste peruano.** Universidad San Agustín de Arequipa.

SWEIGGER, E., (1964). **El litoral Peruano.** UNFV

TEVES R., NESTOR, (1989). **Análisis de los problemas de Erosión en la Costa Peruana.** CPPS/PNUMA (OCA) - PSE - COI WG 1/1, 5 pág., Bogotá.

TEVES R., NESTOR, (1991). **Las variaciones de las orillas en el Litoral Peruano.** VII Congreso Peruano de Geología, Anales I-II. Lima.

TEVES, N., CALIENES, R., ZUZUNAGA, J., GUEVARA, R., DEL CARMEN, C., LAOS, G., CULQUI, E. y PEREZ, E., (1992). **Efectos de los Cambios Climáticos en los Ecosistemas Costeros y Marinos del Pacífico Sudeste.** Informe del Grupo Peruano de Cambios Climáticos. CPPS, PNUMA.

TEVES R., NESTOR y SAN ROMAN M., CARMEN, (1994). **Erosión en la Zona Costera del Perú.** Oficina Central de Investigación UNFV. 28 pág., Lima.



# **ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE EL MEDIO MARINO PARA LA CONSTRUCCION DE UN TERMINAL MARITIMO Y ROMPEOLAS**

**PARA EL ACODERAMIENTO DE EMBARCACIONES DE HASTA 160,000m<sup>3</sup> TIPO  
GAS CARRIER (METANERO) PARA EMBARQUE DE GAS NATURAL LICUADO  
(GNL) EN PLAYA MELCHORITA**

**PERU LNG S.R.L.**

**CAÑETE - LIMA.**

Julio 2003

## **INDICE**

### **I. INTRODUCCION**

- 1.1 Antecedentes Generales del Área
  - 1.1.1 Del Área
- 1.2 Justificación
- 1.3 Objetivos del Estudio.
  - 1.3.1 Objetivos Generales
  - 1.3.2 Objetivos Específicos
- 1.4 Metodología aplicada
- 1.5 Cronograma de estudio

### **II. DESCRIPCION DEL PROYECTO**

- 2.1 Ubicación del área de estudio
- 2.2 Obras a ejecutarse
- 2.3 Servicios en el muelle
- 2.4 Medios y equipos para evitar la contaminación del agua y playas con desperdicios orgánicos e inorgánicos
- 2.5 Medios y equipos de seguridad de la plataforma
- 2.6 Medios de señalización náutica y seguridad a la navegación.

### **III. CARACTERIZACION AMBIENTAL**

- 3.1 Geomorfología y geología
  - 3.1.1 Geología
  - 3.1.2 Geomorfología
  - 3.1.3 Morfología costera
  - 3.1.4 Procesos de erosión y sedimentación
- 3.2 Aspectos hidrogeológicos
- 3.3 Características sísmicas
- 3.4 Fondo marino
- 3.5 Corrientes
  - 3.5.1 Metodología

- 3.5.2 Resultados
- 3.5.3 Discusión
- 3.6 Olas
  - 3.6.1 Metodología para la evaluación de olas
  - 3.6.2 Análisis del oleaje
  - 3.6.3 Tipos de oleaje:
  - 3.6.4 Resultados del análisis de las olas
  - 3.6.5 Cálculo de alturas de olas
  - 3.6.6 Cálculo de altura de ola, dirección suroeste
  - 3.6.7 Cálculo de altura de ola, dirección sur
  - 3.6.8 Cálculo de kr total
  - 3.6.9 Cálculo de la altura de ola en la rompiente (hb)
  - 3.6.10 Cálculo de la profundidad de la ola cuando rompe
  - 3.6.11 Distancia a la que rompe la ola de la playa
  - 3.6.12 Características del oleaje en playa Melchorita y acción del rompeolas
- 3.7 Mareas
- 3.8 Tsunamis
- 3.9 Meteorología
- 3.10 Aspectos físicos de los cambios climáticos
- 3.11 Caracterización de la calidad del agua y del sedimento del cuerpo receptor.
  - 3.11.1 Materiales y métodos
  - 3.11.2. Coordenadas UTM ( WGS 84) del punto de muestreo
  - 3.11.3. Calidad del agua resultados y discusión
  - 3.11.4. Calidad del sedimento, resultados y discusión
- 3.12. Condiciones biológicas: hábitats y Biodiversidad
  - 3.12.1 Materiales y Métodos
  - 3.12.2 Resultados y discusión
- 3.13 Usos actuales y futuros del mar y playas
- 3.14 Factores socio - económicos
  - 3.14.1 Localización del proyecto

- 3.14.2 Uso y tenencia de la tierra
- 3.14.3 Perfil social
- 3.14.4 Población
- 3.14.5 La Pobreza
- 3.14.6 Servicios de Infraestructura
- 3.14.7 Vías de comunicación y transporte
- 3.14.8 Energía eléctrica
- 3.14.9 Perfil económico

#### **IV.- EFECTOS AMBIENTALES**

- 4.1. Acciones Impactantes
  - 4.1.1.1 Fase de Construcción
  - 4.1.1.2 Fase de Operación
- 4.2 Factores Impactados.
  - 4.2.1 Fase de Construcción
  - 4.2.2 Fase de Operación
  - 4.2.3 Riesgo de contaminación marina
- 4.3. Determinación de los Puntos Críticos
- 4.4. Efectos Previsibles
  - 4.4.1 Durante la Contrucción
    - 4.4.1.1. Efectos sobre el Medio Ambiente Acuático en el área de embarque
    - 4.4.1.2. Efectos en la dinámica marina y en el perfil costero.
    - 4.4.1.3. Efectos sobre el tránsito de embarcaciones y pescadores
    - 4.4.1.4. Efectos Estéticos
  - 4.4.2 Durante la Operación
    - 4.4.2.1. Efectos sobre el Medio Ambiente Acuático en el área de embarque
    - 4.4.2.2. Efectos en la dinámica marina y en el perfil costero.
    - 4.4.2.3. Efectos sobre el Tránsito de Embarcaciones
    - 4.4.2.4. Efectos Estéticos

#### **V.- PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**

- 5.1. Medidas de Mitigación
- 5.2. Medidas Complementarias de Mitigación

**VI.- IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS PARA AUDITORÍAS AMBIENTALES**

- 6.1 Programa de monitoreo

**VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- 7.1 Conclusiones
- 7.1.1 Estado del Medio Marino
  - 7.1.2 Características de Terminal
  - 7.1.3 Características del Rompeolas
- 7.2 Recomendaciones
- 7.2.1. Estado del medio marino
  - 7.2.2. Características del terminal
  - 7.2.3. Características del rompeolas

**\*COMPOSICIÓN DEL EQUIPO PARTICIPANTE**

**VIII.- ANEXOS**

1. Certificados
2. Registro Fotográfico
3. Planos
4. Glosario de Términos
5. Bibliografía

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE EL MEDIO MARINO PARA LA  
CONSTRUCCION DE UN TERMINAL MARITIMO Y ROMPEOLAS PARA EL  
ACODERAMIENTO DE EMBARCACIONES DE HASTA 160,000m<sup>3</sup> TIPO METANERO PARA  
EMBARQUE DE GAS NATURAL LICUADO (GNL) EN PLAYA MELCHORITA- CAÑETE**

**I. INTRODUCCION**

PERU LNG S.R.L., (**PERU LNG**) es una empresa dedicada a las actividades hidrocarburíferas en el Perú, entre las cuales se encuentra la ejecución de un proyecto de exportación de Gas Natural Licuado (“GNL”) a la costa oeste de Norteamérica, utilizando para tal efecto el Gas Natural procedente de los yacimientos de Camisea.

PERU LNG para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo a los “ Lineamientos para el desarrollo de Estudio de Impacto Ambiental relacionados con proyectos de construcción de muelles, embarcaderos y otros similares “ , de acuerdo a la Resolución Directoral N°0283-96/DCG de fecha 21 de Octubre del 1996, contrató los Servicios de Monitoreo Ambiental e Investigación de Impactos S.A. , debidamente inscrita en la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, de acuerdo al Certificado de Registro de Empresas y Asociaciones relacionadas a la Actividad Acuática Nro. 44-97 de fecha 26 de Noviembre de 1997, vigente a la fecha.

Para la ejecución del mencionado proyecto, PERU LNG planea construir una planta de licuefacción de gas natural y demás facilidades requeridas para su exportación, en un terreno eriazo de aproximadamente 521 hectáreas, ubicado entre el Océano Pacífico y la actual carretera Panamericana sur, entre los Km. 167 al Km. 170 de la misma, en el distrito de San Vicente, provincia de Cañete, departamento de Lima.

**PERU LNG**, como parte de las facilidades marítimas requeridas para el Proyecto de Exportación, tiene proyectado implementar frente a playa Melchorita, un Terminal Marítimo para operar con buques tanques metaneros de 277 metros de eslora y 43.4 m. de manga, para embarque de Gas

Natural Licuado (GNL).

El Proyecto proporcionará al Perú inversión de capital, generación de empleos, creación de infraestructura, generación de ingresos a través de regalías e impuestos, y un balance positivo de divisas proveniente de la exportación de energía.

El Proyecto comprende la construcción y operación de una Planta de Licuefacción y Exportación de GNL con una capacidad de 4.4 millones de toneladas métricas por año (MTMA). La planta procesará gas natural proveniente de los yacimientos de gas en la región de Camisea -Cusco, ubicada a 500 Km al este de Lima. Se planea que la ingeniería de detalle y la construcción del Proyecto inicien en el año 2004 y la primera producción de GNL para su exportación en el 2007. La instalación incluirá un muelle para el carga del GNL a los buque-tanque (metaneros), un canal dragado para navegación y protegiendo a ambas, un rompeolas paralelo a la costa. El plano A-1 muestra la ubicación del Proyecto así como sus áreas adyacentes.

El Proyecto consta de los siguientes componentes:

- Planta de Licuefacción;
- Instalaciones Marinas;
- Administración, Alojamiento del Personal, Infraestructura y Servicios.

Los proyectos relacionados a este, incluyen un gasoducto de alta presión que transportará el gas de alimentación desde el Proyecto de Gas de Camisea hasta la planta. El EIA para el gasoducto principal a Lima ya ha sido aprobado por las autoridades reguladoras. La línea del ramal de aproximadamente 2 Km. que va desde el gasoducto principal hasta el área de la planta se presentará en un EIA separado.

El GNL se produce cuando el gas natural es enfriado aproximadamente a menos 163 grados Celsius (-163°C) a presión atmosférica. Dado que existen limitaciones económicas por la distancia a la que el gas natural tiene que ser transportado mediante gasoductos ubicados en tierra o mar adentro, la forma económica y segura que facilita el transporte y el almacenamiento de gas natural es la licuefacción del gas natural, obteniéndose GNL. El GNL ocupa un volumen aproximado de 1/600

del volumen equivalente de gas natural, lo cual facilita el almacenamiento y transporte del suministro a granel de GNL empleando embarcaciones denominadas Metaneros, para tal fin.

El GNL pesa menos que el agua, es inodoro, incoloro, no es corrosivo ni tóxico. Los vapores de GNL son inflamables solamente bajo ciertas condiciones específicas que requieren una concentración de gas metano de aproximadamente 5.3% y 15% en el aire y una fuente de ignición. Una de las características del GNL es que no es explosivo.

El Proyecto ha sido diseñado para ser eficiente tanto económicamente como ambientalmente, proporcionando a la vez una fuente alternativa de combustible no contaminante para el mercado internacional.

### **Naturaleza del Proyecto**

El Proyecto de Exportación de GNL tiene planeado diseñar y construir una planta para la conversión del Gas Natural en Gas Natural Licuefactado (GNL) con una capacidad nominal de 4.4 millones de toneladas métricas por año.

Debido a su ubicación, características y componentes tendrán injerencia sobre el proyecto diversas entidades gubernamentales como el Ministerio de Energía y Minas (DGAAE, DGH), la Marina de Guerra (DICAPI), Ministerio de Transportes y Comunicaciones (DGTA) Ministerio de Agricultura (INRENA), OSINERG, Ministerio de Salud (DIGESA), entre otras. La Compañía obtendrá la autorización de las entidades correspondientes, de conformidad con las leyes aplicables y el marco legal e institucional descrito en el Capítulo I del EIA del Proyecto de Exportación de GNL.

### **Objetivos**

Las reservas de gas recuperables del Proyecto Camisea han sido estimadas en  $3.11 \times 10^{11}$  m con tasas máximas de producción de aproximadamente  $13.0 \times 10^9$  m/año. Las reservas de gas natural serán utilizadas al máximo nivel en el Perú para el consumo doméstico e industrial.

La planta procesará los excedentes del suministro de gas natural de  $6.7 \times 10^9$  m/año para su exportación con el fin de satisfacer la demanda mundial creciente de GNL. Además de los



beneficios económicos mencionados previamente tales como la inversión de capital, generación de empleos, creación de infraestructura, generación de ingresos a través de regalías e impuestos, y un balance positivo de divisas proveniente de la exportación de energía, este Proyecto también añadirá otros beneficios claves que consisten en:

- El Proyecto Camisea incrementará el desarrollo al proveer de un mayor suministro de gas natural y líquidos al Perú tales como propano, butano, nafta, diesel y otros productos;
- Habrá un nuevo flujo de oportunidades de empleo e inversiones extranjeras durante la construcción y operación de las nuevas instalaciones y será un incentivo para que otras inversiones extranjeras exploren y desarrollen reservas adicionales de gas natural en el Perú;
- Logrará una mayor estabilidad en el precio del gas natural y mayores ingresos al gobierno del Perú por la venta a largo plazo del GNL exportado, convirtiendo al Perú en exportador de energía y ,
- Tendrá un impacto económico en el área y un suministro confiable y constante de una fuente estable de gas natural, siendo un combustible limpio o materia prima que apoyará a la expansión de proyectos industriales y comerciales.

### **Duración de la Planta**

La duración proyectada para la planta será de aproximadamente 30 años y puede extenderse proporcionando una adecuada operación y mantenimiento basados en la amplia experiencia internacional en la construcción y operación de plantas.

Al final de la vida útil de la planta, los equipos serán desmantelados y vendidos en el mercado libre y el área será restaurada para darle otros usos industriales.

### **Planes de Crecimiento Futuro**

La planta de GNL va a ser construida como una instalación de tren simple, para una producción nominal de 4.4 millones de toneladas métricas por año. A pesar de que el área de la planta tiene

espacio disponible para un segundo tren, no se tiene previsto planes o inversiones adicionales para la planta de GNL en el corto plazo.

## **1.1 Antecedentes Generales del Area**

### **1.1.1 Del Área**

La costa peruana es una franja que corre paralela al litoral, comprende varios paisajes tales como los valles fluviales que la recorren transversalmente de Este a Oeste, los desiertos interfluviales, dispuestos entre los valles que comprenden subpaisajes como planicies o pampas, cerros y quebradas secas.

La costa peruana se sitúa entre los paralelos de 03° 23' y 18° 20' de Latitud Sur. La línea de costa tiene una longitud de 3,080 km. La región de la costa, no obstante de ser la menos extensa del territorio nacional, concentra la mayor parte de la población, teniendo a Lima como el centro de mayor importancia, con el 27.2% de la población nacional.

El Terminal Marítimo de la planta de Licuefacción para la exportación de Gas Natural Licuado, está situado en el centro de la costa peruana, en un terreno eriazo, a 167 km de la capital, en la zona denominada playa Melchorita, al finalizar el distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, departamento de Lima, a 17.1 km. al Sur del río Cañete.

La playa Melchorita, es una playa rectilínea de arena fina, con un ancho aproximado que varia entre 50 a 80 y 100m. La playa es larga, sin accidentes costeros como salientes, puntas, sistemas rocosos, entradas u otros rasgos morfológicos relevantes. La parte posterior de la playa presenta dos terrazas (acantilados) el primero de de 30 a 40 m de altura y el segundo de 80 a 130 m. de altura, son de material no consolidado.

En el borde del acantilado inferior se aprecia gran cantidad de leña, constituida por carrizo (caña), ramas y palos, presenta dos bermas de playa. La zona de rompiente es relativamente ancha,

apreciándose de 3 a 4 olas rompientes. Se ha observado que la rompiente es del tipo Envoluta en un 70 % y Derramante en un 30 %. En general, el oleaje es relativamente intenso con olas que pueden alcanzar los 4.0 m en rompiente. No cuenta con abrigos naturales para el atraque de embarcaciones, por lo que se ha proyectado construir un espigón paralelo a la línea de costa, adyacente a la plataforma de embarque .

La extensión territorial del Distrito de San Vicente de Cañete, tiene una superficie de 513.15 km<sup>2</sup> que incluye una población de 38,057 habitantes.

Sus límites son:

- Norte : Distritos de San Luis e Imperial
- Este : Distritos de Nuevo Imperial y Lunahuana
- Sur: Distrito de Chincha
- Oeste : Océano Pacífico.

La playa Melchorita, se encuentra situada en:

- Latitud Sur : 13° 19' 24.5"
- Longitud Oeste : 76° 14' 31.7"

Geográficamente el área donde se ubicaría la planta y sus instalaciones marítimas se encuentra a una distancia aproximada de 20 Kms. de Cañete en el departamento de Lima y 20 Kms. de Chincha, en el departamento de Ica. Ver plano A de Ubicación.

## 1.2 Justificación

PERU LNG, con el propósito de contar con la infraestructura necesaria para el embarque de gas natural licuado (GNL) en la zona marítima frente a la playa Melchorita, con la finalidad de exportar el producto, planea la construcción de un terminal marítimo de embarque, donde se

espera el acoderamiento por vez de UNA (01) de embarcación con capacidad de  $160,000\text{m}^3$ , 277 m. de eslora y 43.4 m. de manga, se planea que para que se cubra todo el circuito (costas de Perú - costas de norteamérica) serían necesarios 4 buques metaneros.

El Terminal está conformado por CINCO (05) estructuras principales:

- Puente sobre pilotes
- Plataforma de carga de GNL sobre pilotes
- Estructuras de defensa
- Estructuras de amarre y,
- Rompeolas.

Toda su estructura está diseñada para soportar las cargas horizontales debidas a movimientos sísmicos y en el lado oeste de la plataforma, resistir la fuerza de impacto de las embarcaciones, para lo cual se dispondrá de pilotes inclinados ubicados estratégicamente para disminuir deformaciones y esfuerzos no deseados.

El puente tiene una longitud de 1,300 metros, y se inicia en forma perpendicular a la línea de costa, luego continua una plataforma de 30m de longitud y 30m de ancho orientada perpendicularmente al puente.

Con respecto al rompeolas, estará dispuesto en forma paralela a la costa y en consecuencia perpendicular al puente de acceso a la plataforma de carga. Será construido de roca para proteger el atracadero y la embarcación de la fuerza del oleaje. El rompeolas se ubicará a 250 m. hacia el lado de mar del atracadero con una profundidad de 14 a 16m. Los estudios recomiendan un largo total de 800m. y un ancho de 96 m.

#### **Selección de la ubicación de la planta y sus instalaciones marítimas**

Se desarrollaron extensos estudios a lo largo de la costa central del Perú para identificar la ubicación apropiada del proyecto. Durante el proceso de selección del lugar, se identificó y evaluó los lugares potenciales empleando los siguientes parámetros y criterios:

- Evaluar lugares costeros potenciales ubicados dentro de los 200 Km. al sur de Lima. Los criterios de selección inicial requerían un terreno mínimo de 100 hectáreas;
- Descartar todos los lugares que tengan áreas con un alto grado de sensibilidad ambiental;
- Descartar todas las áreas densamente pobladas;
- Identificar terrenos despejados en la costa, con una distancia mínima desde la orilla hasta una profundidad de por lo menos 15 m en el mar y una altitud de por lo menos 20 m sobre la costa para mitigar los efectos de amenaza de los tsunamis;
- Excluir áreas donde la preparación del terreno implique dificultades considerables;
- Excluir áreas con potencial de licuefacción del suelo por causa de sismos, inestabilidad del suelo debido a movimientos del suelo y lo más importante, ninguna cercanía a fallas y suelos sísmicamente inestables debido a las zonas de alta sismicidad (terremotos) presentes en Perú;
- Dar preferencia a las condiciones oceánicas apropiadas para operaciones seguras de atraque de buque-tanques;
- Dar preferencia a sitios con proximidad a centros comerciales que puedan proporcionar materias primas y mano de obra; y
- Dar preferencia a sitios con suficiente área para proveer terreno suficiente para posibles expansiones.

Empleando los criterios arriba mencionados, se identificaron 17 sitios específicos entre las ciudades de Pisco y Lima durante el año 2001; se efectuaron visitas a los lugares considerados como candidatos con el fin de recolectar información adicional. Los principales sitios considerados como candidatos incluyeron los siguientes lugares y sus respectivas distancias al sur de Lima: Sarapampa (106 a 110 Km.); 12 áreas de playa (113 a 131 Km.), Punta Corriente (123 Km.), Cerro Azul (130 Km.), Pampa Clarita (154 Km.) y Pampa Melchorita (167 Km.) (Ver Figura 4).

A partir de esta investigación se seleccionaron inicialmente dos sitios para efectuar investigaciones mas detalladas, Pampa Clarita (154 Km. al sur de Lima) y Punta Corriente (122 Km. al sur de Lima). Durante el Diseño de Ingeniería (Front End Engineering Design) se identificó que el Proyecto necesitaba un espacio de terreno mayor de 150 hectáreas, razón por la cual, se descarto considerar el sitio de Punta Corriente debido a su limitado espacio de terreno en un área fuertemente desarrollada. Pampa Clarita ubicada a 154 Km. al sur de Lima fue considerada como el sitio preferido debido a su mayor disponibilidad de espacio del terreno y a su menor costo para la preparación del terreno por lo que se investigó este sitio más detalladamente. De este modo, en el área de Pampa Clarita se efectuaron estudios de ingeniería tanto en la costa como en el mar, estudios ambientales de línea base, estudios arqueológicos, geotécnicos, y socio-económicos. El área de Pampa Clarita fue descartada con base en los resultados de los estudios efectuados en esa zona; entre ellos se encontraron arcillas expansivas, las cuales crean condiciones inestables en las cimentaciones de los tanques de almacenamiento de GNL y debido también a los efectos socio-culturales y arqueológicos que podrían generar la construcción de la Instalación propuesta en este sitio.

Pampa Melchorita fue considerada el tercer sitio más probable para el Proyecto, pero no fue seleccionada inicialmente como el sitio preferido debido a su elevada ubicación de 135 msnm, lo cual requiere una significativa carretera de acceso a la costa. Además, se esperaba que debido a su altitud disminuiría la cantidad de GNL que podría ser embarcada debido al vapor de gas adicional que se generaría por el aumento de la temperatura durante el transporte de GNL por gasoductos desde la altura de 135 msnm hasta el nivel de mar en las instalaciones marinas para el cargue del buque-tanque. Sin embargo, después de adicionales evaluaciones de ingeniería se diseñó una configuración más segura y más económica para el sitio. Esta configuración empleara un drenaje por gravedad hacia un sumidero remoto de contención secundaria situado a una altitud de 70 m. Esto permitirá el empleo de dos tanques de 110,000 m<sup>3</sup> de doble pared con una contención simple para el almacenamiento de GNL, versus la configuración inicial de un tanque 185,000 m<sup>3</sup> de contención completa, contrarrestando de esta manera las desventajas de la altitud del sitio. Con esta nueva configuración, Pampa Melchorita fue entonces seleccionada como el sitio para la Instalación del proyecto de Exportación de GNL y el sitio para la realización del estudio EIA objeto del presente informe.

### **1.3 Objetivos del Estudio.**

#### **1.3.1 Objetivos Generales**

Prevención, identificación, valoración y mitigación de los efectos negativos y repotenciación de los efectos positivos derivados de la construcción del terminal de propiedad de PERU LNG, teniendo como premisa fundamental el cumplimiento de la normatividad nacional e internacional con los mas altos estándares y las consideraciones ambientales para un manejo sostenible.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Establecimiento de una Línea Base
- Determinar los diferentes efectos ambientales en las etapas de acondicionamiento, instalación y operación del embarcadero.
- Establecimiento de un programa de mitigación de los aspectos negativos y repotenciación de los aspectos positivos que se presenten durante las fases de construcción y operación del Proyecto.
- Establecimiento de un programa de gestión ambiental consistente en desarrollar:
  - \* Vigilancia permanente de los diferentes factores ambientales involucrados en el proyecto (Programa de monitoreo).
  - \* Cumplimiento de diferentes Normas Ambientales Nacionales e Internacionales.

### **1.4 Metodología aplicada.**

La metodología desarrollada para las siguientes etapas es como sigue:

- 1) Caracterización Ambiental: Prospección de campo en el área del emplazamiento, dónde se efectuaron las siguientes tareas
  - a. Caracterización de la calidad del agua, se tomaron muestras de agua superficial intermedia y de fondo en las que se evaluaron los siguientes parámetros: temperatura, Nitrógeno en las formas de Nitritos, Nitratos, Nitrógeno total; fosfatos y fósforo total, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos suspendidos totales, Hidrocarburos, Oxígeno Disuelto.
  - b. Caracterización del sedimento de fondo, se tomaron muestras de sedimento en las que se evaluaron: Composición granulométrica, metales pesados, porcentaje (%) de materia orgánica.
  - c. Caracterización de flora y fauna acuática, se tomaron muestras de fito y zooplanton para la cualificación y cuantificación de los diferentes componentes, asimismo se tomó muestras de sedimento de fondo para la identificación de la flora y fauna bentónica.
  - d. Evaluación hidrográfica: se realizó estudio de corrientes, batimetría y observación de olas, entre otros.
  - e. Evaluaciones Socio Económicas del área de influencia.
- 2) Caracterización Ambiental: Evaluación en gabinete de Meteorología e Hidrografía con datos históricos de climatología e hidrografía, usos actuales y futuros del mar y de las playas, complementándolo con aspectos socio económicos.
- 3) Identificación de Efectos Ambientales:
  - Listas de control descriptivas, estas presentan además del rol de parámetros ambientales, alguna forma de orientación para el análisis de los efectos ambientales.
  - Predicción y evaluación de los efectos ambientales:
    - a. Identificando los contaminantes a ser emitidos por el proyecto.



- b. Descripción de los niveles de calidad existente.
- c. Determinación del potencial de dispersión de los contaminantes en el área.
- d. Datos hidrográficos básicos.
- e. Obtención de estándares de calidad de agua de mar y estándares de emisión pertinentes.
- f. Identificación de la concentración de contaminantes en el agua a nivel superficial y de fondo.
- g. Consideración de las medidas de mitigación de la contaminación del agua si los estándares de calidad ambiental de la región son excedidos.

## 1.5 Cronograma de estudio

SEMANAS	1ra	2da	3ra	4ta
Muestreo de campo	-----			
Análisis de muestra en El laboratorio		-----	-----	
Análisis de gabinete		-----	-----	
Evaluación de Efectos Ambientales			-----	
Informe final				-----

Estos trabajos son complementarios a los ejecutados por GOLDER ASSOCIATES, como parte del Estudio de Impacto Ambiental integral que comprende la planta y las instalaciones y obras marítimas.

## II.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

### 2.1 Ubicación del área de estudio.

El Terminal Marítimo que proyecta construir PERU LNG COMPANY, se localizará en la zona marítima de playa Melchorita a unos 15 Km. al sur de la ciudad de Cañete, provincia y

departamento de Lima.

Las coordenadas UTM, WGS 84 de ubicación del eje del puente son las siguientes:

- Inicio	E 358,666	N 8'534,727
- Final	E 357,259	N 8'533,320

Las coordenadas UTM, WGS 84 de ubicación del eje de la plataforma incluyendo las estructuras de defensa y amarre son las siguientes:

- Inicio	E 357,198	N 8'533,359
- Final	E 357,248	N 8'533,274

## 2.2 Obras a ejecutarse

Ver plano B-2 con la batimetría del área del proyecto a escala 1: 7500.

### **Puente sobre pilotes (caballetes).-**

Es la estructura que permite el ingreso desde tierra hasta la plataforma de carga de GNL y será de 1,300 m de longitud. Estará preparado para soportar el paso de vehículos cargados de hasta 25 ton de capacidad. La separación de los pilotes transversales es de 18m.

Los pilotes y vigas transversales serán construídos con elementos de acero, mientras que la plataforma será construída de concreto, acero o una combinación de ambos elementos.

Para el equipamiento se utilizarán los espacios ubicados en los extremos de las vigas transversales, que permitirán el pase de tuberías y otros elementos que serán colgados de la estructura.

Se ha previsto 1300m de longitud para llegar a obtener en el cabezo suficiente profundidad para el acoderamiento de embarcaciones en las condiciones críticas de marea, teniendo en cuenta un canal dragado de 250 m. de ancho y 3 m. de profundidad que se inicia en dirección Noroeste del terminal

en la isobata de 15 m. y termina hacia el Suroeste del terminal también en la isobata de los 15 m. Ver plano B-2.

No se ha considerado que esta estructura supere esta medida debido a una serie de consideraciones de carácter técnico relacionadas con las características del GNL.

#### **Plataforma de embarque.-**

Es la estructura principal que permitirá el acoderamiento de UNA (01) embarcación de hasta 160,000m<sup>3</sup> de capacidad por vez, para el embarque de Gas Natural Licuado (GNL).

Las dimensiones del muelle-plataforma serán de 30m de longitud y un ancho de 30m.

La profundidad debajo de la plataforma será de 18 m. como parte del canal dragado.

Los pilotes y vigas transversales serán construidos con elementos de acero, mientras que la plataforma será construida de concreto, acero o una combinación de ambos elementos.

La altura de la plataforma en el cabezo es de 9 a 11m sobre el Nivel medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias (NMBSO).

#### **Estructuras de defensa y de amarre.-**

Son las estructuras secundarias que permitirán el atracar y amarrar las embarcaciones. Serán utilizados cuatro (4) estructuras de defensa y de amarre para soportar la fuerza de tracción al momento del ataque de las embarcaciones, cada uno consistirá en una defensa y ganchos rápidos de escape. Seis (6) estructuras de amarre se instalarán para resistir cargas de amarres. Cada uno de ellos a su vez contará con un sistema de gancho de escape rápido.

### **Rompeolas.-**

El lugar presenta cierta protección natural contra las olas que le proporciona la Península de Paracas ubicada al sur, pero está expuesto a largos periodos de oleajes, provenientes principalmente del sudoeste.

Para proporcionar un adecuado atraque al buque-tanque y reducir las tensiones en los cabos de amarre provocadas por el movimiento inducido por el oleaje, se requiere la construcción de un rompeolas adaptado para tal fin.

Ver el Estudio hidro-oceanográfico en particular el capítulo referido al oleaje (refracción y difracción de olas) cuyo resumen se presenta más adelante.

Se ha seleccionado un diseño de rompeolas tipo berma, en forma de “isla” ubicada mar adentro frente al muelle de carga de GNL, sin algún tipo de conexión con la costa. El rompeolas propuesto estará ubicado sobre aproximadamente la isobata de 14 m de profundidad, tendrá 800 m de longitud con 96 m. de ancho, y estará alineado a los 135 grados azimut orientado en forma más o menos paralela a la línea de costa y a la isobata correspondiente.

El rompeolas se construirá con una altura de cresta de 8.5 m sobre el nivel bajo de la rompiente de ola lo que permitirá que la ola de diseño que puede ocurrir cada 100 años lo sobrepase sin causar daños significativos a la estructura.

El núcleo del rompeolas consistirá en material de roca de cantera, que incluirá desde rocas muy pequeñas hasta de 3 toneladas con roca de filtro y capas expuestas conformadas por rocas de 3 a 10 toneladas. La roca de menor tamaño en el núcleo tendrá aproximadamente 5 kg.

No se utilizarán materiales de limo, arena o gravillas en el rompeolas; el volumen total de la estructura será aproximadamente de 1,200,000 m<sup>3</sup>, el material de roca será extraído de una cantera solicitada para tal fin.

### **Canal de Acceso para Navegación de Buque -Tanques de GNL**

El canal de acceso para los Buque-Tanques de GNL se construirá dragando aproximadamente dos a tres metros de profundidad, 250 m de ancho y 800 m de longitud, este proporcionara la profundidad de agua necesaria para el fondeo de embarcaciones a 18 m del nivel bajo de la rompiente de ola.

El canal de aproximación al área de atraque requerirá de una profundidad de 18 m al nivel bajo de la rompiente de la ola, a fin de proporcionar suficiente espacio para las operaciones de viraje del buque-tanque durante largos periodos de oleaje y con espacio libre suficiente entre la quilla del buque y el fondo del mar.

Los buque-tanque de GNL podrán aproximarse al atracadero desde el norte o el sur dependiendo de las condiciones ambientales y adicionalmente requerirán realizar maniobras de viraje a la llegada o partida debido a la forma de herradura abierta que tendrá el canal de aproximación.

Los canales de aproximación y de partida (canal de navegación) serán dragados en aproximadamente 3 m hasta obtener una profundidad 18 m, 250 m de ancho y aproximadamente 2,700 m de longitud.

### **Atracadero del Buque-Tanque y Muelle de Carga de GNL**

Las estructuras del atracadero de GNL constan de una plataforma de carga de 30m x 30m, cuatro estructuras de defensas laterales y seis estructuras de amarre. Estas estructuras del atracadero estarán conformadas por plataformas de acero con rejillas metálicas instaladas sobre vigas de acero y soportadas por pilotes de tubería de acero con revestimiento externo de acero.

La plataforma de carga proporcionara espacio suficiente para los brazos de carga, la estación del operador, suministro de energía, sistemas de control, sistemas de emergencia y acceso para una grúa móvil u otros equipos que se requieran para efectuar mantenimiento a estas instalaciones.

También, se ha previsto que el área de la plataforma este confinada mediante un sistema de cunetas perimetrales y un sumidero de contención localizado por debajo de los brazos de carga.

No se ha previsto instalaciones para el tratamiento del agua de lastre, puesto que se requerirá a los transportistas de GNL que manejen las aguas de lastre de conformidad con lo establecido en el acuerdo MARPOL 73/78.

Los buque-tanques de GNL tienen tanques dedicados específicamente para el almacenamiento del agua de lastre, los cuales solamente almacenan agua marina limpia y esta nunca entra en contacto con algún contaminante.

De acuerdo con los requerimientos de MARPOL y de los requerimientos establecidos en la Resolución Directoral No. 0178-96-DCG del Perú, el buque-tanque renovara su lastre fuera de las 12 millas de la costa peruana, el cual contendrá un volumen de 48,000 m<sup>3</sup> de agua de lastre proveniente del puerto de salida.

Tal como se recomienda en las pautas del IMO, esta práctica ofrece la mejor medida disponible para reducir el riesgo de transferir organismos acuáticos contraproducentes. El agua de lastre renovada en el límite de las 12 millas será utilizada como cortina de agua durante el carguío.

Como mecanismo de control para verificar que el agua de lastre ha sido reemplazada fuera del límite de las 12 millas de costa, se controlará el diario de bitácora de cada uno de los buques que ingresan al terminal.

Para el circuito de transporte de GNL se utilizarán 4 buques metaneros a dedicación exclusiva, los cuales serán construidos específicamente para este proyecto.

Los buques metaneros, cumplirán con la reglamentación marítima peruana aplicable, para lo cual la renovación del agua de lastres será realizada entre 2 ó 3 días antes del arribo a puerto y con un

mínimo de 12 millas según lo estipulado en el Convenio Marpol, adoptado por la legislación nacional.

### **Atracaderos para Remolcadores**

Se proporciona instalaciones para el atraque permanente de tres remolcadores, los cuales permanecerán a tiempo completo en las instalaciones marinas. Los atracaderos para los remolcadores estarán ubicados inmediatamente adyacentes a las estructuras de amarre ubicadas al norte de la plataforma de embarque.

El acceso de personal a los remolcadores se realizara mediante una serie de puentes elevados entre la plataforma de carga y las estructuras de amarre a los atracaderos de los remolcadores. La ubicación de los atracaderos en relación con el rompeolas ha sido escogida para proporcionar la máxima protección de la acción del oleaje.

### **Muelle de Servicios**

Se instalara un pequeño muelle de servicios en el lado sur del Puente de pilotes y aproximadamente a 90 m de la plataforma de carga.

Este muelle de servicios será utilizado para: atracar temporalmente un remolcador y abastecerlo de combustible, para instalar los equipos que captan agua de mar, proporcionar un área para el parqueo de vehículos y para un área de trabajo para una grúa móvil que apoyará el mantenimiento de rutina y operaciones con los remolcadores.

El muelle de servicios con instalaciones para el reabastecimiento de combustible a los remolcadores, al igual que la plataforma de carga, tendrá un sistema confinado para la contención de derrames de combustibles.

Los desechos provenientes de los remolcadores serán retirados en barriles al muelle de servicios y

de allí por medio de contenedores rodantes para ser procesados en los sistemas de tratamiento y manejo de residuos de la planta. Mediante un puente levadizo entre la plataforma del muelle y el atracadero se brindara el acceso a los remolcadores desde el muelle de servicios.

La ubicación del muelle de servicios se ha previsto en relación al rompeolas para brindar protección al remolcador o a la nave de servicio y también para obtener una alta disponibilidad de atraque.

#### **Buque metanero.-**

Este tipo de buque será construido para operar específicamente con este proyecto, se estima tendrá las siguientes características:

Capacidad	:	160,000 m3
Tipos de tanques	:	Prismáticos
Eslora	:	277 metros
Eslora entre perpendiculares	:	266 metros
DWT	:	66,500 toneladas
Manga	:	43.4 metros
Puntal	:	26 metros
Calado cargado	:	11.4 metros
Calado en lastre	:	09.5 metros

#### **Remolcadores.-**

Se requiere de 3 remolcadores con las siguientes características:

Eslora	:	32 metros
Manga	:	14 m
Calado	:	05 metros
Fuerza estática	:	50 tn.
Fuerza de empuje	:	40 Tn
Fuerza de remolque	:	40 Tn



---

Fuerza de winche	:	133 tn
Fuerza de línea vertical	:	150 Tn
Potencia de motor	:	4000 HP
Dotación	:	3 personas

Este tipo de remolcador cuenta con gran potencia en corto espacio, gran fuerza al rozamiento, gran trabajo con línea corta. Cuentan con 200 metros de cabo enrollado en el carrete, con 100 metros libres para trabajar independientemente del buque.

Tiene un círculo de evolución con un radio de 450 metros, el cual completa a un promedio 12° por minuto a una velocidad de 3 nudos.

Cuenta con tres tripulantes; de los cuales dos al menos están entrenados y capacitados para desempeñarse en todas las maniobras que ordene el práctico, además dos de ellos serán capacitados en trabajos de cubierta y maniobra con cabos, todos conocerán como asistir en caso de una emergencia.

Uno de los remolcadores será equipado con ecosondas, sistemas de posicionamiento y sistemas cartográficos automatizados para la evaluación del progreso de las operaciones de dragado.

## 2.3 Servicios en el muelle

### a) Sistema para embarque de gas.-

Contará con CUATRO (4) grúas con sus respectivas mangueras, DOS (2) serán utilizadas para cargar los líquidos a las embarcaciones, UNA (1) se utilizará para retirar el vapor de las embarcaciones y UNA (1) se tendrá de repuesto para cualquiera de estos servicios.

### b) Energía eléctrica.-

Se tendrá disponible energía eléctrica 220 y 480 voltios 60 Hz para usos diversos en la plataforma, dicha energía provendrá de un generador eléctrico instalado en la planta.

**c) Agua**

En el muelle se dispondrá de agua potable para los remolcadores y para servicio del propio muelle y agua para el sistema de lucha contra incendios.

El agua potable será obtenida mediante un proceso de desalinización (osmosis inversa), para lo cual se tomará el agua de mar en la zona del muelle de servicios a razón de 80 m<sup>3</sup> por hora con una tubería de 15 cm de diámetro.

Como resultado del proceso se descargarán en la zona central de la rompiente (3 a 4 metros de profundidad) a un régimen de 50 m<sup>3</sup> por hora (0,0222m<sup>3</sup> por segundo), sin alterar la temperatura, la descarga se realizará mediante una tubería de 7,5 cm.

**2.4 Medios y equipos para evitar la contaminación del agua y playas con desperdicios orgánicos e inorgánicos**

El Terminal Marítimo de Pampa Melchorita contará con los siguientes medios y equipos para evitar y prevenir la contaminación de esta área:

- Para los residuos oleosos existe un tanque rodante dispuesto en la plataforma de servicio, que será llevado periódicamente a la planta para su disposición final en lugares autorizados. Cuando son residuos líquidos con hidrocarburos y/o lubricantes, se envían a los tanques separadores API para su pre tratamiento y almacenamiento final en los slop tank oil, cuando son sólido - líquido se envían a los tanques separadores CPI y luego de la separación de los hidrocarburos que son finalmente enviados a los slop tank oil y los sólidos limpios a la planta para su disposición final.
- Se contará con servicios higiénicos portátiles en el terminal marítimo. Los residuos sanitarios serán almacenados en tanques sépticos y periódicamente transportados al vacío hacia la planta de tratamiento de agua en la Planta de GNL o al lugar que la empresa que brinde el

servicio y que cuente con autorización respectiva para su disposición final.

- Los residuos sólidos se separarán de acuerdo al tipo de desperdicio y colocados en el contenedor rodante que existirá en el muelle de servicios, para ser transportado periódicamente a la planta para su incineración o cuando fuera necesario fuera de la zona del terminal al lugar donde indique el municipio de la localidad.

## **2.5 Medios y equipos de seguridad de la plataforma**

### **a) Contra incendio y para salvataje**

El Terminal Marítimo cuenta con los siguientes medios y equipos contra incendio y para salvataje:

#### **Equipos contra incendio.-**

El embarcadero tendrá DOS (02) torres elevadas de monitoreo. Los monitores serán controlados por control remoto, eléctrico o electro-hidráulico, funcionando convenientemente según las clasificaciones eléctricas y cumpliendo los estándares de calidad de Clase I, Grupo D, División 2.

DOS (2) monitores serán instalados en la parte posterior de las grúas.

DOS (2) cajas contra incendios serán instaladas en la zona de carga del muelle. Las cajas contendrán equipo contra incendio (mangueras, pitón, llave de control, etc) Todo esto para complementar el equipo que contendrá el camión contra incendios.

Extintores rodantes con polvo químico se ubicarán en DOS (2) puntos remotos del muelle y se proveerá y localizará extintores de polvo químico cumpliendo con los 10 requerimientos

de NFPA.

**Equipos para salvataje, comunicaciones y primeros auxilios.-**

a.- Salvataje

- § OCHO (08) guindolas aseguradas con cabos de " de diámetro y 30 metros de longitud cada una, ubicadas de la siguiente manera:
- DOS (02) en la parte media del puente de acceso.
  - DOS (02) al final del puente de acceso en la plataforma de carga.
  - DOS (02) en el muelle de servicios.
  - DOS (02) en el atracadero de remolcadores

b.- Comunicaciones

- § Radio transreceptor en banda VHF (FM) marina.
- § Radio transreceptor en banda UHF (FM) para la planta.
- Teléfonos FIJOS
  - Teléfono de emergencia
  - Teléfono de fuerte sonido
  - VHF con la frecuencia del buque designada por el puerto
  - VHF con la frecuencia de la capitanía del puerto
  - Un radio UHF portátil para las operaciones de carga
  - Celulares y beepers

c.- Primeros auxilios

- § Botiquín de primeros Auxilios en la parte media del puente.
- § Botiquín de primeros Auxilios en la plataforma de embarque.

§ Enfermería en la planta.

## 2.6 Medios de señalización náutica y seguridad a la navegación

Las disposiciones sobre este particular, están contenidas en el Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38 Edición 1985 de la Dirección de Hidrografía y Navegación.  
(Ver plano B-2 del Estudio Hidrográfico de Melchorita)

### Señalización del Terminal

Las disposiciones sobre este particular, están contenidas en el Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38 Edición 1985 de la Dirección de Hidrografía y Navegación. La señal propuesta cumple satisfactoriamente con el artículo 301 del Capítulo III del Reglamento.

### El extremo de mar del Terminal contará con las siguientes señales náuticas:

S-1 (J) Estructura de amarre MD1 ( extremo norte del amarradero).

S-2 (K) Estructura de amarre MD-6 (extremo sur del amarradero).

### Faroles sobre castilletes.

#### Señal diurna

Tipo	:	Farolete sobre el castillete.
Color del Castillete	:	Blanco fosforescente.
Altura del Castillete	:	8 metros sobre la plataforma.
Altura s.n.m.m.	:	15 metros
Forma del Castillete	:	Cilíndrica.

**Señal nocturna Tideland ML-155 o similar:**

Tipo	:	Farolete sobre Castillete.
Luz	:	Blanco.
Altura s.n.m.m.	:	15 metros
Periodo de la luz	:	1 grupo de 2 destellos por confirmar con la DHN.
Alcance de la luz	:	03 millas náuticas (factor transp. 0.74).
Visibilidad	:	Todo el horizonte.

**Señalización del rompeolas**

Las disposiciones sobre este particular, están contenidas en el Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38 Edición 1985 de la Dirección de Hidrografía y Navegación. La señal propuesta cumple satisfactoriamente con el artículo 301 del Capítulo III del Reglamento.

Como se indicó anteriormente, con el propósito de lograr una área abrigada que permita realizar operaciones de embarque del gas natural licuado en el Terminal Marítimo proyectado, se ha previsto la construcción de un espigón - rompeolas de enrocado paralelo a costa y de aproximadamente 800 m. de longitud y 80 m. de ancho.

El espigón llevará en su extremo norte y en su extremo Sur, faroles de señalización para definir su ubicación, con las siguientes características:

**Faroles del Rompeolas**

S-3 (H) Extremo Norte.

S-4 (I). Extremo Sur

### **Señal diurna**

Ubicación	:	Extremo norte del rompeolas.
Tipo	:	Farolette sobre el castillete.
Color del Castillete	:	Blanco fosforescente.
Altura del Castillete	:	8 metros sobre la plataforma.
Altura s.n.m.m.	:	15 metros
Forma del Castillete	:	Cilíndrica.

### **Señal nocturna Tideland ML-140 o similar:**

Ubicación	:	Extremo norte del rompeolas.
Tipo	:	Farolette sobre Castillete.
Luz	:	Blanco.
Altura s.n.m.m.	:	15 metros
Periodo de la luz	:	Destellos por confirmar con la DHN.
Alcance de la luz	:	05 millas náuticas (factor transp. 0.74).
Visibilidad	:	Todo el horizonte.

### **Señalización del canal dragado.**

Las disposiciones sobre este particular, están contenidas en el Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38 Edición 1985 de la Dirección de Hidrografía y Navegación. La señal propuesta cumple satisfactoriamente con el artículo 301 del Capítulo III del Reglamento.

### **Generalidades**

- Para la señalización del canal dragado para ingreso y salida al terminal marítimo proyectado se ha previsto la instalación de un sistema de DOCE (12) boyas/marcas de señalización, DOS (02) a UNA (01) milla hacia el lado de mar tanto de la entrada al canal como de la

salida del canal, OCHO (08) en el mismo canal, de las cuales SEIS (06) se ubican en los bordes del canal dragado ( 4 boyas y 2 pilotes) y DOS (02) marcas (pilotes) se ubican de tal manera que conjuntamente con DOS (02) de las boyas del canal y las DOS (02) boyas de aproximación, sirvan para determinar enfilaciones de ingreso y salida del canal. Ver plano B-4.

- Las DOS (02) boyas de aproximación al canal serán de color blanco con luz de color blanco de forma lapicero o espeque.
- De las OCHO (08) boyas/marcas del canal CUATRO serán de color verde con luz verde y CUATRO (04) de color rojo con luces de color rojo.
- De las CUATRO (04) boyas verdes (babor) UNA (01) será un pilote y TRES (03) de forma lapicero o espeque con una marca de forma cilíndrica color verde en el tope.
- De las CUATRO (04) boyas/marcas rojas (estribor) UNA (01) será de forma de pilote y TRES (03) de forma lapicero o espeque con una marca de forma cónica color rojo en el tope.
- Las DOS (02) marcas (pilotes) complementarias de enfilación serán del tipo pilote de concreto forrado en fibra de vidrio.

#### **Características de las boyas de aproximación y salida al canal.**

S-7 (A) Boya de aproximación al rumbo 060°

S-8 (B) Boya de salida al rumbo 220°

**Boyas tipo lapicero (espeque) Tideland SB-285P o similar:**



**Descripción de la boya :**

Forma	:	Cilindro doble cono.
Altura total	:	2.50 metros.
Altura de castillete	:	1.23 metros.
Altura del cilindro	:	0.585 metros.
Altura del cono inferior	:	0.685 metros
Diámetro mayor	:	0.87 metros.
Material	:	Plástico reforzado con fibra de vidrio.
Color	:	Blanco.

**Descripción de la luz:**

Color	:	Blanco
Tipo	:	Luz auto sostenida de forma de campana con aditamento en forma de X.
Fuente de energía	:	Paneles solares incorporados.
Alcance de la luz	:	2 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo	:	Luz de destellos con característica por confirmar con la DHN.
Encendido	:	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad	:	Todo el horizonte.
Anclaje	:	20 metros de cadena de acero galvanizado de 1/2 de pulgada de diámetro con grilletes de 1/2 pulgada y peso de anclaje de 200 kilos.

**Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan el canal dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre sí, para facilitar su identificación.

### **Características de las boyas del canal**

#### **a. Boyas tipo lapicero (espeque) del canal dragado:**

A-1 (C) Boya de ingreso lado norte.

A-24 (D) Boya de ingreso lado sur.

A-17 (O) Boya de salida lado norte.

A-16 (P) Boya de salida lado sur.

A-22 (G) Boya de canal curva lado sur del ingreso.

A-19 (L) Boya de canal curva lado oeste de la salida.

#### **Descripción de la boya :**

Forma :	Cilindro doble cono.
Altura total :	2.50 metros.
Altura de castillete :	1.23 metros.
Altura del cilindro :	0.585 metros.
Altura del cono inferior :	0.685 metros
Diámetro mayor :	0.87 metros.
Material :	Plástico reforzado con fibra de vidrio.
Color :	Rojo para Estribor y verde para babor del canal.

#### **Descripción de la luz Tideland SB-285P o similar:**

Color : Rojo para Estribor y verde para babor del canal.

Tipo	:	Luz auto sostenida de forma de campana con aditamento en forma de X.
Fuente de energía	:	Paneles solares incorporados.
Alcance de la luz	:	2 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo	:	Luz de destellos con característica por confirmar con la DHN.
Encendido	:	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad	:	Todo el horizonte.
Anclaje	:	20 metros de cadena de acero galvanizado de 1/2 de pulgada de diámetro con grilletes de 1/2 pulgada y peso de anclaje de 200 kilos.

**Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan el canal dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre si para facilitar su identificación.

**b. Pilotes del canal dragado:**

A-2 (E) Boya del canal curva lado norte del ingreso.

A-14 (M) Boya del canal curva lado este de la salida.

**Descripción del pilote :**

Forma	:	Pilote cilíndrico.
Altura s.n.m.m.	:	5.0 metros.
Material	:	Concreto forrado con fibra de vidrio.
Color	:	Rojo para estribor y verde para babor del canal.

**Descripción de la luz Tideland ML-140 o similar:**

Color	:	Rojo para estribor y verde para babor del canal
Tipo	:	Luz auto sostenida de forma de campana con aditamento en forma de X.
Fuente de energía	:	Paneles solares incorporados.
Alcance de la luz	:	2 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo	:	Luz de destellos con característica por definir con la DHN.
Encendido	:	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad	:	Todo el horizonte.

**Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan el canal dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre si para facilitar su identificación.

**Marcas para enfilación de ingreso y salida del canal dragado:**

S-5 (F) enfilación del ingreso Incluye RACON.

S-6 (N) enfilación de la salida.

**Descripción de la marca :**

Forma	:	Pilote cilíndrico.
Altura s.n.m.m.	:	13.0 metros.
Material	:	Concreto forrado con fibra de vidrio.
Color	:	Blanco.

**Descripción de la luz:**

Color	:	Blanco
Tipo	:	Luz auto sostenida de forma de campana con

		aditamento en forma de X.
Fuente de energía	:	Paneles solares incorporados.
Alcance de la luz	:	3 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo	:	Luz de destellos con característica por confirmar con la DHN.
Encendido	:	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad	:	Todo el horizonte.

#### **Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan el canal dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre si para facilitar su identificación.

#### **Señalización del área de depósito del material dragado**

Con la finalidad de señalar el área de forma cuadrada de 2 km. de lado, destinada al deposito del material dragado en el canal de navegación del terminal marítimo proyectado, se ha previsto instalar de manera temporal durante las operaciones de depósito del dragado UNA (01) boya de señalización en cada uno de los vértices con las siguientes características:

#### **Descripción de la boya :**

Forma	:	Cilindro doble cono.
Modelo	:	P-2ST.
Altura total	:	2.50 metros.
Altura de castillete	:	1.23 metros.
Altura del cilindro	:	0.585 metros.
Altura del cono inferior	:	0.685 metros
Diámetro mayor	:	0.87 metros.

---

Material	:	Plástico reforzado con fibra de vidrio.
Color	:	Amarillo.
Marca en el casco	:	Letras M-1 a M-4 en color negro.

**Descripción de la luz tideland SB-285 o similar:**

Color	:	Ámbar
Tipo	:	Luz auto sostenida de forma de campana con aditamento en forma de X.
Fuente de energía	:	Paneles solares incorporados.
Alcance de la luz	:	2 millas náuticas (factor de Transp. atmos. 0.75).
Ritmo	:	Luz de destellos con característica por definir con la DHN.
Encendido	:	Por conmutador automático con célula fotovoltaica incorporado.
Visibilidad	:	Todo el horizonte.
Anclaje	:	25 m. de cadena de acero galvanizado de 1/2 de pulg. con grilletes de 1/2 pulg. y peso de anclaje de 200 kg.

**Notas.-**

Las luces de destellos de las diferentes boyas que señalizan los vértices del área cuadrada para deposito del material dragado, tendrán características por confirmar con la DHN que serán distintas entre si para facilitar su identificación.

Las señales antes descritas cumplen con lo dispuesto en los artículos 108, 205.a.4 y 205.b del Reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38, 2da. edición 1985 y serán instaladas con el propósito de que sirvan de referencia para evitar que se realicen operaciones de pesca de arrastre y otras actividades que puedan verse afectadas por el material depositado en el fondo marino dentro del área indicada.

### **III.- CARACTERIZACION AMBIENTAL**

#### **3.1 GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGIA**

##### **3.1.1 GEOLOGIA**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, en general la costa peruana está constituida por sedimentos fluvioaluviales principalmente, que se presentan como terrazas fluvioaluviales o como conos de deyección (Téves, 1976). Tapizando grandes áreas, se encuentran mantos arenosos de transporte eólico que se extienden a manera de abanicos desde las playas en la línea de costa, hacia el interior del continente, alcanzando a veces distancias mayores de 60 km. (Gagliano y Téves, 1970).

El área de estudio, se sitúa en una posición intermedia de la zona costera peruana, sector Sur del Departamento de Lima, provincia de Canete, distrito de San Vicente.

Esta área, presenta un aspecto geomorfológico bien caracterizado, entre Punta Aguja y Pisco que incluye el área de estudio, es reconocida por una gran escotadura en la línea de la costa, donde la estrecha franja costera es cortada por valles transversales más cortos, con áreas cultivadas en ambos márgenes de los ríos. Está constituida principalmente por macizos costeros y cerros aislados de rocas volcánicas mesozoicas y por rocas sedimentarias cretácicas. Hacia el Este las estribaciones del flanco occidental de la cordillera de los Andes forman parte del batolito costanero.

Entre las latitudes de 12° y 13° de Latitud Sur, la investigación geofísica submarina indica que el basamento rocoso se halla a unos cientos de metros de profundidad entre la línea de costa y el borde exterior de la plataforma continental. La cubierta de sedimentos debe corresponder al Terciario-Cuaternario.

El clima árido se ha mantenido durante todo el Cuaternario. Periódicamente han ocurrido

variaciones en la dinámica de los ríos y de las laderas por modificaciones importantes en las partes altas, como las glaciaciones y en intervalos menores como las ocasionadas por el fenómeno de El Niño.

### **3.1.2. GEOMORFOLOGIA**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio son el resultado del proceso tectónico y plutónico sobre impuesto por los procesos de geodinámica que han modelado el rasgo morfoestructural de la región. Entre las formas estructurales que han controlado el modelado del área cabe mencionar los depósitos aluviales, los bloques fallados como productos del dislocamiento, la erosión, la incisión por el drenaje (principalmente los ríos Lurín, Mala y Cañete) y la acumulación de arena eólica sobre grandes extensiones de la zona. A continuación definiremos e identificaremos algunas de ellas dentro del área de estudio:

**Borde Litoral:** Comprende el área de tierra firme adyacente a la línea litoral, expuesto a la acción del oleaje marino. Se extiende de Noreste a Sureste en forma de una faja delgada cuya anchura va desde la línea de costa hasta una distancia que puede variar de 1 a 2 km tierra adentro.

Está configurado por bahías, ensenadas, puntas, etc. habiéndose formado playas abiertas por acumulación de arenas a través de corrientes litorales o por deriva litoral, desde algunas de estas playas la arena es llevada al continente por acción eólica, formando una unidad continua con la planicie costanera. Por socavamento y erosión se han formado acantilados en su mayoría sub-verticales, cuyo retroceso se debe a la acción demoledora de las olas.

**Planicies Costaneras y Conos Deyectivos:** Es la zona comprendida entre el borde litoral y las estribaciones de la cordillera Occidental, constituida por una faja angosta de territorio paralela a la línea de costa adquiriendo mayor amplitud en los valles de Lurín, Mala y Cañete. Constituyen



amplias superficies cubiertas por gravas y arena provenientes del transporte y sedimentación de los ríos y por arena proveniente del acarreo eólico desde las playas.

Zona de Marismas: Geomorfológicamente constituyen áreas bajas, con cotas máximas de 5 a 6 m y mínima de 1 metro s.n.m.m. habiéndoseles reconocido en el sector de Villa, al sur de la Chira y Puerto Viejo y posiblemente Las Salinas. En la actualidad, las marismas se ven afectadas por un proceso de colmatación eólica parcial, con arenas provenientes de las playas adyacentes, las áreas inafectas a colmatación son por lo general pantanosas o tienen superficies húmedas provistas de vegetación que alcanza en ciertos casos hasta 1 m de altura.

Las marismas representan en si playas abandonadas debido a la emergencia paulatina del borde litoral. Inicialmente, han debido originarse con el desarrollo de una barra o cordón litoral que gradualmente fue controlando el avance del mar hacia el continente, hasta que por último quedó tierra adentro una zona de marismas o albuferas, luego estas áreas fueron rellenándose en forma progresiva con arena proveniente de las playas.

Depósitos Marinos Recientes: Comprende las acumulaciones de arenas, limos y cantos retrabajados y distribuidos por corrientes a lo largo del borde litoral, como producto de la erosión y disgregación de rocas de los acantilados, así como principalmente de los materiales acarreados por los ríos al océano. Estos depósitos están constituidos principalmente por arenas de grano medio a fino conteniendo cuarzo, micas y ferromagnesianos.

La continuidad de estas franjas es interrumpida por los espolones rocosos de las estribaciones andinas que avanzan hasta la línea litoral, creando acantilados verticales de gran altura, habiéndose formado, en algunos casos, las escarpas en los depósitos aluviales antiguos.

Depósitos Aluviales: Estos depósitos están constituidos por materiales acarreados por los ríos que bajan de la vertiente occidental andina cortando rocas terciarias, mesozoicas y batolito costanero, tapizando el piso de los valles, habiéndose depositado una parte en el trayecto y gran parte a lo largo y ancho de sus abanicos aluviales.

También se ha incluido dentro de estos depósitos, las acumulaciones aluviales desérticas provenientes de quebradas y ríos afluentes ahora secos y desérticos como por ejemplo, Pucará, Malanche, Cruz de Hueso, Chamaure, Honda, etc. En muchas de ellas, cuando las lluvias han sido abundantes en los contrafuertes andinos, se han producido corrientes lodosas y huaycos. En Qda. Honda estos depósitos de conos aluviales desérticos llegan hasta la bahía Naplo.

La litología de estos depósitos aluviales vistos a través de terrazas, cortes y perforaciones, comprende conglomerados, conteniendo cantos de diferentes tipos y rocas especialmente intrusivas y volcánicas, gravas subangulosas cuando se trata de depósitos de conos aluviales desérticos debido al poco transporte, arenas con diferentes granulometría y en menor proporción limos y arcillas. Todos estos materiales se encuentran intercalados formando paquetes de grosores considerables como se puede apreciar en los acantilados de la costa.

Depósitos Eólicos: Estos tipos de depósitos se encuentran emplazados en casi todas las proximidades de la costa, ingresando a diferentes distancias tierra adentro, siguiendo la topografía local y la dirección preferencial del viento. Dichos depósitos están acumulados tanto en rocas in situ como en llanuras aluviales, pero tienden a alcanzar su mayor grosor en los taludes y en los lugares donde se presentan desniveles.

Los materiales eólicos tienen su procedencia en las arenas de playa formadas por la acción de las olas, y principalmente de los sedimentos llevados al mar por los ríos y distribuidos por las corrientes litorales.

La arena es transportada continuamente tierra adentro por los vientos predominantes, alcanzando en tierra firme una penetración aproximada de 13 km. Las arenas eólicas se distribuyen en forma de mantos o cubiertas delgadas, en forma de dunas longitudinales y barcanas.

Los depósitos eólicos antiguos están conformados por acumulaciones que en la actualidad se hallan estabilizados, y conformando lomadas y cerros de arena como el cerro Lomo de Corvina,

extendiéndose hasta la tablada de Lurín donde ahora se asienta la población de Villa El Salvador. Más al Sur se puede observar estos depósitos al Noroeste de Pucusana.

Los depósitos eólicos más recientes están conformados por las arenas móviles ampliamente propagadas en el área de estudio. Estas arenas proceden de las diversas playas del litoral, en su movimiento adoptan variadas formas como mantos, dunas y barcanas.

Los suelos regionales y locales en el área de estudio han sido clasificados como: suelos de origen reciente (Entisols) y suelos áridos que no cuentan con agua durante gran parte del año (Aridisols). Estos suelos son caracterizados por no contar con reconocidos cambios por efecto de movimientos terráqueos (pedogenic) y son comúnmente asociados con recientes inundaciones en llanos, erosión de pendientes pronunciadas, dunas de arena y arena depositada por los vientos, and wind deposited sands. Estos suelos tienen las características de ser altamente susceptible a la erosión del viento y estar secos la mayor parte del año. Estos suelos contienen carbonatos de calcio, silicatos, sales y yeso.

Los suelos están agrupados de acuerdo a las características geomorfológicas de la región, en los siguientes grupos:

#### **El Grupo de Playa (Py)**

Los suelos del Grupo de Playa constan de grava y arena a lo largo de una faja angosta de la playa que está sujeta a efectos del oleaje de acuerdo al clima. Esta faja contiene suelos de terrazas intermedias formadas por la influencia de altas y bajas mareas y la erosión del viento.

#### **El Grupo del Acantilado (T)**

El Grupo del Acantilado consta de suelos para completar los pronunciados acantilados que son consecuencia de antiguas y recientes deslizamientos de tierra y erosión.

#### **El Grupo del Cerro (CR)**

El Grupo del Cerro consta de arena que ha sido depositada por los vientos en la parte alta de los acantilados y están caracterizados como pampas con suave topografía y pronunciados acantilados con 8 a 15 por ciento de rocas que conforman las paredes de los acantilados y dunas.

La productividad y el uso potencial de los suelos están limitados por el alto contenido de sal, drenaje y erosión, y la falta de agua para su irrigación.

El valor agrícola de la tierra en el area de estudio, varía entre medio y bajo , y es considerado de baja calidad con respecto a aquellos que se encuentran en otras partes de la Región.

### **3.1.3. Morfología costera**

#### **Punta Centinela: (13° 01 48.5 S, 76° 29 25.7 W)**

Cerrando por el Sur la ensenada de Cerro Azul, la costa forma un pequeño promontorio que constituye la punta del Fraile de unos 80 m de alto, que descende de un grupo de colinas que acaban bruscamente al entrar en el mar. Delante de punta del Fraile se destaca un farallón vertical de la misma denominación, de color oscuro, salpicado de manchas blanquecinas proveniente del guano depositado por las aves marinas y que despide varias rocas conocidas como Ciriaco.

De punta del Fraile el acantilado rocoso que cae a pique en el mar toma la dirección Suroeste por 660 m aproximadamente, hasta formar punta Centinela. En la cima del cerro que forma esta punta se encuentra instalado un faro de la Marina.

#### **Desembocadura del Río Cañete: (13° 07 36.5 S, 76° 23 55.7 W)**

De punta Centinela la costa se desarrolla a 9.25 millas en dirección Sureste hasta punta Iguana, presentando una playa inabordable, unas veces de arena y otras de canto rodado, detrás de la cual se extiende el valle de Cañete con tierras bajas cultivadas. Casi al concluir este valle por su parte Sureste salen al mar las aguas del río Cañete.

El río Cañete baja la cordillera de Yauyos, de las lagunas Pariacaca y Pampacocha, siendo normalmente de muy reducido caudal debido a las pérdidas que sufre por filtración y a las extensas zonas de regadío que tiene que atravesar; sin embargo, en los meses de verano es caudaloso por la época lluviosa en la sierra. Existe una época de bajos caudales entre mayo y noviembre.

**Playa Jaguay: (13° 19 24.5 S, 76° 14 31.7 W)**

De punta Iguana comienza una especie de frontón gredoso ceñido por estrechas playas de arena que se prolonga por aproximadamente 21.75 millas hasta caleta Tambo de Mora con alturas variables del orden de 50 a 173 m. Las playas mencionadas reciben en los distintos parajes, las denominaciones siguientes: Cóndor, Mulata, Melchorita, del Zorro, El Turno, Jaguay y Carrizal.

En la playa Jaguay, distante 13.5 millas de punta Iguana, se ha establecido un balneario Wakama que cuenta con algunas casas habitadas en el verano; por las inmediaciones de esta playa pasa el río Topara, normalmente sin agua, por lo que los naturales también lo llaman río Seco. Este río separa las pampas de Cañete de las de Chíncha y forma también el límite entre 2 provincias y los departamentos de Lima e Ica.

No existen instalaciones marítimas en un radio menor de 20 Km, el puerto mas cercano es el de Tambo de Mora en Chíncha, distante 26 km y el de Cerro Azul en Cañete, que es el segundo más cercano se encuentra a 40 Kms.

**3.1.4. Procesos de erosión y sedimentación**

Para poder encontrar una explicación, lo más precisa posible sobre los actuales procesos de sedimentación y/o erosión que se presentan en el área de estudio, debemos remontarnos a identificar los diferentes procesos que han venido ocurriendo en el pasado, principalmente con los cambios ocurridos en la línea costera, ya sea por cambios en el nivel del mar o por procesos tectónicos principalmente. Esto nos va a permitir conocer con más detalle, cual podría ser la evolución o

tendencia de una determinada línea de costa en un futuro.

### **Variaciones del Nivel del Mar**

A través de los años el nivel del mar ha fluctuado considerablemente. Los profundos surcos submarinos y las grandes cordilleras del fondo del mar nos indican que los procesos tectónicos han levantado y hundido el lecho marino, actuando sobre zonas muy extensas, variando, por lo tanto, la capacidad de contenido de las cuencas oceánicas. Además, durante el Pleistoceno, el nivel del mar cambió rápidamente como consecuencia de la formación y de la fusión de los glaciares continentales. Hay pruebas que indican que el nivel del mar descendió casi 140 metros a medida que los glaciares continentales se expandían durante el último período de la glaciación (Wurm). Cuando los glaciares empezaron a fundirse, hace unos 15,000 y 18,000 años, el nivel del mar, empezó a subir. Hace unos 6,000 años alcanzó aproximadamente su nivel actual. Desde entonces la detección de cambios y la comparación de datos de mareas de muchos lugares esparcidos por todo el globo, parece indicar que durante la primera mitad de nuestro siglo hubo una pequeña elevación del nivel del mar del orden de 1 a 2 milímetros al año.

### **Procesos Tectónicos**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, los márgenes continentales de los océanos han quedado sujetos a cambios de elevación. Los procesos tectónicos que actuaron en el Pleistoceno y que han venido operando hasta ahora, han levantado y hundido zonas del litoral a lo largo de muchas costas.

En el caso del Perú, la actual costa ha estado expuesta durante su larga historia geológica a levantamientos y hundimientos. En la zona central, que comprende la costa situada entre Punta Aguja y la Península de Paracas, que incluye la zona de estudio, la configuración del litoral es muy particular. Cerca a la costa se levantan numerosas islas. En algunas de ellas se han descubierto rocas metamórficas, restos de la cordillera de la costa o de una de sus ramificaciones. En el período Mioceno empezó el hundimiento de partes pertenecientes entonces al continente, y con este

hundimiento la destrucción paulatina de la cordillera de la costa (Schweiger, 1964).

Sin embargo, las terrazas marinas que se han formado como resultado de levantamientos de costa se les encuentra en muchos lugares del área de estudio, por ejemplo, en Lurín se tienen plataformas de abrasión marina que se extienden entre Punta Cascajal, San Bartolo y Santa María del Mar, formando terrazas que van de 5 a 15 metros s.n.m.m. Estas terrazas evidencian un continuo levantamiento del macizo continental durante el Cuaternario. Su reducida exposición probablemente se deba a una significativa destrucción en tiempos recientes o al limitado desarrollo durante su deposición.

Otros rasgos, como la de un promontorio rocoso localizado cerca a la refinería Conchán, a unos 600 metros aproximadamente de la línea de costa, a cuyo pie existe una cueva típicamente erosionada por el mar, demuestran también, que el mar se ha "retirado". Es probable que esto se deba no sólo a un proceso de sedimentación o arenamiento, si no también a un levantamiento de costa producida por la subducción de la placa de Nazca con la placa Americana.

En general, el área de estudio se enmarca dentro del cuadro morfotectónico de la costa y el borde occidental andino, habiendo sido afectado por una tectónica polifástica desarrollada durante la orogénesis andina, la misma que dio lugar a una deformación con plegamientos sucesivos que devienen desde el Cretáceo y que continúan en el Terciario inferior y superior y hasta probablemente en el Cuaternario (Palacios et al., 1992).

La región de Melchorita esta caracterizada por lomas incrustadas en amplias planicies aluviales y valles y planicies aluviales del holoceno reciente.

La estatigrafía regional muestra que la capa rocosa ubicada por debajo de los depositos aluviales consisten en rocas sedimentarias y rocas de granito - diortit del cretacio inferior.

En la region del estudio se presentan playas angostas comprendidas entre la capa rocosa de los acantilados costeros con Alturas de 60 a 170 m. formadas por una serie de antiguos depósitos y zonas de deslizamientos, y la erosion litoral. Los acantilados pronunciados practicamente

descienden verticalmente hasta la playa y producen terrazas con un rango promedio de 300 metros de ancho y Alturas que varían entre 50 y 70 metros.

Las formaciones aluviales que conforman las pampas tienen un ancho de aproximadamente 2 km entre el mar y las elevaciones rocosas costeras, desde el Km 153 al Km 180 de la Carretera Panamericana Sur. Estas ligeras formaciones muestran aspecto de conos con alturas de hasta 30 m. Las dunas de arenas depositadas por el viento en capas cubren la capa rocosa o planicie alluvial. Los suelos por debajo de las dunas de arena están formadas por depósitos de material parcialmente consolidado, densamente compactado y cementado de la formación pleistocénica de Cañete. Numerosos valles de drenaje antiguos y recientes están insertados en la planicie que alcanza hasta los acantilados costeros.

Las imágenes de satélites muestran una serie de fallas rocosas paralelas a los Andes que se orientan en la dirección noroeste - sureste. Estas fallas generalmente son paralelas a la zona de subducción. Tres sistemas de fallas fueron observadas en los siguientes puntos: N 340°-350° O; N 290°-310° O; and N 70°-75° O. Una falla que atraviesa aquellas fallas mencionadas anteriormente tiene una dirección paralela a los ríos que descargan al Océano Pacífico y fue observada en el punto N 40° - 50°E.

### **Identificación de las Áreas Sometidas a Procesos de Erosión y/o Sedimentación**

Se ha podido determinar que los cambios sufridos por variaciones del nivel del mar, no atestiguan un reciente descenso o ascenso que haya podido dejar huellas principalmente tierra adentro, cercanas a la línea de costa, como terrazas. En cambio, los procesos tectónicos de levantamiento de costa han dejado claras huellas, pudiéndose identificar terrazas de origen tectónico (fallas) en el borde litoral, así como algunos otros rasgos morfológicos (zonas de marismas).

Sin embargo, debemos tener en cuenta las estimaciones sobre el aumento del nivel del mar a nivel global, como consecuencia potencial del calentamiento climático. Hoy en día, en la comunidad Científica Internacional, existe el consenso de que es necesario diseñar y poner en práctica planes de acción, para enfrentar en mejores condiciones sus efectos negativos en el futuro. Los



especialistas han obtenido seis posibles escenarios, el promedio estima un aumento de la temperatura global del aire de 2°C para los próximos 90 años y como consecuencia un incremento del nivel del mar entre 0.30 y 1.00 m. Por lo mencionado, este incremento del nivel del mar, en un futuro relativamente cercano, deberá ser tomado en cuenta dentro de los planeamientos futuros de las zonas costeras.

Por otro lado, hemos visto que la actual costa se encuentra afectada principalmente por un proceso tectónico de levantamiento de costa, que está dando origen a la formación de terrazas y marismas, y por consiguiente a un "retiro" del mar, aunque sus efectos podrán ser percibidos todavía dentro de muchos años.

### **3.2 ASPECTOS HIDROGEOLOGICOS**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, el área de estudio se ubica entre dos ríos principales, el río Cañete localizado a 17 km. Al noroeste y la quebrada Topara localizada a 12 km. Al sureste que fluyen perpendicularmente a la línea de costa y descargan al Océano pacífico. Las cabeceras de estos ríos están en la cordillera de los Andes donde la precipitación provee de la fuente de agua.

El río Cañete tiene agua durante todo el año mientras que la quebrada Topara solo durante la época lluviosa cuando se presentan las precipitaciones en la sierra durante los meses de Diciembre a Abril. Debido a los valores muy bajos de precipitación en la región ( 50 mm. por año ), la recarga de estos ríos en sus zonas bajas es inexistente y por otro lado ambos ríos pierden agua hacia las formaciones subterráneas.

El río Topara presenta flujos esporádicos y también es denominado por los habitantes de localidades cercanas y descrito en la cartografía, como río seco o quebrada seca, este río actúa como límite entre las pampas de Cañete y las de Chíncha y como límite de dos provincias y de los departamentos de Lima y de Ica.

La cuenca de río Cañete tiene una extensión de 3 583 km<sup>2</sup> (358.300 Ha) de las cuales el 61.7%, corresponde a la cuenca húmeda, por encima de los 2500 m.s.n.m., zona que contribuye efectivamente con el escurrimiento superficial anual. El resto es cuenca árida.

El río Cañete tiene un régimen de descargas irregulares. Con una descarga media anual de 55.541 m<sup>3</sup>/sg, que representa un volumen acumulado de 47,485.7 metros cúbicos por segundo en el periodo de 1960 a 1986.

La estación de aforo, toma Imperial se ubica en 13° 00' S y 76° 10' W a 250 m snmm.

De este volumen de agua, la mayor parte se pierde al mar a través de las descargas superficiales y subterráneas; otra parte importante se usa como agua potable para las diferentes poblaciones; captada en superficie y mediante pozos distribuidos en toda la zona.

Existen varias otras pequeñas quebradas secas que tienen flujo de agua solamente durante eventos de alta precipitación. No existen otros cuerpos de agua en el área.

El Río Cañete representa una importante fuente de agua en la región, este Río nace en la laguna de Ticllacocha, a 4600 metros sobre el nivel del mar en los Andes peruanos y se extiende hasta la costa del Pacífico en una longitud de aproximadamente 230 km, creando una cuenca de 6189 km<sup>2</sup>. La distribución de la lluvia en la cuenca varía entre 50 mm/año en la zona de costa a más de 1000 mm/año en la zona de sierra.

Como todos los ríos costeros, el río Cañete está caracterizado por ser de carácter torrencial, alimentándose de cursos de agua que provienen principalmente de las lluvias estacionales que ocurren en la parte alta de la cuenca y que producen las descargas más grandes durante 3 a 4 veces al año (usualmente entre Diciembre y marzo). Estas descargas de gran magnitud de agua, en un tiempo relativamente corto, tienen la capacidad de transportar grandes cantidades de material en suspensión.

El Río Cañete tiene un período de baja en el nivel entre mayo y Setiembre, registrando el mínimo de valor de flujo en el mes de Setiembre. Empezando desde Diciembre el volumen del

agua comienza a incrementarse debido a las lluvias en la zona de sierra, presentando un máximo valor durante los meses de febrero y Marzo. Durante los años 1 994 a 1 998, el maximo flujo observado fue de 334.8 m<sup>3</sup>/s en el mes de Febrero de 1994 y con un flujo mínimo de 7.8 m<sup>3</sup>/s en el mes de Setiembre de 1997. Sin embargo los registros de flujos máximos indican 946 m<sup>3</sup>/seg en Marzo de 1975, Asimismo el flujo promedio fue de 62.2 m<sup>3</sup>/s para el período de los años 1 965 al 2 000.

### **Agua subterránea**

Durante la investigación geotécnica y geofísica en la zona de la planta proyectada no se ha encontrado agua subsuperficial hasta la profundidad explorada de los 100 m. de manera que se considera que la única fuente de agua potable esta en el agua del mar.

### **3.3 CARACTERISTICAS SISMICAS**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, el litoral peruano se ubica en el Cinturón de Fuego Circumpacífico; formado por sistemas de fallamientos y cadenas volcánicas activas que bordean el Océano Pacífico; considerando el de mayor actividad sísmica del Planeta (más del 80 % de sismos ocurridos).

El Perú ha estado plagada por terremotos por siglos, además, ha causado daños a la vida humana y a la propiedad.

La sismicidad en el Perú se debe al Cinturón Circundante del Pacífico, el cual es el más activo en el mundo.

Los eventos sísmicos destructivos más antiguos en el Perú ocurrieron en 1552. Una Regular actividad sísmica en el último siglo ha causado severos daños en la vida y propiedad en el área de central del Perú.

La Tabla N° 1 muestra los eventos sísmicos más destructivos del siglo 20 ocurridos en la costa central del Perú.

**TABLA N° 1: SISMOS DESTRUCTORES DEL SIGLO 20  
OCURRIDOS EN LA REGION CENTRAL DEL PERU**

<b>Año</b>	<b>Día / Mes</b>	<b>Escala de Richter</b>	<b>Víctimas Estimadas</b>	<b>Daño estimado de todas las áreas afectadas, incluyendo Lima (US \$)</b>
<b>1940</b>	24 Mayo	8.4	1 394	120 000.000
<b>1966</b>	17 Octubre	7.5	Desconocido	Desconocido
<b>1970</b>	31 Mayo	7.6	70 000	900 000.000
<b>1974</b>	3 Octubre	7.6	137	200 000.000

**Fuente:** Espinosa et al 1985

### **Riesgos por terremotos**

El proyecto se ubica a lo largo de la costa central del Perú, en una región sísmicamente activa relacionada con la convergencia de las placas de Nazca y de Sudamerica a lo largo de la zona de subduccion. Consecuentemente el Perú es uno de los países con el mas alto riesgo sísmico de Sud América, como resultado de la convergencia de estas dos placas. A lo largo de la costa sud americana desde Colombia hasta Chile, la Placa de Nazca mas pesada se introduce por debajo de la placa continental mas ligera. Este encuentro tectónico de dos placas ha llevado al borde de la Placa de Nazca al interior del manto terráqueo que trae como resultado la formación de erupciones volcánicas y la creación de una alta actividad sísmica y de la Cordillera de los Andes.

### **Riesgos por Tsunamis**

La zona costera del Perú incluyendo la zona del proyecto, ha experimentado los efectos de muchos tsunamis destructivos (Silgado, 1974), con Alturas de olas desde 2 a 20 m.

Como resultado de estudios realizados, se ha estimado que en el caso de un evento comparable con la magnitud del terremoto de Camana del año 2001, pero localizado mas cerca de pampa Melchorita, tendría un periodo de retorno de 60 años y traería como resultado una inundación de hasta 2 m. de altura con una corriente de 1.5 m./seg. También se han modelado un evento grande después del terremoto de Pisco en el año 1687, tendría un periodo de retorno de 110 años y traería como resultado una inundación de hasta 8 m. de altura con una corriente de 2.5 m./seg

### **Riesgos en los acantilados**

Los acantilados de fuerte pendiente están expuestos al deslizamiento por efecto de la actividad sísmica, generando una zona de inestabilidad potencial. Un tsunami en la zona del proyecto puede causar la erosión de la playa e incrementar las características inestables del acantilado.

### **Riesgos de Inundaciones**

La zona no esta expuesta a inundaciones en razón de la ausencia de precipitaciones en el area y la distancia a la cuenca mas cercana asociada con el rio Cañete ubicado a 17 km. al noroeste y el rio Topara ubicado a 12 km. al sureste

## **3.4 Fondo marino**

La batimetría nos muestra un fondo regular y de pendiente bastante suave, con isóbatas que se distribuyen paralelas a la línea de costa. En general el fondo no presenta mayores irregularidades, siendo prácticamente una gran planicie. La isóbata de 10 m se encuentra a aproximadamente 1,250 m en el área adyacente a la zona de embarque, alejándose un poco de costa a medida que avanza hacia el Norte.

Del análisis granulométrico de las muestras recolectadas durante los trabajos de campo (Octubre del

2002 desarrollado por GOLDER y Marzo del 2003 observado por MONITOREO AMBIENTAL, se ha encontrado que no se producen variaciones sustanciales en la granulometría, observándose que para un perfil cualquiera de la playa, el diámetro de los materiales disminuye con el aumento de las profundidades. Esto constituye la graduación de sedimentos típicos de una playa, donde los granos disminuyen progresivamente de tamaño conforme se alejan de la playa y la acción de las olas afecta en menor proporción el movimiento del fondo, debido a la mayor profundidad, permitiendo que sedimente el material más fino.

### **3.5 Corrientes**

El sistema de corrientes frente a las costas del Perú tiene dirección hacia el Norte, y difiere del sistema de orilla, donde se presenta una variabilidad debida principalmente al perfil de los accidentes costeros.

Específicamente dentro de una bahía, el sistema de corrientes responde también a otros factores como las mareas, la batimetría, los vientos locales, etc. Esto hace que las corrientes dentro de las bahías principalmente, sean muy variables y difíciles de describir.

Además superpuesta a estas corrientes está aquella que se produce debido al oleaje que al aproximarse a la costa del Sur y Suroeste principalmente, genera corrientes litorales que son las más importantes en el transporte de sedimentos.

Esta corriente litoral, en general, es también hacia el Norte. Hay que tener mucho cuidado en identificar y caracterizar dicha corriente litoral que en algunos casos, al tener ésta una gran dinámica, puede ocasionar procesos de erosión y sedimentación importantes al ser interrumpidos en su trayectoria.

Otra corriente importante que se genera cuando la ola rompe en la playa, es la corriente de "fondo" o corriente de "resaca", que viene a ser el retroceso del agua que llega a costa producto del oleaje.

Como sabemos durante el Invierno los vientos alisios son más intensos, lo que origina que el sistema

de corrientes del Perú, que se dirige hacia el Norte, y específicamente la corriente costera peruana, al igual que el oleaje, va a ser más intensa y por lo tanto, la corriente Norte va ser predominante en las regiones costeras. Sin embargo, existe la influencia de las mareas, que en el caso del área de estudio proceden del Norte, lo que origina cambios en la circulación entre las pleamares y bajamares.

### 3.5.1 Metodología

Para los estudios de corrientes se emplean diversos procedimientos y equipos, basados por lo general en los siguientes dos métodos de medición:

El **Lagrangiano** que consiste en el seguimiento de un objeto o sustancia que viaja con la corriente, y el método **Euleriano** que consiste en la medición del flujo de la corriente que discurre a través de un punto fijo.

Las mediciones de corrientes en la zona de estudio se efectuaron utilizando el método Euleriano, que consiste en la medición del flujo de la corriente desde un punto fijo. La posición de las estaciones se realizó utilizando el método de alineación de dos obstáculos en tierra y la profundidad del lugar, una vez ubicados en el área, se tomó la posición utilizando un GPS marca Magellan 310. Para las mediciones de corrientes se utilizó un correntómetro Valeport, para medir la corriente superficial, intermedia y de fondo.

Adicionalmente a la información que fue recogida por Golder Associates, en el año 2002, se realizaron otras mediciones de corrientes entre el 24 y 29 de Marzo y del 30 de Marzo al 12 de Abril del 2003, a 10 m de profundidad, en un punto ubicado a 1,500 m de costa siguiendo el eje del muelle y con una profundidad de 15 m. Asimismo, el mismo día 12 de Abril, durante la tarde, se realizaron mediciones, en el mismo lugar a tres niveles de profundidad (1, 7 y 14 m).

El día 13 de Abril del presente año, se realizaron mediciones de corrientes marinas, a tres niveles de profundidad ( 5, 15 y 25 m), siguiendo el eje del muelle, en la zona de embarque, en un punto donde la profundidad del lugar es de 26 m.

Ver los siguientes planos:

1. Plano B-2 con la batimetría del área del proyecto a escala 1: 7500.
2. Plano C de corrientes, muestras de sedimentos, vientos y perforaciones en el fondo marino, a escala 1:7500.

### **3.5.2 Resultados**

Mediciones a 10 m de profundidad: Entre el 24 y 29 de Marzo y el 30 de Marzo y 12 de Abril del 2003, las direcciones de las corrientes marinas mostraron predominantemente dos flujos: uno hacia el Noroeste y el otro totalmente opuesto hacia el Sureste, siguiendo las líneas isóbatas en forma paralela, al igual que a la línea de costa. Ambas direcciones se alternaron, teniendo duraciones entre 3 a 4 días.

Entre el 24 y 26 la dirección predominante fue hacia el Noroeste, con ciertas variaciones del Norte, haciéndose esta última dirección ligeramente predominante los días 27 y 28 de Marzo. Luego durante los días 30, 31 de Marzo y 01 de Abril la dirección se tornó predominantemente hacia el Sureste. Los días siguientes: 03, 04 y 05 de Abril, la corriente giró nuevamente hacia el Noroeste, para luego los días 07, 08, 09, 10 y 11 de Abril variar nuevamente hacia el Sureste.

Cabe resaltar que durante los días 29 de Marzo, 02 y 06 de Abril, fueron días que mostraron una mayor distribución de direcciones y que coincidieron con los cambios o giros opuestos que predominaron y que fueron hacia el Sureste y Noroeste; sin embargo, en dichos días las direcciones fueron ligeramente predominantes hacia el Sureste y Sur. El día 12 de Abril se observó también una mayor distribución, siendo la dirección hacia el Sur la que predominó ligeramente.

Las velocidades fluctuaron en promedio diario entre 22.0 a 08.0 cm/sg, con un valor promedio, entre los días 24 de Marzo al 12 de Abril de 13.0 cm/sg. Las velocidades máximas diarias fluctuaron entre 33.0 a 18.0 cm/sg, mientras que las velocidades mínimas variaron entre 08.0 a 01.0



cm/sg. Las mayores velocidades de las corrientes se registraron el día 31 de Marzo.

Mediciones a Tres Niveles de Profundidad: En el mismo lugar donde se realizaron las mediciones de corrientes marinas entre el 24 de Marzo y el 12 de Abril, el mismo día 12, durante la tarde, se efectuaron mediciones a tres niveles de profundidad durante 20 minutos en cada nivel. A un metro de profundidad, la corriente superficial mostró una dirección predominante hacia el Oeste y Suroeste, con velocidades que variaron entre 25.0 a 7.0 cm/sg, con un valor promedio de 15.0 cm/sg. A 07 m de profundidad la corriente mostró una dirección predominante hacia el Sureste, con velocidades que fluctuaron entre 38.0 a 10.0 cm/sg, con un valor promedio de 18.0 cm/sg. A 14 m de profundidad la dirección de la corriente marina mostró mucha variabilidad, alcanzando velocidades entre 23.0 a 7.0 cm/sg, con un valor promedio de 15.0 cm/sg.

Mediciones a Tres Niveles de profundidad en la Zona de Embarque: El día 13 de Abril, en la zona de embarque, se realizaron mediciones de corrientes a tres niveles de profundidad, durante aproximadamente 40 minutos en cada nivel. A 05 m de profundidad la dirección predominante fue hacia el Sureste, con velocidades que fluctuaron entre 28.0 a 16.0 cm/sg, con un valor promedio de 20.0 cm/sg. A 15 m de profundidad la dirección de la corriente fue del Sur y Sureste principalmente, presentando velocidades que variaron entre 26.0 a 11.0 cm/sg, con un valor promedio de 17.0 cm/sg. Cerca del fondo, a 25 m de profundidad, la corriente tuvo una dirección predominante del Sureste, al igual que la cercana a la superficie, con velocidades que fluctuaron entre 27.0 a 12.0 cm/sg, presentando un valor promedio de 18.0 cm/sg.

### **3.5.3 Discusión**

De acuerdo a las mediciones efectuadas en la playa Melchorita, la circulación nos muestra velocidades esperadas para la zona, con características de una costa larga y rectilínea, sin la protección natural que tienen otras zonas del litoral peruano. Con respecto a la dirección, esta nos muestra que siguen principalmente paralelas a la línea de costa y a las líneas isóbatas, característica común frente a nuestras costas. Se cree que el cambio de dirección opuesta totalmente, se debe a la influencia de la línea de costa, que ejerce fricción sobre la corriente, haciéndola girar,

principalmente cuando el sistema de circulación de las corrientes peruanas cambia de intensidades.

Observaciones realizadas por GOLDER de Enero a Julio del 2002 muestran velocidades de corrientes cerca del fondo de 8.78 a 10.63 cm/seg., estimando que la velocidad de caída de sedimentos finos como los que se encuentran en el área será menor a 5 cm/seg. en aguas calmas.

### **3.6 Olas**

Para efectuar diseños, evaluación de obras portuarias, actividades de dragado, etc. es importante contar con información sobre las olas del mar, por lo cual es necesario conocer su naturaleza y frecuencia de ocurrencia de las olas, definidas por su período, altura y dirección.

Otro aspecto importante en las mediciones de olas en la costa es la modificación de su dirección, altura y velocidad que sufre el oleaje al acercarse a las playas, por efecto de la disminución de la profundidad del fondo marino y por la presencia de obstáculos (islas, muelles, rompeolas, etc.) que produce la refracción y difracción en la dirección del frente de olas.

#### **3.6.1 Metodología para la evaluación de olas**

En el área de estudio, se tienen mediciones de olas efectuadas por el Ministerio de Pesquería con equipos (ológrafos) que nos dan valores precisos por períodos de observaciones largos (más de tres años). Así mismo, se han efectuado observaciones visuales de olas utilizando olómetros sin ningún mecanismo o dispositivo para realizar un registro automático de las alturas, por lo que fue necesario, que una persona efectúe en intervalos de tiempo, observaciones durante aproximadamente 20 minutos.

#### **3.6.2 Análisis del oleaje**

La magnitud del oleaje en el litoral depende de la altura de las olas en aguas profundas y de la zona de rompiente, por lo tanto es necesario conocer las áreas de incidencia de oleajes en el ámbito del

estudio.

En vista que el cálculo de los datos de olas se efectúan mediante técnicas estadísticas, no es necesario registrar datos de olas en forma continua durante las 24 horas del día

Por lo general, se asume que las características estadísticas de las olas del mar, son constantes durante un número de horas. Dentro de este lapso se toma una muestra que sostenga el suficiente número de olas para que los parámetros característicos ( $H_s$  y  $T_s$ ) sean estables y representativos para ese lapso.

En otras palabras, se debe calcular  $H_s$  y  $T_s$  de un grupo de olas lo suficientemente grande para que elimine las irregularidades que se presentan en un tiempo determinado. Además, se debe tomar un suficiente número de muestras del oleaje al día, para determinar la variación de los parámetros a largo plazo.

### **3.6.3 Tipos de oleaje:**

Se presentan dos tipos de olas en cuanto a su origen:

. Sea (Olas de viento).-

Son olas que están bajo la influencia del viento local que las origina, por lo general, son olas cortas de mucha pendiente y superficie muy confusa, este tipo de olas se presentan con relativa frecuencia en la zona de estudio, debido a la incidencia del viento generado por la diferencia de temperaturas del mar y el desierto, aunque son de muy corto período y poca altura.

. Swell (Olas del mar de fondo).-

Son olas que se originan en alta mar y se propagan a grandes distancias, este tipo de oleaje es la fuente principal de las alturas de olas, cuya incidencia determina la dinámica en las costas de estudio.

### 3.6.4 Resultados del análisis de las olas

Actualmente existen estudios y compilaciones de datos generales para la región costera que nos permiten describir el comportamiento del oleaje en mar abierto.

En general, a lo largo del litoral peruano, el oleaje proviene principalmente del Sur y Suroeste. En el siguiente cuadro, se muestra el resumen de las direcciones y alturas de ola predominante para la región comprendida entre los 10° y los 15° Sur (información del Sailing Directions for South America).

El siguiente cuadro nos permite una apreciación preliminar del rango de alturas de olas y de la dirección predominante de aproximación.

#### Ocurrencia de altura y dirección del oleaje (10° - 15° SUR)

Altura (M)	Sur (%)	Sur-oeste (%)
0.30	35.40	0
1.80	25.20	06.70
3.60	02.30	01.00

De acuerdo a esa información, las direcciones predominantes del oleaje están concentradas en el Sur y Sur-Oeste, mientras que las demás direcciones ocurren con una probabilidad muy baja.

### 3.6.5 Cálculo de alturas de olas

El análisis del oleaje que se ha efectuado está basado en la información registrada en Ventanilla, de la estadística del Sailing Directions y en los datos de las observaciones visuales efectuadas en el área de estudio. El método consiste en obtener los cálculos de altura y período de olas en aguas profundas. Con esta información y en base a la batimetría obtenida para la zona de interés, se proyectó el oleaje

por el método de las ortogonales hasta el lado Oeste del rompeolas de protección, para efectuar los diagramas de difracción, y mediante diagramas de refracción aplicando la ley de Snell (Wiegle), efectuar los cálculos de altura de ola utilizando los diferentes coeficientes de refracción y de cambio de profundidad correspondiente, en la zona de la playa Melchorita.

La altura de una ola en aguas poco profundas está dada por la siguiente fórmula:

$$H = K_r \cdot K_s \cdot K_d \cdot H_o$$

Donde:

$K_r$  = Coeficiente de Refracción

$K_s$  = Coeficiente por Cambio de Profundidad

$K_d$  = Coeficiente de Difracción

$H_o$  = Altura de ola en Aguas Profundas

El coeficiente de Refracción a 20 metros de profundidad en Ventanilla es: 0.8940

$$K_d = 1$$

$$K_s = 0.982$$

De la clasificación de períodos promedios máximos  $T = 14$  sg

La longitud de onda esta dada por  $L_o$  en aguas profundas.

Reemplazando para una altura máxima observada en Ventanilla, que corresponde a un estado de braveza de mar de 3.41 m y una altura significativa de 1.51 metros, registrada en el mes de Junio, se obtiene:

$$H_o = 3.41 / 0.894 \cdot 0.982 = 3.88 \text{ m}$$

$$H_o = 1.51 / 0.894 \cdot 0.982 = 1.72 \text{ m}$$

### **3.6.6 Cálculo de altura de ola, dirección suroeste**

a) A 30 m de Profundidad

$$H = (0.9759) (0.9344) (1) (3.88) = 3.54 \text{ m}$$

$$H = (0.9759) (0.9344) (1) (1.72) = 1.57 \text{ m}$$

b) A 20 m de Profundidad

$$H = (0.9759) (0.9805) (1) (3.88) = 3.71 \text{ m}$$

$$H = (0.9759) (0.9805) (1) (1.72) = 1.65 \text{ m}$$

c) A 10 m de Profundidad

$$H = (1.0174) (1.1010) (1) (3.88) = 4.35 \text{ m}$$

$$H = (1.0174) (1.1010) (1) (1.72) = 1.93 \text{ m}$$

d) A 05 m de Profundidad

$$H = (1.0197) (1.2850) (1) (3.88) = 5.08 \text{ m}$$

$$H = (1.0197) (1.2850) (1) (1.72) = 2.25 \text{ m}$$

### **3.6.7 Cálculo de altura de ola, dirección sur**

a) A 30 m de Profundidad

$$H = (0.8973) (0.9344) (1) (3.88) = 3.25 \text{ m}$$

$$H = (0.8973) (0.9344) (1) (1.72) = 1.44 \text{ m}$$

b) A 20 m de Profundidad

$$H = (0.8803) (0.9805) (1) (3.88) = 3.35 \text{ m}$$

$$H = (0.8803) (0.9805) (1) (1.72) = 1.48 \text{ m}$$

c) A 10 m de Profundidad

$$H = (0.8471) (1.1010) (1) (3.88) = 3.62 \text{ m}$$

$$H = (0.8471) (1.1010) (1) (1.72) = 1.60 \text{ m}$$

d) A 05 m de Profundidad

$$H = (0.8439) (1.2850) (1) (3.88) = 4.21 \text{ m}$$

$$H = (0.8439) (1.2850) (1) (1.72) = 1.87 \text{ m}$$

### 3.6.8 Cálculo de $K_r$ total

$$K_r (\text{Total}) = 0.8439 (0.7833) + 1.0197 (0.2167) = 0.8820$$

### 3.6.9 Cálculo de la altura de ola en la rompiente ( $h_b$ )

Cálculo de  $H'_o$

$$H'_o / H_o = K_r$$

Donde:

$$H_o = 1.72 \text{ y } 3.8$$

$$K_r = 0.8820$$

$$H'_o = K_r \cdot H_o$$

$$H'_o = 0.8820 \times 1.72 = 1.52 \text{ m}$$

$$H'_o = 0.8820 \times 3.88 = 3.42 \text{ m}$$

$$\text{Se evaluó: } H'_o / gT^2 = 1.52 / 1920.8 = 0.00079$$

$$H'_o / gT^2 = 3.42 / 1920.8 = 0.00178$$

Cálculo de la Pendiente (m):

$$\text{de: } 5 / 300 = 0.017$$

$$\text{Entonces: } H_b / H'_o = 1.69 \implies H_b = 1.69 \times 1.52 = 2.57 \text{ m}$$

$$H_b / H'_o = 1.36 \implies H_b = 1.36 \times 3.42 = 4.65 \text{ m}$$

### 3.6.10 Cálculo de la profundidad de la ola cuando rompe

$$H_b / gT^2 = 2.57 / 1920.8 = 0.00134$$

$$H_b / gT^2 = 4.65 / 1920.8 = 0.00242$$

$$m = 0.017$$

Se evaluó:  $db / H_b = 1.12$

$$db = 2.57 \times 1.12 = 2.88 \text{ m}$$

$$db / H_b = 1.07$$

$$db = 4.65 \times 1.14 = 5.29 \text{ m}$$

### 3.6.11 Distancia a la que rompe la ola de la playa

$$\text{La ola rompe a: } 2.88 / 0.017 = 170 \text{ m}$$

$$5.29 / 0.017 = 310 \text{ m}$$

### 3.6.12 Características del oleaje en playa Melchorita y acción de rompeolas

La altura de ola en el área de estudio cuando rompe la misma, calculada en base a los datos obtenidos durante un año de registro en Ventanilla, valor que es aplicable a la zona de Melchorita luego de los cálculos de refracción de olas realizado, es de 2.57 y 4.65 m, para la altura de ola significativa y la altura significativa máxima respectivamente, siendo la profundidad de la rompiente a 2.88 y 5.29 m,



respectivamente, y la distancia donde rompe a 170 y 310 m de la playa, respectivamente.

#### **Parámetros de olas**

H	Hs	Hmáx.	Ts
1.20 m	1.80 m	4.00 m	13.0 sg

Ver los siguientes planos :

3. Plano B-2 con la batimetría del área del proyecto a escala 1: 7500.
4. Plano D-1 de refracción de olas en aguas poco profundas a escala 1:7500.
5. Plano D-3 de difracción de olas en a desde el Sur a escala 1:5000.

#### **Comentarios sobre el oleaje difractado por el rompeolas.**

Existirá un punto de encuentro de las olas que ingresan por ambos extremos del espigón – rompeolas y que se ubica hacia el Este, es decir la zona protegida del oleaje de mar de fondo; este punto de encuentro, para las olas provenientes del Sur, se ubicará en la parte central del área protegida y que coincide con la ubicación de la plataforma de carga del Gas Natural Licuado (GNL) del Terminal proyectado, asegurando de esta manera la operación ininterrumpida en función del estado del tiempo y del estado del mar.

De acuerdo a las posiciones en el plano, las isolíneas de valores del índice de difracción  $K' = 1.00$ , es decir el límite de la influencia del espigón – rompeolas sobre el oleaje, delimita asimétricamente hacia el lado Sur, tomando como eje el puente, debido al ángulo de incidencia de  $90^\circ$ . En dicha zona entre ambos límites, el espigón influye sobre el oleaje, difractándolo y disminuyéndole la energía.

Como consecuencia colateral, al proyectar esta zona de tranquilidad generada por el espigón – rompeolas se promoverá la sedimentación (deposición de sedimentos) en la costa, favoreciendo la formación de una pequeña saliente arenosa, que en su crecimiento estará limitada por la zona de

rompientes, que siempre tendera a levantar los sedimentos en suspensión y trasladarlos generalmente hacia el norte por el efecto combinado de olas, corrientes y mareas. La dinámica de esta formación arenosa será motivo de monitoreo y evaluación como parte de las actividades del estudio de Impacto Ambiental correspondiente, sin embargo en una primera aproximación se estima que este crecimiento no será significativo.

### **3.7 Mareas**

La importancia de las mareas y de su estudio, radica en la necesidad de obtener planos de referencia o datums, con el fin de determinar las alturas de los accidentes topográficos y las profundidades del mar, además en la determinación de terrenos ribereños para el establecimientos de linderos y el diseño de estructuras en zonas costeras, así como, el de la dinámica del área de acuerdo principalmente a sus amplitudes.

Las características maréales de la zona en estudio se han extraído de la Tabla de Mareas editada por la Dirección de Hidrografía y Navegación; observándose que las mareas son del tipo semi-diurno, es decir que se presentan dos pleamares y dos bajamares en un día mareal (24 horas 50 minutos). La amplitud media de la marea es del orden de 0.55 m, mientras que la amplitud durante mareas de sicigias alcanzan valores promedios del orden de 0.73 m. El establecimiento de puerto es de 05 horas 36 minutos.

### **3.8 Tsunamis**

Los tsunamis o maremotos son una serie de ondas marinas de período largo, entre 15 a 40 minutos, que no son percibidas en alta mar, pero que al acercarse a costa, la gran energía cinética que transportan se convierte en energía potencial y las olas pueden alcanzar grandes alturas. El origen más frecuente de generación de tsunamis, son los sismos mayores de 7.5° en la escala de Richter. Las explosiones volcánicas y los derrumbes submarinos son también otras causas de generación de tsunamis.

Cuando se genera un tsunami se propaga en todas las direcciones. La velocidad de propagación está en relación con la profundidad del mar. Por ejemplo, un tsunami que atraviesa una parte del océano donde la profundidad es de 4,000 m, tendrá una velocidad de 720 Km/h. Entonces, al conocer las profundidades del Océano, podemos calcular, el tiempo aproximado de llegada en cualquier parte del litoral, por ejemplo si un tsunami se genera frente a las costas de Alaska, este estaría llegando a las costas del Perú en aproximadamente 16 horas.

La altura de un tsunami mar adentro es sólo de algunos centímetros, un barco navegando en alta mar, no se daría cuenta de su paso por su poca altura; sin embargo, su longitud de onda es de alrededor de 350 Km. El tsunami entonces no representa un peligro en alta mar, pero, al acercarse a las costas su longitud de onda disminuye y crece en altura al verse frenada por el encuentro de cada vez menos profundidad.

En muchas islas de Indonesia y el Japón, con batimetría y topografía desfavorables, los tsunamis llegan a elevarse más de 30 m s.n.m.m.

En el caso del Perú, el tsunami no llegaría como una ola grande, si no más bien como una onda de inundación que estaría entre los 6 a 9 m. de altura.

Afortunadamente, el Perú no ha sufrido los efectos de los tsunamis con la misma frecuencia que otros lugares de la Tierra. Sin embargo, la historia nos dice que nuestro litoral ha sentido los efectos destructivos de muchos en el pasado.

Los más destructivos que ocurrieron en el Perú fueron los del 28 de Octubre de 1746 y el 13 de Agosto de 1868. El primero se generó frente a las costas del Callao alcanzando una altura de 7 m. Este tsunami causó la muerte de 5 a 7 mil habitantes y es probablemente el tsunami más fuerte registrado a la fecha. El Tsunami del 13 de Agosto de 1868 ocasionó grandes daños desde Trujillo (Perú) hasta Concepción (Chile). En Arica, una nave de guerra fue depositada 400 m tierra adentro. El tsunami se dejó sentir en puertos tan lejanos como Hawai, Australia y Japón. Finalmente el último tsunami de carácter destructivo se presentó el 23 de Junio del año 2001, frente a las costas de Camaná, destruyendo casi por completo el balneario de La Punta, con más de mil viviendas

destruidas, 28 muertos y más de 65 desaparecidos.

### **El Sistema Internacional y Nacional de Alerta de Tsunamis**

En Abril de 1964 ocurrió cerca de Alaska, un intenso sismo y tsunami que afectó las costas de muchos países de la cuenca del Océano Pacífico causando grandes pérdidas humanas y materiales. El tsunami llegó varias horas después de ocurrido el sismo; las autoridades de las diferentes localidades pudieron haber advertido a los pobladores para evacuar las zonas costeras, sin embargo, no existía un sistema de alerta para casos de tsunamis.

Esto llevó a la creación en 1965, del Sistema Internacional de Alerta de Tsunamis.

Este Sistema Internacional tiene su centro de operaciones en las islas Hawai y se basa en la información recibida de las estaciones sismográficas y mareográficas (estaciones que miden los sismos y los niveles del mar respectivamente).

Por ejemplo, si un sismo fuerte se produce en cualquier parte del Océano Pacífico, inmediatamente la estación sismográfica más cercana al epicentro comunica a Hawai y esta disemina la información a todos los países que forman parte del sistema. Como no se sabe si el sismo a generado un tsunami, la estación mareográfica más cercana al epicentro entra en alerta y verifica si es que se ha producido un cambio brusco del nivel del mar, es decir la generación de un tsunami, comunicándose con Hawai y esta a su vez a todos los países ribereños, advirtiendo de su generación.

Cada país de la Cuenca del Océano Pacífico tiene un Centro Nacional de Alerta de Tsunamis que coordina con el Sistema Internacional la emisión de alertas. En el Perú, este centro se encuentra en la Dirección de Hidrografía y Navegación (D.H.N.) localizado en Chucuito-Callao.

El Centro Nacional de Alerta recibe la información del Centro Internacional a través del Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" vía moden, y/o teléfono magnético. La D.H.N. al recibir

la alerta, mantiene comunicación con el Sistema Internacional para evaluar el posible riesgo que podría causar en nuestras costas el tsunami. Si existe riesgo, la alerta se transmite al Instituto Nacional de Defensa Civil, entidad responsable de activar los planes de evacuación de la población.

El Instituto Geofísico del Perú también forma parte del Sistema Nacional y le informa sobre la ubicación del epicentro e intensidad de los sismos, para evaluar adecuadamente el riesgo de ocurrencia de un tsunami producido por un sismo local.

Para diseminar adecuadamente las alertas a toda la costa del Perú, la DHN está conectada a través del Sistema de Comunicaciones Navales con todas las Capitanías de puerto del litoral.

Se debe tener en cuenta que en el caso de tsunami de origen lejano el Sistema Nacional de Alerta sería la que pondría en aviso a la población a través de las autoridades de Defensa Civil (Alcalde del distrito - provincia ), pero cuando se trata de un tsunami de origen cercano, la alerta natural es el sismo que se produce unos 15 a 25 minutos antes de que probablemente llegue el tsunami, por lo que los trabajadores deben alejarse de costa hacia una zona alta inmediatamente después de haber sentido un sismo muy fuerte ( $>7.0^\circ$ ).

Los tsunamis han afectado la zona costera de Lima-Callao en el pasado. Los más grandes Tsunamis, especialmente frente a Lima-Callao, son usualmente causados por terremotos, cerca de la costa, por las Placas de Nazca y Sudamérica. El Callao ha padecido repetidamente de estos acontecimientos con muchas pérdidas humanas y de propiedad.

Para el caso de un Tsunami que pueda afectar a la zona de playa Melchorita, en cuanto se registra un sismo que puede generar un Tsunami, se activa el Sistema Internacional de Alerta contra Tsunamis del cual el Perú es parte activa y la Dirección de Hidrografía y Navegación es el contacto nacional.

En el Plan de Contingencias del Terminal Marítimo y en el Estudio de Impacto Ambiental sobre se desarrolla este tema en mayor detalle.

Básicamente las indicaciones para enfrentar los Tsunamis son: Detener todas las operaciones en el Terminal, las embarcaciones deberán alejarse de la costa hasta una profundidad mínima de 20 m. y las personas se alejan de la costa a una altura mínima de 20 m. o 1 km. de distancia de costa.

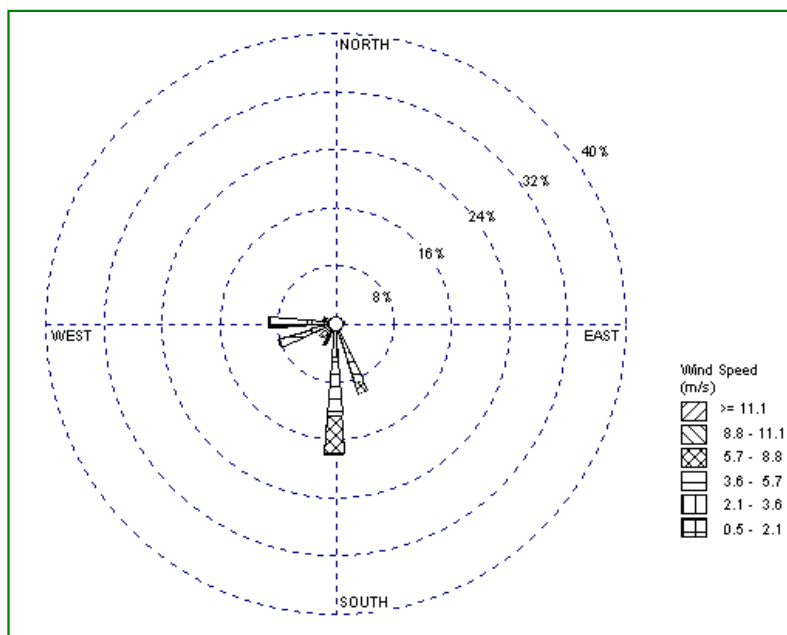
### **3.9 Meteorología**

En general, las condiciones climatológicas en el área de interés, están influenciadas por la dinámica del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental y estacionalmente durante el verano por la dinámica del Anticiclón del Atlántico que en su posición Occidental, ocasiona el transvase de humedad hacia el lado del Pacífico.

El área de estudio por su posición geográfica, se encuentra además influenciada por la presencia de la corriente fría del Perú, que actúa como mecanismo termorregulador; por la Cordillera de los Andes cuyo efecto orográfico regula la persistencia de la dirección de los vientos alisios y por consiguiente del afloramiento costero y el régimen climático de la costa peruana.

Estadísticamente la componente principal del viento es del SSE, oscilando su velocidad media mensual multianual entre 6 a 8 nudos y manteniendo su estabilidad direccional promedio al 80%. Generalmente, la componente del viento varía ligeramente al SSW en horas de la tarde, aumentando su velocidad hasta 12 nudos. En algunas ocasiones del año, el viento presenta componentes del Noroeste a Norte que se mantiene por algunas horas y en casos extremos entre 2 a 3 días. Durante la madrugada y primeras horas de la mañana el viento es débil con tendencia a la calma.

A continuación se presenta a manera de ejemplo una rosa de vientos con el promedio anual de 1996 registrado en el aeropuerto de Pisco, en el cual se puede observar la predominancia de la dirección del sur y sureste sobre las otras direcciones, esta rosa de vientos es aplicable debido a la cercanía con la zona de interés.



Rosa de vientos para 1996 para Pisco, Perú (Estación No. 846910)

### **Influencia macro-escalar del sistema océano-atmósfera**

En el orden macroescalar las condiciones climatológicas en el área de estudio están influenciadas por factores geográficos, oceanográficos y meteorológicos.

Los factores geográficos se deben a la posición latitudinal; los factores oceanográficos, debido a la presencia de la corriente fría del Perú como mecanismo termorregulador, y los factores meteorológicos debido al Anticiclón del Pacífico Sur Oriental, que determina el estado del tiempo y que condiciona la estabilidad de los vientos alisios como agente externo de generación de oleaje irregular.

### **Influencia meso-escalar y local**

En el orden meso-escalar, la influencia continental modifica la circulación a lo largo de la línea costera, debido a los accidentes orográficos, asimismo, el flujo es levemente modificado por el diferencial de temperatura entre el mar y tierra, acentuándose más en las zonas del litoral con

mayor área desértica, y en zonas específicas con prominencias y/o entrantes (bahías, ensenadas, penínsulas); también producen modificaciones en la circulación del aire, debido al efecto de fricción y al cambio en la cantidad de movimiento entre el flujo del aire sobre el mar y tierra.

### **Evaluación climatológica**

En general las condiciones climatológicas en el área de interés, están influenciadas por la dinámica del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental y estacionalmente durante el verano por la dinámica del Anticiclón del Atlántico en su posición Occidental, que ocasiona el transvase de humedad hacia el lado del Pacífico.

El área de estudio por su posición geográfica, se encuentra además influenciada por la presencia de la corriente fría del Perú, como mecanismo termorregulador, la Cordillera de los Andes como efecto orográfico en la libre circulación, que condiciona la estabilidad de los vientos alisios y la presencia del fenómeno de El Niño que altera el régimen climático.

Estadísticamente la componente principal del viento es del SSE, oscilando su velocidad media mensual multianual entre 6 a 8 nudos y manteniendo su estabilidad direccional promedio al 80%. Generalmente, la componente del viento varía ligeramente al SSW en horas de la tarde, aumentando su velocidad hasta 12 nudos. En algunas ocasiones del año, el viento presenta componentes del Noroeste a Norte que se mantiene por algunas horas y en casos extremos entre 2 a 3 días. Durante la madrugada y primeras horas de la mañana el viento es débil con tendencia a la calma.

En el orden de meso-escala, la circulación es modificada a lo largo de la línea costera, por diferencial de temperatura entre el mar y tierra, acentuándose en las zonas del litoral con mayor área de desierto, como por ejemplo entre las áreas interfluviales.

Por el mismo principio de diferencia de temperatura, la circulación es levemente modificada mar adentro por presencia de bulbos de agua cálida y de acuerdo al gradiente térmico horizontal respecto a su periferia.



Las prominencias y entrantes (penínsulas, bahías) que se presentan a lo largo de la línea costera, y siendo el flujo no paralelo a ella, también producen modificaciones en la circulación del aire, debido al efecto de fricción y al cambio en la cantidad de movimiento entre el flujo del aire sobre el mar y tierra.

La temperatura del aire varía en promedio mensual multianual entre 16.6° a 21.9°C, presentando su temperatura mínima media en el mes de Setiembre (15.4°C) y su máxima en el mes de Marzo (26.8°C), asimismo la Humedad Relativa media se mantiene entre 77 a 90% mensual. Las horas de brillo solar en promedio mensual oscila entre 2.3 a 5.9 horas diarias, que corresponden a los meses de Agosto y Marzo respectivamente.

El tipo de nubosidad que se presenta es estratiforme. Durante el invierno, cubierto en las mañanas por estratos y estratocúmulos y gradualmente variando a nublado al medio día. En el verano se presentan coberturas nubosas de nublado a nublado parcial por estratocúmulos y altocúmulos, y frecuentemente durante las tardes invasión de nubosidad cirrostratos y altostratos, producto del transvase desde la Amazonía central hacia el lado del Pacífico.

En el área de estudio son poco frecuentes las precipitaciones, registrándose solamente trazas aisladas tipo llovizna en invierno y tipo lluvia ligera durante el verano, proveniente de nubosidades estratos y altostratos respectivamente.

Sin embargo, es más frecuente la presencia de nieblas ligeras que reducen la visibilidad horizontal a menos de 9 km durante gran parte del año, especialmente durante las madrugadas y primeras horas de la mañana. Durante la época de verano, es frecuente las nieblas radiactivas en las primeras horas de la mañana, siendo en algunos casos moderadas a densas, reduciendo las visibilidades a menos de 1,000 m. Durante la época de invierno, la frecuencia de nieblas es debida principalmente a la advección de aire húmedo desde el océano, producto de la intensificación del Anticiclón del Pacífico Sur Oriental y el enfriamiento superficial del mar en áreas costeras.

Durante la época del fenómeno de El Niño, las temperaturas del aire aumentan entre 2° a 4°C, el viento aumenta entre 20 a 50% más del promedio mensual, especialmente durante las tardes. Se presentan precipitaciones ligeras de mayor intensidad y cobertura espacial.

### **3.10 Aspectos físicos de los cambios climáticos**

La radiación solar es la principal fuente de energía de nuestro planeta. Los continentes, mares, océanos y atmósfera absorben esta radiación solar de acuerdo a su ubicación latitudinal y como consecuencia de la interacción océano – atmósfera, se originan los estados del tiempo y climas. Sin embargo, ocurren cambios climáticos a escala geológica que involucran miles o millones de años y cuyas causas son discutidas por los científicos, entre ellas, las variaciones de la posición del planeta, actividad de las manchas solares, actividad volcánica o el contenido de dióxido de carbono en la atmósfera, etc.

Los especialistas del grupo de trabajo sobre ciencias para el incremento del nivel del mar del Panel Intergubernamental de Centros Climáticos (IPCC), han obtenido como consecuencia de la creciente emanación de gases con efecto de invernadero a la atmósfera, seis posibles escenarios, el promedio estima un aumento de la temperatura global del aire para los próximos 100 años y como consecuencia una subida del nivel del mar entre 0.35 a 0.85 m, aunque todavía existe incertidumbre en esta estimación.

Hoy en día, en la Comunidad Científica Internacional existe el consenso de que los cambios climáticos vienen originado cambios globales y que se hace necesario hacer estimaciones cualitativas y cuantitativas de los efectos que podrían causar.

El calentamiento global afectará profundamente los ecosistemas de nuestra zona costera y mar territorial, sin embargo, las consecuencias no pueden ser estimadas en su verdadera magnitud. Cualquier cambio en el clima y en el nivel del mar afectará en muchos aspectos el ambiente marino de nuestro mar.

La temperatura, salinidad, las corrientes marinas, la turbulencia, características del oleaje y las frecuencias de tormentas pueden llegar a alterarse. Las inundaciones junto con los maretazos y las erosiones reducirán la franja costera y sus habitats.

La intrusión marina combinada con efectos climáticos tales como el crecimiento de la escorrentía, podrían alterar la salinidad de los estuarios y por ende afectar sus ecosistemas.

Los modelos de simulación de los efectos del calentamiento global sobre la circulación atmosférica hacen suponer que habrán cambios significativos. Un grado de aproximación de los cambios en la circulación de la atmósfera puede ser obtenido de los periodos cálidos ocurridos en el pasado.

Algunos científicos han analizado los cambios climáticos y la circulación atmosférica para años fríos y cálidos durante el siglo XX, desarrollando algunos escenarios para el diagnóstico que definen las principales características del cambio climático.

En términos generales, las variaciones de temperatura serán de mayor magnitud hacia los polos y menores hacia el Ecuador. Para zonas de latitudes bajas, se estima un calentamiento de 25° C que generaría un incremento entre 2° a 2.5° C en verano y de 3 a 3.7° C en invierno. A nivel mundial, regional y nacional es muy difícil predecir en detalle como el ambiente costero responderá al calentamiento global; sin embargo, se acepta que las consecuencias probables serán de gran alcance afectando en diferentes aspectos.

Por otro lado, aunque los eventos de El Niño pueden ser una buena simulación de los efectos que un cambio climático causaría en el ecosistema de afloramiento peruano (subida de las temperaturas del aire y mar, incremento de las precipitaciones, aumento del nivel del mar, etc.), es necesario anotar lo siguiente:

Cambios temporales que produce el fenómeno de El Niño, son sólo la parte inicial de un proceso más largo conocido como sucesión ecológica que tendrá lugar al hacerse permanentes las nuevas condiciones ambientales. Por lo tanto los aparentes aspectos “benéficos y maléficos” de El Niño

sólo podrían ser temporales, siendo impredecible aún con el actual conocimiento de la ciencia ecológica el nuevo estado que adoptaría el ecosistema, a largo plazo.

### **3.11 Caracterización de la calidad del agua y del sedimento del cuerpo receptor.**

Para efectos de determinar la calidad del agua y del sedimento del cuerpo receptor se tomó nueve puntos de muestreo en forma paralela a la línea de costa y tomando como referencia, el eje del proyecto con los puntos: E1, E2 y E3 desde el punto mas próximo a la costa y hacia mar adentro, tres hacia el sur y tres hacia el norte, paralelo a este eje con una distancia de separación de la primera línea de la costa de 770m y una separación a partir de esta línea de 500m y 500m de separación lateral, con profundidades de cada línea de 10m, 12m y 14m ( ver plano C1), en estos mismos puntos se tomaron muestras de sedimento .

#### **3.11.1 Materiales y métodos**

Anteriormente en fechas 14 de julio del 2002 y 6 de octubre del mismo año se efectuaron muestreos a cargo de Golder Associates en el marco del proyecto integral, con toma de muestra de aguas, sedimentos y controles biológicos.

Para efectuar los muestreos se utilizó una embarcación, equipo de muestreo de agua a tres niveles (superficial, medio y fondo), medidores electroquímicos de pH, OD, temperatura y salinidad; draga, botellas para la recolección de muestras de agua y de sedimentos.

La muestras tomadas en sus respectivos envases de acuerdo a la naturaleza de ensayo a desarrollar sobre ella, fueron preservadas en refrigeración y enviadas en forma inmediata al laboratorio de Envirolab - Perú S.A,C. y a los Laboratorios de la Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Oceanografía, Pesquería y C.A.

#### **3.11.2. Coordenadas UTM ( WGS 84) de los puntos de muestreo**

Fecha de muestreo: 26 de Marzo del 2003

Código	NORTE	ESTE
E-1	8 534 207,394	358 156,136
E-2	8 533 853,872	357 802,551
E-3	8 533 500,350	357 448,966
E-4	8 534 560,979	357 802,614
E-5	8 534 207,457	357 449,029
E-6	8 533 853,934	357 095,444
E-7	8 533 853,809	358 509,658
E-8	8 533 500,287	358 156,073
E-9	8 533 146,765	357 802,488

### 3.11.3. Calidad del agua resultados y discusión

#### A) Temperatura en °C (perfil vertical de temperatura)

Prof. m.	E7(Norte)	E1(Centro)	E4(Sur)
0	21.7	21.8	21.9
1	21.7	21.8	21.8
2	21.7	21.7	21.8
3	21.6	21.7	21.7
4	21.6	21.7	21.7
5	21.6	21.7	21.7
6	21.5	21.5	21.6
7	21.0	21.1	21.4
8	20.5	20.8	21.0
9	20.3	20.5	20.5

Prof. m.	E8(Norte)	E2(Centro)	E5(Sur)
0	21.7	21.8	21.8
1	21.7	21.7	21.7
2	21.7	21.7	21.7
3	21.6	21.6	21.6
4	21.6	21.6	21.6
5	21.6	21.5	21.5
6	21.5	21.3	21.4
7	21.0	21.0	21.3

8	20.2	20.2	20.5
9	19.7	19.8	19.9
10	19.4	19.5	19.5
11	19.0	19.3	19.0

Prof. m.	E9(Norte)	E3(Centro)	E6(Sur)
0	22.0	22.0	22.0
1	21.9	21.9	21.9
2	21.8	21.9	21.9
3	21.8	21.7	21.8
4	21.7	21.7	21.8
5	21.6	21.6	21.7
6	21.3	21.3	21.3
7	21.1	21.1	21.1
8	20.7	20.8	20.8
9	20.5	20.6	20.6
10	19.9	20.0	20.0
11	19.0	19.3	19.3
12	18.7	18.8	18.8
13	18.2	18.3	18.3

Las temperaturas registradas en la fecha de muestreo, muestran las mismas tendencias para la temporada cálida.

**B) Oxígeno disuelto en mg/l(perfil vertical de oxígeno disuelto)**

Prof. m.	E7(Norte)	E1(Centro)	E4(Sur)
0	9.42	9.41	9.53
1	9.33	9.38	9.42
2	9.26	9.25	9.38
3	8.72	9.24	9.20
4	8.65	8.73	8.70
5	6.58	6.36	6.40
6	6.12	6.02	6.20
7	5.61	5.76	5.90
8	5.08	5.20	5.30
9	4.40	4.36	4.70

Prof. m.	E8(Norte)	E2(Centro)	E5(Sur)
0	9.85	9.96	9.90
1	9.76	9.82	9.82
2	9.60	9.72	9.42
3	8.91	9.62	9.12

4	7.63	8.63	8.25
5	7.30	7.42	7.63
6	6.54	6.25	6.70
7	5.70	5.62	5.24
8	5.40	5.59	5.02
9	4.75	4.30	4.61
10	4.12	4.05	4.22
11	3.42	3.56	3.64

Prof. m.	E9(Norte)	E3(Centro)	E6(Sur)
0	1.10	9.70	9.90
1	10.03	9.25	9.70
2	9.69	9.10	9.30
3	9.06	9.08	9.12
4	8.20	9.16	8.82
5	7.76	8.42	8.23
6	7.47	8.24	7.94
7	6.71	6.42	6.72
8	6.40	6.29	6.12
9	5.72	5.70	5.93
10	5.32	5.21	4.93
11	4.68	4.74	4.12
12	4.12	4.02	3.70
13	3.70	3.61	3.24

En la fecha del muestreo, se presentaron condiciones de sobre saturación, debido a la alta concentración de fitoplancton, gobernado la zona. Asimismo se presentaron buenas condiciones de oxigenación en toda la columna de agua.

**C) Salinidad S‰o (Perfil vertical de Salinidad)**

Prof. m.	E7(Norte)	E1(Centro)	E4(Sur)
0	33.3	33.2	32.6
1	33.3	33.2	32.9
2	33.3	33.2	32.9
3	33.3	33.2	33.0
4	33.3	33.3	33.0
5	33.3	33.3	33.1
6	33.4	33.3	33.1
7	33.4	33.4	33.2
8	33.4	33.4	33.2
9	33.5	33.4	33.3

Prof. m.	E8(Norte)	E2(Centro)	E5(Sur)
0	33.4	33.4	33.4
1	33.4	33.4	33.4
2	33.4	33.4	33.4
3	33.4	33.5	33.4
4	33.4	33.5	33.4
5	33.4	33.5	33.5
6	33.5	33.5	33.5
7	33.5	33.6	33.5
8	33.6	33.6	33.6
9	33.6	33.6	33.6
10	33.6	33.7	33.6
11	33.7	33.7	33.7

Prof. m.	E9(Norte)	E3(Centro)	E6(Sur)
0	33.6	33.6	33.6
1	33.6	33.6	33.6
2	33.6	33.6	33.6
3	33.6	33.6	33.7
4	33.7	33.6	33.7
5	33.7	33.7	33.7
6	33.8	33.7	33.8
7	33.8	33.8	33.8
8	33.8	33.8	33.8
9	33.8	33.9	33.9
10	33.9	33.9	33.9
11	34.0	34.0	34.0
12	34.0	34.0	34.0
13	34.1	34.1	34.1

En la fecha del muestreo, se muestra claramente la influencia de los aportes de agua dulce del Río Chíncha, presentando su mayor efecto hacia la zona costera y hacia la superficie, debido a que los procesos de mezcla dan como resultado aguas de menor densidad, por lo que se mantiene superficialmente y costera.

**D) Demanda Bioquímica de oxígeno:**

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	3.81	3.46	3.10
E2	2.60	2.16	2.32
E3	2.06	1.19	1.71

Los valores encontrados de la DBO, se muestran ligeramente por encima de las aguas sin



contaminación, esto se debe a la presencia de gran cantidad de plancton distribuido en la columna de agua.

**E) Sólidos Suspendidos Totales en mg/l (SST):**

**Orgánico**

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	26.87	23.90	24.00
E2	24.70	26.10	25.73
E3	18.20	29.30	29.75

**Inorgánico**

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	10.05	11.50	13.00
E2	11.10	8.76	9.37
E3	16.10	2.63	10.38

**Total**

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	36.92	35.40	37.00
E2	34.80	34.86	35.10
E3	34.30	32.02	40.13

Los sólidos suspendidos totales, están compuestos principalmente por material orgánico (plancton) y partículas inorgánicas ( limos y arcillas).

**F) Hidrocarburo (por cromatografía de gases) en mg/l:**

Código	Superficial
E1	0.00
E2	0.00
E3	0.00

Los hidrocarburos, no se encuentran presentes en las aguas de la zona.

**G) Nitrógeno:**

Las formas de nitrógeno de las aguas son nitritos, nitratos, nitrógeno y Nitrógeno orgánico, en esta oportunidad se ha evaluado nitritos, nitratos y nitrógeno total.

Nitritos

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	0.007	0.004	0.043
E2	0.005	0.008	0.028
E3	0.009	0.004	0.023

Se presentan las mayores concentraciones de nitritos en el fondo, lo cual es coincidente con la baja cantidad de oxígeno, debido a la alta densidad de plancton que impide la fotosíntesis del plancton del fondo, es por que se mantiene el nitrito sin oxidarse.

Nitratos

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	0.004	0.012	0.241
E2	0.006	0.023	0.343
E3	0.016	0.141	0.493

Del mismo modo que el nitrito, las mayores concentraciones se presentan en el fondo y hacia mar adentro, por las mismas razones expuestas anteriormente, asimismo se observa que casi se ha agotado el nitrato superficial por efecto del fitoplancton.

Nitrógeno total

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	0.817	0.733	1.004
E2	0.752	0.814	1.143
E3	0.571	1.027	1.409

Este valor esta asociado al nitrógeno del plancton, nitritos y nitratos.

**H) Fósforo**

Fosfatos

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	0.085	0.106	0.157

E2	0.108	0.116	0.226
E3	0.114	0.173	0.343

Del mismo modo que el nitrito y nitrato, las mayores concentraciones se presentan en el fondo y hacia mar adentro, por las razones antes expuestas.

Fósforo total

Código	Superficial	Medio	Fondo
E1	0.891	0.823	0.877
E2	0.849	0.899	0.998
E3	0.660	1.055	1.236

Similar patrón que con el nitrógeno orgánico.

#### 3.11.4. Calidad del sedimento, resultados y discusión

Se tomaron tres muestras de sedimento en los mismos puntos de la toma de muestras de agua.

##### A) Composición:

Malla (um)	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
>500	0,23	0,38	0,14	0,00	0,53	0,82	0,02	0,22	0,42
>354	0,26	0,36	0,49	0,09	0,35	0,75	0,13	0,41	0,25
>250	0,41	0,57	0,78	0,11	0,30	0,97	0,33	0,42	0,88
>177	1,31	2,01	0,73	0,23	0,29	0,59	0,86	0,73	1,69
>125	3,70	2,91	23,29	0,39	1,42	2,37	6,21	19,62	13,99
>88	80,85	67,07	46,35	69,03	73,38	42,69	67,85	62,43	71,22
<88	13,24	26,70	28,17	29,64	23,74	51,62	24,63	16,17	11,54

Los sedimentos están constituidos de arena muy fina y fango.

##### B) Metales en mg/kg (Cu, Pb, Cd, Hg y Fe) :

Se evaluaron metales en la fracción inferior a 80 um

Código	Cobre	Plomo	Cadmio	Mercurio	Fierro
E1	11.4	7.1	2.19	0.052	11730
E2	12.3	11.1	3.56	0.070	14595
E3	22.73	10.2	3.60	0.052	14810

En la zona de estudio el aporte antrópico de metales es insignificante y podría provenir del aporte de material que acarrea y deposita el río Chíncha, ubicada al sur del área de interés. Asimismo, en la cuenca del Río Chíncha no hay actividad minera que podría contaminar los sedimentos que arrastra este río, por lo que la presencia de metales es del orden natural.

### **3.12. Condiciones biológicas: hábitats y Biodiversidad**

#### **3.12.1 Materiales y Métodos**

Para efectos de evaluar las condiciones biológicas de hábitat y biodiversidad, se lanzaron redes de plantón, muestras de agua para microbiología (coliformes totales y fecales) y parásitos intestinales del hombre, asimismo se tomaron muestras de sedimento para este fin.

Los muestreos y análisis de las muestras fueron efectuados por el Biólogo Dr. Juan Acosta, fitólogo de especialidad.

#### **3.12.2 Resultados y discusión**

Los resultados de los exámenes de microbiología y parásitos sobre las muestra de aguas fueron negativos, lo que confirma lo dicho anteriormente, sobre la escasa acción antrópica en el lugar.

##### **A) Plancton:**

En esta parte del análisis de las muestras de superficie se han considerado tres muestras

comprendidas Frasco L1, L2 y L3; que corresponden a las estaciones E1, E2 y E3. El estudio nos permite evaluar la información las condiciones de la productividad primaria y la densidad de especies del primer nivel trófico en este ecosistema marino.

En el Fitoplancton marino se han determinado 9 especies de Diatomeas y 7 especies de Dinoflagelados. Siendo la especie mas representativa el Dinoflagelado Ceratium reflexum, cuyo aspecto cuantitativo está dado por 3,333 células por mililitro. De las muestras estudiadas el frasco L1 se considera cualitativamente el mas importante por la mayor diversidad de Diatomeas y esta a la vez son de tamaño muy pequeño que sirven de alimento a otras especies.

El zooplancton marino está representado en forma dispersa en tres formas de estadios larvarios de Crustáceos (COPEPODOS), pertenecientes a los CALANOIDEA, CYCLOPOIDA y HARPACTICOIDA.

## **Frasco I1**

### **Fitoplancton marino**

#### DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardo doradas ó pardo verdosas)

##### Clase Bacillariophyceae (Diatomeas)

##### Sub-Clase CENTRICA

- Coscinodiscus excentricus Ehr.
- Rhizosolenia alata Brightw.
- Planktoniella sol (Wall.) Schütt
- Ditylum brighwellii (West) Grun.
- Chaetoceros gracilis Schütt
- Stephanopyxis turris (Grev. and Arn.) Ralfs

##### Sub – Clase PENNATAE

- Nitzschia sp.
- Gyrosigma sp.
- Thalassiothrix nitzschoides Grun.

DIVISION PYRROPHYTA (Dinoflagelados)

Clase Dinophyceae

- Prorocentrum micans Her.
- Dinophysis caudata Saville Kent

Peridinales

Peridiniaceae

- Peridinium crassipes Kofoid
- Ceratium furca (Ehrenberg) Claparide et Lachmann.
- Ceratium fusus (Her.) Clab. And Lachm.

Gymnodinales

Gonyaulaceae

Gonyaulax minima Matzenauer

La especie más representativa cuantitativamente es el Dinoflagelado Ceratium reflexum Cleve, cuya determinación es: 3,333.33 cél./ml.

**Zooplankton marino**

-Estadios larvarios de Copépodos de los Sub – Orden CALANOIDEA y CYCLOPOIDA.

**Frasco I2**

**Fitoplancton marino**

DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardo doradas ó pardo verdosas)

Clase Bacillariophyceae (Diatomeas)

Sub-Clase CENTRICA

- Coscinodiscus excentricus Ehr.
- Planktoniella sol (Wall.) Schütt
- Chaetoceros gracilis Schütt

- Rhizosolenia alata Brightw.
- Ditylum brighwellii (West) Grun.

DIVISION PYRROPHYTA (Dinoflagelados)

- Ceratium reflexum
- Ceratium furca (Ehrenberg) Claparide et Lachm.
- Ceratium fusus (Her.) Clab. and Lachm.
- Peridinium divergens Ehrenberg
- Peridinium diabolus Cleve
- Gonyaulax minima Matzenauer
- Dinophysis caudata Saville Kent

La especie más representativa cuantitativamente es el Dinoflagelado Ceratium reflexum Cleve, cuyo porcentaje se determina: 2,222.22 cél./ml.

**Zooplankton marino**

Estadios larvarios de Copépodos (CRUSTACEA), de las formas: Orden CALANOIDA y CYCLOPOIDA.

**Frasco L3**

**Fitoplancton marino**

DIVISIÓN CHRYSOPHYTA (Algas pardo doradas y pardo verdosas)

Clase Bacillariophyceae (Diatomeas)

Sub – Clase Centricae

- Coscinodiscus excentricus Ehr.
- Chaetoceros gracilis Schütt
- Planktoniella sol (Wall) Schütt
- Rhizosolenia alata Brightw.

- Ditylum brighwellii (West.) Grun.

Sub – Clase PENNATAE

- Gyrosigma

#### DIVISIÓN PYRROPHYTA (Dinoflagelados)

- Ceratium reflexum Cleve y restos del frústulo.
- Ceratium tripos forma tripodioides (Joergensen) Paulsen
- Peridinium divergens Ehrenberg
- Dinophysis caudata Saville Kent

La especie más frecuente y representativa es el Dinoflagelado Ceratium reflexum Cleve, cuyo porcentaje cuantitativo es: 2,222.22 cél./ml.

#### **Zooplankton marino**

- Presencia de estadíos larvarios de copépodos (CRUSTACEA) de la forma: Sub – Orden CALANOIDA, CYCLOPOIDA y HARPACTICOIDA.

#### **B) Bentos**

Las muestras del Bentos que se han estudiado comprenden de profundidades de 10 m., 15 m., 20m. y 25 m. de las cuales se han determinado el MICROBENTOS y el MACROBENTOS.

El MICROBENTOS, está comprendido por algas de las CYANOPHYTA (1 especie), CHRYSOPHYTA del grupo de las Diatomeas (5 especies), PYRROPHYTA (2 especies). El zooplankton constituido por una forma larval de Copépodos del sub-orden de las Calanoida.

El MACROBENTOS, constituido por MOLUSCA (2 especies) y CRUSTACEA (1 especie).

De todo el material estudiado a diferentes profundidades las 2 especies de Moluscos, Mulinia edulis y Nassarius dentifer no son especies utilizadas por el hombre y el Crustáceo, Pleuroncodes



monodon que es una especie errante Bento-pelágico, que vive en las profundidades y superficie y que algunos peces se alimentan como la “cabrilla” Paralabrax humeralis, “chita” Anisotremus scapularis y aparentemente la “pota” Dosidicus gigas que siempre se le encuentra constituyendo comunidades con este crustáceo.

### C) Peces

#### Lista de peces de desembarque en el muelle tambo de mora

(Capturados 2002, por la pesca artesanal), datos obtenidos por el equipo de Biología del Terminal Pesquero, Mercado de Tambo de Mora y estadísticas de la Dirección Regional de Pesquería.

- “Raya” (Urotrygon ssp.). Demersal. 170-280, 117-400 kg/viaje.
- “Tembladera” (Torpedo tremens), Fam. TORPEDINIDAE. Demersal. 150-200, 82-250 kg/viaje.
- “Guitarra” (Rhinobatos planiceps), Fam. RHINOBATIDAE. Demersal. 20-80, 82-200 kg/viaje.
- “Ayanque” (Cynoscion analis), Fam. SCIAENIDAE. Pelágico. 75-120, 40-88 kg/viaje.
- “Bobo”, “mis mis”, “misho”, “zorro”, “chula” (Menticirrhus ophicephalus), Fam. SCIAENIDAE. Pelágico. 50-94 y 32-74 kg/viaje.
- “Peje zorro”, “tiburón zorro” (Alopias vulpinus), Fam. ALOPIIDAE. Demersal. 40-80 kg/viaje.
- “Coco” (Paralonchurus peruanus), Fam. SCIAENIDAE. Pelágico. 28-98, 33-73 kg/viaje.

- “Lisa” (Mugil cephalus), Fam. MUGILIDAE. Demersal. 29-50, 20-80 kg/viaje.
- “Mojarrilla” (Stellifer minor), Fam. SCIAENIDAE. 20-50, 15-40 kg/viaje.
- “Tollo fino”, “tollo blanco” (Mustelus mento) y “tollo común” (Mustelus whitneyi), Fam. TRIAKIDAE. 17-60 kg/viaje.
- “Lorna” (Sciaena deliciosa) Fam. SCIAENIDAE.
- “Cabinza” (Isacia conceptionis). Fam. POMADASYIDAE
- “Pejerrey” (Odontesthes regia regia). Fam. ATHERINIDAE

#### **D) Flora y fauna Costera**

El día lunes 24 de Marzo del 2003, se hizo un recorrido de colección por la playa Melchorita, a lo largo de varios kilómetros en las zonas ecológicas del supralitoral e intermareal en un medio totalmente arenoso – fangoso característico en esta zona costera (De acuerdo a los estudios de KOEPCKE, 1952), observándose:

**Moluscos**, como el “choro” Aulacomya ater (MITILIDAE), “almeja de fango” Mulinia edulis (MACTRIDAE).

**Crustáceos**, “carretero” Ocypode gaudichaudii (OCYPODIDAE) característico de este medio, que se alimenta del detritus, “cangrejo peludo” Cancer setosus (CANCRIDAE).

**Mamíferos**, como el “lobo marino común” Otaria byronia.

**Aves**, típicas ecológicamente de este medio como “gallinazo” Coragyps stratus, “chuita” Phalacrocorax gaimardi (PHALACROCORACIDAE), “cuervo del mar”, ó “cushuri”

Phalacrocorax olivaceus (PHALACROCORACIDAE), “tijereta de mar” Eregata magnificens, “Ostrero común” ó “Pitanay” Haematopus ostralegus pita (HAEMATOPODIDAE), “gaviota dominicana” Larus dominicanus (LARIDAE), “piquero común” Sula variegata (SULIDAE).

En esta zona se ha observado en forma continua restos de vegetales de plantas fanerogámicas, provenientes del monte ribereño de ríos muy cerca a esta zona y que son arrastradas por las mareas y varadas en la zona del supralitoral.

### **3.13 Usos actuales y futuros del mar y playas**

En la actualidad, el uso que se le da al área es para la pesca artesanal, que debido a las características de la zona (accesibilidad) es reducida.

A mas de 5 km. al sur del área de la planta, se ha instalado un balneario denominado Wakama eco - playa que se encuentra desde años y viene construyendo nuevas cabañas de material rústico.

En cuanto a los usos futuros, la instalación de un terminal para el embarque de gas crearía en la zona una expectativa de desarrollo con actividades de servicio para el terminal en áreas próximas y fuera de la zona de restricción del proyecto.

### **3.14 FACTORES SOCIO-ECONOMICOS**

#### **3.14.1 Localización del proyecto**

El área seleccionada para la construcción de la Planta de Licuefacción y Exportación de Gas Natural se localiza 168 km. al sur de la ciudad de Lima, sobre el costado oeste de la Carretera Panamericana Sur, en la jurisdicción del Distrito de San Vicente de Cañete, Provincia de Cañete, Departamento de Lima.

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, se estima que por la ubicación geográfica y política de área seleccionada, la influencia de las actividades de construcción y operación del proyecto sobre los aspectos sociales y económicos tales como el uso de bienes y servicios, empleo de mano de obra, actividad pesquera y agrícola, pago de tributos, permisos y aprobaciones municipales entre otros, se distribuirá sobre:

- Un área de influencia directa, definida como un área comprendida por los distritos de San Vicente de Cañete, Cerro Azul en la Provincia de Cañete (Departamento de Lima) y los distritos de Grocio Prado, Sunampe, Tambo de Mora, Pueblo Nuevo y Chincha Alta en la Provincia de Chincha (Departamento de Ica).
- Un área de influencia indirecta comprendida por el resto de las provincias de Cañete y Chincha, las cuales forman parte de los departamentos de Lima e Ica, respectivamente.

### **3.14.2 Uso y tenencia de la tierra**

El área seleccionada para el proyecto esta conformada por terrenos eriazos de propiedad del Estado Peruano. La propiedad se encuentra localizada en el distrito de San Vicente de Cañete, con un área aproximada de 521 hectáreas, los cuales serán adquiridos mediante compra directa a la Superintendencia de Bienes Nacionales (SBN). El área de playa y superficie marina será solicitada en concesión mediante el procedimiento respectivo.

El área seleccionada no presenta ningún tipo de ocupación permanente. Sin embargo, se ha apreciado durante la realización de los estudios de línea base que algunos habitantes de poblaciones vecinas utilizan el área de interés para acceder o transitar a zonas de pesca o pescan estacionalmente en la playa.

La empresa ha llevado a cabo los estudios arqueológicos requeridos por lo cual a la fecha se cuenta con el Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) emitido por el Instituto Nacional de Cultura (INC).

### **3.14.3 Perfil social**

El área del proyecto está ubicada en la Provincia de Cañete, en el Departamento de Lima, sin embargo, su localización tan próxima al límite provincial y departamental, hacen que el área de interés del proyecto se extienda hacia el sur involucrando la provincia de Chincha, en el Departamento de Ica.

### **3.14.4 Población**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, la Provincia de Cañete es una de las 11 provincias del Departamento de Lima. La población estimada para el año 2002 (INEI) es de 173.872, lo que correspondería al 2,1% del total departamental. La densidad de población es de 38 habitantes por km<sup>2</sup> y la población urbana alcanza el 73,4% (127.695 hab.) del total, mientras que el restante 26,6% (46.177 hab.) está distribuido en el área rural. El número de hombres es de 87.410 (50,3%) y de mujeres de 86.462 (49,7%).

La Provincia de Cañete, con una superficie total de 4.577 km<sup>2</sup>, se encuentra dividida en 16 distritos, cuya distribución de población, en el año 2002.

Por su parte, el Distrito de San Vicente, en cuya jurisdicción se construirá el proyecto, tiene un

total estimado de 38.057 habitantes (22% de la población de la Provincia de Cañete) distribuidos en una superficie de 513,15 km<sup>2</sup> lo que representa una densidad poblacional de 74,2 habitantes por km<sup>2</sup>. El 68,3% (26.009 hab.) de la población se concentra en el área urbana y el 31,7% se distribuye en el área rural (12.048 hab.). La población urbana del distrito representa el 21% de la población urbana de la Provincia de Cañete y el 26% de la población rural. La población masculina del distrito asciende a 18.689, mientras que la femenina a 19.368. Dentro de la provincia, los distritos con mayor presencia femenina son San Vicente de Cañete con 51%, Imperial con 51% y Lunahuaná con 50%.

La Provincia de Chincha, la cual es parte del área de influencia directa del proyecto, es una de las 5 provincias del Departamento de Ica, junto con Pisco, Ica, Palpa y Nazca. La población estimada para el año 2002 (INEI) es de 176.732 habitantes lo que representa el 27% del total departamental. La superficie total de la provincia es de 2.988,27 km<sup>2</sup>, lo que significa una densidad de población de 59 habitantes por km<sup>2</sup>. La población urbana alcanza el 82,3% (145.417 hab.) del total de población, mientras que el restante 17,7% (31.315 hab.) esta distribuido en el área rural. El número de hombres es de 86.087 (49%) y de mujeres de 90.645 (51%).

En la Provincia de Chincha, de los 5 distritos considerados como área de influencia directa, el distrito de mayor población es Chincha Alta que concentra el 32% del total de provincial, le sigue Pueblo Nuevo con un 26%. Las mayores densidades poblacionales (hab/km<sup>2</sup>), según datos proyectados del INEI al 2002, se dan en Chincha Alta con 241, Pueblo Nuevo 223, Sunampe 211 y Tambo de Mora 210 hab/ km<sup>2</sup>. El distrito de menor densidad poblacional es Grocio Prado con 88 hab/km<sup>2</sup>.

Los distritos con mayor población urbana son: Chincha Alta (100%), Grocio Prado (90%) y Tambo de Mora (79%). El distrito que posee mayor población rural es Sunampe con 41%.

Los distritos costeros situados en el litoral presentan una población femenina distribuida de la siguiente manera (en orden de importancia): Chincha Alta con el 52% y Grocio Prado, Sunampe y Tambo de Mora con 51%.

En el Cuadro se presenta el resumen con los diferentes aspectos considerados en el componente demográfico en los distritos del área de influencia directa del proyecto.

Cuadro Características demográficas de la población en el área de influencia directa

### 3.14.5 La Pobreza

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, la provincia de Cañete ocupa el lugar 172 a nivel nacional en cuanto al nivel de las necesidades básicas insatisfechas, según datos tomados del Plan Estratégico de Desarrollo (1998). El 65,8% de su población rural y el 37,4% de su población urbana no alcanzan a satisfacer sus necesidades básicas. Cerca del 50% de los hogares en la Provincia de Cañete son catalogados como pobres, situación que se acentúa en el campo hasta llegar al 69%, debido a la precariedad de sus viviendas, hacinamiento y deficiente servicio de agua y desagüe.

Provincias	Distritos	Población	Superficie (km <sup>2</sup> )	* Densidad Población (hab/km <sup>2</sup> )	Distribución de la Población		Distribución por Género	
					Urbana	Rural	Masculino	Femenino
Cañete	San Vicente de Cañete	38057	513.15	72.2	68.3%	31.7%	49.1%	50.9%
Chincha	Grocio Prado	16834	190.5	88.4	89.6%	10.4%	49.3%	50.7%
	Chicha Alta	57354	238.3	240.7	100.0%	0.0%	48.0%	52.0%
	Sunampe	20301	16.76	1211.3	58.8%	41.2%	49.2%	50.8%
	Tambo de Mora	4612	22	209.6	78.5%	21.5%	49.0%	51.0%

Los distritos de la Provincia de Chincha, pertenecientes al área de influencia directa, según la clasificación realizada por FONCODES (Fondo Nacional de Cooperación y Desarrollo) en el Mapa de Pobreza 2000, que están calificados en condiciones de regular son Tambo de Mora,

Sunampe, Pueblo Nuevo y Chincha Alta y en condición de pobres, Grocio Prado.

### **3.14.6 Servicios de Infraestructura**

#### **Vivienda**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, en el distrito de Cañete, según datos del censo de 1993 (INEI), contaba con 7,278 viviendas particulares, de las cuales el 37% disponía de agua, el 34% de desagüe, el 58% de alumbrado eléctrico y el 9,5% de los hogares en viviendas particulares no contaba con agua, desagüe ni alumbrado. Los materiales de la vivienda eran predominantemente adobe (40%) y ladrillo (29%) y los techos contruidos, principalmente, de estera (58%).

#### **Educación**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, en la Provincia de Cañete existen 328 colegios <sup>(1)</sup> de los cuales 286 son estatales y 42 particulares. La provincia presenta una población escolar activa de 55.013 alumnos (Unidad de Servicios de Educación USE-08, 2001), de los cuales 27.429 son hombres y 27.854 mujeres, siendo 2.445 los docentes encargados de impartir instrucción a esta población. El número y porcentaje de alumnos matriculados en el año 2000 era de 53.329 alumnos. La USE ha calculado la tasa de deserción escolar en 19% (sobre el total de alumnos matriculados).

En cuanto al acceso a la educación superior, los datos del censo de 1993 (INEI) arrojaban una cifra de 8.505 personas que tenían educación superior no universitaria, mientras que 6.050 poseían educación universitaria lo que representaba el 8,4% de la población provincial.

La Provincia de Chincha, en los 5 distritos pertenecientes al área de influencia directa, posee 277 centros de educación de básica regular, ocupacional y técnico superior. La capital del distrito, Chincha Alta, cuenta con 152 centros de educación, el Distrito de Tambo de Mora cuenta sólo con 7 centros educativos, Grocio Prado con 26, Sunampe con 34 y Pueblo Nuevo con 58 (Municipalidades



Distritales, 2001).

Las tasas de analfabetismo, de la población de 15 años a más, en los 5 distritos del área de influencia de la Provincia de Chincha, son: Pueblo Nuevo 5,7%, Grocio Prado 7%, Chincha Alta, 4%, Sunampe 5,6% y Tambo de Mora 5%, todas tasas por debajo del nivel nacional (INEI-1993).

### **Salud**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, la Provincia de Cañete, según el Mapa de Pobreza (FONCODES, 2000), posee una tasa de desnutrición de 22,2%. A nivel distrital las tasas de desnutrición más altas se encuentran en Pacarán con un 38%, Zúñiga 31%, Nuevo Imperial 27% y Quilmaná 26%. El Distrito de San Vicente de Cañete alcanza una tasa de 20%. Según información proporcionada por personal de centros médicos del área, los poblados no cuentan con un programa de educación nutricional que les permita aprender a aprovechar los recursos alimenticios de la zona. Los pobladores de estas áreas no consumen las verduras y hortalizas que ellos mismos producen, prefiriendo venderlas al mercado local.

Otros indicadores de salud en la Provincia de Cañete son (MINSA, 2000):

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| • Población Total Asignada   | 144,436 habitantes                                   |
| • Tasa Global de Fecundación | 2.45% del Total de Mujeres entre 15 – 49 años        |
| • Tasa Bruta de Natalidad    | 0.69% de la Población Total Asignada                 |
| • Tasa Bruta de Mortalidad   | 1.39% de la Población Total Asignada                 |
| • Tasa Mortalidad Infantil   | 7.25% de la Población Total de Nacidos Vivos (3.448) |

Un problema de salud que se observa en esta provincia, es el incremento de la tasa de fecundidad en las adolescentes, el 13% de las mujeres entre 13 a 19 años ya es madre o está embarazada por

primera vez. A los 19 años, el 25% es madre y un 6% de ellas tienen al menos dos hijos. Uno de los aspectos que contribuye a elevar la tasa de fecundidad entre las adolescentes de la Provincia de Cañete es la carencia de un programa de salud reproductiva de la mujer y de la madre gestante y de un programa de atención directa dirigido a mujeres en edad fértil que trate sobre paternidad responsable y riesgos en la frecuencia de embarazo deseados y no deseados.

Las principales causas de mortalidad, en la Provincia de Cañete, en el grupo etáreo de 20 a 49 años, según datos del MINSA (2000), son enfermedades del aparato respiratorio, del aparato digestivo, enfermedades a la piel (micosis) y bucales.

Las principales de los servicios básicos de salud en la Provincia de Cañete se da a través de la microred de San Vicente y consta de 2 centros de salud y 8 puestos de salud, que atienden a una población de 30.385 personas, bajo la responsabilidad de 80 profesionales de la salud (MINSA, 2002).

Los servicios médicos no son suficientes para la población, existe una alta demanda de personal de la salud y una escasa de profesionales. El Ministerio de Salud ha calculado una proporción de un médico por cada mil habitantes (MINSA, 2000). Así mismo, existen una serie de problemas referentes a la falta de educación de la población en cuanto a servicios de salud y medidas de prevención de enfermedades, lo cual se agrava por la baja calidad del servicio, que según el sector estima, se debe a la carencia de fondos e implementación de equipo médico adecuado.

En la Provincia de Chincha la tasa de desnutrición es del 20%, encontrándose, a nivel distrital, las tasas más elevadas en Tambo de Mora (29%), Grocio Prado (29%) y Sunampe (22%) y en menor medida Pueblo Nuevo (18%) y Chincha Alta (17%) (FONCODES, 2000). Esta situación podría estar revirtiéndose favorablemente, ya que en el año 2000 en el distrito de Sunampe, la tasa de niños menores de 5 años desnutridos del 10%, bajó al 7%.

Las principales causas de morbilidad en los distritos más pobres, como Grocio Prado, se debe a enfermedades del sistema digestivo, del aparato respiratorio, infecciosas y parasitarias, del sistema

genito urinario, de la piel y tejido subcutáneo y muertes por mal embarazo, parto y puerperio. (Centros de Salud Distritales, 2002).

Para la atención de estos problemas, Chíncha Alta cuenta con 2 hospitales y 1 centro de salud, mientras que Grocio Prado tiene 2 centros de salud y Sunampe sólo 1 (FONCODES, 2000).

A continuación en el cuadro se resumen las características de los servicios sociales más relevantes en el área de influencia del proyecto.

Provincia	Distritos	Viviendas (1993)					Educación (2001)				Salud (2000)	
		Totales de Viviendas Particulares	Viviendas con Agua %	Viviendas con Desagüe %	Viviendas con Luz %	Hogares sin agua desagüe ni luz %	Matrícula hasta Educación Secundaria	Matrículas Educación Superior	Centros de Educación	Tasa Analfabetismo %	Tasa Desnutrición %	Centros de Salud
Cañete	San Vicente De Cañete	7278	37	34	58	9,5	13182	113(*)	55	7,6	20	10
Chíncha	Pueblo Nuevo	9864	52	57	35	3,4	3022	970	58	5,7	18	-
	Grocio Prado	3274	47	65	11	2,0	575	0	26	7,0	29	2
	Chíncha Alta	1153	63	75	747	4,3	15104	9535	152	4,1	17	3
	Sunampe	3778	33	70	14	3,9	555	0	34	5,6	22	1
	Tambo de Mora	888	35	67	30	4,5	122	0	7	5,0	20	-

A pesar que la provincia de Chíncha aparece con índice ligeramente menor de población que carece de servicio de agua que el de Cañete, podemos encontrar que los servicios de agua potable y desagüe satisfacen muy poco las necesidades de toda la población, ya que cada distrito sólo puede contar con un aproximado de dos horas diarias de agua potable. Esto se debe a la operación y funcionamiento de sólo 2 de los 7 pozos existentes que distribuyen el agua hacia todos los distritos de la provincia.

### **3.14.7 Vías de comunicación y transporte**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, la Provincia de Cañete cuenta con una vía de comunicación principal que es el eje norte- sur de la carretera Panamericana Sur. La Panamericana es una vía rápida por la que circulan toda clase de vehículos, desde camiones pesados hasta autos ligeros. A continuación se entrega una descripción de puntos de acceso al terreno desde dos puntos importante que a continuación se describen:

- La Ruta Norte: desde LURIN a PAMPA MELCHORITA, tramo desde el km 25 hasta el km 169 de la Panamericana.
- La Ruta Sur: desde PISCO PAMPA MELCHORITA, tramo desde el km 246 a km 169 de la Panamericana.

En este tramo la carretera Panamericana cuenta de un solo carril hasta Pampa Melchorita. Hay varios tramos de neblina (como el km 171) y la señalización es escasa.

Cuenta con 4 puentes con una capacidad de peso de 36 ton. Estos son:

Desde el km 231 hasta el km 225 la carretera atraviesa la zona urbana de Pisco y San Clemente.

Desde el km 201 hasta el km 192 la carretera atraviesa la zona urbana de Chincha.

Los distritos con mayor población urbana comercial, como San Vicente de Cañete, cuentan con tramos carreteros asfaltados. Las carreteras interdistritales son trochas carrozables que son recorridas por las combis, mototaxis, camionetas rurales, taxis y colectivos. Estos vehículos son en su mayoría de propiedad de un dueño (antiguo empleando de hacienda/ cooperativa/ institución pública) que alquila a diferentes personas, los cuales actúan como chóferes.

El 72% de la red vial provincial no está en condiciones adecuadas y su conservación se limita al mantenimiento de la Panamericana Sur, cuya responsabilidad es de la Oficina Sectorial del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

La Provincia de Chincha cuenta, al igual que Cañete, con una vía de comunicación principal como es el eje norte – sur de la Panamericana Sur. Las principales vías de acceso, en los cinco distritos del área de influencia directa, están asfaltadas en su totalidad, debido al paso de la Panamericana Sur, que se constituye en el eje que la integra al Departamento de Ica. A partir de ella, se despliegan conexiones que son carreteras afirmadas que unen este distrito con los distritos serranos. A nivel departamental, los datos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones indican que el total del sistema de red vial del Departamento de Ica es de 2.201 km, de los cuales 654 km son de carretera asfaltada, 144 km afirmada, 156 km sin afirmar y un total de 1.246 km de trocha.

#### **3.14.8 Energía eléctrica**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, a partir del año 1970, Electro Perú, instaló dos líneas de subtransmisión eléctrica.

La línea de transmisión al sur de Cañete de 60.000 voltios, a partir de la subestación de transformación Independencia, ubicada en la provincia de Pisco, permite atender a los distritos de San Vicente de Cañete, Imperial, Nuevo Imperial, Cerro Azul, San Luis, Quillamaná, Lunahuaná, Pacarán y Zuñiga. La empresa EDE Cañete favorece con el servicio alumbrado a 9 distritos en el Valle de Cañete: San Vicente de Cañete, Imperial, Lunahuaná, Nuevo Imperial, Pacarán, Cerro Azul, San Luis, Quillamaná y Zuñiga.

Los datos para la Provincia de Chincha, proporcionados por el Mapa de Pobreza (FONCODES, 2000), nos muestran que el 80% de la población posee alumbrado eléctrico, salvo en los distritos de Tambo de Mora donde esta cifra disminuye al 76%, al igual que en Sunampe. En el distrito de Grocio Prado, en cambio, el 82% de la población está conectada a la red de electricidad.

#### **3.14.9 Perfil económico**

### **Empleo**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, en la Provincia de Cañete, de acuerdo al censo de 1993, la población económicamente activa (PEA), de 6 años y más, fue de 50.048 personas, de las cuales al 72% fueron hombres y 28% mujeres. La tasa de actividad económica de la PEA, de 15 años y más, fue de 51,5% distribuida en agricultura (43%), servicios (43%) y asalariados (50%). Destacan en el rubro de agricultura los distritos de Coayllo, Pacarán, Calango y Lunahuaná, mientras que en el rubro de servicios San Vicente de Cañete, Mala e Imperial. Los distritos con mayor porcentaje de asalariados fueron Quilmaná, Chilca y Asia.

El distrito de San Vicente de Cañete, al censo de 1993 (INEI), alcanzó una PEA de 10.403, de las cuales el 69% fueron hombres y 31% mujeres. La tasa de actividad económica del distrito fue de 50% distribuida en agricultura (36%), servicios (52%) y asalariados (57,5%).

En la Provincia de Chíncha, según el censo de 1993 (INEI), la PEA, de 6 y más años, alcanzó a 47.463 personas, de las cuales 38.827 (82%) corresponde a los distritos del área de influencia directa del proyecto con el 69% son hombres y el 31% mujeres.

El distrito de Chíncha Alta es quien poseía la mayor cantidad de PEA, con un 43%, como se muestra en el cuadro. Respecto a la tasa de actividad económica estas fluctúan en un rango entre 43 y 50%, las cuales se ocupan, principalmente, en servicios y asalariados en rangos que se acercan al 50%, con excepción de la población ocupada en servicios en Chíncha Alta y Pueblo Nuevo que superan el 60%. La población ocupada en la agricultura esta entre un 11% en Chíncha Alta y un 29% en Grocio Prado.

Cuadro. Población Económicamente Activa por tipo de Actividad. Provincia de Chíncha

<b>Distritos</b>	<b>PEA<sup>5</sup></b>	<b>Sobre</b>	<b>PEA (hab)</b>	<b>Tasa de</b>	<b>Población</b>	<b>Població</b>	<b>Población</b>
------------------	------------------------	--------------	------------------	----------------	------------------	-----------------	------------------

	(hab)	EA Area Estudio %	Hombres	Mujeres	Actividad Económica <sup>6</sup> %	en Agricultura %	n en Servicios %	Asalariados %
<b>Chincha Alta</b>	<b>16654</b>	<b>43</b>	<b>11055</b>	<b>5599</b>	<b>50</b>	<b>11</b>	<b>65</b>	<b>56</b>
<b>Pueblo Nuevo</b>	<b>11260</b>	<b>29</b>	<b>7521</b>	<b>3739</b>	<b>49</b>	<b>10</b>	<b>64</b>	<b>50</b>
<b>Sunampe</b>	<b>4979</b>	<b>13</b>	<b>3769</b>	<b>1210</b>	<b>43</b>	<b>23</b>	<b>50</b>	<b>53</b>
<b>Grocio Prado</b>	<b>4703</b>	<b>12</b>	<b>3423</b>	<b>1280</b>	<b>49</b>	<b>29</b>	<b>40</b>	<b>48</b>
<b>Tambo de Mora</b>	<b>1231</b>	<b>3</b>	<b>935</b>	<b>296</b>	<b>47</b>	<b>25</b>	<b>39</b>	<b>52</b>
<b>Total Area Estudio</b>	<b>38827</b>		<b>26703</b>	<b>12124</b>				

Fuente : INEI, 1993

### **Actividades económicas**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, de los 16 distritos de la Provincia de Cañete, según datos de la Encuesta Nacional de Infraestructura Social y Económica Distrital de 1999, 14 de ellos tienen como actividad económica principal la agropecuaria y sólo 2 de ellos tienen como actividad, la pesca.

La actividad económica del Valle de Chincha se centra en la agricultura de productos de subsistencia, como frijoles, maíz, yuca y frutales, como naranjas, mandarina y vid. Si embargo, existen algunas agroindustrias relacionadas al cultivo de espárrago para exportación y, también, a la producción de derivados de la uva, como el vino y el pisco. Sin embargo, otra actividad que genera ingresos en la zona es la actividad pesquera, en la que se estima trabajan 500 personas, los cuales se desempeñan como pescadores artesanales de ribera o cordeleros. Operan no sólo en el litoral chinchano, sino que también llegan a incursionar (según la necesidad y la estación del año) en el litoral cañetano, dedicándose al mismo tiempo a otras actividades, como las agrícolas (especialmente la siembra de plantas vid) o las comerciales. En el distrito de Tambo de Mora, se debe agregar la actividad de pesca en embarcaciones que es una importante fuente de ingresos.

### **Actividad agropecuaria**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, la Provincia de Cañete posee valles estrechos donde la agricultura se desarrolla, principalmente, en forma intensiva. Las zonas andinas tienen suelos en laderas, con pendientes más o menos marcadas expuestas a la erosión por efecto de las lluvias y otros factores. La Provincia de Cañete se caracteriza por ser la de mayor número de hectáreas con tierra agrícola, 20% de la superficie agrícola del Departamento de Lima, debido a la no dependencia del régimen de lluvias y un clima benigno y parejo casi todo el año.

La Provincia de Cañete en su totalidad cuenta con 157.581 hectáreas de superficie agropecuaria, tal como se muestra en el Cuadro lo que representa el 34% de la superficie total de la provincia. De esta última cifra, un 25% son terrenos agrícolas (38.909 ha), con el 98,8% bajo riego (38.425 ha) y 1,2% en secano (483 ha.). El 75% restante corresponde a superficie no agrícola (118.672 ha), de las cuales, sólo el 0,7% corresponden a pastos naturales y montes y el 99,3% restante corresponde a otras tierras como arenas, salinas y rocas (INEI, III Censo Nacional Agropecuario, 1994).

La población pecuaria (Ministerio de Agricultura, 1999) del área de estudio esta mayoritariamente compuesta por aves, como se aprecia en las numerosas granjas avícolas ubicadas en el sector de pampa Clarita y Jaguay.

Cuadro- Población Pecuaria Provincial de Cañete (1999)

Especies	Cantidad de Animales
Aves	3,380.000
Caprino	11200
Ovino	4300
Porcino	5300
Vacuno	11300

Fuente: Ministerio de Agricultura, 1999.

En la Provincia de Chincha, según proyecciones del Censo Nacional Agropecuario, el total de la



superficie agropecuaria era de 81.333 hectáreas, de las cuales el 38% correspondía a superficie agrícola y el 62% restante a superficie no agrícola.

### **Actividad comercial**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita trabajada por Golder Associates, el Distrito de San Vicente de Cañete hasta 1994 contaba con 1.200 establecimientos comerciales, un mercado de abastecimiento formal y un total de 320 pobladores dedicados al comercio informal ambulatorio. Actualmente, la mayor actividad comercial de la provincia se centra en el comercio al por menor. Existen 657 establecimientos entre mercados, paraditas y tiendas comerciales donde se ejerce además el comercio al por menor ambulatorio.

En este distrito existen 6 grifos para el abastecimiento de combustible tanto para el servicio público (combis y mototaxis y taxis) como para el transporte de carga y de pasajeros. Cuenta, además, con 52 establecimientos dedicados al rubro de hoteles, hostales y restaurantes. (Municipalidad de Cañete, 2002).

En cuanto a Chincha el pasado histórico la muestra como una cultura cuyo rol comercial y de dominio marítimo fueron relevantes, hoy día el intercambio comercial, aunque es en el ámbito interno, sigue siendo muy activo sobre todo en el sector urbano de la provincia. Como se observa en el cuadro, el distrito de Chincha Alta posee el mayor número de establecimientos comerciales (sin contar los del tipo tiendas comerciales o bodegas) lo que demuestra su importancia como centro de comercio local (Municipalidades Distritales, 2002).

Respecto a los servicios de hospedaje, el distrito de Chincha es el que posee mayor cantidad de establecimientos de hospedaje y restaurantes lo que beneficia la actividad turística por los atractivos que se ofrecen en sus alrededores.

### **Actividad pesquera**

De acuerdo a la información del EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita

trabajada por Golder Associates, en la Provincia de Cañete, la actividad pesquera se desarrolla a nivel artesanal y a diferencia de los pescadores industriales, se caracterizan por contar con una economía de subsistencia y tecnología muy poco desarrollada (mecanizada). Poseen bajos volúmenes de producción, bajo grado de especialización en el trabajo y embarcaciones de bajo tonelaje. Existen pescadores artesanales que poseen embarcaciones pequeñas, principalmente a remo y en menor medida a motor, otros que no poseen embarcaciones y por lo tanto pescan en las riberas con cordeles o aparejos (cordeleros) y otros que pescan en las peñas, especialmente mejillones.

Entre las principales características socioeconómicas de esta pesca artesanal se tiene que:

- La pesca es el patrón básico de sustento familiar;
- Complementan su economía, especialmente en invierno, con otras actividades económicas como agricultura, comercio, carpintería, albañilería, entre las más importantes;
- La pesca artesanal, mayoritariamente, esta destinada al consumo humano fresco, sin embargo, cuentan con sistemas de conservación y manejo del recurso (frío, almacenamiento) que les permite cierto desenvolvimiento en la comercialización;
- Se desplazan a lugares distintos de los de origen durante cortos periodos de tiempo en busca de los recursos más apetecidos, principalmente, por el turismo y por lo tanto más rentables económicamente;
- Cuentan con un modo de producción y venta comunitario – familiar, en donde los hombres realizan la actividad de pesca y las mujeres se dedican a su comercialización; y
- Utilizan, entre otros, un sistema de comercio a través de asociaciones que se dedican a la distribución y venta hacia mercados no locales.

El trabajo de campo realizado en el área de influencia del proyecto, entre los meses de abril y septiembre del año 2002, permitió establecer que el distrito de Cerro Azul concentra la mayor actividad pesquera de la Provincia de Cañete, con 150 pescadores con embarcaciones artesanales y

250 pescadores cordeleros de ribera. El área es considerada como caleta menor y su producción es inferior a 2 toneladas de pesca al año. Todas las actividades de embarque y desembarque se reportan a la Capitanía de Pisco. Otros distritos de la provincia que se dedican a la actividad pesquera son Herbay Bajo, Santa Bárbara, Asia, Mala y Bujama, contabilizando cerca de 400 pescadores artesanales de ribera.

Los pescadores artesanales que emplean pequeñas embarcaciones se desplazan, desde Cañete, hacia el norte hasta el área de Pucusana (sur de Lima), arrastradas y ayudadas por la corriente que va de sur a norte.

Según el sondeo realizado en esa fecha, existen pescadores que no residen en las zonas cercanas al proyecto, provienen de lugares tan distantes como Huacho (norte de Lima) y pescan hasta la zona de Pisco, en época de escasez del recurso. Estos pescadores tienen embarcaciones menores a motor llegando hasta las 300 millas marinas (a pesar de las corrientes), en temporadas de verano, perjudicando así a los pescadores de ribera.

En cuanto a los pescadores artesanales cordeleros, mayoritariamente, provienen de Chíncha y en menor número de Cañete. Se contabilizaron al menos 20 pescadores artesanales cordeleros de Cañete, residentes en Herbay Bajo, que se desplazan hacia el sur, llegando hasta Boca de Río (desembocadura de río Cañete), Mulato y Cinco Cruces, donde se encuentran con los pescadores provenientes de Chíncha.

La mayoría de los pescadores cordeleros del distrito de Cerro Azul se desplazan hacia el norte, siguiendo la ruta de Herbay Bajo a Sarapampa. Se encontraron, aproximadamente, 6 pescadores de cordel del distrito de Cerro Azul que salían hacia el sur hasta el área de Jaguay para dedicarse, especialmente, a la pesca de toyo y raya con espinel y anzuelo, durante la temporada alta o de verano.

En la Provincia de Chíncha, al contrario de Cañete, la actividad pesquera es desarrollada, principalmente, a nivel industrial.

En cuanto a la pesca artesanal esta se realiza, principalmente, en torno a 3 puertos: Pisco, Tambo de Mora y San Juan de Marcona, de donde se extraen, en temporada alta, especies como anchoveta y sardina. Sin embargo, esta también se desarrolla en playas, caletas y desembarcaderos como Tambo de Mora (Jaguay y Cruz Verde).

Entre 1966 y 1968 Tambo de Mora fue considerado como primer puerto a nivel mundial productor de harina de pescado. En la actualidad es un puerto menor pues no cuenta con una capitanía sino una Oficina de Control. Existen actualmente 5 empresas pesqueras privadas que se dedican a la transformación de la anchoveta en aceite y harina de pescado, para ser exportado y usado como alimento balanceado en el mercado interno.

#### **IV. EFECTOS AMBIENTALES**

##### **4.1. Acciones Impactantes**

###### **4.1.1 Fase de Construcción**

No se ganará superficie al mar.

Movimiento de tierras: Es necesario la remoción de tierras, tanto para construir una carretera de acceso desde la parte superior del terreno (130 m.s.n.m.m.) hasta la zona de playa para transportar el material y equipo requerido para el puente y plataforma, se ha previsto realizar el control de polvos para todas las actividades relacionadas con la construcción de la planta. Ver Programa de Monitoreo en el párrafo 6.1.

Superficies ocupadas: Las necesarias para el funcionamiento de las instalaciones administrativas, planta de almacenamiento de gas y tratamiento, talleres, campamento, áreas verdes, áreas de estacionamiento de vehículos, etc, en la parte de tierra. Y en la parte de mar el puente sobre pilotes, la plataforma sobre pilotes, el rompeolas, el canal de navegación y el área para depósito

de material dragado.

Tráfico de naves: Estará restringido el tránsito de embarcaciones por las inmediaciones del terminal en un radio aproximado de 1 km., como precaución de seguridad tanto de las personas como de las instalaciones del terminal y rompeolas, este tema ha sido desarrollado en detalle en el EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita.

Sistema de barrera y vallado: Es necesario para darle seguridad tanto a la planta como a las instalaciones marinas, mediante el cercado del perímetro y de la parte alta de la infraestructura del puente de acceso a la plataforma de embarque. También se ha considerado el vallado de la zona de playa, para restringir el tránsito de personas no autorizadas por medidas de seguridad, este tema ha sido desarrollado en detalle en el EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita.

Transporte de material: Se efectuará por la vía de acceso a la planta y de allí al Terminal.

Relleno: No se prevé áreas considerables de relleno.

Emisión de polvos: No habrá generación de polvos durante la construcción del Terminal Marítimo.

Terminal marítimo: Se utilizará maquinaria pesada tales como, grúas y martillos hidroneumáticos para el traslado e hincado de pilotes y plataformas flotantes con grúas para el hincado de pilotes y colocación de prefabricados, cargadores frontales, elevadores, camiones para el traslado de prefabricados, equipo de dragado y otros. Se generará ruido y turbidez temporal en el agua de mar.

Rompeolas: Se utilizará maquinaria pesada tales como plataformas flotantes con grúas y barcasas auto propulsadas para la colocación de la roca, equipo de dragado y otros. Se generará ruido y turbidez temporal en el agua de mar.

#### **4.1.2 Fase de Operación**

Navegación: El rompeolas así como el Terminal Marítimo incluyendo el canal de navegación serán convenientemente demarcados tanto con señales diurnas como nocturnas, siendo de fácil identificación, además del hecho que son las únicas instalaciones en un radio de 20 km, según lo indicado en párrafos anteriores.

Fondeadero de buques tanque: A unos 4.5 km. hacia el noroeste del terminal se ubicara una zona para fondeadero de embarcaciones y para espera del práctico que no interfiere con el tránsito de embarcaciones artesanales y de cualquier otro tipo, pues se trata de un solo buque a la vez.

Tráfico de naves: Estará restringido el tránsito de embarcaciones por las inmediaciones del terminal en un radio aproximado de 1 km., como precaución de seguridad, este tema ha sido desarrollado en detalle en el EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita.

Sistema de barrera y vallado: El necesario para darle seguridad tanto a la planta como a las instalaciones marinas, mediante el cercado del perímetro y de la parte alta de la infraestructura del puente de acceso a la plataforma de embarque. También se ha considerado el vallado de la zona de playa, para restringir el tránsito de personas no autorizadas por medidas de seguridad, este tema ha sido desarrollado en detalle en el EIA para el proyecto de exportación de GNL en Pampa Melchorita. .

Acciones productoras de ruido y vibraciones: El ruido que puede producirse se limitará al movimiento de ingreso y salida de buques tanque y remolcadores para la faena de carga de gas.

Emisión de partículas: Las operaciones de carga de gas por el terminal no generan partículas.

Residuos sólidos y líquidos generados: El Terminal será equipado con sistemas de recepción de residuos de hidrocarburos y aceites de los remolcadores y de la draga, recepción de aguas sucias

desde las embarcaciones mencionadas o de SS HH del muelle y recepción de residuos sólidos, mediante el uso de tanques remolcados que se ubican en el muelle de servicios, para transportar los residuos a la planta para su disposición final y que cumplen con las reglas del MARPOL 73/78.

Se ha proyectado una línea de retorno de agua de mar utilizada para la generación de agua potable en la planta, que luego de haber sido tomada en la zona del muelle de servicios será descargada con un incremento del 60 % respecto a la salinidad inicial, a unos 250 metros de la línea de costa donde existe una profundidad de 3 a 4 metros y corresponde a aproximadamente el centro de la zona de rompiente con la finalidad de lograrse el máximo de mezcla, lo que traerá como consecuencia reducir significativamente la concentración, no teniendo ningún impacto en la flora y fauna marina.

Rompeolas: Como resultado de la construcción del rompeolas paralelo a la costa se logrará tranquilizar las aguas y se tendrá como efecto colateral un incremento del régimen de sedimentación hacia el lado de sotaventos del rompeolas que alcanza el perfil costero.

### **LISTA DE EFECTOS POTENCIALES**

**A) Etapa de Construcción**

<b>EFFECTOS POTENCIALES</b>	<b>ALCANCE</b>	<b>TIPO DE EFECTO</b>	<b>SIGNIFICANCIA POTENCIAL ANTES DE MITIGACIÓN</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
Efectos sobre el medio ambiente acuático por la construcción del terminal.	Local, temporal	Efecto negativo	Ligero	Ver Capítulo 4.4 y Capítulo 5
Efectos sobre el medio ambiente acuático por la construcción del rompeolas.	Local, temporal	Efecto negativo	Ligero	Ver Capítulo 4.4 y Capítulo 5
Incremento del ruido en la zona por la construcción del muelle (hincado de pilotes, barcaza - grúa y remolcadores)	Local, temporal	Efecto negativo	Ligero	Ver Capítulo 4.4 y Capítulo 5
Incremento del ruido en la zona por la construcción del rompeolas (barcaza - grúa, barcaza de carga y remolcadores).	Local, temporal	Efecto negativo	Ligero	Ver Capítulo 4.4 y Capítulo 5
Efectos estéticos	Local, temporal	Efecto negativo	Ligero	Ver Capítulo 4.4 y Capítulo 5



**B) Etapa de Operación**

<b>EFFECTOS POTENCIALES</b>	<b>ALCANCE</b>	<b>TIPO DE EFECTO</b>	<b>SIGNIFICANCIA POTENCIAL ANTES DE MITIGACIÓN</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>
Efectos sobre el medio ambiente acuático por la operación del terminal.	Local, temporal	Efecto negativo	Ligero	Ver Capítulo 4.4 y Capítulo 5
Incremento del ruido en la zona por la operación de los buques metaneros	Local, temporal	Efecto negativo	Ligero	Ver Capítulo 4.4 y Capítulo 5
Efectos en la dinámica marina y perfil costero por la instalación del rompeolas y terminal.	Local, temporal	Efecto negativo	Moderado	Ver Capítulo 4.4 y Capítulo 5
Efectos estéticos	Local, temporal	Efecto negativo	Ligero	Ver Capítulo 4.4 y Capítulo 5

**Calificación:**

**Territorial**

- A. Local: Identifica el área directamente perturbada por el proyecto.
- B. Regional : Identifica locaciones cercanas al proyecto (provincias/departamento).
- C. Nacional: Identifica locaciones más allá del ámbito local y regional.

**Duración**

- A. Temporal: Menor a un (1) año.
- B. Medio: Entre un (1) año y cinco (5) años.
- C. Largo: Más de cinco (5) años.

**Intensidad**

- A. Nula : ningún efecto
- B. Ligero: efecto apenas perceptible
- C. Moderado: efecto perceptible sin mayor trascendencia
- D. Medio: efecto perceptible de trascendencia considerable
- E. Fuerte: efecto perceptible de gran trascendencia y gravedad
- F. Muy fuerte: efecto perceptible de gran trascendencia y de máxima gravedad.

## **4.2 Factores Impactados.**

### **4.2.1 Fase de construcción**

No existen instalaciones marítimas en un área circular de 20 km. de radio que se vean afectadas por el proyecto. En la costa la instalación mas cercana es el balneario de Wakama situado a unos 6 km. al sur de la propiedad donde se ha proyectado la planta.

Tráfico de naves: Estará restringido el tránsito de embarcaciones por las inmediaciones del terminal en un radio aproximado de 1 km., como precaución de seguridad.

Sistema de barrera y vallado: El necesario para darle seguridad tanto a la planta como a las instalaciones marinas, mediante el cercado del perímetro y de la parte alta de la infraestructura del puente de acceso a la plataforma de embarque. También se ha considerado el vallado de la zona de playa, para restringir el tránsito de personas no autorizadas por medidas de seguridad.

Atmósfera: En la etapa de construcción se generarán ruidos y polvo, en la movilización de equipos de carga pesada, preparación del terreno, instalación de pilotes y construcción del rompeolas; cuyos efectos serán percibidos en las inmediaciones de la obra.

Suelo: Durante la construcción no se producirán cambios topográficos ni batimétricos en el perfil de costa.

Medio marino: No se afectará a la dinámica marina, debido a que no existirán barreras significativas que perturben el desplazamiento de las aguas manteniéndose el transporte de sedimentos sin modificación; en lo que corresponde a la turbidez esta se verá afectada debido al incremento de los sólidos suspendidos, en toda la etapa de construcción (preparación del terreno, enrocado, hincado de pilotes, construcción del rompeolas, etc.) su efecto será temporal. En cuanto a la contaminación de aceites y grasas y derivados del petróleo este será nulo, estando terminantemente prohibido el

vertimiento de estas sustancias por las naves y de tierra.

Flora: La zona debido a su fondo de arena y margen costero de la misma naturaleza, no presenta flora adherida a sustrato y la existente es la arrastrada por la corriente marina cuya presencia es ocasional, asociada a bravezas. Por lo que la construcción (preparación del terreno, preparación del enrocado, hincado de pilotes, construcción del rompeolas, etc.) tendrá efecto temporal y local.

Fauna: la fauna es escasa, muy propia de fondo arenoso en lo referente al bentos que es la directamente afectada por las obras de construcción del terminal y del rompeolas, este efecto tiene carácter temporal hasta la culminación de las obras. En lo referente a las pesca, mientras se realiza la operación de construcción se efectuará un movimiento inusual que ahuyentará la pesca temporalmente del área de construcción debido a las perturbaciones en su medio, este efecto también es de carácter temporal, restableciéndose en cuanto cesen estas perturbaciones.

Medio Perceptual: La zona durante el periodo de construcción se verá afectada perceptualmente, por la presencia de maquinarias y equipos y las obras de construcción, este efecto también es de carácter temporal.

#### **4.2.2. Fase de operación**

Usos del territorio: La construcción del Terminal, comprende además de las instalaciones de la planta de licuefacción propiamente dicha, de una comunidad para los trabajadores de la planta y áreas verdes que se generaran aprovechando las aguas residuales tratadas en la planta de tratamiento prevista.

Infraestructura: La construcción del Terminal en la zona permitirá Instalaciones de actividades conexas con las del muelle en las localidades de Cañete y Chíncha como ferreterías, talleres, empresas de servicios, etc.

Humanos: Mejoramiento de la calidad de vida y estilo de vida de los trabajadores del terminal y población circundante

Economía y Población: El proyecto permitirá ofrecer empleo directo e indirecto temporal y permanente, por medio de la empresa o de un subcontratista, tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación, ingresos a la economía local, ingresos a la economía nacional, incremento en el valor del terreno.

Flora: La zona debido a su fondo de arena y margen costero de la misma naturaleza, no presenta flora adherida a sustrato, sin embargo la presencia de pilotes defensas y el rompeolas crean un sub ecosistema de sustrato rocoso y similares en la que se desarrollaran poblaciones de algas y planta acuáticas, incrementándose en el área la bio diversidad en lo referente a flora y consecuentemente un incremento de los componentes de la cadena trófica.

Fauna: la fauna es escasa, muy propia de fondo arenoso. La presencia del terminal y el rompeolas, crea áreas de refugio ( sombra entre los pilotes y el mismo terminal y grietas en El rompeolas) para todo tipo de especies de animales marinos como peces, crustáceos, moluscos , etc. La presencia de flora en estas instalaciones, comentados en el párrafo anterior, atraerá al área organismos herbívoros y con ello incremento de los componentes de la cadena trófica. Así mismo las restricciones en las faenas de pesca en el área, traerán como consecuencia el incremento de la poblaciones de peces y otros organismos en el área, cuyas repercusiones serán notorias fuera de esta zona restringida, y para beneficio de los pescadores artesanales con el incremento de especies para la pesca en el área circundante. Es necesario indicar que muchas especies llegan a habituarse a las perturbaciones como son las operaciones de carga de los puertos.

Medio Perceptual: La zona durante el periodo de construcción y operación se vera afectada, por la presencia de maquinarias y equipos y las obras de construcción, este efecto también es de carácter temporal.

Perfil costero: El efecto de tranquilizar las aguas por medio de un rompeolas paralelo a la costa tendrá como efecto colateral un incremento de la sedimentación hacia el lado de la sombra (en forma de gota de agua invertida hacia la costa) que genera el rompeolas, cuya magnitud, que se estima será de poca consideración, debido a una serie de factores entre los que se pueden mencionar la lejanía del rompeolas a la costa y el tipo de construcción del terminal sobre pilotes, que no influyen la dinámica marina y permiten que el transporte costero de sedimentos continúe, y en general depende de una serie de factores que hacen recomendable ejecutar un plan de monitoreo a fin de tomar las acciones correctivas que fueran necesarias.

#### **4.2.3. Riesgo de contaminación marina**

Existe un alto riesgo de contaminación por incendio, fugas y derrame de petróleo y gas especialmente durante las operaciones de carga, lo que se evitará con el cumplimiento de las normas y procedimientos de seguridad establecidos por la empresa, normatividad Nacional e Internacional para efectos de prevenir la contaminación.

También se contará con un Plan de Contingencias para el caso de un derrame de hidrocarburos / lubricantes al mar.

#### **4.3. Determinación de los Puntos Críticos**

- Medio ambiente acuático en el área de embarque de GNL a los metaneros
- Sistema de dinámica marina y perfil costero.
- Transito de embarcaciones.
- Transito de personas por la playa.
- Estética.

#### **4.4. Efectos Previsibles**

##### **4.4.1 Durante la construcción.**

#### **4.4.1.1 Efectos sobre el Medio Ambiente Acuático en el área de embarque.**

Efecto de los residuos de hidrocarburos de la draga y los remolcadores: Durante las operaciones existe la posibilidad de descargas no deseadas al mar ya sea por una mala operación o por una falla en los sistemas.

Tanto el hincado de pilotes como la colocación del enrocado para el rompeolas generaran turbidez y ruido por un periodo relativamente corto.

Flora: La zona debido a su fondo de arena y margen costero de la misma naturaleza, no presenta flora adherida a sustrato y la existente es la arrastrada por la corriente marina cuya presencia es ocasional, asociada a bravezas. no se esperan efectos sobre este componente.

Fauna: la fauna es escasa, muy propia de fondo arenoso en lo referente al bentos que es la directamente afectada por las obras de construcción del terminal y del rompeolas, este efecto tiene carácter temporal hasta la culminación de las obras.

En lo referente a las pesca, mientras se realiza la operación de construcción se efectuará un movimiento inusual que ahuyentará la pesca temporalmente del área debido a las perturbaciones en su medio, este efecto también es de carácter temporal, restableciéndose en cuanto cesen estas perturbaciones.

Se considera que el impacto será moderado.

#### **4.4.1.2 Efectos en la dinámica marina y perfil costero.**

No se esperan efectos en la dinámica marina ( olas, corrientes y mareas ) por efecto del terminal marítimo en razón de que tanto el puente de acceso como la plataforma de embarque, estructuras de defensa y de amarre, muelle de servicio serán construidos sobre pilotes que son elementos transparentes a la acción del mar.

Durante la construcción no se esperan efectos en el perfil costero.

Se considera que el impacto será moderado.

#### **4.4.1.3 Efectos sobre el Tránsito de Embarcaciones y pescadores**

La zona donde se construirá el terminal y rompeolas estará restringida para el tránsito y faenas de pesca de los pescadores artesanales por motivos de seguridad, el EIA para el Proyecto de Exportación de GNL en Pampa Melchorita desarrolla en detalle este tema.

#### **4.4.1.4 Efectos Estéticos**

El proceso de construcción del terminal y rompeolas, irrumpe ligeramente en el paisaje natural, por las operaciones de las dragas, remolcadores, barcas y grúas flotantes durante un periodo relativamente corto.

Se considera que el impacto será ligero.

#### **4.4.2 Durante la operación.**

##### **4.4.2.1 Efectos sobre el Medio Ambiente Acuático en el área de embarque.**

Efecto de los residuos de hidrocarburos de los buques metaneros y remolcadores: Durante las operaciones existe la posibilidad de descargas no deseadas al mar ya sea por una mala operación o por una falla en los sistemas, principalmente de los remolcadores pues en el caso del buque metanero esta referido solo a sus equipos auxiliares, pues las maquinas de propulsión operan en a base de turbinas a gas.

Se considera que el impacto será moderado.



#### **4.4.2.2 Efectos en la dinámica marina y en el perfil costero.**

No se esperan efectos en la dinámica marina ( olas, corrientes y mareas ) por efecto del terminal marítimo en razón de que tanto el puente de acceso como la plataforma de embarque, estructuras de defensa y de amarre, muelle de servicio serán construidos sobre pilotes que son elementos transparentes a la acción del mar.

El impacto del rompeolas ha sido estimado a partir del estudio de olas y de sedimentos marinos, que indican que si bien es cierto hacia el lado de tierra del rompeolas se generara una zona de tranquilidad de oleaje que a su vez favorecerá la deposición de sedimentos y la acumulación en el perfil de costa en la zona situada en la sombra del rompeolas en alineada con la dirección del oleaje predominante, se ha previsto que los efectos que se esperan serán moderados en base a los siguientes evaluaciones:

1. Distancia del rompeolas a la costa. 1550 m. aprox.
2. Acción permanente de la zona de rompientes que aunque con oleaje disminuido en magnitud, sigue actuando en su mecanismo de mantenimiento en suspensión del sedimento.
3. Acción permanente de las corrientes que siguen fluyendo paralelas a la costa, por lo general hacia el norte.

En el lado de sotavento del rompeolas se generara una zona de aguas tranquilas que a su vez favorece la sedimentación del perfil de costa. Para este asunto se ha planteado un programa de monitoreo ( Ver párrafo 6.1).

Se considera que el impacto será moderado.

#### **4.4.2.3 Efectos sobre el Tránsito de Embarcaciones**

La zona donde se instalará el terminal y rompeolas estará restringida para el tránsito y faenas de

pesca de los pescadores artesanales por motivos de seguridad de las personas y embarcaciones artesanales, así como para evitar actos de sabotaje de las instalaciones.

Se considera que el impacto será moderado.

#### **4.4.2.4 Efectos Estéticos**

La instalación del terminal y rompeolas, con infraestructura moderna, irrumpe ligeramente en el paisaje natural, por lo que la selección de colores se efectuará para que en lo posible armonice con el entorno, sin descuidar los aspectos de seguridad para la ubicación del terminal por parte de los buques desde el mar y en condiciones de niebla o con dificultades visuales, para lo cual se contará con un sistema de señalización náutica de acuerdo al reglamento correspondiente editado por la Dirección de Hidrografía y Navegación..

Se considera que el impacto será ligero.

## **V. PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**

La empresa desea mitigar los efectos negativos que pudiera traer consigo esta actividad. Para el caso específico de la Instalación del Terminal, se efectuaran las siguientes acciones:

- Vigilancia permanente, de las operaciones de embarque de gas a los metaneros y el cumplimiento del uso de contenedores ubicados en el muelle de servicios para los residuos líquidos y sólidos.
- Entrenamiento al personal que usa el terminal en temas de seguridad ambiental.

### **5.1. Medidas de Mitigación**

- Efecto de los residuos de hidrocarburos de los remolcadores y de la draga: Para evitar que estos residuos contaminen el mar, cada una de las embarcaciones tendrá su plan de control de calidad de sus operaciones y un plan de contingencias que en el caso del buque metanero

esta referido a sus equipos auxiliares, pues las maquinas de propulsión son a base de turbinas a gas.

Por otro lado el proyecto de construcción prevé un sistema de recolección para los residuos oleosos que comprende una serie de tanques rodantes dispuestos en la plataforma de servicio, que serán llevados periódicamente a la planta para su disposición final en lugares autorizados. Cuando son residuos líquidos se envían a los tanques separadores API para su pre tratamiento y almacenamiento final en los slot tank oil, cuando son sólido - líquido se envían a los tanques separadores CPI y luego de la separación de los hidrocarburos que son finalmente enviados a los slot tank oil y los sólidos limpios a la planta para su disposición final.

- Vigilancia permanente, de las operaciones de carga de gas a los buques y el cumplimiento del uso de contenedores para los residuos.
- Entrenamiento al personal que usa el terminal en temas de seguridad ambiental.
- Se cuenta con un plan de contingencias para combatir derrames e incendios provocado por las operaciones de embarque de GNL.

## **5.2. Medidas Complementarias de Mitigación**

Se efectuará campañas de información, concientización a nivel nacional, regional y local sobre las operaciones del Terminal, su importancia y su programa de manejo ambiental..

Reuniones informativas con el gremio de pescadores, sobre la necesidad de restricciones del acceso al área por seguridad de las personas y del terminal.

## **VI. IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS PARA AUDITORÍAS AMBIENTALES (Vigilancia y Control)**

### **6.1 Programa de monitoreo**

**Objetivos :**

Establecer una vigilancia estrecha sobre el medio ambiente acuático marino de los efectos del proyecto tanto en las etapas de construcción como de operación.

**Puntos de muestreo, frecuencia y parámetros de control:**

Atmósfera: Durante la etapa de construcción, de acuerdo a lo indicado en la ficha SM-3 Monitoreo de la calidad del aire en la pagina 102 del Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal elaborado por Golder Associates.

Durante la etapa de construcción de acuerdo a lo indicado en la ficha SM-4 Monitoreo de los niveles de ruido en la pagina 104 del Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

Durante la etapa de operación, de acuerdo a lo indicado en la ficha SO-5 Monitoreo de la calidad del aire en la pagina 143 del Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal elaborado por Golder Associates.

Durante la etapa de construcción de acuerdo a lo indicado en la ficha SO-6 Monitoreo de los niveles de ruido en la pagina 148 del Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

Arenamiento y/o Erosión costera: El muestreo se realizara tanto durante la etapa de construcción como durante la etapa de operación por un periodo de 5 años, prorrogables si las condiciones lo ameritan.

El muestreo debe abarcar en el área de playa desde 1 km. al sur del lindero sur de la propiedad de PERU LNG hasta 3 km. al norte del lindero norte de la mencionada propiedad. El muestreo se

ejecutara por medio de líneas transectas perpendiculares a costa dispuestas cada 500 m. en la franja antes indicada. Las transectas paralelas entre si y perpendiculares a costa, tendrán una extensión de 50 m. en la zona de playa y 100 m. en el lado de mar. Frecuencia: Semestral.

**COORDENADAS DE LAS INTERSECCIONES DE LA PERPENDICULAR A PARTIR  
DEL VERTICE DEL LINDERO NOR-OESTE CON LA L.A.M. CADA 500 METROS  
RUMBO DE LA CORRIDA 228° 45 (Sistema WGS-84)**

**Lado Norte (3000 m.)**

ESTACION	NORTE	ESTE
1 N	8'535,951.721	357,648.540
2 N	8'536,327.640	357,318.866
3 N	8'536,703.560	356,989.193
4 N	8'537,079.479	356,659.519
5 N	8'537,455.398	356,329.846
6 N	8'537,831.318	356,000.173
7 N	8'538,207.237	355,670.499

**COORDENADAS DE LAS INTERSECCIONES DE LA PERPENDICULAR A PARTIR  
DEL VERTICE DEL LINDERO SUR-OESTE CON LA L.A.M. CADA 500 METROS  
RUMBO DE LA CORRIDA 228° 45 (Sistema WGS-84)**

**Lado Sur (1000 m.)**

ESTACION	NORTE	ESTE
1 S	8'533,589.407	359,720.239
2 S	8'533,213.488	360,049.913
3 S	8'532,837.568	360,379.586

**COORDENADAS DE LAS INTERSECCIONES DE LA PERPENDICULAR  
EN EL FRENTE DEL TERRENO CON LA L.A.M.  
RUMBO DE LA CORRIDA 228° 45 (Sistema WGS-84)**

**Lado central**

ESTACION	NORTE	ESTE
1 C	8'535,558.002	357,993.823
2 C	8'535,164.283	358,339.106
3 C	8'534,770.564	358,684.390
4 C	8'534,376.845	359,029.673

Se ejecutara durante la etapa de operación del proyecto. Ver la ficha SO-7 Monitoreo de la línea de playa, en la página 150 del Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

**Flora y fauna costera y marina:**

Área de playa, con observaciones del comportamiento y distribución en la franja de playa.

Se ejecutará durante la etapa de Construcción del proyecto, de acuerdo a la ficha SM-6 Monitoreo del ecosistema marino, en la página 109 en el Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

Se ejecutará durante la etapa de Operación del proyecto, de acuerdo a la ficha SO-4 Monitoreo del ecosistema marino, en la página 141 del Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

**Calidad del agua:**

Se ejecutará durante la etapa de Construcción del proyecto, de acuerdo a la ficha SM-2 Monitoreo de la calidad del agua, en la página 93 en el Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

Se ejecutará durante la etapa de Operación del proyecto, de acuerdo a la ficha SO-2 Monitoreo de la calidad del agua, en la página 132 del Capitulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

**Sedimentos marinos:**

Se ejecutará durante la etapa de Construcción del proyecto, de acuerdo a la ficha SM-5 Monitoreo de los sedimentos marinos, en la página 107 en el Capítulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

Se ejecutará durante la etapa de Operación del proyecto, de acuerdo a la ficha SO-3 Monitoreo de los sedimentos marinos, en la página 139 del Capítulo V Plan de Manejo Ambiental y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental principal, elaborado por Golder Associates.

Ver plano C-3 con la ubicación de las estaciones de monitoreo.

Toda esta información será reportada periódicamente a DICAPI por intermedio de la capitanía del puerto de Pisco.

## **VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

#### **7.1.1 Estado del Medio Marino**

El estado del medio marino de la zona de Melchorita se encuentra en buenas condiciones.

La distancia de 17.1 km. al río Cañete por el Norte como de 26.5 km. del río Chíncha (río Chico) por el Sur representan una distancia considerable como para prever que no se esperan influencias de consideración, excepto en los casos del fenómeno El Niño, cuando se esperan incrementos considerables en los caudales y en consecuencia en los volúmenes de sedimentos.

Con la finalidad de prever y minimizar los efectos de potenciales derrames de combustibles principalmente desde los remolcadores de servicio, en vista de que los buques metaneros serán

propulsados por gas, se ha elaborado un Plan de Contingencias para Casos de derrames de hidrocarburos en general.

Como resultado de la evaluación de comunidades biológicas en el fondo marino a lo largo de un eje en la proyección del Terminal marítimo, se ha determinado que no existen comunidades de importancia y entre ellas la mas abundante consiste en un crustáceo (Múnida) que es muy común en el mar peruano y tiene la capacidad de movilizarse en el caso que las condiciones del mar ( en particular la turbidez ) no sean las adecuadas.

Durante la etapa de construcción del terminal (hincado de pilotes, dragado e instalación del rompeolas), se presentará un alejamiento temporal de estas comunidades y se espera que regresen al término de la construcción.

Durante la operación los únicos efectos esperados son en la zona de dragado y en la zona de descarga del material dragado cuyas características serán monitoreadas continuamente para minimizar los efectos.

En el fondo marino del área de influencia directa del terminal no existe flora desarrollada en vista de que el fondo es arenoso.

### **7.1.2 Características de Terminal**

No existen instalaciones marítimas en un área circular de 20 km. de radio. En la costa la instalación mas cercana es el balneario de Wakama situado a unos 6 km. al sur de la propiedad donde se ha proyectado la planta.

Las condiciones de diseño tanto de la construcción como de la operación, son adecuadas para no interferir con el transporte de sedimentos, evitar la contaminación con hidrocarburos y residuos sólidos.



No se esperan efectos en la dinámica marina (olas, corrientes y mareas) por efecto del terminal marítimo en razón de que tanto el puente de acceso como la plataforma de embarque, estructuras de defensa y de amarre, muelle de servicio serán construidos sobre pilotes que son elementos transparentes a la acción del mar.

### **7.1.3 Características del rompeolas**

El rompeolas de unos 800. m de longitud y 96 m. de ancho, ubicado a aprox. 1550 m. de la línea de costa y dispuesto en forma paralela a esta, ha sido diseñado con la finalidad de proveer de un área abrigada inmediatamente a barlovento del rompeolas donde operara el terminal marítimo para embarque de GNL.

El impacto del rompeolas ha sido estimado a partir del estudio de olas y de sedimentos marinos, que indican que si bien es cierto hacia el lado de tierra del rompeolas se generara una zona de tranquilidad de oleaje que a su vez favorecerá la deposición de sedimentos y la acumulación en el perfil de costa en la zona situada en la sombra del rompeolas en la proyección alineada con la dirección del oleaje predominante, se ha previsto que los efectos que se esperan serán moderados en base a los siguientes evaluaciones:

- Distancia del rompeolas a la costa. 1550 m. aprox.
- Acción permanente de la zona de rompientes que aunque con oleaje disminuido en magnitud, sigue actuando en su mecanismo de mantenimiento en suspensión del sedimento.
- Acción permanente de las corrientes que siguen fluyendo paralelas a la costa, por lo general hacia el norte.
- Acción permanente de las mareas que siguen influenciando en la capacidad de transporte de las olas y corrientes.

La dinámica de esta formación arenosa en el perfil costero será motivo de monitoreo y evaluación periódica, como parte de las actividades del estudio de Impacto Ambiental.

## **7.2 Recomendaciones**

### **7.2.1 Estado del Medio Marino**

La distancia de 17.1 km. al río Cañete por el Norte como de 26.5 km. del río Chíncha (río Chico) por el Sur representan una distancia considerable como para prever que no se esperan influencias de consideración, excepto en los casos del fenómeno El Niño, cuando se esperan incrementos considerables en los caudales y en consecuencia en los volúmenes de sedimentos que merecen una batimetría mensual de la zona del terminal y del canal dragado durante los meses de diciembre a Abril del año clasificado como fenómeno El Niño.

### **7.2.2 Características de Terminal**

Como una medida de precaución en beneficio de la seguridad de las personas y de las instalaciones de la planta y del terminal marítimo se recomienda restringir el paso tanto de los pescadores artesanales y visitantes por la playa, como de las embarcaciones pesqueras, de recreación y comerciales por las inmediaciones del Terminal ( en un radio de 1 km.)

Es recomendable el monitoreo periódico del perfil de costa para verificar que efectivamente por efecto del Terminal marítimo no se producen variaciones en el perfil de la costa. Ver Programa de Monitoreo en el párrafo 6.1.

### **7.2.3 Características del rompeolas**

Con la finalidad de evaluar los posibles cambios en la dinámica del perfil costero se propone el monitoreo y evaluación periódica, como parte de las actividades del estudio de Impacto Ambiental. Ver el Programa de Monitoreo en el párrafo 6.1.

**\* COMPOSICIÓN DEL EQUIPO PARTICIPANTE**

- Jefe del Estudio: César Del Carmen De La Torre.  
C. de F. Hidrógrafo de la Marina  
CIP. 03724281
  
- Contaminación Marina: Ignacio Hinojosa Blanco.  
Ing. Pesquero con Especialidad en Contaminación Marina.  
CIP 30029
  
- Geología: Dr. Néstor Teves Rivas  
Dr. en Geología  
CIP 4868
  
- Hidrobiología : Dr. Juan Acosta Polo  
Dr. en Biología especialidad Ficología  
CBP 393

**VIII. ANEXOS**

1. Certificados.
2. Registro Fotográfico.
3. Planos

- 3.1. Plano A-1 sobre ubicación del proyecto a escala 1:75000.
  - 3.2. Plano B-2 con la batimetría del área del proyecto a escala 1: 7500.
  - 3.3. Plano C de corrientes, muestras de sedimentos, vientos y perforaciones en el fondo marino a escala 1:7500.
  - 3.4. Plano C-3 con la ubicación de las estaciones de monitoreo, a escala 1: 25000
- 
4. Glosario de términos.
- 
5. Bibliografía.

## **CERTIFICADOS**

## **REGISTRO FOTOGRÁFICO**

## **PLANOS**

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**



**AGUA MUERTA** – El estado de la corriente de marea cuando su velocidad está cercana a cero, especialmente el momento en que una corriente inversa cambia de dirección y su velocidad es cero. El término se aplica también a todo el período de baja velocidad cerca al momento de rotación de la corriente cuando es demasiado débil para ser de alguna importancia práctica para la navegación. La relación del tiempo de agua muerta con respecto a las fases de la marea varía en diferentes localidades. Para olas de marea constante, se produce agua muerta cerca de las horas de pleamar y bajamar, mientras que para olas de mareas progresivas, se produce agua muerta a mitad de camino entre pleamar y bajamar.

**AGUA POCO PROFUNDA O SOMERA** - Comúnmente, aguas cuya profundidad es tal que las olas superficiales se ven notablemente afectadas por la topografía del fondo. Se acostumbra considerar como aguas someras a aquellas en las cuales la profundidad es menor que la mitad de la longitud de la ola superficial.

**ALTURA DE LA MAREA** - Distancia vertical entre el datum de sondas de la carta y el nivel del agua.

**ALTURA DE LA OLA** - Distancia vertical entre una cresta de la ola y el seno de la ola precedente.

**AMARRADERO** - Instalación utilizada para sostener (amarrar) un buque. Proceso de asegurar un buque o instrumentos oceanográficos, diferente al fondeo con una simple ancla. Lugar en el que se puede sujetar (asegurar) un buque.

**AMARRADERO O MUELLE PELIGROSO** - Amarradero en el que un buque no puede fondear ni amarrar sin chocar con otro buque o golpear contra una obstrucción.

**AMARRAR** - Asegurar una embarcación u otro artefacto flotante a una estructura fija o al fondo del mar.

**ALTURA MEDIA DE LAS MAYORES BAJAMARES (MLLW)** – Un nivel de referencia mareográfico. La media aritmética de las alturas de las bajamares inferiores diarias de una marea mixta observada a lo largo de un ciclo Metónico específico de 19 años (the National Tidal Datum Epoch). Sólo la bajamar inferior diaria de cada par de bajamares, o la única bajamar de un día lunar se incluyen en la media.

**ALTURA MEDIA DE LAS PLEAMARES MAS ALTAS (MHHW)** – Un nivel de referencia mareográfico. La media aritmética de las alturas de la pleamar superior diaria de una marea mixta observada sobre un ciclo Metónico específico de 19 años (The National Tidal Datum Epoch). Sólo la pleamar superior diaria de cada par de pleamares, ó la única pleamar de un día lunar se incluye en la media.

**AMPLITUD DE LA MAREA** – La diferencia de altura entre pleamares y bajamares consecutivas, *la amplitud media* es la diferencia de altura entre pleamar media y bajamar media. Cuando el tipo de la marea es diurna, la amplitud media es la misma que la amplitud diurna. Para otras amplitudes, véase amplitud media de sicigias, mareas de sicigias, pleamares de cuadratura, perigeo, apogeo y mareas trópicas.

**AMPLITUD MEDIA DE LA MAREA (Mn)** – La diferencia de altura entre la pleamar diaria y bajamar media.

**AMPLITUD MEDIA DE SICIGIAS (Gt)** – La diferencia en altura entre la altura media de las pleamares más altas y la altura media de las mayores bajamares. También se puede usar la expresión en su forma abreviada, *amplitud diurna*.

**AMPLITUD TROPICA** – Las mareas que se producen quincenalmente cuando el efecto de la declinación máxima de la luna es máxima. En estos momentos existe una tendencia para un incremento en la amplitud diurna. Los niveles de referencia mareográfico que pertenecen a las mareas trópicas se designan como *pleamar de sicigias trópicas* (TcHHW), pleamar de cuadratura trópica, (TcLHW), bajamar de cuadraturas trópicas (TcHLW), y bajamar de sicigias trópicas (TcLLW).

**ANÁLISIS ARMONICO** - El proceso matemático mediante el cual la marea observada o la corriente de marea en cualquier lugar se separa en componentes armónicos básicos.

**AREA DRAGADA O RASTREADA** - Area del fondo de un cuerpo de agua que ha sido ahondada por dragado.

**BAJAMAR (LW)** – La altura mínima alcanzada por una marea decreciente, La altura se puede deber únicamente a las fuerzas periódicas de marea o puede haberse superpuesto sobre los efectos de las condiciones meteorológicas . El empleo del término sinónimo, *marea baja*, no se recomienda

**BAJAMAR INFERIOR (LLW)** – la menor de las dos bajamares de cualquier día lunar.

**BAJAMAR MEDIA (MLW)** – Un datum mareográfico. La media aritmética de las alturas de bajamar observadas en un ciclo Metónico específico de 19 años (The National Tidal Datum Epoch). Para estaciones con series más cortas, se hacen comparaciones observacionales simultáneas con una estación mareográfica de control porimario con el fin de derivar el equivalente de un valor de 19 años.

**BAJAMAR SUPERIOR DIARIA (HLW)** – La mayor de las dos bajamares de cualquier día lunar.

**BARLOVENTO** – Desde donde sopla el viento.

**BOYA** - Objeto flotante amarrado al fondo de un lugar en particular (expresado en la carta) como una ayuda a la navegación o para otros fines específicos. Las boyas de navegación pueden clasificarse de acuerdo a: a) su forma, aspecto o construcción, como en el caso de la boya barril, cilíndrica, cónica o troncocónica, de mástil o palo, de castillete, de percha, esférica, de marca de tope y boyarín de pesca; b) su color, como en el caso de la boya negra, a cuadros, verde, roja; c) su ubicación, como en el caso de la boya de bifurcación, confluencia, media canal o boya de giro; d) las diversas clases de peligro para la navegación que señalan, como en el caso de la boya de barra, peligro aislado, de captura o pesca, de obstrucción, de vertedero o vaciadero, de cable telefónico o boya de naufragio - casco a pique -; e) su propósito o uso en particular, como en el caso de boyarín de ancla, boya de fondeadero, de compensación de compás, de dragado, de recalada, de aviso, de cuarentena, de estación o boyón de amarre y/o maniobra.

**COMPONENTE ARMONICO** – Uno de los elementos armónicos en una expresión matemática para la fuerza que produce la marea y en las fórmulas correspondientes para la marea o corriente de marea. Cada componente representa un cambio o variación periódica en las posiciones relativas de la Tierra, Luna y Sol. Un componente simple por lo general se escribe en la forma  $y = A \cos (at + \alpha)$ , en la que  $y$  es una función de tiempo expresada por el símbolo  $t$  y se le calcula desde un origen específico. El coeficiente  $A$  se denomina la amplitud del componente y es una medida de su importancia relativa. El ángulo  $(at + \alpha)$  cambia uniformemente y su valor en cualquier momento se denomina la fase del componente. La velocidad del componente es el promedio de cambio en su fase y se representa mediante el símbolo  $a$  en la fórmula. La cantidad  $\alpha$  es la fase del componente en el instante inicial desde el cual se calcula el tiempo. El período del componente es el tiempo que se requiere para que la fase cambie a través de los  $360^\circ$  y es el ciclo de la condición astronómica representada por el componente.

**CONSTANTES ARMONICAS** - Las amplitudes y épocas de los componentes armónicos de la marea o corriente de marea en cualquier lugar.

**CORRENTOMETRO** – Es un instrumento para medir la velocidad y dirección o sólo la velocidad de una corriente. Por lo general las mediciones son Eulerianas pues el metro a menudo está fijo o amarrado en una ubicación específica.

**CORRIENTE** – Por lo general, es un movimiento horizontal de agua. Las corrientes se pueden clasificar *como relativas a las marea y no relativas a la marea*. Las corrientes de marea son causadas por interacciones gravitacionales entre el Sol, la Luna y la Tierra y forman parte del mismo movimiento general del mar que se manifiesta en la subida y bajada vertical denominada *marea*. Las corrientes no relativas a la marea comprenden las corrientes permanentes en los sistemas circulatorios del mar en general así como también corrientes temporales que surgen de la variabilidad meteorológica más pronunciada.

**CORRIENTE DE FLUJO** – El movimiento de una corriente de marea hacia la costa o hasta un río o estuario de marea. En el tipo mixto de corriente invertida, los términos *mayor flujo y menor flujo* se aplican respectivamente a las corrientes de flujo de mayor y menor velocidad de cada día. Los términos *máxima inundación y mínima inundación* se aplican a las velocidades máximas y mínimas de una corriente de flujo, cuya velocidad alternativamente aumenta o disminuye sin llegar a invertirse o morirse. La expresión *flujo máximo* también se aplica a cualquier corriente de flujo al momento de la mayor velocidad.

**CORRIENTE DE REFLUJO** – Es el movimiento de una corriente de marea lejos de la costa o hacia un río o estuario de marea. En el tipo mixto de corriente de marea invertida, los términos *mayor reflujo y menor reflujo* se aplican respectivamente a las corrientes de mareas de reflujo de mayor y menor velocidad de cada día. Los términos *máximo reflujo y mínimo reflujo* se aplican a las velocidades máximas y mínimas de un reflujo de corriente continuamente corriendo, la velocidad aumentando y disminuyendo alternadamente sin llegar a invertirse o quedar en agua muerta. La expresión *máximo reflujo* también se aplica a cualquier corriente de reflujo a la hora de mayor velocidad.

**CORRIENTES DE MAREA ECUATORIALES** – Son las corrientes de marea que ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna se encuentra sobre el Ecuador. En estos momentos la tendencia de la Luna para producir una desigualdad diurna en la corriente de marea está al mínimo.

**CORRIENTE HIDRÁULICA** - Una corriente en un canal causado por una diferencia en el nivel superficial en los dos extremos. Dicha corriente se puede esperar en un estrecho que conecta dos masas de agua en las que las mareas difieren en tiempo o amplitud. La corriente en el Río Oriental, N.Y. que conecta el Pasaje de Long Island y el Puerto de Nueva York, es un ejemplo.

**CORRIENTE INVERSA** – Una corriente de marea que fluye alternadamente en direcciones aproximadamente opuestas con agua muerta en cada inversión de dirección. Las corrientes de este tipo por lo general ocurren en ríos y estrechos donde la dirección de flujo está más o menos restringida a determinados canales. Cuando el movimiento es hacia la costa o aguas arriba, se dice que la corriente es entrante, y cuando está en la dirección opuesta se dice que es saliente. El movimiento combinado de flujo y reflujo incluyendo el agua muerta cubre, como promedio, 12.42 horas para la corriente semidiurna.

Si no es afectada por un flujo no debido a la marea, los movimientos de flujo y reflujo durarán cada uno aproximadamente 6 horas, pero cuando se combinan con un flujo de ese tipo, las duraciones de flujo y reflujo pueden ser bastante desiguales. Durante el flujo en cada dirección, la velocidad de la corriente variará desde cero al momento del agua muerta hasta un máximo aproximadamente a mitad de camino entre las aguas muertas.

**CORRIENTE ROTATORIA** – Una corriente de marea que fluye continuamente con la dirección del flujo cambiando a través de todos los puntos de la brújula durante el período de marea. Las corrientes rotatorias por lo general se encuentran mar adentro donde la dirección del flujo no está restringida por ninguna barrera. La tendencia para la rotación en la dirección tiene su origen en la fuerza Coriolis y, a menos que se modifique por las condiciones locales, el cambio es a la derecha en el Hemisferio Norte y a la izquierda en el Sur. La velocidad de la corriente por lo general varía durante todo el ciclo de marea, pasando por las dos máximas en aproximadamente direcciones opuestas y las dos mínimas con la dirección de la corriente a aproximadamente 90° desde la dirección al momento de la velocidad máxima.

**CORRIENTES DE MAREA ECUATORIALES** – Son las corrientes de marea que ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna se encuentra sobre el Ecuador. En estos momentos la tendencia de la Luna para producir una desigualdad diurna en la corriente de marea está al mínimo.

**CORRIENTES TROPICAS** – Las corrientes de mareas que ocurren quincenalmente cuando el efecto de la declinación máxima de la Luna es máximo. En estos momentos la tendencia de la Luna para producir una desigualdad diurna en la corriente está al máximo.

**DATUM (vertical)** – Para aplicaciones marinas, es una altura base que se emplea como referencia desde la cual se calculan alturas o profundidades. Se denomina *nivel de referencia mareográfico* cuando se define mediante una determinada fase de marea. Los niveles de referencia mareográficos son datums locales y no deben extenderse en áreas que tienen características topográficas diferentes sin mediciones esenciales. Con la finalidad de que se puedan recuperar cuando sea necesario, dichos datums son referidos a puntos fijos conocidos como *Marcas de nivelación*.

**DATUM VERTICAL DE CARTA (NIVEL DE REFERENCIA)** - Es el nivel de referencia al cual se refieren los sondajes en una carta. Por lo general corresponde con la elevación de bajamar de la marea, y su depresión por debajo del nivel medio del mar se representa mediante el símbolo Zo.

**DESIGUALDAD DIURNA** – La diferencia en altura de dos pleamares o dos bajamares de cada día; también la diferencia en velocidad entre las dos corrientes de marea entrante o las dos corrientes de marea saliente de cada día. La diferencia varía con la declinación de la Luna y en menor grado con la declinación del Sol. En general, la desigualdad tiende a aumentar si la declinación aumenta, ya sea al norte o sur, y tiende a disminuir a medida que la Luna se aproxima al Ecuador. *Desigualdad diaria media de pleamar (DHQ)* es la mitad de la diferencia promedio entre las dos pleamares de cada día observadas en un ciclo Metónico específico de 19 años (National Tidal Datum Epoch). Se obtiene restando la media de todas las pleamares de la media de las pleamares superiores diarias. La desigualdad diaria media de bajamar (DLQ) es la mitad de la diferencia promedio entre las dos bajamares de cada día observadas a lo largo de un ciclo Metónico de 19 años. (The National Tidal Datum Epoch). Se obtiene restando la media de las bajamares inferiores diarias de la media de todas las bajamares. *La desigualdad diurna de pleamares trópicas (HWQ)* es la diferencia promedio entre las dos pleamares del día en las horas de las mareas trópicas.

*La desigualdad diurna de bajamares trópicas (LWQ)* es la diferencia promedio entre las dos bajamares del día en las horas de las mareas trópicas. Las desigualdades medias y trópicas como se han definido anteriormente se aplican sólo cuando el tipo de la marea es semidiurna o mixta. La desigualdad diurna algunas veces se denomina *desigualdad diurna*.

**DIA LUNAR** – La hora de rotación de la Tierra con respecto a la Luna, o el intervalo entre dos tránsitos superiores sucesivos de la Luna sobre el meridiano de un lugar. El día lunar medio es de aproximadamente 24.84 horas solares de long. ó 1.035 veces el día solar medio.



**DIFERENCIA DE CORRIENTE** – La diferencia entre el tiempo de agua muerta (o corriente mínima) o fuerza de la corriente en cualquier localidad al momento de la fase correspondiente de la corriente de marea en una estación de referencia, para la que se dan predicciones en la *Tabla de Mareas*.

**DIFERENCIA DE MAREA** – La diferencia en tiempo o altura de una pleamar o bajamar en una estación secundaria y en una estación de referencia para la cual se dan predicciones en las *Tablas de Marea*. Cuando se aplica, la diferencia de acuerdo con el signo para la predicción en la estación de referencia, da el tiempo o altura correspondiente para la estación subordinada.

**DIURNA** – Un período o ciclo de aproximadamente 1 día lunar. Por lo tanto, se dice que la marea es diurna cuando sólo ocurre una pleamar y bajamar durante un día lunar, y se dice que la corriente de marea es diurna cuando existe un período de flujo y reflujo simple en el día lunar. Una corriente giratoria es diurna si cambia su dirección a través de todos los puntos de la brújula una vez cada día lunar.

**DOBLE CORRIENTE DE REFLUJO** – Una corriente de marea de reflujo donde, luego que se inicia el reflujo, la velocidad aumenta hasta un máximo denominado – *primer reflujo*; luego disminuye, alcanzando un *reflujo mínimo*; cerca de la parte media del período de reflujo (y en algunos lugares puede realmente correr en dirección de flujo por un período corto); nuevamente hace un reflujo hasta una velocidad máxima denominada *segundo reflujo* después de lo cual disminuye a agua muerta.

**DOBLE FLUJO** – Una corriente de marea entrante donde, luego que se inicia el flujo, la velocidad aumenta hasta el máximo denominado primer flujo; luego disminuye, alcanzando un flujo mínimo cerca de la mitad del período de flujo (y en algunos lugares puede realmente correr en dirección de reflujo por un período corto), nuevamente fluye a una máxima velocidad denominada segundo flujo luego del cual disminuye a agua muerta.

**DOBLE MAREA** – Una marea de doble rumbo, es decir, una pleamar que consta de dos máximos de casi la misma altura separados por una depresión relativamente pequeña, o una bajamar que consiste de dos mínimos separados por una altura relativamente pequeña. Algunas veces, se denomina *marea doble*.

**DRAGA** - Extractor de muestras de fondo usado para recolectar una pequeña cantidad de material del fondo oceánico. Tiene mandíbulas metálicas que se cierran cuando toca el fondo. Buque o estructura flotante equipada con maquinaria destinada a excavar fosos o canales, profundizar canales y puertos y eliminar la materia sólida del fondo de una extensión de agua. Aparato para tomar muestras de material sólido desde el fondo de una extensión de agua, recogiendo organismos de aguas profundas, etc.

**DURACIÓN DE LA SUBIDA Y DURACIÓN DE LA BAJADA** – *Duración de la subida* es el intervalo desde bajamar hasta pleamar, y la *duración de la bajada* es el intervalo desde pleamar hasta bajamar. Juntas cubren, en promedio, un período de 12.42 horas para una marea semidiurna o un período de 24.84 horas para una marea diurna. En una marea semidiurna normal, la duración de la subida y la duración de la bajada será cada una aproximadamente igual a 6.21 horas, pero en aguas poco profundas y en los ríos hay una tendencia para una disminución en la duración de la subida y un correspondiente aumento en la duración de la bajada.

**DURACIÓN DEL FLUJO Y DURACIÓN DEL REFLUJO** - *La duración del flujo* es el intervalo de tiempo en el que la corriente de marea fluye, y *la duración del reflujo* es el intervalo en el que efectúa un reflujo. Juntos cubren, en promedio, un período de 12.42 horas para una corriente de marea semidiurna o un período de 24.84 horas para una corriente diurna. En una corriente de marea semidiurna normal, la duración del flujo y la duración del reflujo, será cada una aproximadamente igual a 6.21 horas, pero las horas se pueden modificar considerablemente por la presencia de un flujo no debido a la marea. En un río la duración del reflujo por lo general es más prolongado que la duración del flujo debido a la descarga de agua dulce, especialmente durante la primavera cuando la nieve y el hielo derretidos son las influencias predominantes.

**ELIPSE DE LA CORRIENTE** – Representación gráfica de una corriente giratoria en la que la velocidad de la corriente a diferentes horas del ciclo de marea se representa mediante vectores de radio y ángulos vectoriales. Una línea que une los extremos de los vectores de radio formará una curva que se parece a una elipse. El ciclo se completa en un medio día lunar o en todo un día lunar según el tipo de la corriente de marea sea semidiurna o diurna. Un tipo de corriente mixto le dará una curva de dos antinodos desiguales en cada día lunar.

**ESTABLECIMIENTO DE MÁXIMA INTENSIDAD DE CORRIENTE** – El intervalo entre el tránsito de la Luna (superior o inferior) sobre el meridiano local o de Greenwich y una fase especificada de la corriente de marea luego del tránsito. Ejemplos; *intensidad del intervalo de flujo* e *intensidad del intervalo de reflujo*, que se puede abreviar como *intervalo de flujo* e *intervalo de reflujo*, respectivamente. El intervalo se describe como local o de Greenwich ya sea que la referencia es al tránsito de la Luna sobre el meridiano local o de Greenwich. Cuando no se especifica de otro modo, se asume que la referencia es local.

**ESTABLECIMIENTO DE PUERTO** – El intervalo entre el Tránsito de la Luna (superior o inferior) sobre el meridiano local o de Greenwich y la siguiente pleamar y bajamar. El promedio de todos los intervalos de pleamar para todas las fases de la Luna se conoce como el *establecimiento de puerto medio de las pleamares* y se abrevia como establecimiento de puerto medio de las pleamares (HWI). De manera similar el *establecimiento de puerto de la bajamar* se abrevia a *establecimiento de puerto de bajamares* (LWI). El intervalo se describe como local o de Greenwich si la referencia es al tránsito sobre el meridiano local o Greenwich. Cuando no se especifica de otra manera, se asume que la referencia es local.

**ESTACION DE OBSERVACIÓN DE CORRIENTES** - (1) Una estación de observación de corrientes desde la cual se reduce una serie de observaciones relativamente cortas comparando con observaciones simultáneas desde una estación de observación de corrientes de control. (2) Una estación detallada en la *Tabla de Corrientes de Mareas* para la cual se van a obtener las predicciones mediante diferencias y proporciones aplicadas a las predicciones máximas en una estación de referencia.

**ESTACION DE REFERENCIA** – Una estación mareográfica o estación de observación de corrientes para la cual se dan predicciones diarias independientes en las *Tablas de Mareas* y *Tablas de Corrientes de mareas*, y desde las que se obtienen las correspondientes predicciones para estaciones subordinadas mediante diferencias y proporciones.

**ESTACION MAREOGRAFICA SECUNDARIA** – Una estación mareográfica desde la cual se reduce una serie de observaciones relativamente cortas comparando con observaciones simultáneas desde una estación mareográfica con una serie de observaciones relativamente prolongadas. (2) Una estación detallada en la *Tabla de Mareas* para las cuales se van a obtener las predicciones mediante diferencias y proporciones aplicadas a todas las predicciones en una estación de referencia.

**ESTRUCTURA** - El término "estructura" incluye, sin limitación, todo espigón, muelle, duque de Alba, dique, barrera flotante, escollera, mamparo, revestimiento, rompeolas, malecón, estructuras de amarre permanente, líneas de transmisión de energía, buque flotante permanentemente amarrado, pilotes, ayuda a la navegación, o cualquier otro obstáculo u obstrucción.

**FRENTE COSTERO** - Zona estrecha hacia el mar desde la línea de costa de bajamar, permanentemente cubierta de agua, sobre la que las arenas de la playa y las gravas oscilan en forma activa con las condiciones cambiantes de las olas.

**HORA DE VERANO** – Una hora que se emplea durante el verano en algunas localidades en las que los relojes se adelantan una hora con respecto a la hora oficial usual.

**HORA OFICIAL** – Un tipo de hora que se basa en el tránsito del sol sobre un meridiano específico, denominado *meridiano de tiempo*, y adoptado para usarse en un área considerable. Con unas cuantas excepciones, la hora oficial se basa en algún meridiano que difiere en un múltiplo de 15° del meridiano de Greenwich.

**INTENSIDAD DE LA CORRIENTE** – La fase de la corriente de marea en la que la velocidad está al máximo; asimismo la velocidad en este momento. Empezando con el agua muerta antes del flujo en el período de una corriente de marea reversible (o mínima antes del flujo en una corriente giratoria), la velocidad gradualmente aumenta a la intensidad de flujo y luego disminuye a agua muerta antes del reflujo (o mínima antes del reflujo en una corriente giratoria), después de la cual la corriente cambia de dirección, la velocidad aumenta a la intensidad de reflujo y luego disminuye a agua muerta antes de que el flujo complete el ciclo. Se asume que la velocidad en todo el ciclo varía a medida que la velocidad promedio para un período de flujo o reflujo completo es igual a  $2/\pi$  ó 0.6366 de la velocidad de la intensidad de corriente correspondiente.

**INTERVALO DE GREENWICH** – Un intervalo referido al tránsito de la Luna sobre el meridiano de Greenwich distinguido del intervalo local que se refiere al tránsito de la Luna sobre el meridiano local. La relación en horas entre el meridiano de Greenwich y los intervalos locales se pueden expresar mediante la fórmula: Intervalo de Greenwich = intervalo local + 0.069 L donde L es la longitud al oeste del meridiano local en grados. Para longitud este, L se considera negativo.

**INTERVALO LUNAR** – La diferencia de tiempo entre el tránsito de la Luna sobre el meridiano de Greenwich y sobre un meridiano local. El valor promedio de este intervalo expresado en horas es  $0.069 L$ , en el que  $L$  es la longitud local en grados, positivo para longitud oeste y negativo para longitud este. El intervalo lunar es igual a la diferencia entre el intervalo local y el de Greenwich de una marea o corriente de fase.

**LEVANTAMIENTO A ESCALA GRANDE** - Levantamiento hidrográfico a gran escala. Por lo general, los levantamientos a gran escala están destinados a proporcionar información detallada para dragado y otros tipos de mejoras portuarias.

**LINEA DE ALTURA MEDIA DE LAS PLEAMARES MAS ALTAS (MHHWL)** – La intersección de la tierra con la superficie del agua a la altura de la altura media de las pleamares más altas.

**MARCA DE NIVELACION (BM)** – Es un objeto o marcas físicas fijas que se emplean como referencia para un datum vertical. Una *marca de nivelación de la marea* es aquella que está cerca de la estación mareográfica a la cual se refieren el personal y datums de marea. Una *marca de nivelación Geodésica*, identifica un punto levantado en la Red Nacional Vertical Geodésica.

**MAREA** – La subida y bajada periódica de agua que resulta de las interacciones gravitacionales entre el Sol, la Luna y la Tierra. El componente vertical del movimiento de partículas separadas de una onda de marea. Aunque el movimiento horizontal del agua que lo acompaña es parte del mismo fenómeno, es preferible designar el movimiento como corriente de marea.

**MAREAS ECUATORIALES** – Las mareas que ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna está sobre el Ecuador. En estos momentos la tendencia de la Luna para producir una desigualdad diurna en la marea está al mínimo.

**MAREA MIXTA** – Tipo de marea con una gran desigualdad en las alturas de pleamar y/o bajamar, con dos pleamares y dos bajamares por lo general produciéndose en cada día lunar. En sentido estricto, todas las mareas son mixtas pero el nombre por lo general se aplica a las mareas intermedias con respecto a las predominantemente semidiurnas o aquellas predominantemente diurnas.

**MAREA NULA** – En una marea mixta con desigualdad diurna muy grande, la pleamar inferior diaria (o bajamar superior diaria) frecuentemente se vuelve confusa (o se anula) al momento de las declinaciones extremas. Durante estos períodos la marea diurna tiene tal predominio avasallador que aunque la marea semidiurna está aún presente, no puede verse fácilmente en la curva de marea.

**MAREA PARADA O ESTOA** – Algunas veces se denomina marea de plataforma. Un intervalo a pleamar o bajamar cuando no hay cambio sensible en la altura de la marea. El nivel del agua es estacionario en pleamar y bajamar por sólo un instante, pero el cambio en el nivel cercano a estas horas es tan bajo que por lo general no es perceptible. En general, la duración de la parada aparente dependerá de la amplitud de la marea, siendo más prolongada para una amplitud menor que para una amplitud mayor, pero donde existe una tendencia para una doble marea la parada puede durar durante varias horas aún con una gran amplitud de la marea.

**MAREAS DE APOGEO O CORRIENTES DE MAREA** – Las mareas de amplitud disminuida o corrientes de velocidad disminuida que ocurren mensualmente como resultado de que la Luna está en apogeo (más alejada de la Tierra).

**MAREAS DE CUADRATURA O CORRIENTES DE MAREAS** – Las mareas de amplitud disminuida o corrientes de marea de velocidad disminuida que ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna está en cuadratura. La *amplitud media de las pleamares muertas o de cuadratura (Np)* de la marea es el promedio de la amplitud semidiurna que ocurre al momento de las mareas de cuadratura y se calcula en forma más conveniente de las constantes armónicas. Es menor que la amplitud media donde el tipo de marea es o semidiurna o mixto y no es de importancia práctica cuando el tipo de marea es diurna. La altura promedio de las pleamares de las mareas muertas (de cuadratura) se denomina *pleamar media de cuadratura o cuadratura de pleamar media (MHWN)* y la altura promedio de las bajamares correspondientes se denomina *bajamar media de cuadratura o cuadratura de bajamar media (MLWN)*.

**MAREAS DE PERIGEO O CORRIENTES DE MAREA** – Las mareas de amplitud aumentada o corrientes de marea de velocidad aumentada se producen mensualmente como el resultado de que la Luna está en perigeo o más cercana a la Tierra. La *amplitud media de las mareas de perigeo (Pn)* de la marea es la amplitud semidiurna promedio que ocurre al momento de las mareas de perigeo y se calcula en forma más conveniente desde las constantes armónicas. Es mayor que la amplitud media donde el tipo de marea es semidiurna o mixta, y no es de importancia práctica cuando el tipo de la marea es diurna.

**MAREAS DE SICIGIA O CORRIENTES DE MAREA** – Las mareas de amplitud aumentada o corrientes de marea de velocidad aumentada ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna sea luna nueva o luna llena. La *amplitud media de las mareas de sicigia (Sg)* es la amplitud promedio semidiurna que ocurre al momento de las mareas de sicigia y se calcula en forma más conveniente de las constantes armónicas. Es más grande que la amplitud media donde el tipo de marea es o semidiurna o mixta, y no es de importancia práctica cuando el tipo de marea es diurna. La media de las pleamares de las mareas de sicigia se denomina *pleamar media de sicigias, o altura media de las pleamares de sicigia (MHWS)*, y la altura promedio de las bajamares correspondientes se denomina *bajamar media de sicigias o nivel medio de las bajamares de sicigia (MLWS)*.



**MAREAS ECUATORIALES** – Las mareas que ocurren quincenalmente como resultado de que la Luna está sobre el Ecuador. En estos momentos la tendencia de la Luna para producir una desigualdad diurna en la marea está al mínimo.

**MAREÓGRAFO AUTOMATICO** – Un instrumento que registra en forma automática la subida y bajada de la marea. En algunos instrumentos, el registro se realiza registrando las alturas a intervalos regulares en formato digital, en otros mediante un gráfico continuo en el que se registra la altura versus la hora correspondiente de la marea.

**MATERIAL DE DRAGADO** - Fango, arena, limo u otro material sedimentario obtenido del fondo de un canal o puerto mediante dragado.

**MERIDIANO DE TIEMPO** – Un meridiano que se emplea como referencia para el tiempo.

**ROMPEOLAS FLOTANTE** - Dispositivo consistente en una serie de estructuras cuadradas de madera conectadas por cadenas o cables de amarre unidos a anclas o bloques de piedra de manera tal que constituyan una cuenca dentro de la cual los buques anclados, puedan protegerse de la violencia de las olas.

**MUELLE** - Obra construida a lo largo de la línea de costa, en un puerto, destinada a permitir el atraque de buques y a facilitar las operaciones de carga y depósito del material dragado. Se trata en general, de obras sólidas, con mayor frecuencia de albañilería, a diferencia de las construcciones abiertas sobre zampeado, generalmente utilizadas para espigones. Término global que abarca todas las estructuras de un puerto a lo largo de las cuales pueden atracar los buques.

**NATIONAL TIDAL DATUM EPOCH** – El período específico de 19 años adoptado por el Servicio Nacional de los Océanos como el segmento de la hora oficial sobre el cual se toman y reducen las observaciones de marea para obtener valores medios (por ejemplo, altura media de las mayores bajamares, etc.) para niveles de referencia mareográficos. Esto es necesario para la normalización debido a las tendencias periódicas y seculares aparentes en el nivel del mar. El actual National Tidal Datum Epoch es de 1960 a 1978. Se revisa anualmente por posibles correcciones y debe considerarse para revisión efectiva cada 25 años.

**NIVEL MEDIO DE LA MAREA (MTL)** – Llamado también nivel de media marea. Un nivel de referencia mareográfico a mitad de camino entre pleamar media y bajamar media.

**NIVEL MEDIO DE LAS BAJAMARES DE SICIGIAS (MLLWS)** – Un datum mareográfico. Frecuentemente se abrevia como *bajamar media de sicigias*. La media aritmética de alturas de bajamar que ocurren al momento de las mareas de sicigia observadas en un ciclo Metónico específico de 19 años (the National Tidal Datum Epoch).

**NIVEL MEDIO DEL MAR (MSL)** – También se le denomina nivel de media marea. Un nivel de referencia mareográfico entre pleamar media y bajamar media.

**NIVEL MEDIO DEL RIO** – Un nivel de referencia mareográfico. La altura promedio de la superficie de un río de marea en cualquier punto para todas las etapas de la marea observada a lo largo de un ciclo Metónico de 19 años (the National Tidal Datum Epoch), por lo general determinado de las lecturas de altura cada hora. En los ríos sujetos a crecidas ocasionales, el nivel del río puede sufrir grandes variaciones, y para fines prácticos ciertos meses del año se pueden excluir en la determinación de los niveles de referencia mareográficos. Para fines de cartografía, los niveles de referencia mareográficos para los ríos por lo general se basan en observaciones durante períodos seleccionados cuando el río está en o cerca de la etapa de bajamar.

**NUDO** - Una unidad de velocidad, una milla náutica internacional (1,852.0 metros ó 6,076 . 11549 pies internacionales) por hora.

**OBJETIVOS DE LAS OBSERVACIONES DE LAS MAREAS** - Determinar el nivel medio del mar y otros planos de referencia mareográficos con fines de levantamientos para usos de Ingeniería y para establecer un sistema de puntos mareográficos de referencia permanente para dichos planos. Proveer datos para la publicación anual de tablas o pronósticos de mareas y corrientes. Investigar fluctuaciones del nivel del mar y movimientos de la corteza terrestre. Suministrar informes sobre condiciones mareográficas para proyectos de Ingeniería. Proporcionar datos pertinentes a estudios especiales de rías o estuarios. Proporcionar informes para procesos legales que entrañan varios intereses marítimos incluso federales y estatales.

**OLA** - Perturbación que se desplaza a través o sobre la superficie de un medio con una velocidad que depende de las propiedades del mismo. Deformación de una dorsal o movimiento ondulatorio de la superficie de un líquido.

**PARÁMETROS OCEANOGRÁFICOS O VARIABLES OCEANOGRÁFICAS** - Características físicas del estado ambiental de las masas de agua de los Océanos del Mundo. Estos parámetros incluyen temperatura y salinidad, conductividad eléctrica, densidad, presión hidrostática, transparencia, magnitud y características de la marea y otras oscilaciones del nivel del mar, velocidad y dirección de las corrientes, características de las olas, hielo, etc.

**PILOTES** – Consiste en una columna de madera fierro o concreto de forma generalmente cilíndrica o de base cuadrada que se utiliza para consolidar los cimientos de una plataforma en un terminal marítimo.

Nota: En el EIA se utiliza indistintamente “Puente sobre pilotes” o “ Puente de caballetes”.

**PLAYA** - Banda estrecha de tierra en contacto inmediato con cualquier masa de agua que incluye el área entre la línea de pleamar y la línea de bajamar. En una costa, área en la cual rompen las olas y donde se acumula material sedimentario como arena, grava y guijarros.

**PLEAMAR (HW)** – La altura máxima alcanzada por una marea creciente . La altura puede deberse únicamente a las fuerzas de marea periódicas o se puede haber superpuesto sobre ella los efectos de las condiciones meteorológicas prevalecientes. El empleo del término sinónimo, *marea alta*, no se recomienda.

**PLEAMAR INFERIOR (LHW)** – la menor de las dos pleamares en cualquier día lunar.

**PLEAMAR MEDIA (MHW)** – Un nivel de referencia mareográfico. La media aritmética de alturas de pleamar horarias observadas en un ciclo Metónico específico de 19 años (the National Tidal Datum Epoch). Para estaciones con series más cortas, se hacen comparaciones observacionales simultáneas con una estación mareográfica de control con el fin de derivar el equivalente de un valor de 19 años.

**PLEAMAR SUPERIOR DIARIA (HHW)** – La mayor de las dos pleamares de cualquier día lunar.

**ROMPIENTE** - Una barrera o barra de arena sobre la cual se bate el mar. Ola que rompe en la costa sobre un arrecife, etc. Las rompientes pueden clasificarse a grandes rasgos, en 3 categorías, aunque la distinción entre ellas no resulte siempre tan precisa. Las de "volcamiento", que rompen gradualmente recorriendo grandes distancias, las de "volteo" que se curvan hacia adelante y rompen con violencia, y las de "desborde", que llegan hasta la playa donde desbordan dando lugar a la aparición de espuma. La palabra francesa "brisant" se utiliza también para indicar el obstáculo que ocasiona el rompimiento de una ola.

**SEMIDIURNA** – Que tiene un período o ciclo de aproximadamente la mitad de un día lunar. El tipo de marea predominante en todo el mundo es semidiurno, con dos pleamares y dos bajamares en cada día lunar. La corriente de marea se dice que es semidiurna cuando existen dos períodos de flujos y dos de reflujo cada día.

**SENTIDO (DE LA CORRIENTE)** – La dirección *hacia* la cual fluye la corriente.

**SOTAVENTO** – hacia donde sopla el viento.

**TABLAS DE CORRIENTES DE MAREA** – Las tablas que dan predicciones diarias de las horas y velocidades de las corrientes de mareas. Estas predicciones por lo general están complementadas por las diferencias de corriente y constantes a través de las cuales se pueden obtener predicciones adicionales para otros lugares numerosos.

**TABLAS DE MAREAS** – Las tablas que dan predicciones diarias de las horas y alturas de pleamares y bajamares. Estas predicciones son por general complementadas por diferencias de marea y constantes a través de las cuales se puede obtener predicciones adicionales para otros lugares numerosos.

**TIPO DE MAREA** – Una clasificación que se basa en formas características de una curva de marea. Cualitativamente, cuando las dos pleamares y dos bajamares de cada día lunar son aproximadamente iguales en altura, se dice que la marea es *semidiurna*; cuando existe una desigualdad diurna relativamente grande en pleamar o bajar o ambas, se dice que es *mixta*; y cuando existe sólo una pleamar y una bajamar en cada día lunar, se dice que es *diurna*.

**VARIABILIDAD ANUAL** – La variación estacional más o menos periódica, en el nivel o corriente de agua, principalmente debido a causas meteorológicas.

**ZONA DE VERTEDERO** - Zona del mar donde se deposita el material de dragado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BELLIDO E., (1979). **Sinopsis de la geología del Perú**. Boletín del INGEMMET N° 22

BERNEX DE FALEN, REVESZ, B., (1988). **Atlas Regional de Piura**. Pontificia Universidad Católica del Perú. Departamento de Humanidades. Centro de Investigación de Geografía Aplicada.

BRAG.E.A., (1986). **Gran Geografía del Perú**. Naturaleza y Hombre. LA FAUNA. Manfer-Juan Mejía Baca. Vol. III. España.

COBBING E., PITCHER W., (1981). **Estudio geológico de la cordillera occidental del norte del Perú**. INGEMMET – Boletín N° 10 – Serie D.

CHIGNE C., NESTOR, (1975). **Movimientos de arenas y antiguas líneas de costa en el Noroeste Peruano**. Tesis de Ingeniero Geólogo UNMSM, Lima.

CHIRICHIGNO, N. W. FISCHER Y C.E.NAUEN (comps) (1982) INFOPESCA. **Catálogo de especies marinas de interés económico actual y potencial para América Latina**. Parte 2 - Pacífico centro y sur oriental. Roma FAO/PNUD, SIC/82/2: 588 pp.

DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION, (1987). **Derrotero de la Costa del Perú, Callao La Concordia**. Volumen II, 80 pág., Callao.

DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION, (1997). **Información oceanográfica disponible. Litoral peruano**.

DIRECCION DE HIDROGRAFIA Y NAVEGACION, (2003). **Tabla de Mareas de la Costa del Perú**. Océano Pacífico, América del Sur. HIDRONAV

ELLIOT W., (1996). **Nomenclatura actualizada de los peces comerciales del Perú**. Inf. prog. Inst. Mar Perú N°37. 21-30 pág.

ESPINOZA R., Ricardo (1997). **El Perú a toda Costa**. EDITUR S.A.

FLORES, M.S. VERA, R. MARCELO Y E. CHIRINOS, (1994). **Estadísticas de los datos de desembarque de la pesquería marina peruana 1983-1992; 1993-1994; 1995; 1996; Inf. Inst. Mar Perú.**

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU – INSTITUTO TECNOLÓGICO PESQUERO, (1996). **Compendio biológico tecnológico de las principales especies Hidrobiológicas Comerciales del Perú.** 143 pp.

INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL, (1989). **Atlas Geográfico del Perú.** 125 pág. Lima.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, (1996). **Compendios Estadísticos Departamentales.** 1995-1996 de Lima.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, (1997). **Estadísticas del Medio Ambiente.**

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES, (1994). **Descarga de los ríos y almacenamiento de reservorios de la costa peruana.**

INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES, (1996). **Diagnóstico de la Calidad de Agua de la Vertiente del Pacífico.** Volumen I, Lima.

LAOS, C., Gustavo (1985). **Estructura Térmica del Mar de Grau. Dirección de Hidrografía y Navegación.** pp: 55

LAOS, G., MIGUEL, E. y LOARTE, D., (1992). **Boletín Oceanográfico del Servicio de Información Oceanográfica, N° 1, 2, 3 y 4.** Dirección de Hidrografía y Navegación.

LAOS, G. y CONOPUMA, C., (1997). **Perfil Costero entre Cerro Azul y La Punta.** CPPS y Dirección de Hidrografía y Navegación.



PAREDES P. J., (1966). **Estratigrafía del paleozoico del noroeste peruano**. Universidad San Agustín de Arequipa.

SWEIGGER, E., (1964). **El litoral Peruano**. UNFV

TEVES R., NESTOR, (1989). **Análisis de los problemas de Erosión en la Costa Peruana**. CPPS/PNUMA (OCA) - PSE - COI WG 1/1, 5 pág., Bogotá.

TEVES R., NESTOR, (1991). **Las variaciones de las orillas en el Litoral Peruano**. VII Congreso Peruano de Geología, Anales I-II. Lima.

TEVES, N., CALIENES, R., ZUZUNAGA, J., GUEVARA, R., DEL CARMEN, C., LAOS, G., CULQUI, E. y PEREZ, E., (1992). **Efectos de los Cambios Climáticos en los Ecosistemas Costeros y Marinos del Pacífico Sudeste**. Informe del Grupo Peruano de Cambios Climáticos. CPPS, PNUMA.

TEVES R., NESTOR y SAN ROMAN M., CARMEN, (1994). **Erosión en la Zona Costera del Perú**. Oficina Central de Investigación UNFV. 28 pág., Lima.