

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**DISEÑO DE CIMENTACIONES PROFUNDAS EN MAR -
APLICACIÓN AL MUELLE ARTESANAL “NEGRITOS”
ESTUDIO HIDRO-OCEANOGRAFICO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JORGE CONCHA CONTRERAS

Lima - Perú

2007

DEDICATORIAS

En honor a mi padre Hermógenes Concha Espinoza, quien en vida luchó para el progreso de su pueblo de Antilla, sin descuidar a los hijos y gracias a esto todos sus hijos son profesionales.

A mi madre Segundina: con todo mi cariño, por su sacrificio y apoyo constante para la culminación y por quien guardo un profundo agradecimiento.

A mis hermanos Dimas, Juan De Dios, Rolando, Miguel, Hermógenes, Eudes, Segundina y Sonia: quien con su ejemplo, entusiasmo y anhelo de progreso me incentivo a realizar este informe.

A mis hijas Carla Patricia y Pamela Segundina Concha Espinoza, una razón más por quien seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos al Ing. Wilfredo Gutierrez Lazares, por su valioso e incondicional apoyo en la revisión del informe y por el mensaje al 1512 del 12/11/07, la misma sirvió para la culminación del Informe.

Con gratitud a mis profesores del pueblo de Antilla: Teodora Moreano, Maria Ignacio y Dimas Concha Contreras, quienes desde el cielo me iluminan mi camino.

Agradesco de manera muy especial a los Ings. Tapia Martinez(UNI), Fernando Guzmán Ramirez(GESA), Elí Córdova Vilela(VISA), Samuel Vizcardo Otazo, Gustavo Torpoco De la Cruz y César Zevallos García(CPA); por el apoyo técnico y confianza depositado en mi persona.

Mi eterno agradecimiento a la Universidad Nacional de Ingeniería, y a cada uno de sus excelentes docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, que de una u otra forma han participado en mi formación profesional.

Por último y especialmente, a mi familia les agradezco su cariño, apoyo y entrega sin condiciones ni limitaciones, incentivándome a ser yo desde muy niño.

ÍNDICE:

INDICE	iii
LISTA DE GRAFICOS	v
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
PLANOS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCION	x
OBJETIVOS	xi
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes	01
1.1.1 Históricos	01
1.1.2 Del Proyecto	01
1.2 Ubicación Geográfica.....	03
1.3 Acceso a la Zona de Trabajo	04
1.4 Análisis Situacional Actual	04
1.5 Descripción del Proyecto	05
CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	
2.1 Introducción	07
2.2 Teoría de olas.....	08
2.2.1 Características de las olas	09
2.2.2 Clasificación de las Olas	12
2.2.3 Medición de las Olas.....	25
2.2.4 Predicción de olas generadas por el viento.....	26
2.2.5 Refracción.....	30

2.3	Mareas.....	32
2.3.1	Antecedentes.....	32
2.3.2	Fenómeno físico de las mareas.....	33
2.3.3	Corrientes de marea.....	33
2.4	Bravezas.....	34
2.5	Vientos Predominantes en la zona de estudio.....	36
2.6	Determinación del nivel bajamar de Sicigias Ordinarias.....	37
2.7	Morfología de la zona de estudio.....	37
2.7.1	Introducción.....	37
2.7.2	Transporte de Sedimentos.....	38
CAPÍTULO III: PARAMETROS DE DISEÑO DEL MUELLE ARTESANAL NEGRITOS		
3.1	Recopilación de Información.....	39
3.2	Índice de Refracción.....	40
3.3	Periodo de Diseño de la Ola.....	48
3.4	Determinación de Ola significativa.....	48
3.5	Cálculo de MWSC.....	50
3.6	Altura del Nivel por Fenómeno del Niño(0.30m).....	51
3.7	Ocurrencia de Bravezas.....	52
3.8	Cálculo del NMM de la Playa (Perfil Costero).....	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		55
BIBLIOGRAFÍA.....		57
ANEXOS.....		58
PLANOS.....		93

LISTA DE GRAFICOS

CAPITULO I

Gráfico N°1.1: Localización del Proyecto	2
Gráfico N°1.2: Ubicación Geográfica	3
Gráfico N°1.3: Acceso a la zona del Proyecto.....	4
Gráfico N°1.4: Esquema del Proyecto.....	5

LISTA DE TABLAS

CAPITULO II

Tabla N°01: Olas cortas celeridad en función a su longitud	21
Tabla N°02: Olas largas celeridad en función de la profundidad	22
Tabla N°03: Clasificación del oleaje por la profundidad de propagación ...	22
Tabla N°04: En aguas profundas celeridad solo depende de su longitud ..	24
Tabla N°05: En aguas poco profundas celeridad y longitud disminuye conforme esta se acerca al litoral.....	25

CAPITULO III

Tabla N°3.01: Clasificación de alturas de olas observadas.....	39
Tabla N°3.02: Registro de olas	42
Tabla N°3.03: Altura significativa según tercio superior	48
Tabla N°3.04: Cálculo de la altura raíz media cuadrática.....	49
Tabla N°3.05: Cálculo MLWS según tercio inferior.....	50

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO II

Figura N°01: Formación de Olas.....	8
Figura N°02: Características de Olas.....	10
Figura N°03: Representación esquemática de los tipos de olas que existen en la superficie del océano y de la energía en ellas contenidas	13
Figura N°04: Acción de viento constante sobre una zona determinada del mar	14
Figura N°05: Por acción de Terremoto o Tormenta se produce Tsunami..	18
Figura N°06: Por acción de Sol y Luna se produce Marea	18
Figura N°07: Clasificación de ola por su profundidad y por su longitud.....	20
Figura N°08: Ola Lineal.....	21
Figura N°04: Influencia del fondo en el desplazamiento vertical de las órbitas.....	25
Figura N°09: Registro real de olas	27
Figura N°10: Refracción de un tren de olas	30
CAPITULO III	
Figura N°3.01: Perfil del fondo marino	46

PLANOS

PLANO C-2.....	93
PLANO D.....	94
PLANO E.....	95

RESUMEN

La obra "Muelle Artesanal Negritos", se realizó con el fin de aperturar y operar un Centro de investigación para el Procesamiento de Productos Pesqueros, destinados a desarrollar la producción experimental de productos enlatados, congelados y otros, dirigidos a lograr el máximo aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos de la zona, a cargo de la Municipalidad Distrital de La Brea.

El Capítulo 1: proporciona pequeños alcances de la mencionada obra, como es los antecedentes, ubicación geográfica, accesos y descripción del proyecto, entre otros.

El Capítulo II: En este capítulo se tratará sobre el estudio de la teoría de olas lineal donde se hará consideraciones sobre su desplazamiento vertical, período, longitud, velocidad de traslación, rotura, energía de las olas, además dichas características de las olas de mar varían, de manera que las olas nunca son iguales entre sí. A medida que la ola se desplaza desde el mar hacia la costa, se propagan a lo largo de líneas cuyas direcciones dependen de la geometría del área sobre la cual sopla el viento, de la dirección del viento y de la conformación del fondo. La propagación de las olas no se produce en forma individual sino que ellas forman trenes de olas de diferentes amplitudes y periodos.

La refracción es el cambio de dirección que experimenta la ola, cuando ésta se acerca a una zona de menor profundidad, por ejemplo a una playa.

Las bravezas son trenes de olas excepcionales generadas por tempestades, son altas que ocurren en momentos en que un periodo de varias horas el mar alcanza un nivel más alto que el de costumbre debido a las condiciones tiempo de una tormenta.

El Capítulo III, En esta fase se han desarrollado actividades preliminares como la recopilación de información, Fase de Gabinete que comprende el análisis y procesamiento de la información de los datos obtenidos durante la visita realizada a la obra, para determinar altura de ola de diseño de las estructuras y además cálculo de transporte de sedimento.

INTRODUCCIÓN

Se ejecutó la obra “Construcción del Muelle Artesanal Negritos”, a cargo de la Municipalidad Distrital de La Brea. Con el fin de realizar y operar el Centro de Investigación para el Procesamiento de Productos Pesqueros, destinado a desarrollar la producción experimental de productos enlatados, congelados y otros, se irán implementando programas de investigaciones que realicen, aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos de la zona.

El proyecto cumplirá una función promotora, orientada a estimular y complementar las actividades de producción de las empresas privadas y contribuirá a la ampliación y diversificación de la oferta de los productos pesqueros procesados para las poblaciones del Perú.

Según información recogida de ENAPU (Empresa Nacional de Puertos), actualmente el Perú cuenta con un puerto Principal, seis puertos de Atraque Directo, tres puertos de Lanchonaje y tres puertos Fluviales. Si lo comparamos con algunos países de Sudamérica, nos estamos quedando en relación a infraestructura portuaria, no llegamos a ser competitivos en el medio. Esto sin considerar el estado actual de la infraestructura y la capacidad de almacenamiento con la que cuentan nuestros puertos.

El mencionado Muelle presenta un problema de desniveles, ya que se inició su ejecución sin un adecuado Estudio Hidro-Oceanográfico.

Posteriormente con los datos obtenidos del Estudio Hidro-Oceanográfico y del Estudio de Suelos, se determinó la altura que debe alcanzar la estructura del Muelle sobre el nivel de la olas, para no verse afectada por el embate de éstas. Así mismo, la longitud del pilote y la profundidad que debe de ser hincado.

OBJETIVOS GENERAL

- Rediseñar las cimentaciones profundas del Muelle Artesanal “Negritos”.
- Evaluar y analizar las condiciones actuales de las cimentaciones en el Muelle.
- Estudiar y aplicar los aspectos teóricos para el rediseño de las cimentaciones.
- Proponer procesos constructivos que permitan optimizar los costos durante la ejecución de los trabajos.
- Recomendar alternativas para el mantenimiento de las cimentaciones

OBJETIVOS ESPECIFICOS

La Hidro-Oceanografía tiene como objetivo el estudio del comportamiento del mar y abarca una amplia gama de fenómenos naturales, que tienen que ser analizados y cuantificados. Dichos fenómenos están relacionados con la generación de las olas, las corrientes y las mareas, las mismas tienen influencia sobre los proyectos portuarios.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 HISTÓRICOS

Con respecto al origen de la palabra "Negritos", existen varias leyendas; una de las más aceptadas señala que, en la época de la Colonia pasó un barco español cargado de varios negros quienes estaban siendo trasladados a Lima. Según esta leyenda uno de los negros logró escaparse de la embarcación y se refugió en Balcones en el sector de Punta Pariñas, el negrito salía de vez en cuando de su escondite, y es así como la gente logró divisarlo, por este motivo surgió la novedad entre los pobladores quienes decían "vamos a ver al negro". Por esta razón con el correr del tiempo la denominación derivó en Negrito y luego a Negritos.

Negritos, sin ser un pueblo colonial, mantiene sus costumbres y tradiciones como cualquier otro pueblo. Este distrito guarda en su seno una tradición festiva como es el carnaval; y motivados por ese fervor carnavalesco es que nace una costumbre originaria como el Baile de Mamarrachos, que es el más novedoso.

El distrito de La Brea, con su capital Negritos, fue creado mediante Ley Nº 7627 el 31 de Octubre del año 1932. Pertenece a la provincia de Talara. La promulgación de la ley se hizo en la época del Presidente Manuel Sánchez Cerro, quien es oriundo de Piura. La capital del distrito tiene categoría de Pueblo que fue dado por Ley Nº 12301 el 03 de Mayo de 1955.

1.1.2 DEL PROYECTO

Se ejecutará la obra "Construcción del Muelle Artesanal Negritos", con el fin de realizar y operar el Centro de Investigación para el Procesamiento de Productos Pesqueros, destinado a desarrollar la producción

experimental de productos enlatados, congelados y otros, dirigidos a lograr el máximo aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos de la zona, a cargo de la Municipalidad Distrital de La Brea.

El proyecto, cumplirá una función promotora, orientada a estimular y complementar las actividades de producción de las empresas privadas, y contribuirá a la ampliación y diversificación de la oferta de los productos pesqueros procesados para las poblaciones del Perú.

GRÁFICO N° 1.1

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



Fuente: Google Earth

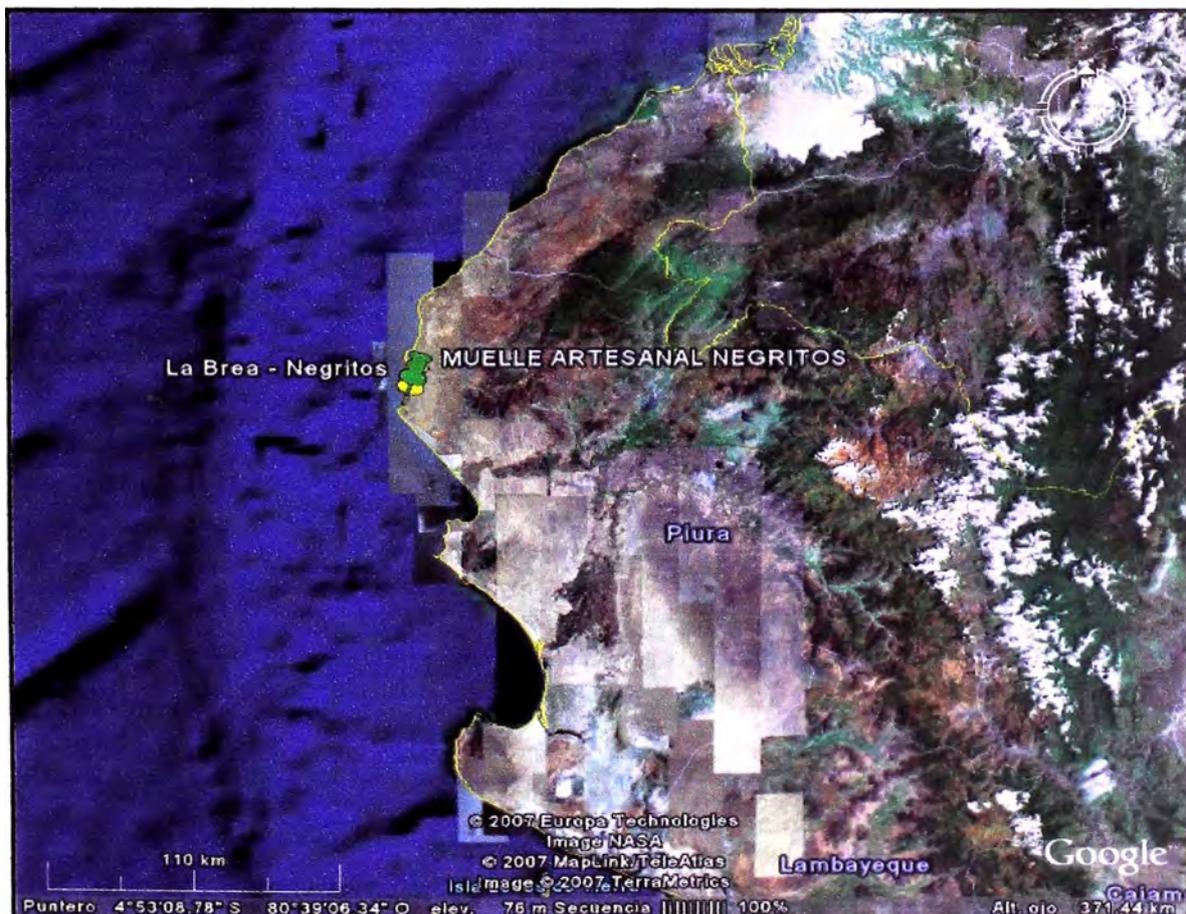
1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Caleta de Negritos que desarrolla actividades de extracción y comercialización de especies pesqueras, se ubica en el Centro Poblado de Negritos, Distrito de La Brea, Provincia de Talara, Departamento de Piura.

Su ubicación geográfica corresponde a:

- Latitud Sur 04° 39.5'
- Latitud Oeste 81° 18.0'

GRÁFICO N° 1.2
UBICACIÓN GEOGRÁFICA

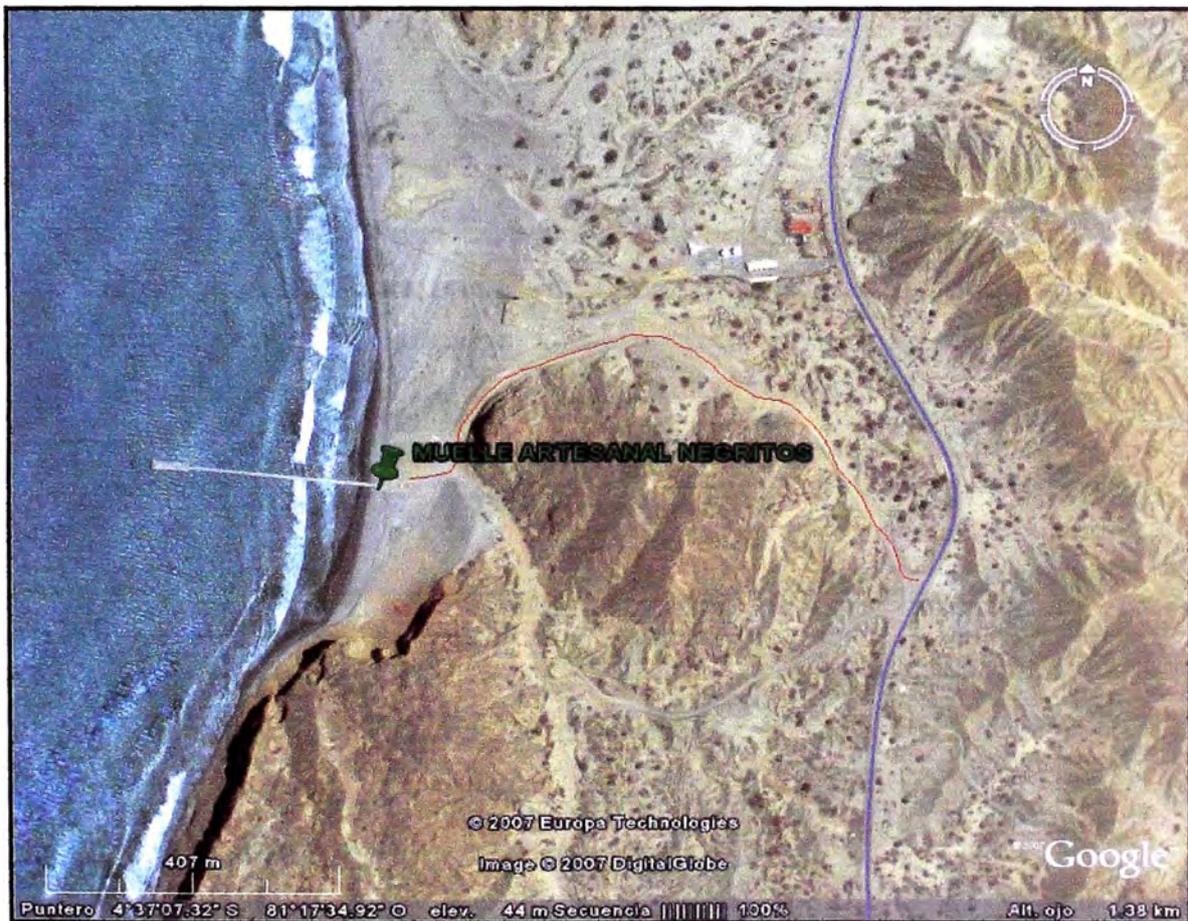


Fuente: Google Earth

1.3 ACCESO A LA ZONA DEL PROYECTO

La caleta se encuentra a una distancia de 120 Km. de la capital del departamento de Piura al cual se encuentra conectada mediante una red vial asfaltada. Asimismo, también posee una adecuada conexión terrestre con las ciudades de Talara, Paita y la frontera con el Ecuador distante a 245 Km.

GRÁFICO N° 1.3
ACCESO A LA ZONA DEL PROYECTO



Fuente: Google Earth

1.4 ANÁLISIS SITUACIONAL ACTUAL

La población del país presenta un bajo consumo per cápita de productos de origen pesquero especialmente en las zonas rurales y poblaciones alejadas de las costas por las distintas realidades geoeconómicas. La

consecuencia de una cadena de frío en áreas interiores del país, vías de comunicación inapropiadas; y escasa diversificación de productos pesqueros, es razón por la cual el consumo de pescado esta limitado en muchos casos a las zonas urbanas y otras cercanas a los puertos de desembarcaderos, lo que determina el bajo consumo per cápita a nivel nacional.

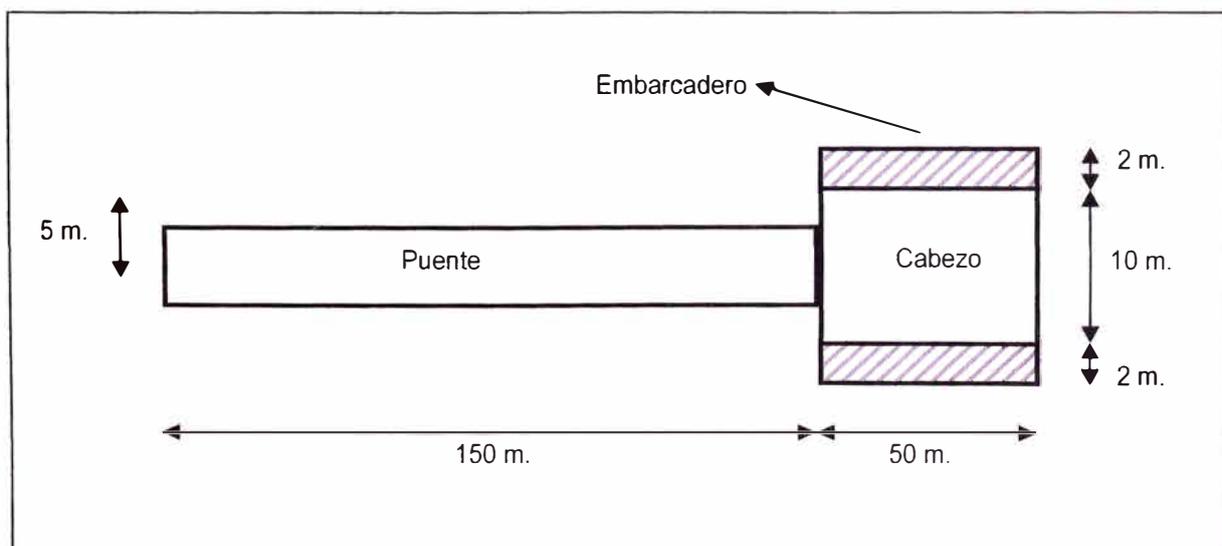
En el distrito de La Brea donde se ubicará el proyecto, son escasas las oportunidades de empleo para la población estando la mayoría en la condición de subempleados y desempleados. Sin embargo, con las actividades de procesamiento de los productos pesqueros que impulse el proyecto, se avizora grandes posibilidades ocupacionales.

1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Muelle contará con un Muro de Arranque, un Puente de 150 m. de largo por 5.00 m. de ancho, un Cabezo de 50 m. de largo por 10 m. de ancho y a ambos lados del Cabezo contará con un Embarcadero de 50 m. de largo por 2 m. de ancho (ver Gráfico N° 1.4).

GRÁFICO N° 1.4

ESQUEMA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia

Toda la estructura del muelle estará sobre pilotes verticales e inclinados de concreto armado de 35 cm. x 35 cm. de sección.

La estructura cuenta con 8 Núcleos distribuidos a lo largo del Puente, separados cada 4 tramos, estos absorberán los esfuerzos horizontales de la estructura. De la misma forma cuenta con 5 Núcleos a lo largo del Cabezo y 4 Núcleos a lo largo de cada Embarcadero (Anexo N° 05).

Todos los elementos que constituyen el Muelle, son Prefabricados de concreto armado, con cemento Tipo V.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEORICO

2.1 Introducción

Las tres cuartas partes de la superficie del planeta tierra están cubiertas por los océanos, los cuales almacenan el 96.54% del total de los recursos hídricos existentes.

Estas masas de agua almacenada están sometidas al sistema general de circulación generado por la acción de los rayos solares, la rotación de la tierra y las características físico-químicas del agua salada. La circulación general se manifiesta en forma de corrientes principalmente.

También influyen sobre el comportamiento de las masas de agua las acciones locales que están reguladas por el relieve del fondo, la cercanía a los continentes y las condiciones meteorológicas. Entre estas acciones sobresalen los sismos, las mareas y los oleajes debidos al viento.

Eventos naturales como los sismos inducen la formación de unas olas conocidas como tsunamis o maremotos, las cuales han producido efectos catastróficos en diversas zonas costeras del mundo.

En este capítulo estudiaremos los mecanismos de formación, propagación y desaparición del movimiento ondulatorio de longitud de onda corta (típicamente 100 m) más representativo del océano: el oleaje debido al viento.

Si bien es cierto que hay otro tipo de manifestaciones ondulatorias en el océano (ondas internas, tsunamis, etc.) causadas por otras perturbaciones, además nos dedicaremos al estudio de las mareas, como ondas largas (longitud de onda característica 10000 km), ambos movimientos ondulatorios tienen muchas semejanzas cualitativas, a pesar de que las diferencias cuantitativas en sus parámetros característicos son notables.

2.2 Teoría de Olas

En este ítem se tratará sobre el estudio de la teoría de ondas lineal donde haremos consideraciones sobre su desplazamiento vertical, período, longitud, velocidad de traslación, rotura, energía de las olas, etc.

Las olas son movimientos ondulatorios, oscilaciones periódicas que se producen en la superficie de agua, formadas por crestas y depresiones que se desplazan horizontalmente, y que juega un rol muy importante en la modificación de la línea costera. Las olas son producidas por diferentes causas las mismas tienen un período y un ritmo. Existen olas que son generadas por el viento, por las mareas, por tormentas, por oscilaciones o por terremotos. Estas últimas se conocen como Tsunamis; son olas que alcanzan alturas considerables cuando rompen contra las costas.

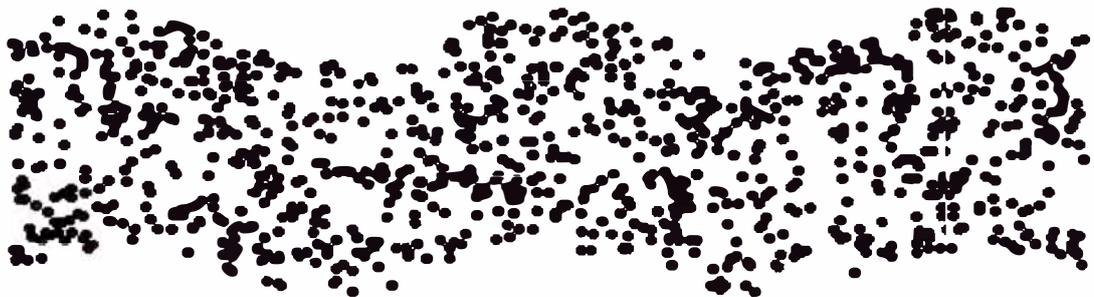


Figura N° 01: Formación de Ola

Las olas en el mar se deben a los vientos que soplan sobre la superficie del agua, transfiriendo energía a la misma por fricción. Al irse formando pequeñas ondulaciones, la diferencia de presión entre el lado expuesto al viento y su lado protegido hace crecer aún más su altura (efecto de protección). De este modo las olas grandes acumulan una cantidad cada vez mayor de energía y continúan desarrollándose mientras la dirección y fuerza del viento se mantengan constantes. En general, vientos fuertes de larga duración producen olas altas con longitudes de onda y períodos grandes. Así, conforme la superficie del agua recibe más y más energía, las olas se hacen más altas y más largas, y viajan con velocidades de onda cada vez mayores.

Las primeras olas en desaparecer son las más cortas; las más largas, siempre en el ámbito del espectro provocado por el viento, son las que se

propagan más lejos (incluso a centenares de kilómetros); en las olas más largas y, progresivamente más amortiguadas, el perfil se atenúa cada vez más acercándose a una senoide.

Para realizar diseños de obras portuarias y defensas de costas, es indispensable contar con información sobre las olas del mar, en particular, es necesario conocer la naturaleza y frecuencia de ocurrencia de las olas definidas por su período, altura y dirección, además es conveniente tener esta información por periodos típicos del año.

Esta información sirve como base para cálculos del transporte de sedimentos causado por las olas, y además para el diseño de las obras de protección de los puertos contra el oleaje, para el alineamiento y cálculo de porcentaje de utilización de muelles, cálculos de tiempo disponible para la utilización de equipo de dragado, etc.

Otro aspecto importante en las mediciones de olas en las costas, es el proceso que sufre el oleaje al acercarse a las playas, por efecto del fondo marino que produce la refracción en la dirección del frente de olas, modificando las características del oleaje proveniente de aguas profundas.

Como la magnitud del oleaje en el litoral, depende de la altura de las olas en aguas profundas y de la zona de rompiente, es necesario conocer las áreas de incidencia de oleajes en el ámbito del estudio, específicamente en la playa Providencia - Negritos - Talara.

La teoría originalmente fue desarrollada por **Lamb** y por otros autores posteriormente el desarrollo de la teoría de las olas se basa en la aplicación de las ecuaciones de Navier-Stokes, y existe también otra teoría Trocoidal. Algunos autores, como Iribarren por ejemplo, prefieren esta última la cual tiene un tratamiento matemático más complicado.

2.2.1 Características de las Olas:

Las olas de mar varían en altura, periodo y longitud, en forma continua, de manera que las olas nunca son iguales entre si, a medida que la Ola se desplaza desde el mar hacia la costa.

Para poder trabajar en forma analítica con las olas, fue necesario definir parámetros descriptivos que pudieran ser medidos por observadores.

La descripción más simple de una onda senoidal nos da la Física y se caracteriza por su longitud, periodo, altura, amplitud, velocidad de propagación y profundidad medida al Nivel Medio del Mar (NMM), variables físicas y geométricas que se definen a continuación:

Elementos básicos de una ola:

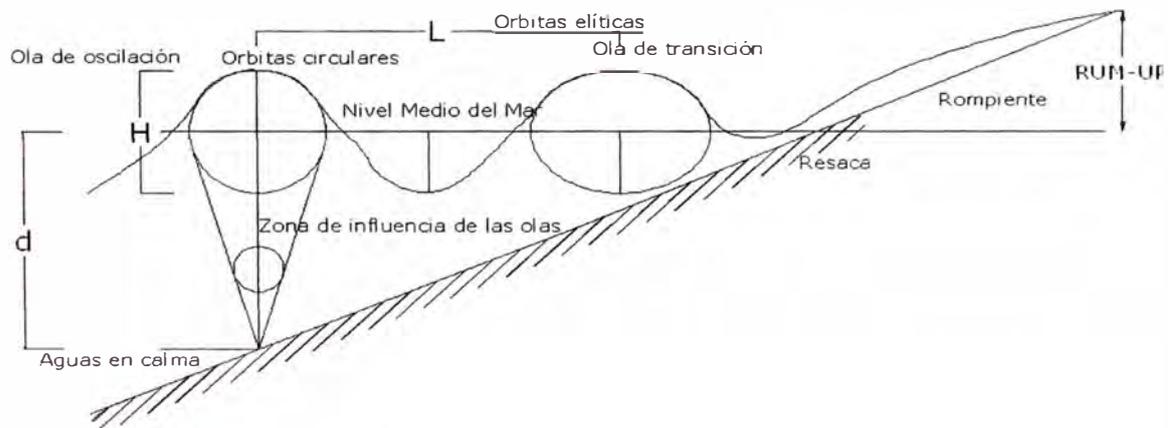


Figura Nº 02: Características de las olas

a) Altura de Ola (H)

La altura de una ola, es la diferencia de altura entre una depresión (seno de la ola) y la siguiente cresta, que pasan respectivamente por un mismo punto.

b) Periodo de una Ola (T)

El período T de las olas es el tiempo transcurrido para que por un punto pasen dos crestas o dos valles sucesivos de un mismo tren de olas y se mide en segundos.

c) Velocidad de la Ola (C)

La velocidad de la ola es determinada por el periodo y la longitud:

$$C = \frac{L}{T} \quad (1)$$

La velocidad de la ola, también se conoce como celeridad de la ola, de acuerdo a la teoría la celeridad se puede representar por la siguiente expresión:

$$C = \sqrt{\frac{g \cdot L}{2 \cdot \pi} * \tanh\left(\frac{2 \cdot d \cdot \pi}{L}\right)} \quad (2)$$

(1) Reemplazando en (2) se obtiene la siguiente expresión

$$C = \frac{g \cdot T}{2 \cdot \pi} * \tanh\left(\frac{2 \cdot d \cdot \pi}{L}\right) \quad (3)$$

d) Longitud de la Ola (L)

La longitud de la ola es la distancia horizontal entre dos crestas o dos depresiones sucesivas de una onda. Los tsunamis se caracterizan por presentar longitudes de onda que superan los 50 km, pudiendo alcanzar hasta los 300 km, a diferencia de las olas generadas por el viento, que sólo en grandes tormentas pueden presentar unos 300 metros.

Igualando las ecuaciones (1) y (3), se puede obtener la ecuación que nos da la longitud de la ola en función de la profundidad y del periodo, se obtiene la siguiente expresión:

$$L = \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi} * \tanh\left(\frac{2 \cdot d \cdot \pi}{L}\right) \quad (4)$$

Como se puede apreciar la ecuación anterior, el término L aparece en ambos lados y cuya solución resulta ser por tanteos empleando Métodos Numéricos, por Newton – Raphson o por el método de la Secante, también se puede calcular una raíz empleando Matlab, la misma se puede representar gráficamente.

ECKHART da una ecuación aproximada para resolver la Ecuación (4) y cuyos resultados tienen un 5% de aproximación.

$$L = \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi} * \sqrt{\tanh\left(\frac{4 \cdot \pi^2}{T^2} * \frac{d}{g}\right)} \quad (5)$$

2.2.2 Clasificación de las Olas

De la radiación solar incidente sobre la superficie de la Tierra, una fracción se invierte en un calentamiento desigual de la misma, lo que provoca en la atmósfera zonas de altas y bajas presiones, generando desplazamientos del aire (viento) de mayor o menor intensidad. El oleaje es una consecuencia del rozamiento del aire sobre la superficie del mar y la intensidad del oleaje depende de la intensidad del viento, de su duración y de la longitud sobre la cual éste transmite energía a la ola.

En el mar existen dos tipos generales de ondas, **estacionarias y progresivas o transitorias.**

- a) **Ondas estacionarias.**- En una onda marina estacionaria, existen uno o varios puntos (o líneas), en los que el movimiento es nulo, (puntos nodales), y uno o más puntos en los que el desplazamiento es máximo, (puntos ventrales). La distancia entre los nodos y la frecuencia de la oscilación, dependen de las dimensiones geométricas de la cuenca en que se produzcan.

Una onda estacionaria se puede considerar como la interferencia de dos ondas de la misma amplitud y longitud de onda: una incidente que se propaga de izquierda a derecha y la otra que resulta de reflejarse esta en el extremo y se propaga de derecha a izquierda.

$$Y_1 = A * \sin(kx - wt) \quad \text{que se propaga de izquierda a derecha}$$

$$Y_2 = A * \sin(kx + wt) \quad \text{que se propaga de derecha a izquierda}$$

La onda estacionaria resultante es la suma de las dos:

$$Y \text{ resultante} = Y = Y_1 + Y_2 = 2 * A * \sin(w * t)$$

Las secas son ondas estacionarias como las oscilaciones propias de las cuencas marinas y las cooscilaciones de las mareas. Para explicar su funcionamiento se puede recurrir al siguiente ejemplo: Cuando uno se mueve a un recipiente lleno de agua se observa que toda la masa líquida oscila y, tras un número mayor o menor de oscilaciones, el nivel vuelve a las condiciones del equilibrio inicial.

En una cuenca marina, o en un lago, las secas se manifiestan cuando la masa de agua sufre sacudidas bruscas tanto por la acción del viento y variaciones de la presión atmosférica, como por sacudidas costeras submarinas.

Las cooscilaciones de marea son una especie de secas originadas en un mar semicerrado por las mareas externas, que se desarrollan en amplitud oceánica abierta. Sólo en extensiones oceánicas grandes, la fuerza de la marea puede imponer directamente oscilaciones bastante amplias (mareas independientes).

b) Ondas Transitorias o Progresivas.- Una ola progresiva es aquella que varía en el tiempo, y en el espacio; pueden formarse en la superficie debidas al viento o en el seno de la masa oceánica (ondas internas que se producen a lo largo de las discontinuidades de temperatura y salinidad entre las diversas masas de agua).

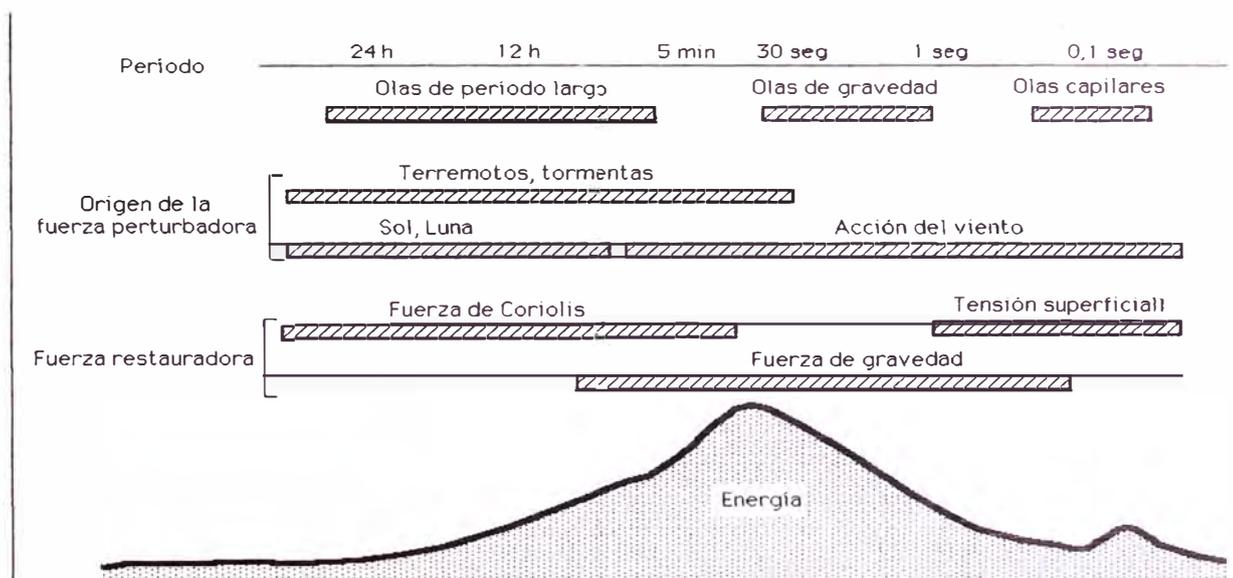


Figura N° 03: Representación esquemática de los tipos de olas que existen en la superficie del océano y de la energía en ellas contenida

En el oleaje es fundamental la distinción entre la forma del perfil de la onda, que en la onda progresiva se mueve con velocidad c , y la trayectoria del movimiento de las partículas de agua que constituyen la ola; las dos curvas, perfil y trayectoria, son muy diferentes

Las ondas largas, típicamente progresivas, son las ondas solitarias y los tsunamis, frecuentes en el Pacífico, que se generan en relación con terremotos costeros y oceanográficos y se propagan de una costa a otra o desde el epicentro oceánico hasta las costas, provocando a menudo cuantiosos daños, mayores incluso que los de los mismos terremotos.

Las olas pueden ser generadas por distintos fenómenos, tal como se aprecia en la Fig. N°03, como:

Las olas se pueden clasificar atendiendo a los siguientes parámetros que la definen:

I) Origen de la fuerza perturbadora

a) Acción del viento

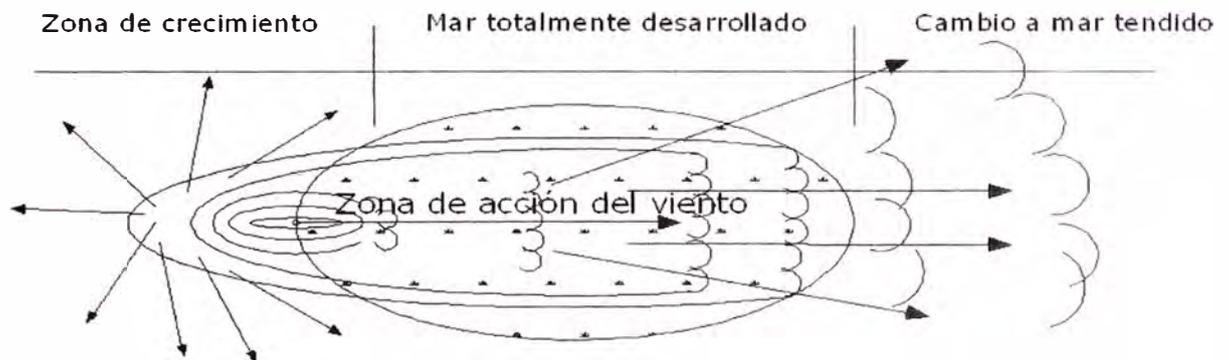


Figura N° 04: Acción de un viento constante sobre una zona determinada del mar

Este tipo de olas se forma cuando el viento sopla sobre la superficie marina; mientras el viento está soplando se generan olas confusas, sin una dirección definida, aunque haya una predominante. Cuando las olas abandonan la zona en que sopla el viento se van propagando de acuerdo con su velocidad c , que es función de la longitud de onda L , (distancia entre dos olas consecutivas). Las olas se agrupan, por sus longitudes de onda, formándose así olas casi regulares, que dan lugar a la mar tendida, la misma se aprecia en Fig. N°04

Este tipo de ola se puede clasificar a su vez en Olas Swell o olas libres y en Olas SEA o Olas forzadas

- i) **Olas Swell o olas libres.**- Las olas libres son las generadas por una aplicación instantánea de la fuerza perturbadora que cesa al momento y, por lo tanto, la ola evoluciona libremente.

En español es conocido como mar de fondo, el primario esta constituido por las olas de mayor amplitud el secundario es de menor amplitud y llega horas antes a la playa

El término "SWELL" se conoce como MAR DE LEVA y se refiere a las olas que provienen de un sitio remoto las mismas son generadas en una zona de vientos al sur de nuestro continente, en la llamada zona de tormentas o tierra del fuego entre los 18° a 22° de longitud y 45° a 50° de latitud sur, frente a la Costa de Chile. Se propagan de Sur a Norte, desde aguas profundas hacia aguas poco profundas, pudiendo llegar a cubrir grandes distancias en todo su recorrido.

Se puede decir que las olas Sea se convierten en olas Swell una vez que salen del área de acción del viento.

Las olas Swell se caracterizan por ser de mayor longitud, altura, periodo, orden y armonía que las olas Sea. Estas olas son las más importantes para el estudio dentro de la ingeniería de Puertos.

- j) **Olas SEA o Olas forzadas** son aquellas en las que la perturbación se aplica de manera continua, por ejemplo, las olas de marea.

El término en Inglés "SEA" se conoce comúnmente como MAR LOCAL y se denominan así por encontrarse dentro de su zona de generación bajo la acción de los vientos. Son causadas por los vientos locales que soplan frecuentemente por las tardes con velocidades de 6 a 7 m/s, llegando en casos extremos a velocidades mayores de 10 m/s tenemos como ejemplo las famosos vientos de Paracas.

b) Terremotos y tormentas

Los Tsunamis, son olas que pueden ser generadas por un terremoto de grado superior a 8 en la escala de Richter, por un gran deslizamiento en

el fondo o en la costa, por una erupción volcánica o por un impacto de un meteorito se produce un movimiento muy brusco de una gran masa de agua, se generará una "onda solitaria" de gran periodo (entre 10-20 min.), luego comienza a propagarse en forma de onda circular, a una gran velocidad en función de la profundidad del mar.

Los Tsunamis, que se forman en las aguas poco profundas pueden pasar dos situaciones, una es que en el centro de la perturbación se hundan las aguas, o bien que éstas se levanten explosivamente. Cualquiera sea el caso el movimiento provoca una ola gigante, que avanza a gran velocidad, pueden ser miles de kilómetros por hora, y llega a tener una altura superior a los 20 metros. Los Tsunamis son muy frecuentes en el Océano Pacífico.

El tsunami reciente del sudeste asiático se produce a una profundidad de 4,000 metros, la velocidad alcanza la increíble cifra de 700 km/h, la velocidad de un avión. Su longitud de onda es enorme, superior a 550 kms. Sin embargo, su altura es muy pequeña, solo del orden de 0.5 a 1 metro, no apreciable por ningún barco que se la encontrara. Una vez que esa mortífera "onda solitaria", preludio de un potencial maremoto, comienza a viajar, ya es imposible detenerla. Su efecto terriblemente destructor se produce al acercarse a la costa, al originarse una drástica disminución de la velocidad y de su longitud de onda, al entrar en aguas poco profundas, lo que motiva, al tener que conservarse su enorme masa de agua, el que la altura de la ola aumente monstruosamente, habiéndose detectados tsunamis con alturas de 20 a 30 metros.

Se tiene constancia histórica de olas de 18 metros de altura en el maremoto que asoló Cádiz en 1755. El efecto destructor lo origina, no solamente la altura de la ola, sino la enorme masa de agua asociada, apilada toda ella por encima de su nivel medio, sin romper, entrando sobre la playa a una gran velocidad. Para el caso del maremoto de Cádiz de 1755, a 5 metros de profundidad, ya cerca de la costa, aparecería una ola de 18 metros de altura, con una masa de agua apilada en más de 4 kms. de longitud, sin romper, a una velocidad de unos 25 kms/h. Unos minutos antes de la llegada de cualquier tsunami suele producirse una

gran "retirada anormal" del nivel del mar, muy rápida, del orden de 500 a 1.000 metros, o más, que sorprendentemente, deja "en seco" la playa.

En Sri Lanka, minutos antes de que llegara la gran ola. Ese fue el aviso, según cuentan los periódicos, que hizo que Tilly Smith, la niña inglesa de 10 años, salvase a unos cien bañistas en la playa de Maikhao, en la famosa isla de Pukhet, en Tailandia. El que otro aviso de llegada inmediata de un tsunami, es también el efecto contrario, el de un rápido y continuo "llenado anormal" de agua sobre la playa seca, durante unos escasos minutos. Ello se produce cuando la onda avanza en cresta. Hay que decir también que este efecto resulta "menos extraño" para los usuarios de las playas, que pueden confundirlo con el pico de las pleamares y con las anormalmente grandes excursiones de agua que se producen cuando se aproximan las olas en forma de grupos, fenómeno conocido en ingeniería de costas, como surf beat, que es una especie de ola gran periodo, comparada con el oleaje normal, y que hace que de vez en cuando, tengamos que mover hacia atrás nuestras sombrillas y pertenencias.

Algún "extraño fenómeno", como titulaba Diario de Cádiz, sucedió en la playa de La Victoria a las dos de la tarde en septiembre de 1957: "A las dos de la tarde del día 24, los usuarios de la playa Victoria se vieron sorprendidos por un extraño fenómeno que causó la alarma de todos. El agua empezó a subir de manera vertiginosa, acompañada de un fuertísimo oleaje, de tal manera que rompió el muro de contención en que se hayan colocadas las casetas de mampostería. Fue tal la fuerza del mar que las casetas de madera fueron arrancadas y la mayoría de ellas llevadas hasta mar adentro, desapareciendo en el horizonte...". Si fue un pequeño tsunami, asociado a algún movimiento sísmico, o no, sería un aspecto interesante de estudio.

En la Fig. N°05, se aprecia el volcán Krakatoa en 1837 en la playa de Kahului en la isla hawaiana de Maui, Un Tsunami arrasó con todo lo que se encontró. Todo comenzó porque de pronto, el mar empezó a retirarse de la bahía (suelen producirse en bahías) sin ruido pero a gran velocidad, como si todo el océano se estuviera vaciando en un inmenso.



Figura Nº 05: Por acción de Terremoto o Tormenta se produce Tsunami

c) Sol, Luna

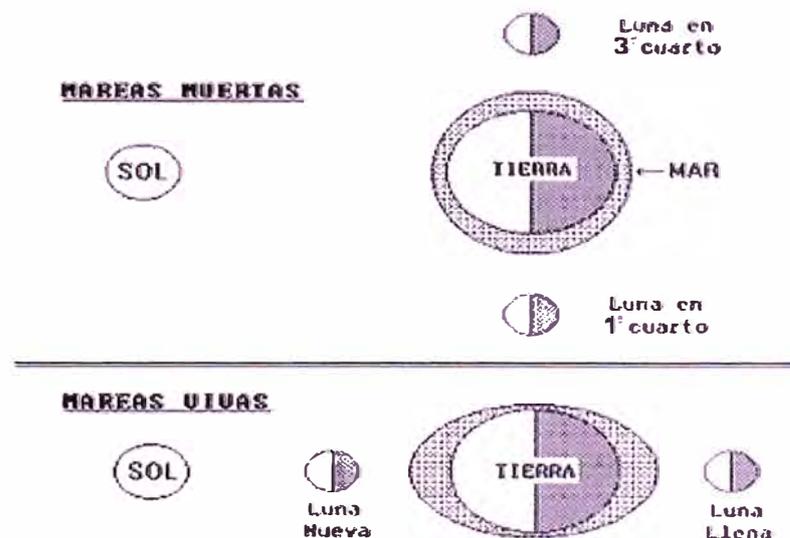


Figura Nº 06: Por acción de Sol y Luna se produce Marea

Son movimientos periódicos del mar con desplazamiento vertical, de ascenso y descenso, de la masa de agua. La influencia gravitacional de la Luna, y en menor medida la del Sol, sobre las aguas de los océanos es la causa principal de la formación de las mareas

II) Periodo de duración.- (Munk, 1951), clasificó en función a su frecuencia:

a) Olas de periodo largo: Estas olas de periodo largo son producidas por los cambios meteorológicos o movimientos sísmicos periódicos de baja

frecuencia(mareas) y eventos sin periodicidad (tsunamis y tormentas). y cuyo periodo está comprendido ($5 \text{ min} < T < 24 \text{ h}$)

- **Tsunames.**- Es conocido en español también con la palabra maremoto, los Tsunamis, son olas que pueden ser generadas por un terremoto, por un gran deslizamiento en el fondo o en la costa, por una erupción volcánica o por un impacto de un meteorito, es una ola o un tren de 2, 3 o 4 olas de gran periodo que varía desde 10 minutos a una hora, y amplitud variable de 10cm a 50ms, y con un periodo ($7 \text{ mi} < T < 50 \text{ mi}$)
- **Seiches** son ondas estacionarias, la misma son generada en cuencas cerradas o semi-cerradas produciéndose un Tsunami pequeño que en los lagos se conoce con el termino técnico de Seiche, que son olas entre tres y cuatro metros de altura en los lugares mayor impacto y con un periodo ($10 \text{ mi} < T < 60 \text{ mi}$), como lo fueron el muelle de Santiago Atitlán y el muelle que da hacia el hotel Posada de Santiago, ubicado en el Cerro Quetbaljuyú, en la entrada y a lo largo de la parte conocida como Panabaj Abajo, en donde se deduce en base a la huellas de humedad y lodo encontradas en las partes altas del muelle de Santiago y entrada al embarcadero del hotel, que las tres olas llegaron a 1.5 y 3 metros de altura y con un periodo de 1 y 2 minutos.

Causas:

Un Seiche puede generarse por los siguientes factores:

- Principalmente por los cambios del nivel en la presión atmosférica.
 - Vientos fuertes.
 - Cambios en las corrientes de la marea.
 - En algunos casos por o sismos, colapsos o serie de deslizamientos, erupciones volcánicas.
- b) Olas de gravedad:** Estas olas son generadas por la transferencia de energía desde el viento al agua y controladas por la masa movilizada. Su longitud de onda es superior a 1'73 cm. Incluyen a las olas marinas, de Swel y Sea. y con un periodo ($1 < T < 30 \text{ seg}$)

- Para olas Swell con un periodo comprendido entre ($7 < T < 30 \text{ seg}$).
 - Para olas Sea con un periodo comprendido entre ($1 < T < 7 \text{ seg}$)
- c) **Olas capilares:** Estas olas se deben al roce entre láminas de aire y agua en la misma fuente del viento; están controladas por la tensión superficial del líquido. Son pequeñas rizaduras con morfología en V, cuya longitud de onda es inferior a 1'73cm y su altura aproximada unos milímetros y con un periodo ($T < 0.10 \text{ seg}$)

III) **Por su longitud.-** Por su longitud se clasifican en olas cortas y olas largas de acuerdo a la Fig. N°07

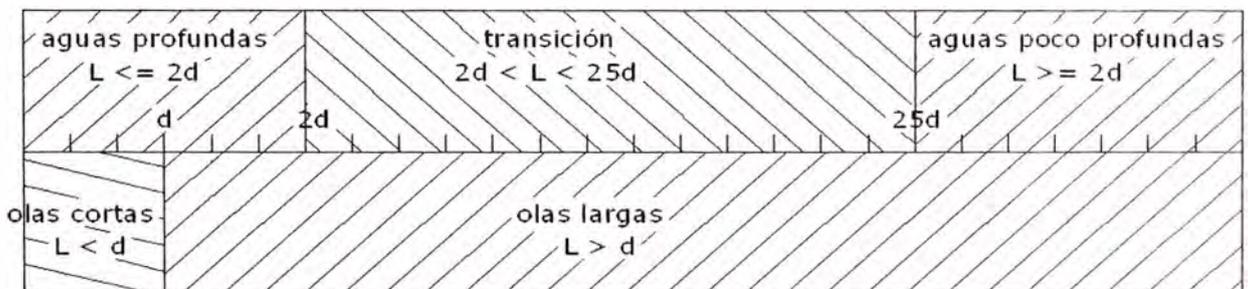


Figura N° 07: Clasificación de ola por su profundidad y por su longitud

- a) **Olas cortas:** Son olas cuya longitud de onda es mucho menor que la profundidad de la columna de agua ($L < d$), la misma se aprecia en la Fig. N°08, esto se presenta en alta mar como sucede cuando una ola se desplaza en aguas profundas, la velocidad únicamente depende de su longitud de onda "L", tal como se aprecia en la Ecuación N° 06. en las olas cortas el periodo se determina inmediatamente una vez conocidos "L" y "c", en la forma:

$$c = \sqrt{\frac{g \cdot L}{2 \cdot \pi}} = \frac{L}{T} = \frac{g \cdot T}{2 \cdot \pi} , T = \frac{2 \cdot \pi \cdot C}{g} \quad (6)$$

Se puede decir que el período de las olas cortas superficiales varía desde un segundo a una decena de segundos.

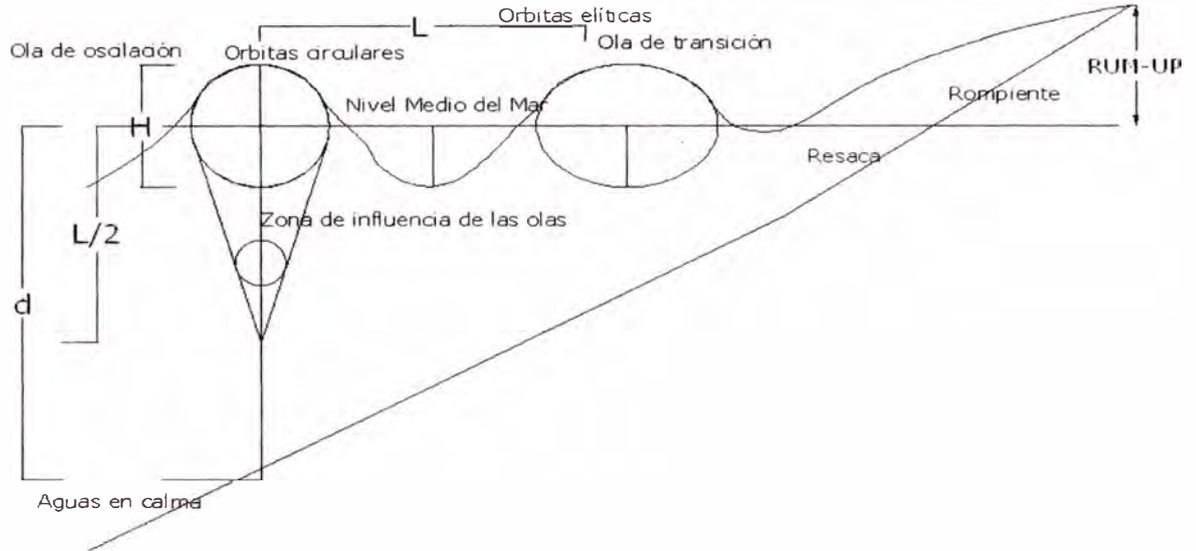


Figura N° 08: Ola lineal

Las primeras olas en desaparecer son las más cortas; las más largas, siempre en el ámbito del espectro provocado por el viento, son las que se propagan más lejos (incluso a centenares de kilómetros); progresivamente más amortiguadas, el perfil se atenúa cada vez más acercándose a una senoide.

La velocidad de propagación de estas olas es notablemente inferior a la de las olas largas, ya pueden alcanzar longitudes de onda del orden de 200 ó 300 metros, aunque a veces se consideran longitudes de ola hasta un máximo de 600 metros; en la Tabla N°01, se aprecia la variación de la velocidad con respecto a la longitud. A mayor velocidad mayor es la longitud de propagación.

Tabla N° 01							
L(m)	10	30	50	100	200	300	600
c(Km/h)	14	25	32	45	64	78	110

- b) Olas largas:** Cuando se trate de olas en las que su longitud de onda es mucho mayor que la profundidad del agua ($L > d$), la misma se aprecia en la Fig. N°07, se le llama olas largas, son las mismas olas cortas que son producidas en alta mar de longitud "L" y que al aproximarse a la costa adquieren una velocidad diferente Ecuación N° 06. las olas que se propagan en aguas someras, próximas a la costa, se cumplirá que:

$$C = \sqrt{g * d} , L = \sqrt{g * d} * T \quad (6)$$

Interesa destacar que cuando una ola se desplaza cerca de la costa, su velocidad de traslación c depende únicamente de la profundidad " d " del mar, pero es independiente de longitud " L ", de tal forma que cuanto menor sea la profundidad, menor será su velocidad.

d(m)	1000	2000	3000	4000	5000	6000
c(Km/h)	356	504	617	713	797	873

El efecto de la profundidad es muy importante; por ejemplo tal como se aprecia Tabla N°02, en un océano con profundidades de 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 y 6000 metros la velocidad de la ola larga, en Km/hora sería de 356, 504, 617, 713, 795 y 873, que son velocidades muy elevadas. En las olas largas, el período T no se da explícitamente, porque " L " no se conoce a priori.

IV) Por su profundidad.- El oleaje materia del estudio se puede clasificarse de acuerdo con la profundidad a la cual se propaga de acuerdo la Tabla N°03:

Clasificación	d/L	$(2\pi d)/L$	$\tanh\left(\frac{2 * \pi * d}{L}\right)$
Aguas profundas	$> 1/2$	$> \pi$	$= 1$
Transicionales	$1/25$ a $1/2$	$1/4$ a π	$\tanh\left(\frac{2 * \pi * d}{L}\right)$
Aguas bajas	$< 1/25$	$< 1/4$	$\frac{2 * \pi * d}{L}$

Las olas provenientes del mar abierto llegan junto a las costas encontrando fondos cada vez menos profundos, originándose una pérdida progresiva de energía por roce con el fondo (las partículas en principio tenían una órbita circular, luego se transformará en elíptica), Fig.

N°08; además, la altura H de la ola respecto a la profundidad se hace cada vez mayor, por cuanto depende de la relación $\frac{d}{L}$

a) Olas de aguas profundas $\left(\frac{d}{L} > \frac{1}{2}\right)$

Se define como Aguas Profundas aquel en el cual la relación entre la Profundidad del agua y la Longitud de la Ola es mayor que 0.50. Cuando la Ola está en mar profundo la rugosidad del fondo no afecta su comportamiento, pero a medida que entra al mar poco profundo la Longitud de la Ola tiende a disminuir y la Altura a aumentar por efecto de la fricción de la masa de agua con el fondo.

$C = C_0$ Celeridad en aguas profundas

$L = L_0$ Longitud en aguas profundas

De acuerdo a la Ecuación N°01, se obtiene la Celeridad para aguas profundas:

$$C_0 = \frac{L_0}{T} \quad (7)$$

Para aguas profundas, reemplazando el valor de la tangente hiperbólica de acuerdo a la Tabla N°03, en la Ecuación N°02 y N°04 se obtiene para la celeridad y longitud la siguiente expresión:

$$C_0 = \sqrt{\frac{g \cdot L_0}{2 \cdot \pi}} \quad (8)$$

$$L_0 = \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi} \quad (9)$$

$$\text{Despejando se tiene: } T = \sqrt{2 \cdot \pi \cdot \frac{L_0}{g}} \quad (10)$$

Mientras que en alta mar la velocidad de las olas es constante y depende tan sólo de la longitud de onda, la misma se aprecia en la ecuación N°8, también se le conoce como olas cortas la misma se presenta en la Fig.7

En la Tabla N° 04, dadas las longitudes de ola más comunes, se indican los valores de estos parámetros en aguas profundas, para períodos que oscilan entre 5 y 15 segundos.

Tabla N° 04					
T(seg)	5	7,5	10	12,5	15
L(m)	39	88	156	244	351
c(m/s)	7,8	11,7	15,6	19,5	23,4
c(Km/h)	28,1	42,2	56,2	70,3	84,2
d>=L/2	20	44	78	122	176

b) Olas de aguas de Transición ($\frac{1}{25} < \frac{d}{L} < \frac{1}{2}$)

Para esta condición todas las ecuaciones descritas de N°01 al N°05 son aplicables, además podemos dar ecuación que resulta útil para la resolución de problemas relacionados con las características del oleaje:

$$\frac{c}{c_0} = \frac{L}{L_0} = \tanh\left(\frac{2*d*\pi}{L}\right), \text{ y } \frac{d}{L_0} = \frac{d}{L} * \tanh\left(\frac{2*d*\pi}{L}\right) \quad (11)$$

c) Olas de aguas Bajas ($\frac{d}{L} < \frac{1}{25}$)

En el caso de olas de aguas bajas, la ecuación de celeridad se simplifica a partir de la ecuación N°02 y reemplazando para este caso los valores dados en la Tabla N°03.

De la ecuación. N°02 se tiene: $C = \sqrt{\frac{g*L}{2*\pi} * \tanh\left(\frac{2*d*\pi}{L}\right)}$ (12)

De la tabla. N°03 se tiene: $\tanh\left(\frac{2*d*\pi}{L}\right) = \frac{2*\pi*d}{L}$ (13)

Reemplazando (13) en (12) se obtiene: $C = \sqrt{g * d}$ (14)

Las mismas olas descritas para aguas profundas de longitud "L" al aproximarse a la costa adquieren una velocidad diferente ecuación N°(14), ya que respecto a la profundidad "d" del mar, deben considerarse olas largas. La velocidad de las olas en las proximidades de la costa depende de la profundidad del mar y disminuye al disminuir la profundidad.

En la Tabla N°05, se indican los valores de estos parámetros en aguas poco profundas, para períodos que oscilan entre 5 y 15 segundos.

Tabla N° 05					
Periodo, T(seg)	5	7,5	10	12,5	15
Longitud, L(m)	12	28	49	77	110
Altura ola, d(m)	0,6	1,4	2,5	3,9	5,5
Velocidad, c(m/s)	2,4	3,7	4,9	6,2	7,3
Velocidad c(Km/h)	8,6	13,4	17,6	22,2	26,4

Comparando los datos anteriores de la Tabla N°05, se observa que la longitud de la ola y su celeridad, disminuyen considerablemente conforme ésta se acerca al litoral.

Si no existe suficiente profundidad, el fondo afecta al desplazamiento vertical de las órbitas que tendrán forma de elipses. Si la profundidad es muy pequeña, el movimiento vertical queda totalmente impedido y las trayectorias de las partículas serían rectas horizontales, tal como se aprecia en la Fig N°09

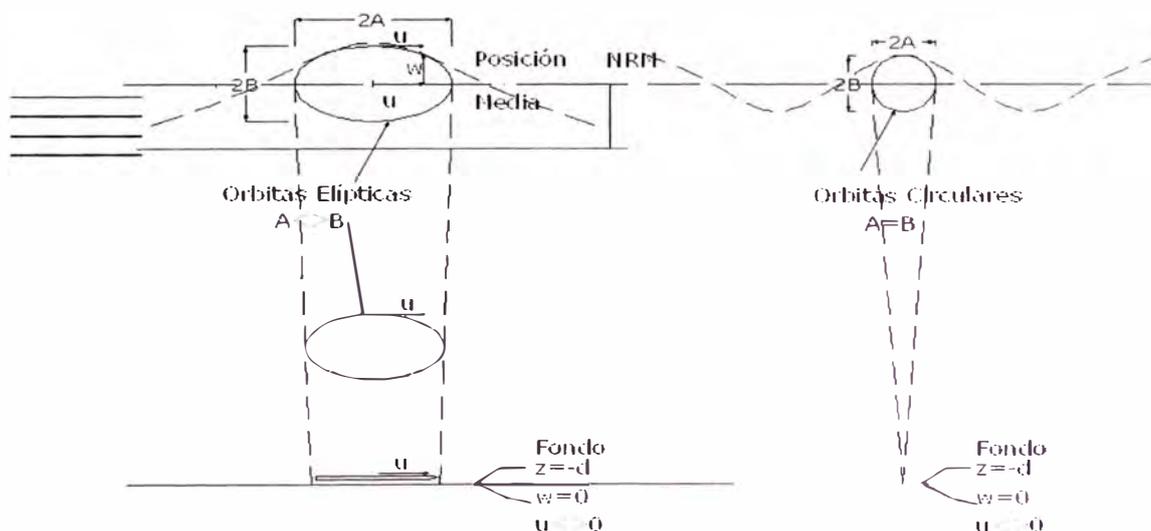


Figura N° 09: Influencia del fondo en el desplazamiento vertical de las órbitas

2.2.3 Medición de las Olas

Por lo general, la ola significativa varía en altura continuamente durante todo el año. Esta variación es pequeña, pero durante una braveza puede

ocurrir una variación grande muy repentinamente. Las bravezas son periodos de ocurrencia de olas de tipo "Swell", que en nuestra costa ocurren normalmente por 4 ó 6 días continuos y que afectan gran parte del litoral.

La frecuencia de las mediciones que se registran en cada lugar depende de las condiciones locales. Por lo general, es necesario medir olas por lo menos una vez al día: sin embargo, debido a que los vientos costeros son variables durante el día, es conveniente hacer mediciones más frecuentes.

En la costa del Perú, los vientos se caracterizan por una calma en las mañanas y vientos del mar hacia la costa en las tardes.

En vista de esta diferencia, es necesario registrar por 6 ó 4 veces al día para obtener 3 ó 2 muestras del oleaje en la mañana y otras 3 ó 2 en la tarde, que aseguren una muestra representativa.

Para obtener información de diseño confiable, el tiempo mínimo de mediciones de olas requeridas en cualquier lugar es un año, siendo un ciclo anual completo.

En el área de estudio se han obtenido datos de mediciones de olas durante el tiempo que duraron los trabajos de campo, así como, se usará la estadística de dirección y alturas de olas del Sailing Directions for South America.

2.2.4 Predicción de las olas generadas por el viento

Cuando el viento sopla sobre una superficie de agua se generan dentro de la masa de agua unos movimientos oscilatorios cuya magnitud depende de la velocidad, dirección, tiempo, del área sobre la cual sopla el viento y de la profundidad del agua en dicha zona. Estos movimientos oscilatorios se visualizan en la superficie produciendo cambios en el nivel del agua y constituyen las olas generadas por el viento.

Estas olas se propagan a lo largo de líneas cuyas direcciones dependen de la geometría del área sobre la cual sopla el viento, de la dirección del viento y de la conformación del fondo. La propagación de las olas no se

produce en forma individual sino que ellas forman trenes de olas de diferentes amplitudes y períodos.

En los estudios de ingeniería que se realizan en el mar y en la costa es necesario predecir cual será el comportamiento del oleaje durante las etapas de construcción y de operación de las obras. La predicción de las olas consiste en el pronóstico de los valores medios y extremos de Amplitud, Período, Longitud y Celeridad de las olas que pueden llegar a los sitios de influencia de los proyectos.

En el Item anterior se ha considerado al oleaje como una onda regular de tipo senoidal y desde un punto de vista teórico, calcular su movimiento sin tomar en cuenta la forma en que se genera, pero el oleaje real es mucho más irregular que la aproximación matemática que se ha hecho, tal como se puede apreciar en la Figura N°09.

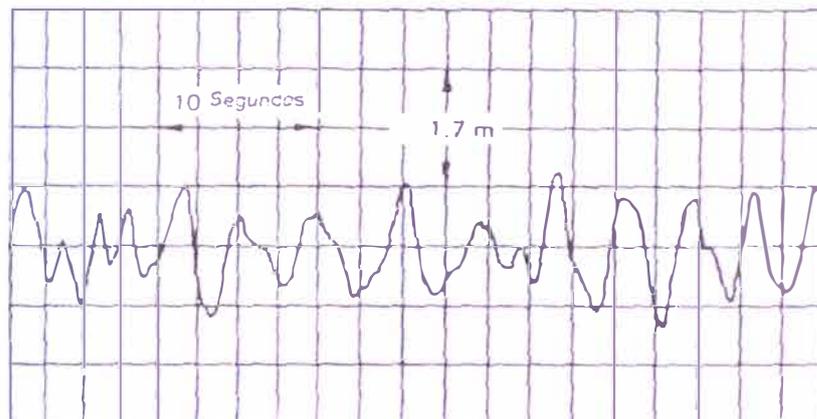


Figura N° 09: Registro real de oleaje

El objetivo de este apartado es el de proporcionar una metodología para predecir el oleaje, para esto existen dos tipos de predicción del oleaje:

- Predicción con base en datos meteorológicos ocurridos en el pasado (Hindeasting).
- Predicción con base en datos estimados (Forecasting).

Existen diversas técnicas para la predicción en cualquiera de sus formas, desde las más sofisticadas con el empleo de datos de clima medidos y modelos matemáticos muy especiales, hasta técnicas relativamente simples, pero que son de utilidad para el proyecto de obras.

El oleaje real presenta diferentes alturas y períodos, tal como se aprecia en la Figura N°09; Para aplicar los conceptos anteriormente mencionados se deben obtener datos de altura de oleaje y período reales, para este fin se han establecido los términos de altura de ola significativa H_s y período significativo T_s .

La toma de una muestra se debe realizar de tal forma que sostenga el suficiente número de olas para que los parámetros característicos (H_s y T_s) sean estables y representativos para ese lapso. 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.

a) Altura de ola significativa (H_s)

Munk definió a la altura de ola significativa como la altura promedio del tercio más alto de un grupo o tren de olas y estableció que sería igual a la altura promedio estimada por un observador experimentado.

Entre tanto en el campo de la Ingeniería Portuaria, se ha utilizado la ola significativa para desarrollar fórmulas y teorías. Cuando se hace referencia a alturas de olas se habla siempre de la ola significativa.

Se define como aquella ola cuya altura es igual al promedio del tercio más alto de un grupo o tren de olas considerado. Por lo tanto, T_s puede ser calculado en forma análoga a H_s .

Si se cuenta con un registro de oleaje se deben ordenar de las olas de mayor a menor, la frecuencia de ocurrencia de las olas se aproxima a la forma de una distribución estadística de Rayleigh. Esta aproximación nos permite estimar la altura promedio del tercio superior o estimar la altura de ola de una frecuencia dada en función de la altura significativa. De acuerdo con esta distribución estadística, la probabilidad de que una altura de ola H sea mas que cualquier valor arbitrario H es:

$$P(H > \bar{H}) = e^{-\left(\frac{\bar{H}}{H_{rms}}\right)^2} \quad (15)$$

Donde: H_{rms} = parámetro de distribución, llamado raíz media cuadrática de la altura.

$P(H > \bar{H})$ es el número n de olas mayores que \bar{H} dividido por N que es el número total de olas en el registro.

$$H_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{j=1}^N H_j^2} \quad (16)$$

Se también que la energía del total del oleaje por unidad de área está dado por:

$$\bar{E} = \frac{\rho * g * H^2}{8} \quad (17)$$

Haciendo las transformaciones y aplicando logaritmo, se tiene la siguiente ecuación:

$$\ln(n) = \ln(N) - (H_{rms}^2) * \bar{H}^2 \quad (18)$$

La Ecuación N°18, podemos escribir como una ecuación de la forma:

$$y(n) = a + bx(n) \quad (19)$$

Las constantes "a" y "b" pueden encontrarse gráficamente o ajustarse de una línea de regresión de mínimos cuadrados de las observaciones, además es posible demostrar que la altura media de la ola vale:

$$\bar{H} = 0.886 * H_{rms} \quad (20)$$

Además la altura de ola significativa:

$$H_s = 1.416 * H_{rms} = \sqrt{2 * H_{rms}^2} \quad (21)$$

b) Período Significante (Ts)

El período significativo del oleaje que se obtiene de observaciones visuales corresponde al promedio de las 10 o 15 olas más grandes. En el caso de un registro, se utiliza el nivel medio del mar y se obtiene el promedio del periodo de todas las olas que cruzan este nivel.

2.2.5 Refracción

Conforme el oleaje se aproxima hacia la costa, sus características se ven afectadas cuando la profundidad del agua comienza a ser menor que la semilongitud ($d < \frac{L}{2}$) de onda, y por los efectos de la refracción.

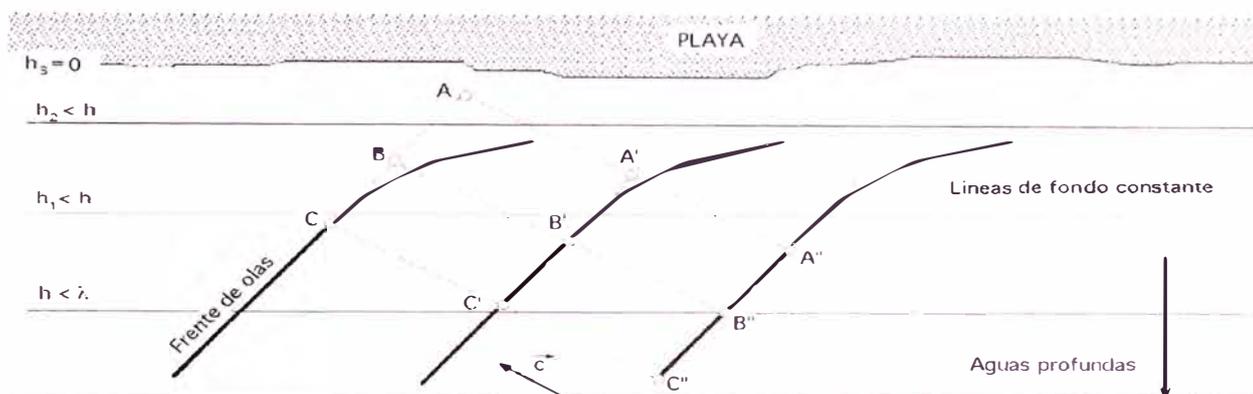


Figura Nº 10: refracción de un tren de olas

La refracción es el cambio de dirección que experimenta la ola, cuando ésta se acerca a una zona de menor profundidad, por ejemplo a una playa, la misma se aprecia en la Fig. Nº10.

El frente de olas se frena, la altura de la ola disminuye y su dirección de propagación se modifica. La ola queda afectada cuando la profundidad del agua es, aproximadamente, igual a la mitad de su longitud de onda ($d = \frac{L}{2}$); a partir de esta zona la celeridad disminuye conforme decrece la profundidad, mientras que el período se mantiene constante, por lo que disminuye su longitud de onda; el resultado es que la ola al acercarse a la playa tiende a adaptar su frente de propagación a las curvas de nivel del fondo del mar. El fenómeno de refracción obedece a la ley de Snell, que para batimetría recta y paralela, es:

$$\frac{\sin \beta}{\sin \beta_0} = \frac{C}{C_0} = \frac{L}{L_0} \quad (22)$$

Siendo β el ángulo comprendido entre el frente de la ola y la curva de nivel del fondo, en la zona en cuestión y β_0 el ángulo comprendido entre el frente de la ola y la curva de nivel del fondo a la profundidad ($d = \frac{L}{2}$).

El fenómeno de refracción sólo afecta a la altura del oleaje y a su dirección de propagación.

Cuando la ola continúa su camino hacia la costa y la profundidad del agua disminuye, la ola modifica su velocidad y longitud de onda.

Cuando la ola se encuentra con un obstáculo en la superficie, se modifica según los fenómenos de difracción y reflexión; también se puede modificar por un obstáculo sumergido, alterándose el movimiento orbital de las partículas hasta una cierta profundidad.

En zonas de poca profundidad $d < \frac{L}{2}$, la altura H de la ola se puede poner en la forma:

a) CÁLCULO DE K shoaling (coeficiente de bajos)

Usando la fórmula:

$$K_{sh} = \sqrt{\frac{1}{(\tanh(k*d)) * \left(1 + \frac{2*k*d}{\sinh(2*k*d)}\right)}} \quad (23)$$

$$k = \frac{2*\pi}{L}$$

La fórmula es implícita. Se debe conocer la L (longitud de la ola) en la profundidad requerida "d" que es parte de la información.

De la ecuación N°04 se tiene:

$$L = \frac{g * T^2}{2 * \pi} * \tanh\left(\frac{2 * d * \pi}{L}\right)$$

T es el período de la ola, que es parte de la información.

Como la fórmula es implícita, la fórmula se resuelve por iteración.

Cuando se conoce L , se puede usar la fórmula de K_{sh} .

b) CÁLCULO DE K_r (coeficiente de refracción)

El cálculo se hace en base a un método gráfico, que requiere una plantilla lo cual permite que se vayan trazando los rayos ortogonales. Se necesitan al menos dos rayos ortogonales. El coeficiente de refracción es:

$$K_r = \sqrt{\frac{b_0}{b_1}} \quad (24)$$

Donde b_0 es el ancho entre ortogonales en aguas profundas (o en algún lugar donde se tiene la información) y b_1 es el ancho entre ortogonales en cuya profundidad se requiere conocer el K_r .

La altura de la ola en la profundidad h será H :

$$H = K_{sh} * K_r * H_0 \quad (25)$$

En la que H_0 es la altura de la ola en aguas profundas, K_{sh} es un coeficiente shoaling y K_r es el coeficiente de refracción:

2.3. Mareas.

2.3.1. Antecedentes

El fenómeno de mareas es conocido desde la antigüedad. Piteas (siglo IV ADC) fue el primero en señalar la relación entre la amplitud de la marea y las fases de la Luna así como su periodicidad. Plinio el Viejo (23-79) en su *Naturalis Historia* describe correctamente el fenómeno y piensa que la marea está relacionada con la Luna y el Sol. Mucho más tarde, Bacon, Kepler y otros trataron de explicar ese fenómeno, admitiendo la atracción de la Luna y del Sol. Pero fue Isaac Newton en su obra *Principios de la Filosofía Natural* (1687) quien dio la explicación de las mareas aceptada actualmente. Más tarde, Pierre-Simon Laplace (1749-1827) y otros científicos ampliaron el estudio de las mareas desde un punto de vista dinámico.

2.3.2. Fenómeno Físico de las Mareas

Las mareas son los movimientos de agua causados por una fuerza llamada gravedad que la Luna ejerce sobre los mares, y que provoca una fuerte atracción del océano hacia el astro.

Se dice **marea alta o pleamar**, momento en que el agua del mar alcanza su máxima altura dentro del ciclo de las mareas. La marea entrante se denomina "**flujo**".

Se dice **marea baja o bajamar**, momento opuesto, en que el mar alcanza su menor altura. Muchas playas quedan al descubierto y muchos barcos varados en ellas. La marea saliente se llama "**reflujo**".

Para efectuar las correcciones de los sondajes y las mediciones de corrientes, es necesario contar con información de mareas. Esta información, es obtenida de la Tabla de Mareas del 2003 y 2006, elaborada por la Dirección de Hidrografía y Navegación.

Para la determinación del nivel de referencia (Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias) se toman los datos existentes del Puerto de Talara.

2.3.3. Corriente de Marea

Las corrientes marinas son causadas por la variación del nivel del mar, debido a la atracción de la Luna y el Sol. De esta manera se producen las mareas, lo que ocasiona una elevación y un descenso del nivel del agua en ciclos de seis horas. El viento y la tormenta crean las olas marinas, que por oscilación pueden recorrer grandes distancias. El giro de la Tierra hacia el Este influye también en las corrientes marinas.

Las corrientes marinas son fenómenos importantes que afectan las regiones costeras y por consiguiente, las mismas deben estudiarse en las cercanías del puerto para determinar su velocidad y dirección en las diversas fases de la amplitud de la marea, los factores que comúnmente influyen en la dirección y velocidad de las corrientes locales son los vientos, las mareas y la configuración del fondo marino.

Las corrientes se miden mediante flotadores que se sueltan en lugares previamente determinadas para registrar enseguida su trayectoria, o mediante correntímetros que registran las variaciones de intensidad y dirección de un punto fijo.

Para los estudios de corrientes se emplean diversos procedimientos y equipos, basados por lo general en los siguientes dos métodos de medición:

Hay muchos procedimientos factibles de utilizar para medir una corriente oceánica, todos ellos están dentro de tres métodos básicos. Dos métodos de medición directa y que son: el Euleriano, donde se mide una corriente en un punto fijo sobre un intervalo de tiempo, y el Lagrangiano donde por algún mecanismo es inducido a moverse con el fluido y su posición en el espacio es medida sobre un intervalo de tiempo, por su parte, el método indirecto consiste en medir el campo de densidad dentro del océano y luego computar el llamado flujo geostrófico

Las mediciones de corrientes superficiales y sub-superficiales en el área frente a la playa Providencia - Negritos - Talara, se realizaron aplicando el método Lagrangiano, utilizando para ello flotadores a la deriva.

Posteriormente, los datos son transferidos a una hoja de ploteo donde se calcula numéricamente la velocidad y gráficamente la dirección de cada flotador.

2.4 Bravezas

Las bravezas son trenes de olas excepcionales generadas por tempestades, son olas altas que ocurren en momentos en que por un período de varias horas el mar alcanza un nivel más alto que el de costumbre debido a las condiciones tiempo de una tormenta. Los principales factores condicionantes son: La presión atmosférica baja debido a la perturbación atmosférica, Los vientos que soplan en dirección de la costa tienden a acumular agua en el borde litoral. Por ejemplo, un viento de 80 km/hr soplando durante doce horas puede producir una elevación de hasta un metro en el nivel del mar.

Estas olas son generadas en regiones lejanas las mismas recorren muchas millas por el océano hasta que se elevan delante de la costa descargando toda su energía en forma de olas de mayor tamaño la influencia de este fenómeno recae en las instalaciones costeras impidiendo el normal desarrollo de las actividades pesqueras.

Las olas de bravezas tienen un periodo diferente al de las olas normales, estas últimas rompen en nuestras playas con un periodo de entre 10 y 14 segundos, mientras las primeras se presentan con períodos entre 18 y 20 segundos.

En el litoral de Chile, este tipo de olas de 4 a 6 metros de altura, recibe el nombre de bravezas o marejadas. Ejemplos de tres bravezas excepcionales ocurridas en Chile: 2-4 Junio de 1924; 9 Agosto de 1929; 25 Julio de 1968; las tres fueron importantes por su duración y por la elevación del nivel del mar, generándose grandes olas que provocaron fenómenos de inundación y desplazamiento de enormes bloques graníticos de los acantilados costeros. Según los registros, este tipo de fenómeno excepcional ocurre con frecuencia de 3 a 4 en un siglo provocando riesgo de inundación para los asentamientos humanos, además de los efectos geomorfológicos descritos que hacen evolucionar las costas.

Bravezadas en la zona de playa Providencia - Negritos (8 km. al sur del puerto de Talara) La situación de Mar calmada que caracteriza a la zona de playa Providencia, especialmente por la mañana, se modifica durante períodos de bravezas que por información estadística y de los pobladores del lugar ocasionan la interrupción de las faenas pesqueras durante 2 a 5 días en promedio, esto ocurre en cualquier mes del año y con mayor frecuencia e intensidad en el invierno.

Durante las fases de marea en pleamar la intensidad de las bravezas se incrementa en las áreas más cercanas a las playas, ocurriendo lo contrario durante la fase de marea en Bajamar.

2.5 Vientos Predominantes en la zona de estudio

Hay vientos generales y permanentes que recorren todo el globo terráqueo como consecuencia de la circulación general de la atmósfera, y otros vientos que se desencadenan a causa de los cambios meteorológicos locales. Algunos de estos últimos son periódicos, otros no; algunos afectan grandes regiones de la tierra, otros tienen un ámbito de actuación muy limitado.

Las condiciones topográficas de la Tierra hacen que haya vientos producidos por pequeñas alteraciones regionales. Por ejemplo, las brisas de tierra, aire fresco del mar hacia tierra durante el día, y las brisas de mar, aire fresco que viaja de la tierra al mar durante la noche.

El viento es simplemente aire en movimiento. Se origina por las diferencias de presión atmosférica entre unos lugares y otros. El aire va de las zonas de alta presión a las de baja presión.

Existen diferentes tipos de viento:

Hay vientos constantes, que soplan permanentemente en la misma dirección, como los alisios, que se dirigen siempre desde los trópicos hacia el ecuador.

Otros cambian su dirección según las estaciones, como los monzones, que en verano soplan desde el océano Índico hacia el continente asiático y traen lluvias abundantes, y en invierno lo hacen desde el continente hacia el mar con un tiempo estable y seco.

También existen vientos locales o regionales, que siempre soplan en la misma dirección y reciben un nombre propio.

Por último, los vientos orográficos son fuertes y secos, porque el ascenso del aire por las laderas montañosas les hace perder su humedad, reciben diversas denominaciones, como el chinook de las Montañas Rocosas, el foehn de los Alpes o el zonda de las laderas y valles orientales de los Andes, que sopla entre mayo y noviembre procedente del oeste.

2.6 Determinación del nivel bajamar de Sicigias Ordinarias

Puede definirse como el promedio de las alturas de las bajamares de las mareas de sicigias que ocurren un día o dos después de la luna nueva o llena, observadas en un ciclo nodal lunar (19 años). Este plano es el nivel de reducción de sondajes, considerado como el Nivel "0" de referencia hidrógrafico, plano al cual están referidas las profundidades de una localidad y se emplea en la realización.

Las predicciones de mareas se elaboran matemáticamente en base a cálculos astronómicos (posiciones relativas lunares y solares respecto a la tierra: cambios de fase, distancia y declinación) y asumiendo condiciones meteorológicas normales. La influencia de fenómenos meteorológicos, locales o lejanos, hace que en algunas oportunidades la diferencia entre la marea observada y la predicha supere el valor de ± 20 cm, pero existirá una coincidencia de fase con una pequeña diferencia en sus amplitudes.

2.7 Morfología de la zona de estudio

2.7.1 Introducción

Sobre el problema relativo a la cuantificación del transporte de sedimento producido por la acción del oleaje sobre una playa arenosa, diferentes investigadores han tratado de encontrar una expresión que permita calcular la cantidad de material que transporta el oleaje, basados en casos específicos que permitan una generalización del problema, sin embargo los resultados obtenidos dejan mucho que desear ya que los valores que se obtienen por la aplicación de las diferentes expresiones presentan variaciones de consideración que no permiten la aplicación de ninguno de ellos.

Por otra parte la obtención de los datos necesarios para la evaluación del transporte en la mayoría de nuestros casos es muy difícil y costosa por la falta de equipo apropiado, teniéndose que recurrir ya sea a datos de tipo general o limitados que no permiten tener una idea completa del problema, por lo que ante la necesidad de realizar proyectos en los cuales el transporte del sedimento es preponderante se ha tenido que

recurrir a la obtención de los elementos necesarios mediante formas indirectas tales como los perfiles de equilibrio de las playas.

2.7.2 Transporte de Sedimentos

El método mas utilizado consiste en el uso de un mostrador de fondo (Draga) tipo " VAN VEEN " que funciona en base al principio del cucharón de almeja; por medio de un seguro se mantiene abierto el mostrador, posición en la que se baja en el agua hasta que toca el fondo, donde se suelta el seguro en forma automática y las valvas quedan libres. En el momento de jalar el cable para recuperar el instrumento se cierran ambas valvas recogiendo una muestra del lecho marino.

El mostrador de fondo "VAN VEEN" es un instrumento sólido y adecuado para ser usado en una embarcación pequeña. También se pueden tomar muestras en forma directa con un buceador, como en el presente caso.

Una vez en el laboratorio. las muestras son decantadas, lavadas y secadas para el análisis respectivo.

CAPÍTULO III

PARAMETROS DE DISEÑO DEL MUELLE ARTESANAL NEGRITOS

3.1 Recopilación de Información

En esta fase se han desarrollado actividades preliminares como la recopilación de información, las fuentes de información que fue consultadas y de las cuales se recopiló información fue la municipalidad de la Brea:

Fase de Gabinete que comprende el análisis y procesamiento de la información correspondiente a los datos obtenidos durante la visita realizada a la obra, para determinar la altura de ola de diseño de las estructuras de, y además cálculo de transporte de sedimento.

CLASIFICACION DE LAS OLAS				
LUGAR TALARA	CANTIDAD PARCIAL		Cantidad Total	
	N	%	N	%
2				
1,9	2	1,96	2	1,96
1,8	5	4,9	7	6,86
1,7	5	4,9	12	11,76
1,6	4	3,92	16	15,69
1,5	4	3,92	20	19,61
1,4	4	3,92	24	23,53
1,3	6	5,88	30	29,41
1,2	4	3,92	34	33,33
1,1	8	7,84	42	41,18
1	10	9,8	52	50,98
0,9	7	6,86	59	57,84
0,8	8	7,84	67	65,69
0,7	11	10,78	78	76,47
0,6	11	10,78	89	87,25
0,5	7	6,86	96	94,12
0,4	6	5,88	102	100
0,3				
0,2				
	102			

Tabla N°3.01: Clasificación de alturas de olas observadas

Los demás datos tales como cuadro de corrientes planos y análisis de suelo del fondo marino se adjuntará en anexos.

3.2 Índice de Refracción

Para determinar el coeficiente de refracción del oleaje se ha tomado la dirección del Suroeste, debido a que son las olas de mayor dominancia en la zona; las olas del Sur ingresan al área muy refractadas y son de menor energía, mientras que las olas del Oeste, si bien es cierto pueden ser de mayor energía, son de muy baja frecuencia: las olas del Noroeste, tienen relevancia cuando los sistemas de circulación en el Pacífico Sur se debilitan, logrando ingresar al área olas que provienen y se generan en el Pacífico Norte, el ingreso de este tipo de oleaje se acrecienta durante la presencia del Fenómeno El Niño.

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

De la Ecuación N°25 se tiene: $H = K_r * K_{sh} * H_T$

K_r Coeficiente de refracción

K_{sh} Coeficiente shoaling(coeficiente de bajos)

H_T Altura de ola en aguas profundas

De la clasificación de periodos promedios máximos $T = 14$ sg La longitud de onda esta dada por L_o en aguas profundas.

a) Cálculo de la altura de diseño de la ola H_T

Las olas medidas tienen un tratamiento estadístico. Se parte de los registros diarios. Se ordenan de mayor a menor, toda la información de mediciones disponible. Se calculan las frecuencias de ocurrencia. Se encuentran las frecuencias acumuladas.

Para determinar la ola de diseño, se empleará alguna de las distribuciones extremas (tipo Pearson, Gumbel u otras), Una vez definida alguna de estas distribuciones, se asumirá con algún criterio la probabilidad.

Por ejemplo, para diseñar un rompeolas que protegerá un puerto, la probabilidad deberá ser al menos de 1/50 años, dependiendo de las obras a proteger.

- Período de retorno (T)

Se define el período de retomo T, como el intervalo promedio de tiempo en años, dentro del cual un evento de magnitud x puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio. Así, si un evento igual o mayor a x, ocurre una vez en T años, su probabilidad de ocurrencia P, es igual 1 en T casos, es decir:

$$P(X \geq x) = \frac{1}{T} \quad \text{ó} \quad T = \frac{1}{P(X \geq x)} \quad (26)$$

$P(X \geq x)$ = Probabilidad de ocurrencia de un evento $\geq x$

T = período de retomo

- Distribución de valores extremos tipo I-GUMBEL

Los estimadores de los parámetros α y β , por el método de Distribución de valores extremos tipo I-GUMBEL, se obtienen reemplazando los valores del promedio y desviación estándar en las siguientes ecuaciones.

$$\alpha = \frac{S}{1.283} \quad (27)$$

$$\beta = \bar{H} - 0.45 * S \quad (28)$$

La función acumulada o la probabilidad reducida Gumbel, es:

$P_o = P(y_1 \leq Y) = e^{-e^{-Y}}$ Tomando logaritmos 2 veces se tiene:

$$Y = -\ln(-\ln(P_o)) \quad (29)$$

$$T = \frac{1}{1-P_o} \rightarrow P_o = 1 - \frac{1}{T} \quad (30)$$

La variable aleatoria reducida Gumbel:

$$H_T = Y * \alpha + \beta \quad (31)$$

Número(N)	H
	2
2	1,9
5	1,8
5	1,7
4	1,6
4	1,5
4	1,4
6	1,3
4	1,2
8	1,1
10	1
7	0,9
8	0,8
11	0,7
11	0,6
7	0,5
6	0,4
	0,3
	0,2
102	

Tabla N°3.02: Registro de Olas

Del registro se obtiene los siguientes datos:

Desviación estándar: $S=0.44179$

Promedio $\bar{H} = 1.0104762$

Reemplazando en las ecuaciones (27) y (28) se obtiene:

$$\alpha = \frac{S}{1.283} = \frac{0.44179}{1.283} \rightarrow \alpha = 0.34434 \quad (32)$$

$$\beta = \bar{H} - 0.45 * S \rightarrow \beta = 0.811671 \quad (33)$$

- Para periodo de retorno $T=20$ años se reemplaza en la ecuación (30)

$$P_o = 1 - \frac{1}{T} = 1 - \frac{1}{20} \rightarrow P_o = 0.95 \quad (34)$$

Reemplaza en la ecuación (29) se obtiene

$$Y = -\ln(-\ln(0.98)) \rightarrow Y = 2.97 \quad (35)$$

Luego reemplaza en la ecuación (31) se obtiene

$$H_T = Y * \alpha + \beta = 3.902 * 0.34434 + 0.81167 \rightarrow H_T = 1.83m \quad (36)$$

b) Coeficiente shoaling(K_{sh})

$$\text{De la ecuación N°23 se tiene: } K_{sh} = \sqrt{\frac{1}{(\tanh(k*d)) * \left(1 + \frac{2*k*d}{\sinh(2*k*d)}\right)}}$$

$$k = \frac{2 * \pi}{L}$$

$$\text{De la ecuación N°04 se tiene: } L = \frac{g*T^2}{2*\pi} * \tanh\left(\frac{2*d*\pi}{L}\right)$$

$$T=14s$$

La ecuación N°04 se desarrolla por iteración empleando método Newton
Sea $f(L)=0$, la función de la misma se requiere la derivada.

$$f = L - L_o * \tanh\left(\frac{2*d*\pi}{L}\right) \quad (37)$$

$$f^1 = 1 + \left(\frac{2*\pi*d*L_o}{L^2}\right) * \left(\text{sech} \frac{2*\pi*d}{L}\right)^2 \quad (38)$$

$$L_{n+1} = L_n - \frac{f}{f^1} \quad (39)$$

$$\text{Realizar las iteraciones hasta que } \Delta = L_{n+1} - L_n \cong 0 \quad (40)$$

- Calcular para $d=10m$

$$\text{Para } T=14\text{seg } L_o = 306 \text{ m}$$

Para empezar a iterar se empieza con $L_n = \frac{L_o}{2}$ se obtiene:

$$L=133.91 \text{ y } \Delta= 0.0049$$

Remplazando en la ecuación N°23 el valor obtenido de la iteración en la ecuación N°39 se obtiene el valor de coeficiente de shoaling(K_{sh})

$$K_{sh} = \sqrt{\frac{1}{(\tanh(k*d)) * \left(1 + \frac{2*k*d}{\sinh(2*k*d)}\right)}} = 1.1064 \quad (41)$$

- Calcular para $d=5\text{ms}$

Para $T=14\text{seg}$ $L_o = 306 \text{ m}$

Para realizar la iteración se empieza con $L_n = \frac{L_o}{2}$ se obtiene:

$L=96.37$ y $\Delta = 0.00029$

Remplazando en la ecuación N°23 el valor obtenido de la iteración se obtiene el valor de coeficiente de shoaling (K_{sh})

$$K_{sh} = \sqrt{\frac{1}{(\tanh(k*d)) * \left(1 + \frac{2*k*d}{\sinh(2*k*d)}\right)}} = 1.2819 \quad (41a)$$

- Calcular para $d=3\text{ms}$

Para $T=14\text{seg}$ $L_o = 306 \text{ m}$

Para empezar a iterar se empieza con $L_n = \frac{L_o}{2}$ se obtiene:

$L=75.16$ y $\Delta = 0.0086$

Remplazando en la ecuación N°23 el valor obtenido de la iteración se obtiene el valor de coeficiente de shoaling (K_{sh})

$$K_{sh} = \sqrt{\frac{1}{(\tanh(k*d)) * \left(1 + \frac{2*k*d}{\sinh(2*k*d)}\right)}} = 1.4414 \quad (41b)$$

c) Coeficiente Refracción (K_r)

De la ecuación N°24: $K_r = \sqrt{\frac{b_o}{b_1}}$

El procedimiento que se debe seguir es lo siguiente: se debe medir b_o es el ancho entre ortogonales en aguas profundas (o en algún lugar donde se tiene la información) y luego medir b_1 es el ancho entre ortogonales en cuya profundidad se requiere conocer el K_r

- Calcular para $d=10\text{ms}$

El plano "E" se realizan las mediciones con escalímetro cuyo valor resulta:

Para $b_o = 1000\text{m.}$ y

Para $b_1 = 2000\text{m.}$ reemplazando estos valores en la ecuación N°24 se obtiene el valor del coeficiente de refracción:

$$K_r = \sqrt{\frac{b_o}{b_1}} = \sqrt{\frac{1000}{2000}} \rightarrow K_r = 0.7071$$

- Calcular para $d=5\text{ms}$

El plano "D" se realizan las mediciones con escalímetro cuyo valor resulta:

Para $b_o = 2000\text{m.}$ y

Para $b_1 = 4400\text{m.}$ reemplazando estos valores en la ecuación N°24 se obtiene el valor del coeficiente de refracción:

$$K_r = \sqrt{\frac{b_o}{b_1}} = \sqrt{\frac{2000}{4400}} \rightarrow K_r = 0.6742$$

- Calcular para $d=3\text{ms}$

El plano "D" se realizan las mediciones con escalímetro cuyo valor resulta:

Para $b_o = 2000\text{m.}$ y

Para $b_1 = 4650\text{m.}$ reemplazando estos valores en la ecuación N°24 se obtiene el valor del coeficiente de refracción:

$$K_r = \sqrt{\frac{b_o}{b_1}} = \sqrt{\frac{2000}{4650}} \rightarrow K_r = 0.6558$$

d) Reemplazando en la Ecuación N°25 :($H = K_r * K_{sh} * H_{10}$) para un periodo de retorno de 20 años se obtiene: $H_T = 1.83m$

- Para una profundidad de $d=10ms$.

$$H^* = K_r * K_{sh} * H_{20} = 0.7071 * 1.1064 * 1.83 \rightarrow H^* = 1.43m$$

- Para una profundidad de $d=5ms$.

$$H^* = K_r * K_{sh} * H_{20} = 0.6742 * 1.2819 * 1.83 \rightarrow H^* = 1.58m$$

- Para una profundidad de $d=3ms$.

$$H^* = K_r * K_{sh} * H_{20} = 0.6558 * 1.4414 * 1.83 \rightarrow H^* = 1.73m$$

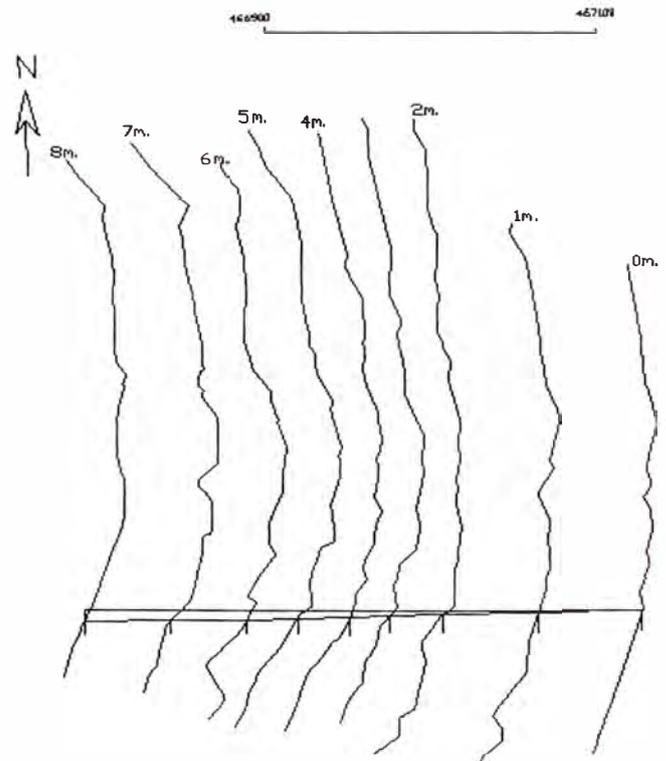


Fig. N°3.01: Perfil del fondo marino

Del Perfil de la Fig. N°3.01 se obtiene los siguientes datos:

$$\alpha = 1^\circ, m = 0.01746$$

e) Cálculo de la altura de ola en la Rompiente(H_r)

Se calculará a una profundidad de $d=3m$. por que la obra está ubicada a esta altura.

$$H_{20} = 1.83\text{m}, \quad K_r=0.6558 \quad \text{para 3m de profundidad}$$

$$H_o^1 = K_r * H_{20} = 0.6558 * 1.83 \rightarrow H_o^1 = 1.20\text{m}$$

$$\text{Se calcula: } \frac{H_o^1}{g*T^2} = \frac{1.20}{9.81*14^2} = 0.000624$$

Calculo de la pendiente (m=0.0175)

$$\text{Entonces: } \frac{H_r}{H_o^1} = 1.86 \rightarrow H_r = 1.86 * 1.20 \rightarrow H_r = 2.23\text{m}$$

f) Cálculo de la profundidad de la ola cuando rompe (dr)

$$\frac{H_r}{g*T^2} = \frac{2.23}{9.81*14^2} = 0.00116 \quad m=0.0175$$

$$\text{Se evaluó: } \frac{d_r}{H_r} = 1.01 \rightarrow d_r = 1.01 * 2.23 \rightarrow d_r = 2.25\text{m}$$

g) Distancia a la que rompe la ola de la playa:

$$\frac{d_r}{m} = \frac{2.25}{0.0175} = 128.60\text{m}$$

h) Características del Oleaje:

La altura de ola en el área de estudio, calculada en base a los datos obtenidos del Sailing Directions es de 1.43, 1.58 y 1.73 m a 10, 05 y 03 m de profundidad respectivamente, para la altura de ola con periodo de retorno a 20 años; la ola significativa al proyectarse sobre la rompiente, alcanzan una altura de 2.23 m, siendo la profundidad de la rompiente a 2.25 m. y la distancia donde rompe a 128.60 m de la playa.

i) Altura de diseño

El factor fundamental para el diseño de estas obras es el relativo a las características del oleaje; el cual se puede obtener de diversas maneras, ya sea de estudios de medición directa, de información proporcionada por la Marina de Guerra del Perú, o de predicción basada en condiciones meteorológicas.

Altura del Nivel por Fenómeno del Niño, $\varepsilon = 0.30\text{m}$

Altura de ola para una profundidad de 3m, $H^* = 1.73\text{m}$

$$H_d = H^* + \varepsilon \rightarrow H_d = 1.73 + .3 \rightarrow H_d = 2.03\text{m}$$

3.3 Periodo de Diseño de la Ola

En la costa peruana este período ha sido medido en diferentes sitios y está alrededor de 14 segundos.

3.4 Determinación de Ola Significativa

La altura de ola significativa es un término estadístico y se usa en la medición de las olas, las alturas de las olas se agrupan de mayor a menor se saca el promedio del tercio superior. Este concepto es la ola significante. Y para este registro momentáneo es el que caracteriza la medición

	Número	h	N*h	Hs
		2		
34	2	1,9	3,8	Tercio Superior
	5	1,8	9	
	5	1,7	8,5	
	4	1,6	6,4	
	4	1,5	6	
	4	1,4	5,6	
	6	1,3	7,8	
	4	1,2	4,8	
	8	1,1		
	10	1		
	7	0,9		
	8	0,8		
35	11	0,7		
	11	0,6		
	7	0,5		
	6	0,4		
		0,3		
		0,2		
	102	N		
	34	N/3		

Tabla N°3.03: altura significativa según tercio superior

$$H_s = 1.53m$$

La altura de ola significativa es un término estadístico y se usa en la medición de las olas, las alturas de las olas se agrupan de mayor a menor se saca el promedio del tercio superior. Este concepto es la ola significativa. Y para este registro momentáneo es el que caracteriza la medición.

En hidráulica marítima no se usa la ola promedio, ni otra medición estadística. Este concepto es importante pues la energía del oleaje es proporcional a la altura de la ola elevada al cuadrado.

Interviene en el cálculo de transporte de sedimentos, en el cálculo del enrocado de protección (fórmula de Hudson), entre otros.

Número	h	h ²
	2	
2	1,9	7,22
5	1,8	16,2
5	1,7	14,45
4	1,6	10,24
4	1,5	9
4	1,4	7,84
6	1,3	10,14
4	1,2	5,76
8	1,1	9,68
10	1	10
7	0,9	5,67
8	0,8	5,12
11	0,7	5,39
11	0,6	3,96
7	0,5	1,75
6	0,4	0,96
	0,3	
	0,2	
102	N	123,38
	H_{rsm}	1,0998217

Tabla N°3.04: cálculo de la altura raíz media cuadrática

$$H_s = 1.416 * H_{rms} = 1.55m$$

La altura significativa calculada por ambos métodos se obtiene los siguientes resultados 1.53m y 1.55m por tercio superior y por raíz media cuadrática respectivamente.

3.5 Cálculo de MLWS(mean low water spring)

Que es el nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias en obras marítimas no se usa el cero del nivel medio del mar. Se usa un nivel un poco más bajo, que es el cero del MLWS.

	Número	h	N*h	MLWS
		2		
34	2	1,9		
	5	1,8		
	5	1,7		
	4	1,6		
	4	1,5		
	4	1,4		
	6	1,3		
	4	1,2		
	8	1,1		
	10	1		
	7	0,9		
	8	0,8		
35	11	0,7	7	Tercio Inferior
	11	0,6	6,6	
	7	0,5	3,5	
	6	0,4	2,4	0,57
		0,3		
		0,2		
	102	N		
	34	N/3		

Tabla N°3.05: Cálculo MLWS según tercio inferior

$$H_{MLWS} = 0.57m$$

Este nivel viene de la variación del nivel del mar por efectos de mareas cada día se producen dos pleamares y dos bajamares cada mes se producen dos sicigias (niveles más bajos de la onda de marea) que son

originadas por la proximidad de la luna (luna nueva o luna llena) si se quiere calcular el MLWS de una determinada localidad, en cuatro meses, se calculará el promedio aritmético de las ocho sicigias ordinarias.

Es obvio que para poder hacer este cálculo se deberá tener instalada una regla de lectura (debidamente nivelada con relación al cero MLWS) de variación de niveles del mar.

3.6 Altura del Nivel por Fenómeno del Niño(0.30m)

La denominada Corriente del Niño, es un flujo irregular de agua cálida proveniente del norte que se presenta a menudo hacia fines del mes de diciembre de cada año. Baña parte de la costa ecuatoriana y se extiende en forma costera aproximadamente hasta los 06° de latitud sur, donde se encuentra con la Corriente Peruana. La Corriente del Niño se caracteriza por tener altas temperaturas, baja salinidad y por ser pobre en nutrientes.

Las probables causas de este fenómeno obedecerían a profundas alteraciones entre la atmósfera y el océano, que se generarían en la región del Pacífico Tropical, ocasionando anomalías en la circulación general de la atmósfera, repercutiendo con efectos muy variados a nivel global.

La ocurrencia de este fenómeno trae como consecuencia alteraciones climáticas, acompañadas principalmente de abundantes lluvias, alteraciones en los ecosistemas marinos y terrestres, trastornos en la población directamente afectada e impactos negativos en la economía nacional.

Existe evidencia geológica de los efectos ocasionados por el fenómeno "el Niño" en las comunidades costeras desde hace trece mil años, además se cuenta con crónicas escritas sobre la ocurrencia de este fenómeno durante la época de la conquista.

Documentos históricos, indican que ocurrieron eventos extraordinarios del Fenómeno "El Niño" durante los años:

1578, 1721, 1828, 1877 - 1878, 1891, 1925 - 1926, 1982 - 1983, 1997 – 1998.

Otros eventos de mediana magnitud durante este siglo se presentaron durante los años:

1911 - 1912, 1917, 1932, 1951, 1957 - 1958, 1972 - 1973, 1976, 1987, 1992

En el Perú, los efectos del fenómeno "El Niño" se hacen más evidentes en zonas comprendidas por los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque (norte del país), ocasionando el aumento de la temperatura del mar entre 28° a 33°C, cuando normalmente en época de verano llega hasta 24°C; siendo el común denominador la aparición de diversas especies marinas propias de aguas tropicales y la desaparición de otras especies típicas de la zona; aunque también en los eventos recientes de las últimas dos décadas se ha observado manifestaciones en la zona central costera y también en el altiplano. Sin embargo, la presencia de cada evento tiene su propia particularidad, la misma que difiere de otros eventos.

Las alteraciones climáticas acompañadas con abundantes precipitaciones, ocasionan cambios en los ecosistemas marinos y terrestres, trayendo como consecuencia una secuela de destrucción en el aparato productivo, en la pesquería, agricultura, transporte, comercio, infraestructura costera, industria, salubridad, y otras actividades conexas.

3.7 Ocurrencia de Bravezaz

En vista de la importancia de este fenómeno que afecta las instalaciones costeras impidiendo el normal desarrollo de las actividades portuarias, Las olas de bravezaz tienen un período diferente al de las olas que caracterizan la zona, las primeras se presentan con periodos entre 18 y 20 segundos, mientras que las otras alcanzan nuestras playas con periodos que oscilan entre 10 y 14 segundos.

La duración promedio de una bravezaz fluctúa entre 2 y 5 días, ocasionando con frecuencia el Cierre de puertos. Bravezaz en el puerto de Talara, aplicables a la zona de playa Providencia.

La situación de Mar calmada, especialmente en las mañanas, que caracteriza al puerto se modifica durante períodos de bravezaz que por

información estadística ocasionan la interrupción de las operaciones portuarias durante 2 a 5 días en promedio, esto ocurre en cualquier mes del año y con mayor frecuencia e intensidad en el invierno.

Durante el estado de marea en Pleamar se incrementa la intensidad del oleaje irregular en áreas más próximas a la playa.

3.8 Cálculo de NMM de la playa(Perfil Costero)

En el área de estudio se tomaron CINCO (05) muestras de sedimentos del fondo marino empleando la draga tipo Van Veen, desde una embarcación de apoyo a la cual se dio posición por intersección de ángulos medidos con Teodolitos instalados en DOS (2) puntos de apoyo al sondaje.

Las muestras recolectadas fueron analizadas para determinar su granulometría y su clasificación respectiva.

La graduación de sedimentos típicos de una playa, por lo general muestra que los granos disminuyen progresivamente de tamaño conforme se alejan de la playa, donde la acción de las olas afecta en menor proporción el movimiento del fondo debido a la mayor profundidad, permitiendo que sedimente el material mas fino.

Los primeros intentos para relacionar el transporte litoral con las características del oleaje o las condiciones meteorológicas son debidas a Munch-Petersen. Que propuso para la zona del Báltico:

$$Q = K * V^2 * \rho_v * D * \sin(\alpha) \quad (42)$$

En donde:

Q= capacidad de transporte del oleaje generado por el viento actuante

V= velocidad del viento

ρ_v = frecuencia del mismo en % del periodo considerado

D= duración de la acción del viento.

α = ángulo que forma la dirección del viento con la línea de playa.

Esta expresión fue modificada posteriormente por Kanaps de la manera siguiente:

$$Q = K * V^3 * \rho_v * \sqrt{D} * \sin \alpha * \cos \alpha \quad (43)$$

Bjiker propone que el transporte sea valuado con la siguiente expresión:

$$Q_s = 0.0188 * 86400 * \left(\frac{\gamma * C_g * H_r^2}{16} * \sin(2 * \mu) \right) \quad (44)$$

Del Perfil de la Fig. N°3.01 se obtiene el valor de μ :

$$\mu = 1^\circ$$

$H_r = 2.23\text{m}$ es la altura del rompiente:

$$C_g = \sqrt{g * d} = \sqrt{9.81 * 3} \rightarrow C_g = 5.42\text{m/s}$$

$$\gamma = 1.03$$

Estos valores se remplazan en (44) se obtiene:

$$Q_s = 0.0188 * 86400 * \left(\frac{1.03 * 5.42 * 2.23^2}{16} * \sin(2 * 1) \right) = 98.4 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

CONCLUSIONES

1. Cuando la Ola está en mar profundo el desplazamiento vertical de las órbitas tendrán forma circulares, si no existe suficiente profundidad, tendrán forma de elipses. Si la profundidad es muy pequeña, el movimiento vertical queda totalmente impedido y las trayectorias de las partículas serán rectas horizontales.
2. Cuando la Ola está en mar profundo la rugosidad del fondo no afecta su comportamiento, pero a medida que entra al mar poco profundo la Longitud de la Ola tiende a disminuir y la Altura a aumentar por efecto de la fricción de la masa de agua con el fondo.
3. Las olas en la costa rompen cuando en la superficie podemos apreciar burbujas de agua esto ocurre cuando la ola choca con el fondo marino.
4. Las olas en la costa rompen cuando su altura es similar a la profundidad a que se rompe, la misma se puede apreciar en los ítems e) y f) de 3.2 Índice de refracción.
5. Para la determinación del nivel de referencia (Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias) se calculan de los datos existentes del Puerto de Talara, el promedio del tercio inferior este valor se suma o se resta al Nivel Medio del Mar.

RECOMENDACIONES

1. Para obtener información de diseño confiable, el tiempo mínimo de mediciones de olas requeridas en cualquier lugar es un año.
2. En la costa del Perú, los vientos se caracterizan por una calma en las mañanas y vientos del mar hacia la costa en las tardes, por esta razón, es recomendable obtener 3 ó 2 muestras del oleaje en la mañana y otras 3 ó 2 en la tarde, que aseguren una muestra representativa.
3. Sobre el problema relativo a la cuantificación del transporte de sedimento producido por la acción del oleaje sobre una playa arenosa, diferentes investigadores han tratado de encontrar una expresión que permita calcular la cantidad de material que transporta el oleaje, basados en casos específicos que permitan una generalización del problema, sin embargo los resultados obtenidos dejan mucho que desear ya que los valores que se obtienen por la aplicación de las diferentes expresiones presentan variaciones de consideración que no permiten la aplicación de ninguno de ellos, por lo que es recomendable realizar batimetría 2 veces al año, para ver la variación del perfil del fondo marino y con esta variación calcular el volumen de transporte de sedimento.

BIBLIOGRAFIA:

- Benjamín Jack R. y Cornell C. Allin, Probabilidad y Estadística en Ingeniería Civil, McGRAW-HILL, Colombia 1981.
- Fuentes Ortiz Cesar, Ingeniería Portuaria, COPER Editores, Lima, Marzo 2001
- Macdonel M. Guillermo, Pindter V. Julio, Herrejón de la Torre Luis, Pizá O. Juan y López G. Héctor. Ingeniería Marítima y Portuaria, Alfaomega Editores, México 1999.
- Municipalidad Distrital de La Brea, Expediente Técnico Obra“Construcción de Muelle Artesanal Negritos”, Talara, 2003.
- UNCTAD, Desarrollo Portuario(Manual de Planificación para los países en desarrollo), NACIONES UNIDAS Nueva York, 1980

ANEXOS.

CORRIENTES MARINAS EN LA ZONA DEL AMARRADERO PROYECTADO
Punta Arenas - Talara - Piura (04 - 08 - 01)

ESTACION	NIVEL	HORA	PROF. LUGAR	DIRECCION	DIRECCION	VELOCIDAD	MAREA
			(m)	(°)		(cm/sg)	
1	Superficie	14:10	17	14	N	10	ascendente
	Intermedia	14:10	17	35	NE	15	ascendente
	Fondo	14:10	17	2	N	20	ascendente
2	Superficie	15:00	16.5	350	N	15	ascendente
	Intermedia	15:00	16.5	235	SO	10	ascendente
	Fondo	15:00	16.5	355	N	15	ascendente
3	Superficie	15:50	28	40	NE	20	pleamar
	Intermedia	15:50	28	280	O	25	pleamar
	Fondo	15:50	28	360	N	30	pleamar
4	Superficie	16:50	23	28	NE	15	pleamar
	Intermedia	16:50	23	350	N	15	pleamar
	Fondo	16:50	23	355	N	5	pleamar

CORRIENTES MARINAS A LO LARGO DEL EJE PROYECTADO
Punta Arenas - Talara - Piura (05 - 08 - 01)

ESTACION	NIVELES	HORA	PROF. LUGAR	DIRECCION	DIRECCION	VELOCIDAD	MAREA
			(m)	(°)		(cm/sg)	
5	Superficie	09:05	9.5	345	N	10	descendente
	Intermedia	09:05	9.5	4	N	15	descendente
	Fondo	09:05	9.5	350	N	15	descendente
6	Superficie	09:50	12	28	NE	10	descendente
	Intermedia	09:50	12	35	NE	5	descendente
	Fondo	09:50	12	360	N	5	descendente
7	Superficie	10:30	14.5	335	NO	15	bajamar
	Intermedia	10:30	14.5	360	N	5	bajamar
	Fondo	10:30	14.5	15	N	15	bajamar

**MEDICIONES DE CORRIENTES FRENTE A PLAYA PROVIDENCIA - NEGRITOS -
TALARA - PIURA - ENERO 2006**

File header created by DATALOG on 07/02/2006 10:18:18 a m.

Device: BFM105, Serial number: 17823

Header text: mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales

Sampling period (secs): 60, Averaging period: 1

File name FILE1

Site information Estacion N° 1, frente al del cabezo del embarcadero

Impeller coefficients: 3 +1.0340000e-01 +3.7000000e-02 +6.0000000e-01 +1.1360000e-01

+3.0899999e-02 +1.4000000e+01 +1.1560000e-01 +2.8000000e-03 +1.0000000e+02

Pressure tare 0.0100

Speed of sound formula Chen & Millero

Fecha	Hora	Velocidad m/s	Direccion	Nivel del equipo
30/01/2006	11:05:10	0.11	355.2	1 m. por debajo de la superficie del mar, prof. Total 7 m.
30/01/2006	11:06:10	0.072	6.3	
30/01/2006	11:07:10	0.109	355.7	
30/01/2006	11:08:10	0.096	11.1	
30/01/2006	11:09:10	0.072	2	
30/01/2006	11:10:10	0.155	16.8	
30/01/2006	11:11:10	0.088	344.3	
30/01/2006	11:12:10	0.146	16.6	
30/01/2006	11:13:10	0.106	12.1	
30/01/2006	11:14:10	0.073	328.8	
30/01/2006	11:15:10	0.155	353.7	
30/01/2006	11:16:10	0.112	354.2	
30/01/2006	11:17:10	0.077	4.3	
30/01/2006	11:18:10	0.149	335.1	
30/01/2006	11:19:10	0.197	353.3	
30/01/2006	11:20:10	0.144	9.7	
30/01/2006	11:21:10	0.085	12	
30/01/2006	11:22:10	0.098	346.7	
30/01/2006	11:23:10	0.13	9.3	
30/01/2006	11:24:10	0.063	2.1	
30/01/2006	11:25:10	0.102	1.8	
30/01/2006	11:26:10	0.104	321.3	
30/01/2006	11:27:10	0.084	357.7	
30/01/2006	11:28:10	0.101	22.3	
30/01/2006	11:29:10	0.057	3.8	
30/01/2006	11:30:10	0.066	316.9	
30/01/2006	11:31:10	0.075	354.5	
30/01/2006	11:32:10	0.065	0.4	
30/01/2006	11:33:10	0.056	338.5	
30/01/2006	11:34:10	0.098	323.4	
30/01/2006	11:35:10	0.06	344.5	
30/01/2006	11:36:10	0.053	345.2	
30/01/2006	11:37:10	0.088	323.9	
	PROMEDIO	0,098	190,4	

**MEDICIONES DE CORRIENTES FRENTE A PLAYA PROVIDENCIA - NEGRITOS -
TALARA - PIURA - ENERO 2006**

File header created by DATALOG on 07/02/2006 10:18:19 a.m.

Device: BFM105, Serial number: 17823

Header text: mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales

Sampling period (secs): 60, Averaging period: 1

File name FILE20

Site information Estacion N° 1, frente al del cabezo del embarcadero

Impeller coefficients: 3 +1.0340000e-01 +3.7000000e-02 +6.0000000e-01 +1.1360000e-01

+3.0899999e-02 +1.4000000e+01 +1.1560000e-01 +2.8000000e-03 +1.0000000e+02

Pressure tare 0.0100

Speed of sound formula Chen & Millero

Fecha	Hora	Velocidad m/s	Direccion	Nivel del equipo
31/01/2006	9:33:38	0.208	25.7	1 m. sobre el fondo marino. prof. Total 7 m.
31/01/2006	9:34:38	0.182	66.5	
31/01/2006	9:35:38	0.195	32.8	
31/01/2006	9:36:38	0.23	26.7	
31/01/2006	9:37:38	0.198	35	
31/01/2006	9:38:38	0.269	342.4	
31/01/2006	9:39:38	0.222	48.8	
31/01/2006	9:40:38	0.115	10.2	
31/01/2006	9:41:38	0.155	3.2	
31/01/2006	9:42:39	0.184	48.7	
31/01/2006	9:43:39	0.171	43.8	
31/01/2006	9:44:39	0.352	6.7	
31/01/2006	9:45:39	0.165	43.6	
31/01/2006	9:46:39	0.153	355.2	
31/01/2006	9:47:39	0.355	21.2	
31/01/2006	9:48:39	0.126	23.9	
31/01/2006	9:49:39	0.17	36.1	
31/01/2006	9:50:39	0.226	353.7	
31/01/2006	9:51:39	0.174	15.4	
31/01/2006	9:52:39	0.28	11.2	
31/01/2006	9:53:39	0.283	9.5	
31/01/2006	9:54:39	0.128	27.8	
31/01/2006	9:55:39	0.169	3.9	
31/01/2006	9:56:39	0.211	21.8	
31/01/2006	9:57:39	0.119	23.5	
31/01/2006	9:58:39	0.208	23.2	
31/01/2006	9:59:39	0.176	1.3	
31/01/2006	10:00:39	0.183	19.9	
31/01/2006	10:01:39	0.191	1.5	
31/01/2006	10:02:39	0.173	15.5	
31/01/2006	10:03:39	0.137	12.7	
	PROMEDIO	0.197	55.4	

31/01/2006	10:04:39	0.215	342.5	1 m. por debajo de la superficie del mar, prof. Total 7 m.
31/01/2006	10:05:39	0,143	353,2	
31/01/2006	10:06:39	0,283	29,1	
31/01/2006	10:07:39	0.268	4.6	
31/01/2006	10:08:39	0,178	351	
31/01/2006	10:09:39	0.14	2,7	
31/01/2006	10:10:39	0,189	355,1	
31/01/2006	10:11:39	0,145	344,1	
31/01/2006	10:12:39	0,194	358.2	
31/01/2006	10:13:39	0.25	8,1	
31/01/2006	10:14:39	0,184	0,2	
31/01/2006	10:15:39	0,157	346	
31/01/2006	10:16:39	0.17	347,9	
31/01/2006	10:17:39	0,193	353,8	
31/01/2006	10:18:39	0.227	349,1	
31/01/2006	10:19:39	0.218	7,7	
31/01/2006	10:20:39	0,176	0,9	
31/01/2006	10:21:39	0,138	5.6	
31/01/2006	10:22:39	0.157	9.5	
31/01/2006	10:23:39	0,181	3.2	
31/01/2006	10:24:39	0.226	2.6	
31/01/2006	10:25:39	0,191	7	
31/01/2006	10:26:39	0.164	358,7	
	PROMEDIO	0,190	163,6	

**MEDICIONES DE CORRIENTES FRENTE A PLAYA PROVIDENCIA - NEGRITOS -
TALARA - PIURA - ENERO 2006**

File header created by DATALOG on 07/02/2006 10:18:19 a.m.

Device: BFM105, Serial number: 17823

Header text: mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales

Sampling period (secs): 60, Averaging period: 1

File name FILE24

Site information Estacion N° 1, frente al cabezo del embarcadero

Impeller coefficients: 3 +1.0340000e-01 +3.7000000e-02 +6.0000000e-01 +1.1360000e-01

+3.0899999e-02 +1.4000000e+01 +1.1560000e-01 +2.8000000e-03 +1.0000000e+02

Pressure tare 0.0100

Speed of sound formula Chen & Millero

Fecha	Hora	Velocidad m/s	Direccion	Nivel del equipo
31/01/2006	12:13:48	0.17	251.1	1 m. sobre el fondo marino, prof. Total 7 m.
31/01/2006	12:14:48	0.239	322.3	
31/01/2006	12:15:48	0.19	342.7	
31/01/2006	12:16:48	0.079	0.4	
31/01/2006	12:17:48	0.169	326.1	
31/01/2006	12:18:48	0.139	332.1	
31/01/2006	12:19:48	0.097	41.2	
31/01/2006	12:20:48	0.105	4.2	
31/01/2006	12:21:48	0.072	14.7	
31/01/2006	12:22:48	0.261	66.7	
31/01/2006	12:23:48	0.107	14.8	
31/01/2006	12:24:48	0.055	51.7	
31/01/2006	12:25:48	0.147	59.3	
31/01/2006	12:26:48	0.151	54	
31/01/2006	12:27:48	0.139	39.1	
31/01/2006	12:28:48	0.144	54.1	
31/01/2006	12:29:48	0.141	39.4	
	PROMEDIO	0,141	118,5	
31/01/2006	12:30:48	0.06	71.2	
31/01/2006	12:31:48	0.081	29	
31/01/2006	12:32:48	0.055	6	
31/01/2006	12:33:48	0.072	71.5	
31/01/2006	12:34:48	0.146	36.9	
31/01/2006	12:35:48	0.201	46.8	
31/01/2006	12:36:48	0.101	50.3	
31/01/2006	12:37:48	0.094	11.3	
31/01/2006	12:38:48	0.227	44.5	
31/01/2006	12:39:48	0.075	52.7	
31/01/2006	12:40:48	0.071	41	
31/01/2006	12:41:48	0.063	13.9	
31/01/2006	12:42:48	0.087	35.2	
31/01/2006	12:43:48	0.139	18.1	
31/01/2006	12:44:48	0.069	355.3	
	PROMEDIO	0,103	59,0	

MEDICIONES DE CORRIENTES FRENTE A PLAYA PROVIDENCIA - NEGRITOS - TALARA - PIURA - ENERO 2006

File header created by DATALOG on 07/02/2006 10:18:18 a.m.

Device: BFM105, Serial number: 17823

Header text: mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales

Sampling period (secs): 60, Averaging period: 1

File name FILE7

Site information Estacion N° 1, frente al del cabezo del embarcadero

Impeller coefficients: 3 +1.0340000e-01 +3.7000000e-02 +6.0000000e-01 +1.1360000e-01

+3.0899999e-02 +1.4000000e+01 +1.1560000e-01 +2.8000000e-03 +1.0000000e+02

Pressure tare 0.0100

Speed of sound formula Chen & Millero

Fecha	Hora	Velocidad m/s	Direccion	Nivel del equipo
30/01/2006	16:31:53	0.372	233,7	
30/01/2006	16:32:53	0.057	203	
30/01/2006	16:33:53	0.137	262,1	
30/01/2006	16:34:53	0.142	165	
30/01/2006	16:35:53	0.106	201,6	
30/01/2006	16:36:53	0.264	240,6	
30/01/2006	16:37:53	0.109	182,1	
30/01/2006	16:38:53	0.129	183,7	
30/01/2006	16:39:53	0.076	177,4	
30/01/2006	16:40:53	0.101	228,9	
30/01/2006	16:41:53	0.165	195,7	
30/01/2006	16:42:53	0.132	217,6	
30/01/2006	16:43:53	0.161	196,4	
30/01/2006	16:44:53	0.076	205,3	
30/01/2006	16:45:53	0.076	195,4	1m. Sobre la
30/01/2006	16:46:53	0.15	225	superficie del
30/01/2006	16:47:53	0.159	211,3	fondo marino,
30/01/2006	16:48:53	0.048	142,9	prof. Total 7 m.
30/01/2006	16:49:53	0.139	225,3	
30/01/2006	16:50:53	0.076	205,3	
30/01/2006	16:51:53	0.3	190,5	
30/01/2006	16:52:53	0.161	194,2	
30/01/2006	16:53:53	0.198	229,3	
30/01/2006	16:54:53	0.102	189,5	
30/01/2006	16:55:53	0.09	195,6	
30/01/2006	16:56:53	0.125	225,2	
30/01/2006	16:57:53	0.081	152,7	
30/01/2006	16:58:53	0.143	211,1	
30/01/2006	16:59:53	0.123	184,8	
30/01/2006	17:00:53	0.534	199,7	
30/01/2006	17:01:53	0.059	329,7	
	PROMEDIO	0,148	206,5	

30/01/2006	17:02:53	0.068	273.9	1 m. debajo de la superficie del mar, prof. Total 7 m.
30/01/2006	17:03:53	0.068	223.3	
30/01/2005	17:04:53	0.067	194.4	
30/01/2006	17:05:53	0.092	312.5	
30/01/2005	17:06:53	0.055	63.9	
30/01/2005	17:07:53	0.104	344.3	
30/01/2005	17:08:53	0.158	221	
30/01/2005	17:09:53	0.106	269.5	
30/01/2005	17:10:53	0.066	176.1	
30/01/2006	17:11:53	0.071	247.6	
30/01/2006	17:12:53	0.072	211.9	
30/01/2005	17:13:53	0.084	271.4	
30/01/2005	17:14:53	0.068	181.9	
30/01/2005	17:15:53	0.074	146.2	
30/01/2005	17:16:53	0.088	140.7	
30/01/2005	17:17:53	0.084	176.3	
30/01/2006	17:18:53	0.098	65.7	
30/01/2006	17:19:53	0.067	115.5	
30/01/2005	17:20:53	0.117	158.1	
30/01/2006	17:21:53	0.068	198.7	
30/01/2005	17:22:53	0.088	225.6	
30/01/2005	17:23:53	0.068	207.7	
30/01/2005	17:24:53	0.063	188.7	
30/01/2006	17:25:53	0.061	133.2	
30/01/2005	17:26:53	0.073	56.8	
30/01/2005	17:27:53	0.404	165	
30/01/2006	17:28:53	0.061	191.8	
30/01/2006	17:29:53	0.09	212.2	
30/01/2006	17:30:53	0.731	41.8	
30/01/2005	17:31:53	0.249	240.7	
	PROMEDIO	0,119	188,5	

**MEDICIONES DE CORRIENTES FRENTE A PLAYA PROVIDENCIA - NEGRITOS -
TALARA - PIURA - ENERO 2006**

File header created by DATALOG on 07/02/2006 10:18:18 a.m.

Device: BFM105, Serial number: 17823

Header text: mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales

Sampling period (secs): 60, Averaging period: 1

File name FILE19

Site information Estacion N° 2, 150 m al sur del cabezo del embarcadero

Impeller coefficients 3 +1.0340000e-01 +3.7000000e-02 +6.0000000e-01 +1.1360000e-01
+3.0899999e-02 +1.4000000e+01 +1.1560000e-01 +2.8000000e-03 +1.0000000e+02

Pressure tare 0.0100

Speed of sound formula Chen & Millero

Fecha	Hora	Velocidad m/s	Direccion	Nivel del equipo
31/01/2006	8:35:42	0,194	146,1	1 M SOBRE EL FONDO
31/01/2006	8:36:42	0,087	227,4	
31/01/2006	8:37:42	0,111	345,1	
31/01/2006	8:38:42	0,146	43,8	
31/01/2006	8:39:42	0,226	32,3	
31/01/2006	8:40:42	0,342	15,4	
31/01/2006	8:41:42	0,098	29,6	
31/01/2006	8:42:42	0,193	20,1	
31/01/2006	8:43:42	0,084	37,4	
31/01/2006	8:44:42	0,177	23,3	
31/01/2006	8:45:42	0,228	22,5	
31/01/2006	8:46:42	0,155	22,5	
31/01/2006	8:47:42	0,205	12,8	
31/01/2006	8:48:42	0,178	1,3	
31/01/2006	8:49:42	0,074	340,9	
31/01/2006	8:50:42	0,164	1,6	
31/01/2006	8:51:42	0,129	15,5	
31/01/2006	8:52:42	0,154	334,8	
31/01/2006	8:53:42	0,238	58,4	
31/01/2006	8:54:42	0,230	38,4	
31/01/2006	8:55:42	0,244	30,2	
31/01/2006	8:56:42	0,150	33,9	
31/01/2006	8:57:42	0,168	356,4	
31/01/2006	8:58:42	0,192	22,8	
31/01/2006	8:59:42	0,126	1	
31/01/2006	9:00:42	0,108	0	
31/01/2006	9:01:42	0,142	28,2	
31/01/2006	9:02:42	0,223	31,9	
31/01/2006	9:03:42	0,162	22	
	PROMEDIO	0,170	79	

31/01/2006	9:04:42	0.128	7.2	1 M. DEBAJO DE LA SUPERFICIE
31/01/2006	9:05:42	0.078	333.9	
31/01/2006	9:06:42	0.129	354.3	
31/01/2006	9:07:42	0.121	8.3	
31/01/2006	9:08:42	0.122	357.1	
31/01/2006	9:09:42	0.104	331.3	
31/01/2006	9:10:42	0.092	325.4	
31/01/2006	9:11:42	0.094	2	
31/01/2006	9:12:42	0.172	346.3	
31/01/2006	9:13:42	0.136	350.9	
31/01/2006	9:14:42	0.099	0.9	
31/01/2006	9:15:42	0.141	16.5	
31/01/2006	9:16:42	0.205	355.9	
31/01/2006	9:17:42	0.16	29.2	
31/01/2006	9:18:42	0.19	3.6	
31/01/2006	9:19:42	0.175	336.6	
31/01/2006	9:20:42	0.209	11	
31/01/2006	9:21:42	0.167	350.9	
31/01/2006	9:22:42	0.116	22.6	
31/01/2006	9:23:42	0.084	350.4	
31/01/2006	9:24:42	0.124	357.6	
31/01/2006	9:25:42	0.156	6.2	
31/01/2006	9:26:42	0.167	12.1	
31/01/2006	9:27:42	0.134	342.3	
31/01/2006	9:28:42	0.163	339.1	
	PROMEDIO	0,174	29	

**MEDICIONES DE CORRIENTES FRENTE A PLAYA PROVIDENCIA - NEGRITOS -
TALARA - PIURA - ENERO 2006**

File header created by DATALOG on 07/02/2006 10:18:19 a.m.

Device: BFM105, Serial number: 17823

Header text: mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales

Sampling period (secs): 60, Averaging period: 1

File name FILE23

Site information Estacion N° 2, 150 m. al sur del cabezo del embarcadero

Impeller coefficients: 3 +1.0340000e-01 +3.7000000e-02 +6.0000000e-01 +1.1360000e-01
+3.0899999e-02 +1.4000000e+01 +1.1560000e-01 +2.8000000e-03 +1.0000000e+02

Pressure tare 0.0100

Speed of sound formula Chen & Millero

Fecha	Hora	Velocidad m/s	Direccion	Nivel del equipo
31/01/2006	11:30:01	0,245	230.5	1 m. sobre el fondo
31/01/2006	11:31:01	0,072	258.7	
31/01/2006	11:32:01	0,172	44.8	
31/01/2006	11:33:01	0,152	41	
31/01/2006	11:34:01	0,167	315.3	
31/01/2006	11:35:01	0,143	14.4	
31/01/2006	11:36:01	0,196	341.6	
31/01/2006	11:37:01	0,075	31.7	
31/01/2006	11:38:01	0,077	28.7	
31/01/2006	11:39:01	0,111	22.9	
31/01/2006	11:40:01	0,073	10.2	
31/01/2006	11:41:01	0,319	334	
31/01/2006	11:42:01	0,099	65.8	
31/01/2006	11:43:01	0,109	7.7	
31/01/2006	11:44:01	0,08	26.3	
31/01/2006	11:45:01	0,152	47.2	
31/01/2006	11:46:01	0,214	36.8	
31/01/2006	11:47:01	0,069	3.4	
31/01/2006	11:48:01	0,154	328.7	
31/01/2006	11:49:01	0,166	31.3	
31/01/2006	11:50:01	0,105	30.3	
	PROMEDIO	0,140	188	

31/01/2006	11.51.01	0.131	11.6	1 m. debajo de la superficie
31/01/2006	11.52.01	0.109	322.5	
31/01/2006	11.53.01	0.111	329.6	
31/01/2006	11.54.01	0.098	24.6	
31/01/2006	11.55.01	0.072	351.6	
31/01/2006	11.56.01	0.05	336	
31/01/2006	11.57.01	0.064	1.2	
31/01/2006	11.58.01	0.072	4.8	
31/01/2006	11.59.01	0.277	331.5	
31/01/2006	12.00.01	0.064	0.2	
31/01/2006	12.01.01	0.061	352.2	
31/01/2006	12.02.01	0.066	3.3	
31/01/2006	12.03.01	0.159	352.7	
31/01/2006	12.04.01	0.085	350.2	
31/01/2006	12.05.01	0.066	347	
31/01/2006	12.06.01	0.148	16.7	
31/01/2006	12.07.01	0.102	328.9	
31/01/2006	12.08.01	0.081	4.6	
31/01/2006	12.09.01	0.07	350.8	
31/01/2006	12.10.01	0.122	355.7	
	PROMEDIO	0,132	290	

**MEDICIONES DE CORRIENTES FRENTE A PLAYA PROVIDENCIA - NEGRITOS -
TALARA - PIURA - ENERO 2006**

File header created by DATALOG on 07/02/2006 10:18:18 a.m.

Device: BFM105, Serial number: 17823

Header text: mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales

Sampling period (secs): 60, Averaging period: 1

File name FILE6

Site information Estacion N° 2, 150 m. al sur del cabezo del embarcadero

Impeller coefficients: 3 +1.0340000e-01 +3.7000000e-02 +6.0000000e-01 +1.1360000e-01
+3.0899999e-02 +1.4000000e+01 +1.1560000e-01 +2.8000000e-03 +1.0000000e+02

Pressure tare 0.0100

Speed of sound formula Chen & Millero

Fecha	Hora	Velocidad m/s	Direccion	Nivel del equipo
30/01/2006	15:26:46	0,283	196.6	1 m. sobre el fondo marino
30/01/2006	15:27:46	0,444	192.8	
30/01/2006	15:28:46	0,234	209.2	
30/01/2006	15:29:46	0,14	222	
30/01/2006	15:30:46	0,186	225.5	
30/01/2006	15:31:46	0,101	193,1	
30/01/2006	15:32:46	0,442	162.4	
30/01/2006	15:33:46	0,214	167.6	
30/01/2006	15:34:46	0,143	188.7	
30/01/2006	15:35:46	0,116	187	
30/01/2006	15:36:46	0,197	211.8	
30/01/2006	15:37:46	0,216	197.8	
30/01/2006	15:38:46	0,181	184.3	
30/01/2006	15:39:46	0,177	185.5	
30/01/2006	15:40:46	0,115	190.5	
30/01/2006	15:41:46	0,112	173.7	
30/01/2006	15:42:46	0,316	227.9	
30/01/2006	15:43:46	0,07	215.5	
30/01/2006	15:44:46	0,117	193.4	
30/01/2006	15:45:46	0,158	195.1	
30/01/2006	15:46:46	0,099	179.7	
30/01/2006	15:47:46	0,157	199.3	
30/01/2006	15:48:46	0,157	196.5	
30/01/2006	15:49:46	0,317	181.9	
30/01/2006	15:50:46	0,145	168.7	
30/01/2006	15:51:46	0,091	164.3	
30/01/2006	15:52:46	0,121	162.3	
30/01/2006	15:53:46	0,127	187.2	
30/01/2006	15:54:46	0,13	197	
30/01/2006	15:55:46	0,065	198.2	
30/01/2006	15:56:46	0,077	205.6	
30/01/2006	15:57:46	0,154	240.7	
30/01/2006	15:58:46	0,22	231.6	
	PROMEDIO	0,176	202	

30/01/2006	15 59 46	0,07	191	1 m debajo de la superficie del mar
30/01/2006	16 00 46	0,129	202 8	
30/01/2006	16 01 46	0,097	244 1	
30/01/2006	16 02 46	0,182	230 3	
30/01/2006	16 03 46	0,229	208 3	
30/01/2006	16 04 46	0,158	204 1	
30/01/2006	16 05 46	0,062	256 8	
30/01/2006	16 06 46	0,19	232 6	
30/01/2006	16 07 46	0,128	209 3	
30/01/2006	16 08 46	0,137	185 1	
30/01/2006	16 09 46	0,087	191 9	
30/01/2006	16 10 46	0,092	160	
30/01/2006	16 11 46	0,101	230 3	
30/01/2006	16 12 46	0,253	199 2	
30/01/2006	16 13 46	0,165	221 9	
30/01/2006	16 14 46	0,127	199	
30/01/2006	16 15 46	0,257	222 9	
30/01/2006	16 16 46	0,123	226 1	
30/01/2006	16 17 46	0,216	211	
30/01/2006	16 18 46	0,13	198 5	
30/01/2006	16 19 46	0,153	214 2	
30/01/2006	16 20 46	0,146	201 9	
30/01/2006	16 21 46	0,085	193 9	
30/01/2006	16 22 46	0,097	210 6	
30/01/2006	16 23 46	0,106	198 9	
30/01/2006	16 24 46	0,161	198 1	
30/01/2006	16 25 46	0,062	240 2	
30/01/2006	16 26 46	0,115	163	
	PROMEDIO	0,138	185	

**MEDICIONES DE CORRIENTES FRENTE A PLAYA PROVIDENCIA - NEGRITOS -
TALARA - PIURA - ENERO 2006**

File header created by DATALOG on 07/02/2006 10:18:19 a.m.

Device: BFM105, Serial number: 17823

Header text: mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales

Sampling period (secs): 60, Averaging period: 1

File name FILE22

Site information Estacion N° 3, 150 m. al norte del cabezo del embarcadero

Impeller coefficients: 3 +1.0340000e-01 +3.7000000e-02 +6.0000000e-01 +1.1360000e-01

+3.0899999e-02 +1.4000000e+01 +1.1560000e-01 +2.8000000e-03 +1.0000000e+02

Pressure tare 0.0100

Speed of sound formula Chen & Millero

Fecha	Hora	Velocidad m/s	Direccion	Nivel del equipo
31/01/2006	10:30:33	0,13	46,1	
31/01/2006	10:31:33	0,17	345,8	
31/01/2006	10:32:33	0,182	37,2	
31/01/2006	10:33:33	0,096	18,4	
31/01/2006	10:34:33	0,157	20,2	
31/01/2006	10:35:33	0,046	41,2	
31/01/2006	10:36:33	0,14	7,5	
31/01/2006	10:37:33	0,079	10,4	
31/01/2006	10:38:33	0,219	345,6	
31/01/2006	10:39:33	0,11	40,5	
31/01/2006	10:40:33	0,156	40,1	
31/01/2006	10:41:33	0,134	359,3	
31/01/2006	10:42:33	0,091	3	
31/01/2006	10:43:33	0,236	344,5	1 m. sobre el
31/01/2006	10:44:33	0,262	26,6	fondo marino,
31/01/2006	10:45:33	0,138	10,5	prof. Total 7 m.
31/01/2006	10:46:33	0,149	9,6	
31/01/2006	10:47:33	0,116	26,4	
31/01/2006	10:48:33	0,17	47,9	
31/01/2006	10:49:33	0,201	13,1	
31/01/2006	10:50:33	0,117	345	
31/01/2006	10:51:33	0,155	11,1	
31/01/2006	10:52:33	0,094	31,1	
31/01/2006	10:53:33	0,111	21,2	
31/01/2006	10:54:33	0,101	321,9	
31/01/2006	10:55:33	0,128	315,7	
31/01/2006	10:55:33	0,095	352,8	
31/01/2006	10:57:33	0,072	339,1	
	PROMEDIO	0,138	126,1	

31/01/2006	10:58:33	0,111	317,6	1 m. por debajo de la superficie del mar, prof. Total 7 m.
31/01/2006	10:59:33	0,113	299,5	
31/01/2006	11:00:33	0,142	320,7	
31/01/2006	11:01:33	0,086	341,3	
31/01/2006	11:02:33	0,094	344,2	
31/01/2006	11:03:33	0,203	326,7	
31/01/2006	11:04:33	0,15	328,8	
31/01/2006	11:05:33	0,168	345,2	
31/01/2006	11:06:33	0,176	335,5	
31/01/2006	11:07:33	0,102	302,4	
31/01/2006	11:08:33	0,144	340	
31/01/2006	11:09:33	0,14	338,2	
31/01/2006	11:10:33	0,167	302,3	
31/01/2006	11:11:33	0,079	325,7	
31/01/2006	11:12:33	0,096	328	
31/01/2006	11:13:33	0,156	332,3	
31/01/2006	11:14:33	0,132	325,9	
31/01/2006	11:15:33	0,149	325,3	
31/01/2006	11:16:33	0,119	309,5	
31/01/2006	11:17:33	0,108	340,2	
31/01/2006	11:18:33	0,079	334,9	
31/01/2006	11:19:33	0,162	322,5	
31/01/2006	11:20:33	0,09	325,9	
31/01/2006	11:21:33	0,084	334,7	
	PROMEDIO	0,127	327,0	

**MEDICIONES DE CORRIENTES FRENTE A PLAYA PROVIDENCIA - NEGRITOS -
TALARA - PIURA - ENERO 2006**

File header created by DATALOG on 07/02/2006 10:18:18 a.m.

Device: BFM105, Serial number: 17823

Header text: mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales

Sampling period (secs): 60, Averaging period: 1

File name FILE5

Site information Estacion N° 3, 150 m. al norte del cabezo del embarcadero

Impeller coefficients: 3 +1.0340000e-01 +3.7000000e-02 +6.0000000e-01 +1.1360000e-01

+3.0899999e-02 +1.4000000e+01 +1.1560000e-01 +2.8000000e-03 +1.0000000e+02

Pressure tare 0.0100

Speed of sound formula Chen & Millero

Fecha	Hora	Velocidad m/s	Direccion	Nivel del equipo
30/01/2006	14:17:57	0,488	213,9	
30/01/2006	14:18:57	0,363	118,9	
30/01/2006	14:19:57	0,259	156,5	
30/01/2006	14:20:57	0,106	198,1	
30/01/2006	14:21:57	0,241	179,3	
30/01/2006	14:22:57	0,168	115,8	
30/01/2006	14:23:57	0,154	186,4	
30/01/2006	14:24:57	0,339	185,2	
30/01/2006	14:25:57	0,372	191,1	
30/01/2006	14:26:57	0,059	162,8	
30/01/2006	14:27:57	0,26	155	
30/01/2006	14:28:57	0,378	140,3	
30/01/2006	14:29:57	0,119	191,8	
30/01/2006	14:30:57	0,183	160	
30/01/2006	14:31:57	0,1	147,1	
30/01/2006	14:32:57	0,243	209,1	
30/01/2006	14:33:57	0,198	219,6	1 m. sobre el fondo marino, prof. Total 7 m.
30/01/2006	14:34:57	0,145	173,7	
30/01/2006	14:35:57	0,125	182,4	
30/01/2006	14:36:57	0,118	160,6	
30/01/2006	14:37:57	0,355	218,5	
30/01/2006	14:38:57	0,112	154	
30/01/2006	14:39:57	0,287	198,4	
30/01/2006	14:40:57	0,081	171,2	
30/01/2006	14:41:57	0,114	150,8	
30/01/2006	14:42:57	0,089	181,9	
30/01/2005	14:43:57	0,133	235,9	
30/01/2006	14:44:57	0,143	157,6	
30/01/2005	14:45:57	0,1	147,7	
30/01/2005	14:46:57	0,034	212	
30/01/2006	14:47:57	0,137	195,2	
30/01/2005	14:48:57	0,072	189,8	
30/01/2005	14:49:57	0,131	187,1	
	PROMEDIO	0,190	177,2	

30/01/2006	14:50:57	0.047	121,7	1 m por debajo de la superficie del mar. Prof. Total 7 m.
30/01/2006	14:51:57	0,121	119,3	
30/01/2006	14:52:57	0.061	96,7	
30/01/2006	14:53:57	0.096	76,1	
30/01/2006	14:54:57	0.07	152,4	
30/01/2006	14:55:57	0.067	111,8	
30/01/2006	14:56:57	0.082	134	
30/01/2006	14:57:57	0.096	89	
30/01/2006	14:58:57	0.074	84,3	
30/01/2006	14:59:57	0.08	176,1	
30/01/2006	15:00:57	0.042	172,4	
30/01/2006	15:01:57	0.059	143,4	
30/01/2006	15:02:57	0.078	143,1	
30/01/2006	15:03:57	0.106	128,6	
30/01/2006	15:04:57	0.068	143,2	
30/01/2006	15:05:57	0.085	101,4	
30/01/2006	15:06:57	0.062	136,9	
30/01/2006	15:07:57	0.073	127,7	
30/01/2006	15:08:57	0.058	129,7	
30/01/2006	15:09:57	0.062	174,9	
30/01/2006	15:10:57	0.151	99,7	
30/01/2006	15:11:57	0.078	124,3	
30/01/2006	15:12:57	0.054	99,5	
30/01/2006	15:13:57	0.075	95,5	
30/01/2006	15:14:57	0.172	215,7	
30/01/2006	15:15:57	0.081	316,8	
30/01/2006	15:16:57	0.078	213,9	
30/01/2006	15:17:57	0.078	100,2	
30/01/2006	15:18:57	0.058	239,9	
30/01/2006	15:19:57	0.153	175	
30/01/2006	15:20:57	0.053	343,4	
PROMEDIO		0,082	148,0	



CUADRO N° 8



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL

FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA Y CIENCIAS ALIMENTARIAS
CENTRO DE PRODUCCION DE BIENES Y SERVICIOS

Paul Pradierifodere (Francia) 726 - Lima 18. Perú - Telef.: 445-2087 Fax: 445-6946

CERTIFICADO DE ANALISIS

N° 330-2003

Miraflores, 25 de noviembre del 2003

Para : Monitoreo Ambiental S.A.
Lugar de muestreo : Negritos - Talara.
Fecha de muestreo : 4 de octubre del 2003.
Muestras proporcionadas por el cliente.

GRANULOMETRIA		
Malla (mm)	M1	M2
> 1.0	0.369	0.521
> 0.315	1.457	10.369
> 0.200	1.791	12.647
> 0.160	2.702	14.517
> 0.088	83.466	55.092
< 0.088	10.214	6.855

Sedimento

%	Materia Orgánica
M1	1.80
M2	1.65

ESCALA DE TAMAÑOS DE GRANO, SEGUN WENTWORTH

LIMITES DE TAMAÑO (mm)	NOMBRE DEL SEDIMENTO	UNIDADES ϕ
4096 a 2048	Peñones muy grandes	-12 a -11
2048 a 1024	Peñones grandes	-11 a -10
1024 a 512	Peñones medianos	-10 a -9
512 a 256	Peñones pequeños	-9 a -8
256 a 128	Peñas grandes	-8 a -7
128 a 64	Peñas pequeñas	-7 a -6
64 a 32	Guijarros muy gruesos	-6 a -5
32 a 16	Guijarros gruesos	-5 a -4
16 a 8	Guijarros medianos	-4 a -3
8 a 4	Guijarros finos	-3 a -2
4 a 2	Guijarros muy finos (granulos)	-2 a -1
2 a 1	Grava muy gruesa	-1 a 0
1 a 1/2	Grava gruesa	0
1/2 a 1/4	Grava mediana	+1 a +2
1/4 a 1/8	Grava fina	+2 a +3
1/8 a 1/16	Arena muy fina	+3 a +4
1/16 a 1/32	Limo grueso (fango)	+4 a +5
1/32 a 1/64	Limo mediano (arcilla)	+5 a +6
1/64 a 1/128	Limo fino	+6 a +7
1/128 a 1/256	Limo muy fino	+7 a +8
1/256 a 1/512	Arcilla gruesa	+8 a +9
1/512 a 1/1024	Arcilla mediana	+9 a +10
1/1024 a 1/2048	Arcilla fina	+10 a +11
1/2048 a 1/4096	Arcilla muy fina	+11 a +12
1/4096		+12



CUADRO N°8A

INFORME DE ENSAÑO N° 601233

MONITOREO AMBIENTAL E INVESTIGACION DE IMPACTOS S.A.

Solicitante: La Ladera 156 Urb. Los Cactus
 Domicilio Legal: La Molina
 Tipo de Muestra: Sedimento
 Plan de Muestreo: ...
 Solicitud de Analisis: ENF-233
 Procedencia de la Muestra: Talara - Negritos
 Fecha de Ingreso: 06/01/30
 Código ENVIROLAB PERU: 601233
 Referencia: Muestras proporcionadas por el Cliente

Código de Laboratorio	Descripcion de muestras	Fecha de muestreo	% Arena Muy Gruesa 2.00 - 1.00mm.	% Arena Gruesa 1.00 - 0.50mm.	% Arena Medía 0.50 - 0.25mm.	% Arena Fina 0.25 - 0.10mm.	% Arena Muy Fina 0.10 - 0.05mm.	% Limo + Arcilla 0.05 - 0.002mm.
601233-08	1	06/01/30	4	8	162	52.62	22.34	4.24
601233-09	2	06/01/30	9	12	114	57.68	30.42	9.76
601233-10	3	06/01/30	6	11	162	49.16	34.38	6.20

Condicion y Estado de la Muestra: Estuvada

Nota:

La muestra debe almacenarse inmediatamente al laboratorio a la fecha de muestreo, es decir, proporcionalmente, por el Cliente



ALFONSO ENO GUARAJAN
 Gerente General
 C.I.P. N. 9018
 Lima, Peru.
 06/02/11

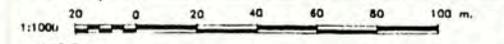
Nota: Los resultados presentados corresponden solo a la muestra indicada. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de estándares.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
LA BREA - NEGRITOS

MUELLE ARTESANAL

PROYECTO: MEDICIONES DE COORIENTES - METODO LAGRANGIANO MUESTRAS DE SEDIMENTOS

UBICACION: NEGRITOS	PROVINCIA: TALARA	DEPARTAMENTO: PIURA
PROFESIONAL: [Firma]	ESCALA: 1/1,000	PLANO N°: C-2
ENCARGADO: [Firma]	FECHA: ABRIL 2006	

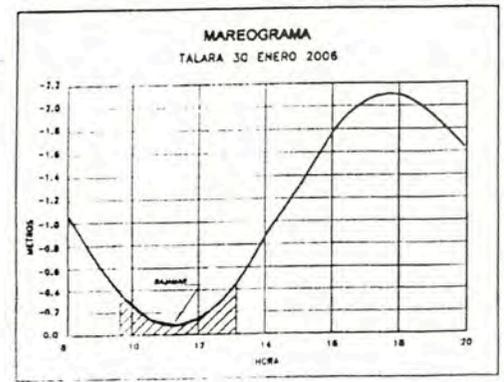
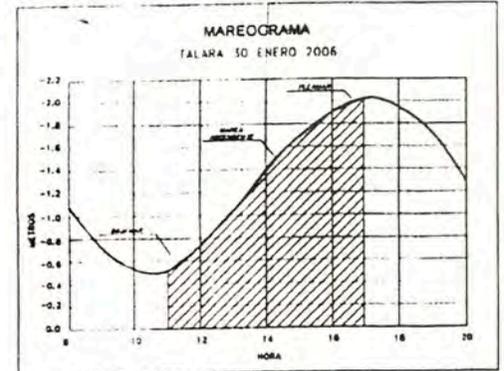
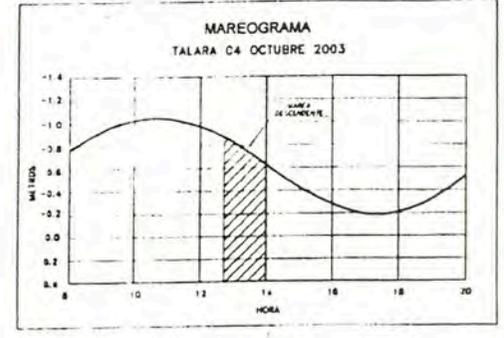


- NOTAS:
- Las coordenadas están referidas a la Red Geodésica Nacional Sistema WGS-84
 - Líneas isobatómicas referidas al Nivel Medio de Bajamar de Skjops Ordinarias (N. M. B. S. O.), en metros
 - Línea de Alta Marea proporcionada por DINDORNAV para el Puerto de Talara

CONSULTOR
[Firma]

SENIOR [Firma]

REVISADO [Firma]



MEDICIONES DE CORRIENTES - METODO EULERIANO
30 ENERO 2006

ESTACION	MAREA HORA	PROFUNDIDAD ZONA (m.)	INVERSION EQUIPO (m.)	VELOCIDAD (cm./seg.)	DIRECCION
E-1	BAJAMAR 11:29:18-11:30:18	7.2	1.0	9.8	308.0°
	PLEAMAR 18:21:52-17:22:53	7.2	8.2	14.6	208.0°
	PLEAMAR 17:03:52-17:31:53	7.2	1.0	12.1	229.0°
E-2	BAJAMAR 11:42:41-11:58:41	7.3	1.0	6.0	310.4°
	ASCENDENTE 15:26:44-15:57:44	7.3	6.3	17.5	183.0°
	PLEAMAR 15:26:44-16:28:44	7.3	1.0	14.1	208.0°
E-3	ASCENDENTE 12:30:31-12:44:31	6.8	1.0	8.3	090.4°
	ASCENDENTE 16:17:57-16:51:57	6.8	3.8	18.4	174.0°
	ASCENDENTE 16:12:51-15:20:57	6.8	1.0	8.1	148.0°

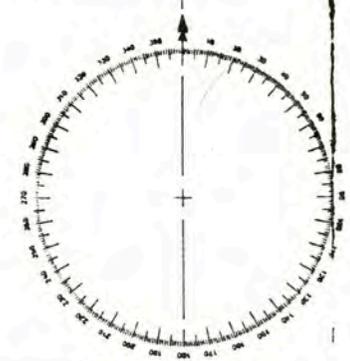
COORDENADAS WGS-84
ESTACIONES DE MONITOREO OCEANOGRAFICO

ESTACION	COORDENADAS UTM		COORDENADAS GEOGRAFICAS	
	NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD
E-1	9'489,482.50	466,830.90	04° 37' 07".14	81° 17' 58".58
E-2	9'489,182.50	466,831.10	04° 37' 16".90	81° 17' 58".58
E-3	9'489,782.50	466,830.70	04° 36' 57".38	81° 17' 58".57

MEDICIONES DE CORRIENTES - METODO EULERIANO
31 ENERO 2006

ESTACION	MAREA HORA	PROFUNDIDAD ZONA (m.)	INVERSION EQUIPO (m.)	VELOCIDAD (cm./seg.)	DIRECCION
E-1	BAJAMAR 08:43:30-10:00:30	7.3	6.2	20.3	019.3°
	BAJAMAR 18:07:30-18:30:30	7.2	1.0	18.8	342.3°
	BAJAMAR 12:37:40-12:39:40	7.2	6.2	13.7	119.0°
E-2	BAJAMAR 08:28:42-09:00:42	7.3	6.3	16.8	085.0°
	BAJAMAR 11:30:01-11:52:01	7.3	1.0	14.2	337.0°
	BAJAMAR 11:53:01-12:10:01	7.3	1.0	9.8	353.4°
E-3	BAJAMAR 16:30:33-16:50:33	6.8	3.8	14.8	011.0°
	BAJAMAR 10:42:33-11:01:33	6.8	1.0	12.5	327.0°

LEYENDA
CORRIENTE SUPERFICIAL
ESTACION DE MONITOREO OCEANOGRAFICO (Estaciones marítimas y aguas de mar)



OCEANO PACIFICO

K.L. = 120.35'

K.L. = 120.45'

K.L. = 120.55'

K.L. = 120.15'

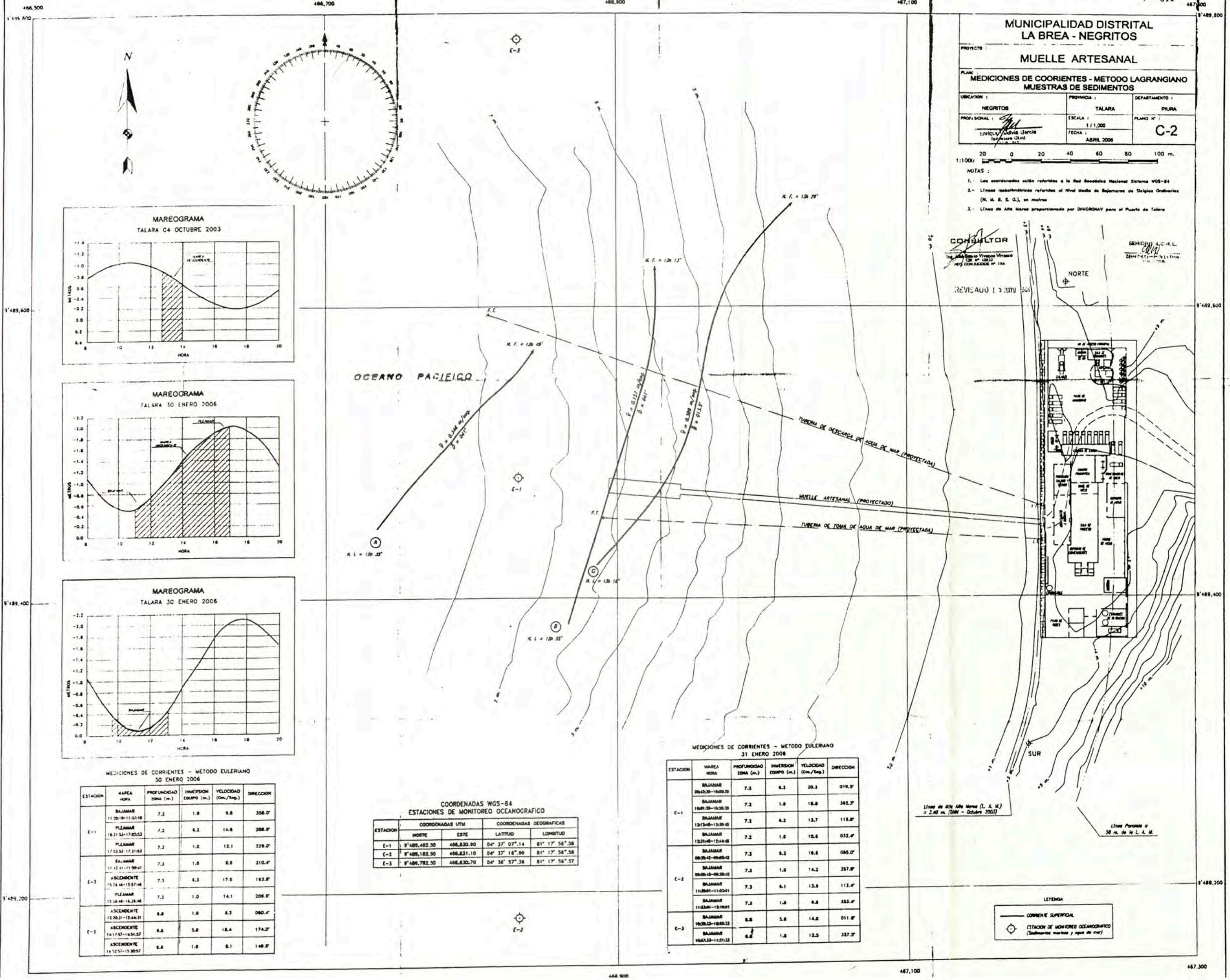
K.L. = 120.25'

NORTE

SUR

Línea de Alta Marea (L. A. M.) = 2.40 m. (DMM - Octubre 2007)

Línea Paralela a 50 m. de la L. A. M.



466,500
466,700
466,900
467,100
9'489,600
9'489,400
9'489,200
9'489,000

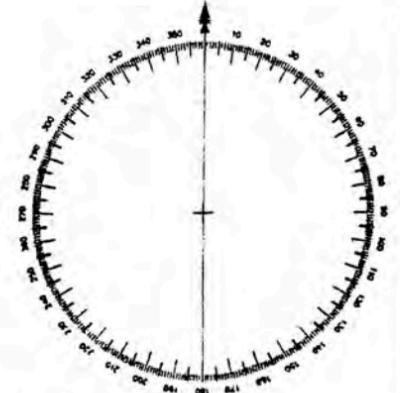
467,000
467,200
467,400
467,600
9'489,600
9'489,400
9'489,200
9'489,000

MUNICIPALIDAD DISTRITAL LA BREA - NEGRITOS		
PROYECTO : MUELLE ARTESANAL		
PLANO : REFRACCION DE OLAS EN AGUAS POCO PROFUNDAS - DIRECCION SUR OESTE		
UBICACION : NEGRITOS	PROVINCIA : TALARA	DEPARTAMENTO : PIURA
PROFESIONAL :	ESCALA : 1 / 1,000	PLANO N° : D
	FECHA : OCTUBRE 2008	

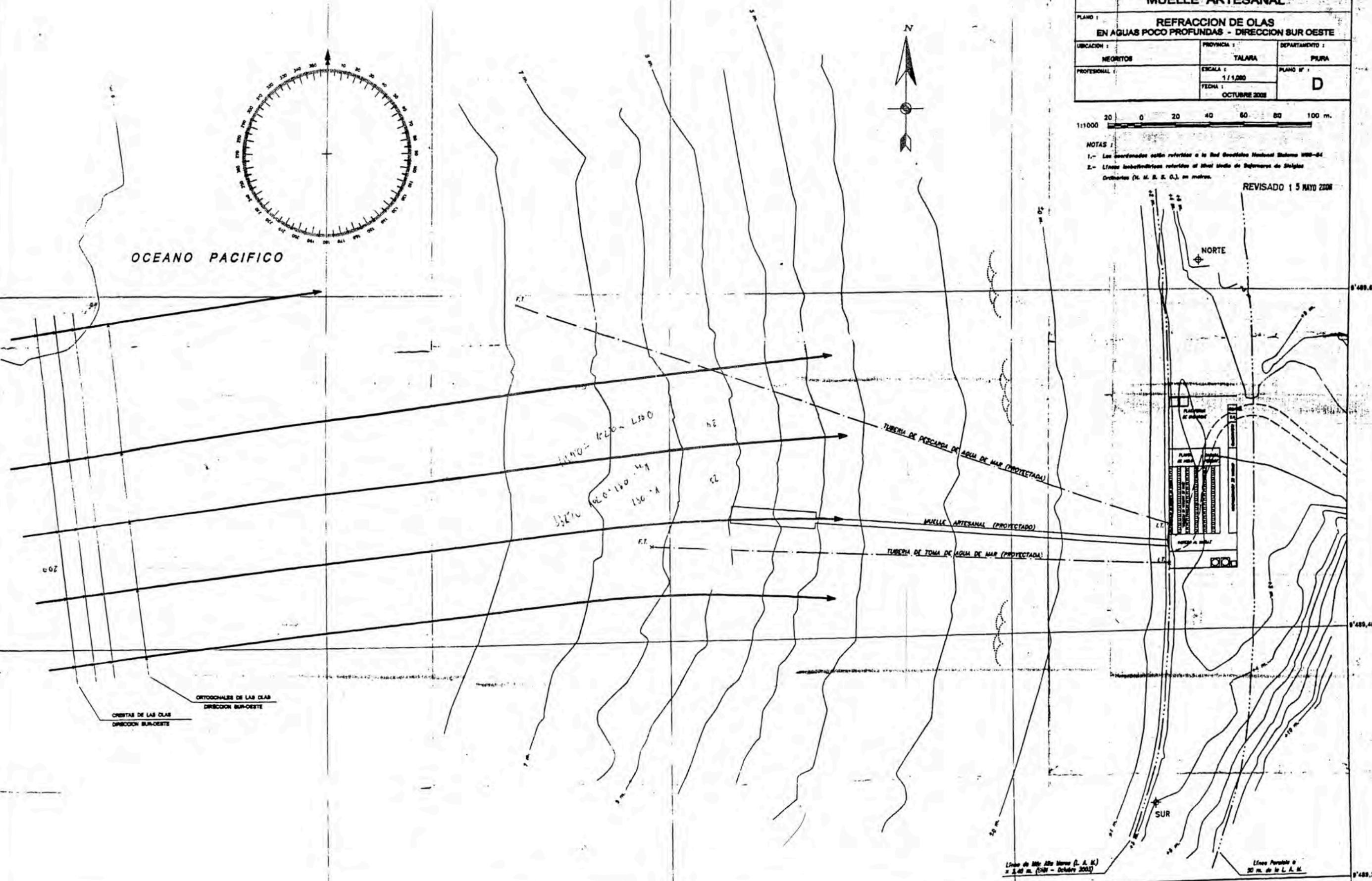


NOTAS :
 1.- Las coordenadas están referidas a la Red Geodésica Nacional Sistema WGS-84
 2.- Líneas isobatómicas referidas al Nivel Medio de Bajamarea de Stojpas
 Ortométricas (N. M. S. S. O.), en metros.

REVISADO 15 MAYO 2008

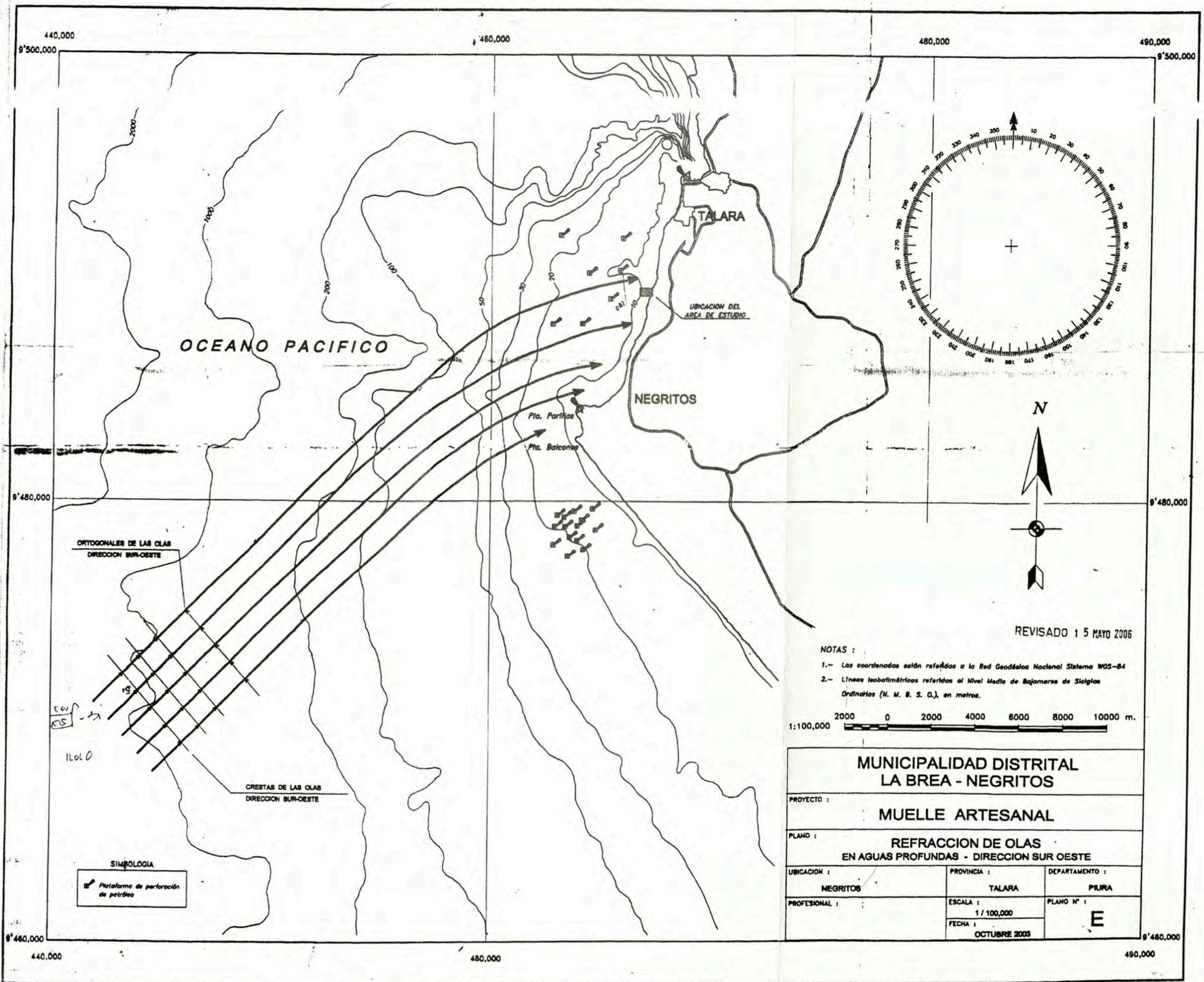


OCEANO PACIFICO



Línea de Mía Alta Marea (L. A. M.)
 a 2.40 m. (EN - Octubre 2007)

Línea Porfondo a
 30 m. de la L. A. M.



OCEANO PACIFICO

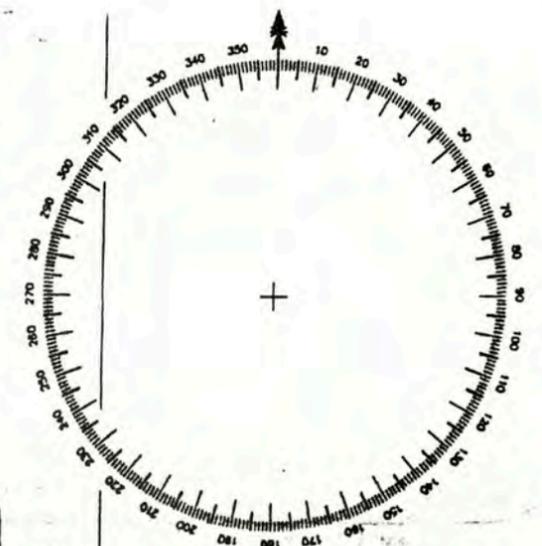
TALARA

NEGRITOS

UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

Pta. Paríñas

Pta. Balcones



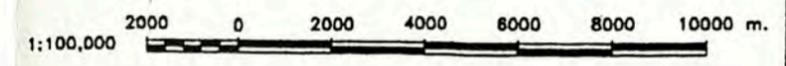
N



REVISADO 15 MAYO 2006

NOTAS :

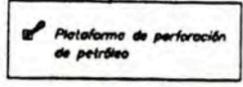
- 1.- Las coordenadas están referidas a la Red Geodésica Nacional Sistema WGS-84
- 2.- Líneas isobatómicas referidas al Nivel Medio de Bajamareas de Siglos Ordinarios (N. M. B. S. O.), en metros.



ORTOGONALES DE LAS OLAS
DIRECCION SUR-OESTE

CRESTAS DE LAS OLAS
DIRECCION SUR-OESTE

SIMBOLOGIA



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL
LA BREA - NEGRITOS**

PROYECTO :
MUELLE ARTESANAL

PLANO :
**REFRACCION DE OLAS
EN AGUAS PROFUNDAS - DIRECCION SUR OESTE**

UBICACION : NEGRITOS	PROVINCIA : TALARA	DEPARTAMENTO : PIURA
PROFESIONAL :	ESCALA : 1 / 100,000	PLANO N° : E
	FECHA : OCTUBRE 2003	