

# **Universidad Nacional de Ingeniería**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUELLES CON PILOTES ENFUNDADOS  
VACIADOS IN SITU, APLICACIÓN MUELLE “EL POSEIDON”  
ESTUDIOS HIDRO-OCEANOGRÁFICOS**

## **INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

**ELVIS HURNET ZENOBIO PASCACIO VALLE**

LIMA - PERU

2007

## *DEDICATORIA*

*A mis padres por su apoyo incondicional tanto en los buenos como en los malos momentos.*

*A mis hermanos por comprender y apoyarme en este trabajo*

*A Roxana por apoyarme incondicionalmente*

*Y a todos aquellos que hicieron posible esta realidad.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Al Ing. Wilfredo Gutiérrez Lázares, por ser un gran Jefe de Proyecto, compañero y amigo.*

*Al Ing. Martín Maguiña por su asesoramiento en este trabajo.*

*A mis compañeros de grupo que sin ellos no se hubiera logrado el éxito de este proyecto.*

## INDICE

INTRODUCCION	
LISTA DE FOTOGRAFIAS	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE CUADROS	
RESUMEN	
	<b><i>Pág.</i></b>
<b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES</b>	
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 UBICACIÓN	2
1.3 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	3
1.4 OBJETIVOS	4
1.5 DEFINICIONES BASICAS	
1.1.1 ESTUDIOS HIDRO-OCEANOGRAFICOS	4
1.1.2 OLAS	5
1.1.3 MAREAS	6
1.1.4 CORRIENTES	6
1.1.5 BRAVEZAS	7
1.1.6 VIENTOS	7
1.1.7 BATIMETRIA	7
1.6 EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES	8
1.7 ESPECIFICACIONES TECNICAS	9
<b>CAPITULO II: METODOS DE MEDICION Y ANALISIS DE DATOS RECOPIRADOS</b>	
2.1 GEODESIA Y TOPOGRAFIA	
2.1.1 CONTROL HORIZONTAL	12
2.1.2 TOPOGRAFIA	13
2.2 LEVANTAMIENTO BATIMETRICO	13
2.2.1 MEDICION Y REGISTRO DE PROFUNDIDADES	14
2.2.2 SEPARACION ENTRE LINEAS DE SONDAJE	15
2.2.3 NIVEL DE REDUCCION	16

2.2.4 REDUCCIONES DE SONDAJES	17
2.2.5 METODOLOGIA A UTILIZAR	17
2.3 TAQUIMETRIA	25
2.4 OCEANOGRAFIA	
2.4.1 METODOS DE MEDICION Y ANALISIS DE DATOS EN OLAS	25
2.4.2 METODOS DE MEDICION Y ANALISIS DE DATOS DE CORRIENTES	35
2.4.3 METODOS DE MEDICION Y ANALISIS DE DATOS EN MAREAS	41
2.4.4 METODOS DE MEDICION Y ANALISIS DE DATOS EN BRAVEZAS	44
2.4.5 METODOS DE MEDICION Y ANALISIS DE DATOS EN EL FONDO MARINO	45
2.5 METEOROLOGIA	
2.5.1 VIENTOS	50
2.6 SEÑALIZACION NAUTICA	52
2.7 CARTOGRAFIA	52
2.8 TRABAJOS DE GABINETE	53
<b>CAPITULO III: EVALUACION DEL PROYECTO</b>	
3.1 MARCO LEGAL	54
3.2 VIABILIDAD DEL PROYECTO	56
3.3 ANALISIS DEL FONDO MARINO	
3.3.1 UTILIDAD Y PROPÓSITOS DE LA INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	56
3.3.2 DESCRIPCION DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO	57
3.3.3 TRANSPORTE DE SEDIMENTOS	59
3.3.4 TIPO Y PROFUNDIDAD DEL PILOTE	59
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFIA	64
PLANOS	
ANEXOS	

## INTRODUCCION

Para realizar los diseños de obras portuarias, se requieren de varios estudios técnicos, como la hidrografía, la oceanografía, la geotecnia, etc. Siendo unos de los principales los estudios hidro-oceanográficos.

Los estudios hidro-oceanográficos son parte de una ciencia que es muy poco desarrollada en el Perú, por tal razón siendo cada vez mas necesario conocer y mejorar la infraestructura marítima se presenta en este informe la metodología e instrumentos que se usaron para obtener informaciones básicas e indispensables para iniciar un proyecto de obras portuarias.

Se va desarrollar los estudios para el proyecto de un muelle, en este caso el muelle "El Poseidón".

Los estudios hidro-oceanográficos son importantes para el diseño de muelles y demás obras portuarias; y además son necesarios para la concesión del área acuática para la autorización de la construcción del muelle, en este caso La Marina de Guerra del Perú a través de DICAPI (Dirección de Capitanía de Puertos).

Es necesario conocer en forma precisa los elementos y parámetros que deben afrontar las obras portuarias durante su etapa de estudio, diseño y funcionamiento.

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto N°01 Fotografía satelital.	2
Foto N°02 Muelle “El Poseidón”.	4
Foto N°03 Ecosonda.	14
Foto N°04 Toma de datos.	15
Foto N°05 Zona del proyecto donde se realizó la batimetría.	15
Foto N°06 Zona rompientes y tumbos.	35
Foto N°07 Correntómetro: mediciones de corrientes.	36
Foto N°08 Nivel de la pleamar en la zona del proyecto.	41
Foto N°09 Bravezas en la zona del proyecto.	44
Foto N°10 Muestreador metálico.	45
Foto N°11 Área acuática concesionada del proyecto.	56

## LISTA DE FIGURAS

Fig. N° 01 Características del proyecto	3
Fig. N° 02 Ológrafos: Medidores de dirección de olas	25
Fig. N° 03 Ocurrencias de bravezas en el mar del Callao	27
Fig. N° 04 Ocurrencias de Altura y Dirección del oleaje	28
Fig. N° 05 Elementos de una ola	29
Fig. N° 06 Mareograma	43
Fig. N° 07 Perfil estratigráfico	57
Fig. N° 08 Perfil longitudinal del fondo marino	59
Fig. N° 09 Altura promedio del pilote	60

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 01 Coordenadas UTM y Geográficas de los puntos de control Horizontal	13
Cuadro N° 02 Estaciones de Control Horizontal	16
Cuadro N° 03 Descripción de estación horizontal Lobo Varado	19
Cuadro N° 04 Descripción de estación horizontal “A”	20
Cuadro N° 05 Descripción de estación horizontal “B” Y “C”	21



## RESUMEN

El primer capítulo desarrolla los antecedentes, las características del muelle, ubicación, los objetivos y especificaciones técnicas; también algunas definiciones básicas que ayudarán a comprender los parámetros que se utilizarán en el desarrollo del presente informe.

Luego en el segundo capítulo se aplicarán métodos de medición para cada parámetro del estudio y se analizarán los datos obtenidos.

Por último en el tercer capítulo se evaluará el proyecto de ingeniería de un muelle a partir de los resultados obtenidos de los estudios para ver la factibilidad, ubicación y desarrollo del proyecto.

## CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Antecedentes

Desde 1906 y 1907 existía ya un asidero científico en el Perú, un interés por el análisis del Océano, por conocerlo y consecuentemente conocer las variaciones de la temperatura a causa de los fenómenos que se presentaban en nuestro mar como lo es el fenómeno del niño; prueba de la existencia de este interés es el trabajo de O. Petterson quien demostró que debajo de la superficie del mar existían oscilaciones parecidas a las existentes sobre la superficie del mismo. El trabajo de Petterson no pasó inadvertido, fue leído y alimentó el interés de los estudiosos de aquel entonces.

Los primeros estudios hidro-oceanográficos se realizaron a lo largo de las aguas de la costa del Perú tomándose temperaturas superficiales en número suficiente como para mostrar que existía un avance hacia el sur de las aguas cálidas hasta la Bahía de Pisco.

Los datos de los parámetros que se tienen de los estudios del océano datan de hace 50 años y con estos datos se diseñan actualmente las obras portuarias. Se tienen como antecedentes de estudios hidro-oceanográficos en las siguientes obras portuarias:

Muelle del puerto de Huarmey, en la Prov. de Huarmey, Dpto. de Ancash.

Muelle Casino Náutico de Ancón, en la Prov. y Dpto. de Lima.

Muelle de servicios y Travel\_Lift del Yatch Club de Ancón, en la Prov. y Dpto. de Lima.

Muelle recreacional "Independencia" en Ancón, en la Prov. y Dpto. de Lima.

Muelle embarcadero para patrulleros Dicapi, en la Prov. y Dpto. de Lima

## 1.2 Ubicación

La zona de estudio denominada playa Lobo Varado esta ubicada en el litoral sur a la altura del kilómetro 57 de la carretera panamericana sur aproximadamente a 1km al norte del balneario de Naplo, pertenece al distrito de Pucusana, Provincia de Lima, Departamento de Lima y se ubica en latitud ( $12^{\circ} 28' 13''$ ) sur y longitud ( $76^{\circ} 47' 23''$ ) oeste.

Tiene acceso por la Panamericana sur, pasando Chira, Punta Negra, y San Bartolo para llegar al distrito de Pucusana.

La playa Lobo Varado limita de la siguiente manera:

Norte: Isla Gallinazo.

Sur: La Boca del Diablo.

Este: Cerro Quipa.

Oeste: Océano Pacifico.

En los meses de verano, a similitud de lo que ocurre en toda la costa peruana la temperatura sube ostensiblemente oscilando entre los  $26^{\circ} C$  a  $30^{\circ} C$ , el clima es templado y húmedo con leves garúas o lloviznas.

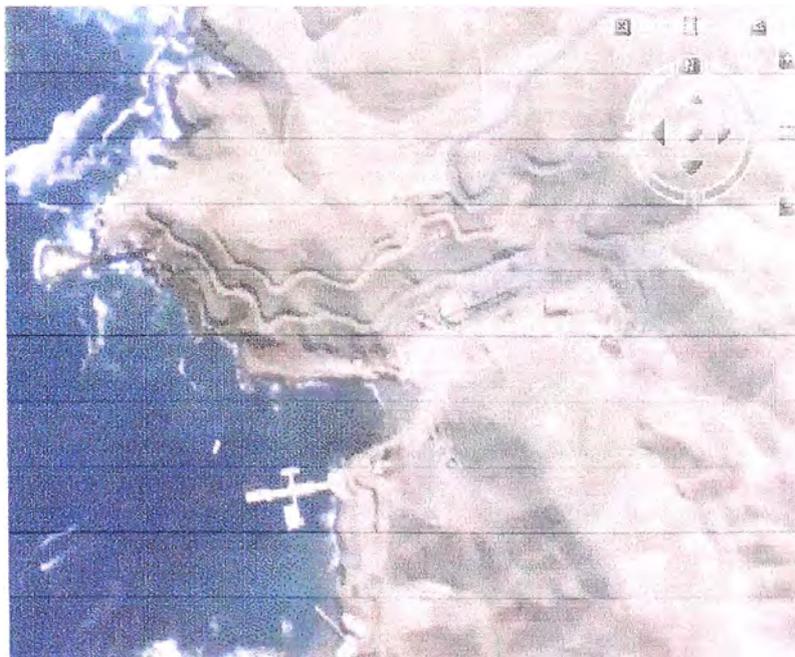


Foto N° 01: Fotografía satelital.

### 1.3 Características del proyecto

El muelle "El Poseidón", es una obra portuaria destinada para uso industrial. Es un muelle de tipo espigón, que recibe barcos pesqueros para la industria de la harina de pescado, Esta dividido principalmente por 3 partes como se puede apreciar en la figura N° 01 y estas son:

Un puente que consta de dos tramos, el primer tramo es de 29.00m y el segundo tramo es de 33.00m ambos con un ancho uniforme de 6.00m.

El cabezo, cuyas dimensiones son: 23.00m de largo, 8.50m de ancho.

El embarcadero del lado derecho con dimensiones de 18.00m de largo por 4.50m de ancho y el embarcadero del lado izquierdo cuya plataforma es el lado social de dimensiones 20.00m de largo y 13.00m de ancho.

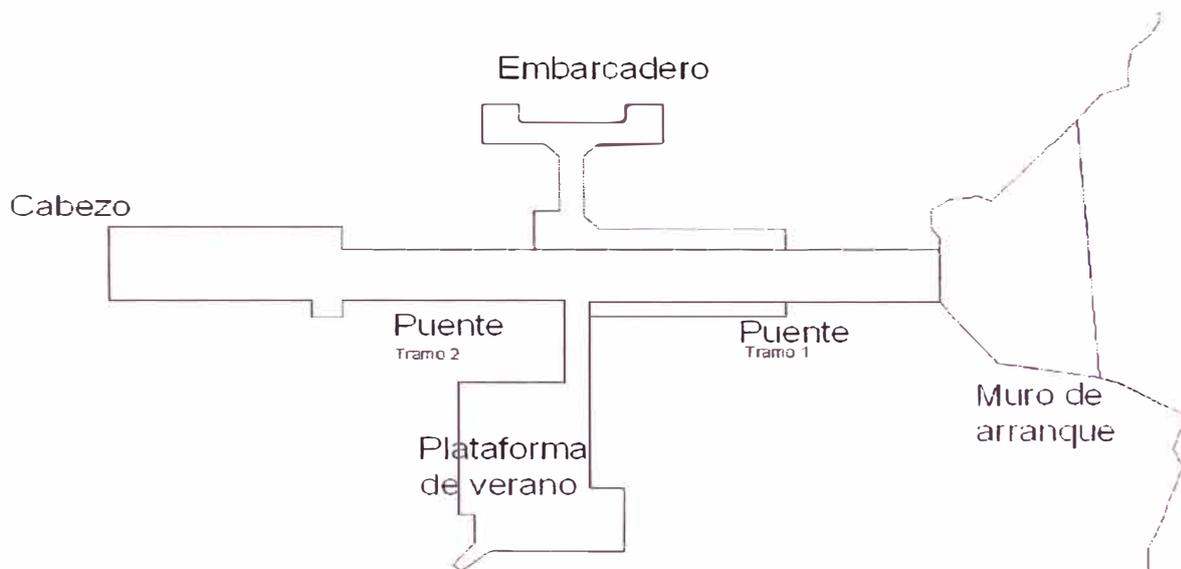


Fig. N° 01 Características del Proyecto



Foto N° 02: Muelle “El Poseidón”

Es una obra que se desarrolló con un método de construcción nuevo como es el de pilotes enfundados vaciados in-situ, el tablero y las vigas son igualmente vaciados in-situ.

#### 1.4 Objetivos

Objetivo Principal:

Dar al cliente la factibilidad de la construcción del muelle en la zona donde se quiere ubicar el proyecto.

Objetivos Específicos:

El objetivo sería el de dar los parámetros obtenidos de los estudios hidro-oceanográficos para poder dar la viabilidad del proyecto a realizar.

Con los estudios obtenemos datos como los de las olas, mareas, vientos, velocidad de corrientes superficiales y sub.-superficiales, batimetría, y taquimetría.

#### 1.5 Definiciones básicas

1.5.1 Estudios Hidro-Oceanográficos: un estudio hidro-oceanográfico es la obtención de datos de los parámetros del comportamiento de mares y océanos

como son mareas, olas, corrientes, vientos, etc.; los que nos ayudaran a desarrollar y diseñar los proyectos de obras portuarias.

En cada proyecto si no se dispone de datos, se considera necesaria la ejecución de un estudio hidro-oceanográfico del tramo de costa que queda afectado por la obra marítima. Dicho estudio consiste en principio en el conocimiento de los parámetros del océano que condicionan los movimientos de las masas de agua en la zona y sus posibles efectos sobre el tramo circundante. Los parámetros a estudiar vendrán fijados por cada tipo de obra, por la zona de ubicación y por los datos ya existentes.

1.5.2 Olas: las olas son ondas oscilatorias que se trasladan en la superficie marina empujadas por el viento. Las moléculas de agua no se trasportan con estas ondas, sino son animadas en movimiento orbitatorios alrededor de una posición de reposo.

Aunque las olas se forman por una violenta tempestad de vientos, pueden propagarse bastante lejos, de la zona ciclónica. Es así como en las costas del Perú arriban olas u ondas de “mar de fondo” causadas por tempestades del Océano Pacifico a miles de kilómetros de distancia, lo que no basta para que tengan un enorme poder destructivo.

Tipos de oleaje.- se presentan dos tipos de olas en cuanto a su origen:

- SEA (olas de viento). O tambien llamadas “forzadas”, son olas que están bajo la influencia del viento local que las origina, por lo general, son olas cortas de mucha pendiente y superficie muy confusa.
- SWELL (olas del mar de fondo). O también llamadas de “oleaje libre” Son olas que se originan en alta mar y viajan grandes distancias, este tipo de oleaje es la fuente principal de las alturas de olas.

*Refracción de olas.*- un fenómeno importante se produce cuando la profundidad disminuye y el fondo empieza a afectar el movimiento de las partículas de agua, debido al efecto de fricción, mismo que provoca una reducción en la velocidad de propagación y en la longitud de onda. La disminución de la velocidad significa, que cuando un tren de olas de un determinado periodo entra en aguas intermedias y bajas, las distintas partes de la cresta (frente de olas), se desplazan con diferentes velocidades, dependiendo de la profundidad,

provocando que la cresta se deforme o gire en su proyección horizontal, de tal forma, que tiende a hacerse paralela a las líneas batimétricas sobre las que se propaga. A este fenómeno es al que se le llama refracción.

La importancia de la refracción del oleaje estriba en el hecho de que principalmente todas las estructuras marinas se construyen en aguas bajas o intermedias, donde las olas sufren considerables cambios, debido a su efecto. Por lo tanto, el estudio de refracción es materia obligada para la determinación de las características del oleaje.

1.5.3 Mareas: las mareas son movimientos de ascenso y descenso periódico del nivel de aguas oceánicas producidas por las atracciones gravitatorias que ejercen los astros, principalmente el Sol y la Luna.

El movimiento de ascenso del nivel se denomina “flujo o creciente”, y el de descenso, “*reflujo o vaciante*”. El nivel más alto alcanzado recibe el nombre de “*pleamar*”, y el más bajo, “*bajamar*”. La diferencia de alturas entre la pleamar y la bajamar constituye la “*amplitud o altura de marea*”.

La importancia de este fenómeno es enorme para las obras portuarias; es indispensable conocerlo minuciosamente para proyectar las obras y prever las profundidades necesarias para evitar la varadera de buques. Se ha observado desde tiempos muy antiguos que las mareas coinciden con los movimientos de la luna.

1.5.4 Corrientes: las corrientes marinas son fenómenos importantes que afectan las regiones costeras y por consiguiente las obras portuarias o de ingeniería que se construyen en ella.

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 originadas por las mareas son periódicas como ellas. Su influencia es muy importante para las obras marítimas y para las condiciones de acceso al puerto. Las corrientes de marea son corrientes de “masa” y actúan sobre toda la profundidad del líquido. Cuando la marea está creciendo, se llaman corrientes de flujo y cuando la marea está en descenso corrientes de reflujo.

1.5.5 Bravezas: las bravezas son trastornos atmosféricos que se originan debido a una diferencia de presión atmosférica. Se presentan como trenes de olas levantadas en regiones lejanas por efecto de vientos intensos y persistentes de tormentas, que recorren muchas millas por el océano hasta que se elevan delante de la costa, descargando su energía con una intensidad mayor que el promedio.

Las olas de braveza tienen un periodo diferente al de las olas normales; las primeras se presentan con periodos entre 18 seg. y 20 seg. mientras que las otras alcanzan nuestras playas con periodos que oscilan entre 10 seg. y 14 seg. La duración promedio de este fenómeno fluctúa entre 5 a 7 días, esto ocurre en cualquier mes del año y con frecuencia en el invierno.

1.5.6 Vientos: de todos los factores que afectan a los puertos y sus operaciones, el viento es el considerado el más significativo, ya que afecta la entrada y salida de las embarcaciones al puerto, las maniobras de atraque. Esto es particularmente verdadero cuando se tiene grandes embarcaciones, zarpando alto en la condición de lastrado, embarcaciones de contenedores y grandes balsas, todos con grandes áreas expuestas al viento.

Los vientos muy fuertes pueden afectar el nivel de agua en los puertos, elevando o disminuyendo el nivel del mar sustancialmente en cuestión de pocas horas. Los datos observados de un periodo de 3 años pueden dar una información adecuada, mientras que una colección de datos de un año está en un mínimo absoluto.

1.5.7 Batimetría: la batimetría es conocida como el levantamiento "topográfico" bajo el nivel del mar, es decir, es el sistema de medición de las profundidades del mar en diferentes puntos, el cual nos permitirá conocer el relieve del fondo marino.

La representación del fondo marino en el plano batimétrico, al igual que los topográficos, se obtienen mediante curvas de nivel conocidas con el nombre de curvas batimétricas o veriles.

Para la determinación de las curvas batimétricas se requiere que para cada punto tomado en el mar se determine tanto su ubicación como su cota (altura). La medición directa de la profundidad tendrá que ser referidas al nivel medio del mar o también pueden ser referidas al nivel de bajas mareas; este último es lo más usado.

### 1.6 Equipos, instrumentos y materiales

#### a.- Equipos topográficos.

- Una (01) estación total Nikon DTM -420.
- Un (01) teodolito Wild T-2.
- Tres (03) radios Realisty.
- Una (01) wincha de metal de 30m.
- Tres (03) miras de lectura directa.
- Un (01) nivel marca Kem.
- Una (01) brújula.

#### b.- Equipos hidrográficos-oceanográficos y meteorológicos.

- Un (01) ecosonda Raytheon modelo 719 D.
- Un (01) flotador para corrientes superficiales.
- Un (01) flotador con pértigas para corrientes sub.-superficiales.
- Un (01) muestreador metálico para extracción de fondo.
- Una (01) sondaleza manual.
- Anemómetro portátil marca Kalhsico modelo 2106 para vientos.

#### c.- Material de campaña.

- Un (01) cronómetro.
- Una (01) cámara digital.
- Una (01) brújula.
- Una (01) embarcación-bote en el área de trabajo.

#### d.- Equipos y material de oficina.

- Una (01) computadora.
- Una (01) impresora.

- Una (01) calculadora.
- Útiles de escritorio.
- Papel milimetrado.

### 1.7 Especificaciones técnicas

#### A.- Control horizontal topográfico

Ángulos horizontales:	3D/R (Reiteraciones directas e invertidas).
Ángulos verticales:	2D/R (Reiteraciones directas e invertidas).
Distancias electrónicas:	distancias de las bases medidas electrónicamente (3 mm a 5 mm + 1 pp.m).

#### B.- Batimetría

Líneas paralelas de sondajes:	cada 1 cm. En la carta. Cada 5 m. en el mar.
Líneas de comprobación:	cada 6 cm. En la carta. Cada 30 m en el mar.
Registros de ecosonda:	continuo en metros.
Calibración de ecosonda:	al inicio y final del trabajo de sondaje cada día.
Reducción de sondajes:	los sondajes serán reducidos por marea y transducer al N.M.B.S.O
Curvas batimétricas:	cada 1m en la carta.

#### C.- Olas

Observación de olas:	altura de oleajes en metros.
Planos de refracción de olas:	Registros del Sailing directions.

#### D.- Corrientes

Mediciones de corrientes: superficiales y sub.-superficiales	método Lagrangiano de trayectorias con flotadores a la deriva.
---	---

Velocidad de corrientes: en metros por segundo.  
Dirección de corrientes: hacia donde va la corriente.

### E.- Mareas

Características y amplitudes: tabla de mareas 2007 para el Callao.  
Nivel de referencia: Nivel medio de Bajamares de Sicigias ordinarias.  
Altura de mareas: en metros.  
Determinación de la línea de Alta y baja marea: condición de marea mas baja de la hora local.

### F.- Muestras de fondo

Extracción muestras de fondo: muestreador metálico.

### G.- Meteorología

Velocidad del viento: metros por segundo.  
Dirección: desde donde viene el viento.

### H.- Cartografía

Toda la cartografía se presenta usando la proyección cartográfica (UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR -UTM) del datum provisional para América del Sur, La Canoa Venezuela 1956.

Escala del plano de ubicación: 1/20,000  
Escala del plano topográfico: 1/500  
y batimétrico.  
Escala del plano de corrientes: 1/500  
Escala del plano batimétrico: 1/100,000 y 1/20,000  
para el trazo de olas.

## **I.- Señalización Náutica**

Según reglamento de Señalización Náutica Hidronav-38 (1989) editado por la DHNM.

## **J.- Trabajo de gabinete.**

Métodos y procedimientos según normas técnicas de la Organización Hidrográfica Internacional (OHI).

## CAPITULO II: METODOS DE MEDICIÓN Y ANALISIS DE DATOS RECOPIRADOS

### 2.1 Geodesia y topografía

#### 2.1.1 Control horizontal

Con la finalidad de referir las cartas batimétricas y los estudios hidro-oceanográficos de un área determinada a las cartas nacionales, es necesario desarrollar previamente al trabajo un control horizontal que permita disponer de los puntos de referencia que las relacionan con las cartas generales. El procedimiento consiste en la medición de ángulos y distancias desde estaciones geodésicas de segundo y/o tercer orden perteneciente a la red geodésica nacional componiendo poligonales, triangulaciones o simplemente radiaciones, dependiendo la elección de distancias al área de trabajo, visibilidad y el orden geodésico de los puntos de partida, del mismo modo deberá complementarse los trabajos de control horizontal con levantamientos topográficos de la costa.

En los trabajos efectuados en el área de Naplo-Lima, se establecen tres (03) fases de trabajo de control horizontal:

- Reconocimiento de campo, señalización y monumentación de hitos;
- Triangulación topográfica a partir de un punto geodésico de 3er orden; y
- Replanteo de los puntos de apoyo a la batimetría.

Las mediciones realizadas en el campo comprenden las fases siguientes:

- 1.- Observación de ángulos horizontales y verticales.
- 2.- Medición de distancias por el método electrónico o con cintas metálicas de las bases de la triangulación.
- 3.- Cálculos: luego de obtenidos los valores corregidos de los ángulos horizontales, verticales y distancias se efectuaran los cálculos definitivos de la triangulación y la poligonal para luego obtener los azimut y las coordenadas de los puntos.

### Coordenadas en UTM Y Geográficas de los Puntos de Control Horizontal

PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL	COORDENADAS UTM	COORDENADAS GEOGRAFICAS
Punto Lobo Varado	E 305,670.64 N 621.398.73	Latitud 12'27" 52.617 Longitud 76' 47" 16.549
Punto "A"	E 305,653.533 N 8'621.276.657	Latitud 12'27" 56.48 Longitud 76' 47" 17.143
Punto "B"	E 305,776.168 N 8'621.266.589	Latitud 12'27" 56.939 Longitud 76' 47" 13.085
Punto "C"	E 305,746.235 N 8'621.272.390	Latitud 12'27" 56.744 Longitud 76' 47" 14.075
Punto "D"	E 305,729.085 N 8'621.085.145	Latitud 12'28" 02.833 Longitud 76' 47" 14.684
Punto "E"	E 305,642.096 N 8'621.020.181	Latitud 12'28" 04.928 Longitud 76' 47" 17.579
Punto Caseta	E 305,726.698 N 8'621.178.352	Latitud 12'27" 59.799 Longitud 76' 47" 14.742

Cuadro N° 01

#### 2.1.2 Topografía

La topografía de costa del área de estudio ha consistido en los trabajos siguientes:

- a) Posicionamiento planimétrico de las obras civiles por métodos de azimut, distancias e intersección de ángulos.
- b) Determinación del perfil de costa y su gradiente por método de azimut .ángulo vertical y distancias refiriendo sus cotas a la estación B (nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias)

#### **2.2. Levantamiento batimétrico**

Los trabajos anteriormente expuestos están encaminados a establecer los puntos de apoyo para el levantamiento batimétrico, esencia de todo trabajo hidrográfico.

Un levantamiento batimétrico tiene dos componentes: la medición de las profundidades (sondaje) con sus respectivas correcciones por marea y el posicionamiento de estos sondajes el cual va desarrollando en forma precisa la

configuración del relieve, peligros a la navegación y accidentes costeros adyacentes, etc.

### 2.2.1 Medición y registro de profundidades

Para el registro de las profundidades se emplea el ecosonda; en el levantamiento se utilizó un ecosonda Raytheon modelo 719 D que opera basándose en el principio del eco, desde el transreceptor por intermedio del transducer se emite el pulso ultrasónico que se propaga en el agua a una velocidad próxima a los 1500m/seg. Al llegar a fondo se refleja en él y retorna al transducer y a la unidad transreceptora que mide automáticamente el tiempo que demora el eco recibido.

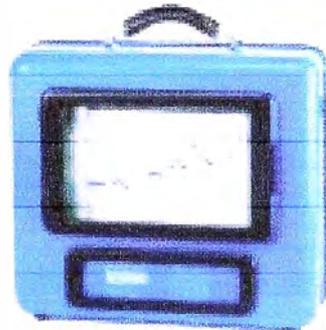


Foto N° 3 Ecosonda

Al conocerse la velocidad de propagación y el tiempo de ida y vuelta del eco, se determina la distancia recorrida por este; de esta manera transmite una serie continua de pulsos y registra sus retornos sobre una faja de papel que permite obtener el registro continuo de profundidades. A este registro se le denomina "Ecograma".

Para la coordinación y ejecución de los trabajos se estableció comunicación permanente en frecuencia modulada por radios VHF, entre las estaciones de tierra y la embarcación, numerando simultáneamente la posición y el sondaje correspondiente.

Para controlar el posicionamiento en el barrido del área de sondaje se ploteó en el campo en una hoja de bote el recorrido de la embarcación.

Foto N° 4 Toma de  
datos



Foto N° 05: Zona del proyecto donde se realizó la batimetría

### 2.2.2.- Separación entre líneas de sondaje

De acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas y los patrones de precisión recomendadas por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) se considera el desarrollo del levantamiento a una escala inferior con la finalidad de obtener mayor densidad en los sondajes, permitir una mejor selección de profundidades registradas. En este caso se adoptó la escala 1/500; para dicha escala la OHI recomienda líneas de sondaje separadas cada 5m. (1 cm. gráfico de escala) y líneas de verificación cada 30m. en el mar (6cm en el gráfico a dicha escala), recomendación que se adoptó en el levantamiento.

El levantamiento del área del mar se efectuó por el método de intersección de análisis horizontales desde dos (02) estaciones de apoyo al sondaje de coordenadas geográficas conocidas, para el posicionamiento de la embarcación de sondeo se utilizaron las estaciones de control horizontal siguientes:

ESTACION	CARACTERISTICAS Y UBICACIÓN
Estación A	Hito de concreto y tubo de 5 cm. de diámetro ubicado en la punta de entrada a la caleta.
Estación B	Señal pintada en cemento y ubicado junto a una vivienda de fábrica.
Estación Caseta	Marca pintada en el techo de una caseta.
Estación D	Hito de concreto de 10x 50 cm. ubicado en un acantilado.

Cuadro N° 02

La medición de las profundidades se realizó con el *ecosonda* mediante corridas paralelas al muelle Poseidón hacia tierra distanciados entre si cada 5 m. y líneas de verificación distanciadas entre si cada 30 metros aproximadamente. Esta área donde se efectuó la batimetría comprendió 250 metros desde la playa por un largo de 200 m. aprox.

Se efectuaron calibraciones del *ecosonda* al inicio y al final de cada día de trabajo, para efecto de corrección por inmersión del transducer así como la corrección por efecto de marea.

Se obtuvo el perfil longitudinal desde la playa en la dirección del muelle proyectado determinándose la pendiente promedio del lecho costero y cuyo resultado esta indicara en los planos B-01 y B-02.

### 2.2.3 Nivel de reducción

En los océanos, ríos y mares; la cantidad de agua no se mantiene estable si no que varía con el tiempo. En los primeros es producto de la atracción de la luna, el sol y la tierra.

Cuando se realizan levantamientos en uno u otro ámbito se requiere adoptar un nivel de referencia o reducción para estandarizar los sondajes ya que el

levantamiento se ejecuta en distintas horas y días, mientras la cantidad de agua varía.

Los mareógrafos instalados a lo largo del litoral han permitido determinar los niveles medios del mar a partir de los cuales se miden las altitudes y se ha adoptado el promedio de estas mínimas para referir los sondeos en el mar.

Para el presente trabajo se empleo el método de reducción de sondeos referidos al *Nivel Medio de Bajamares de Sicigias Ordinarias* (N.M.B.S.O.)

#### 2.2.4.- Reducciones de sondeos

Se establecieron dos (02) tipos de correcciones: por inmersión del transducer y variación horaria de mareas.

No fue necesario aplicar la corrección por velocidad del sonido en el agua, debido a que las profundidades son relativamente pequeñas y no afectan la precisión del trabajo realizado.

-Por Transducer.- es la reducción debida a la posición del transducer en el momento de la medición, en este caso ha sido 50cms. debajo del nivel del agua.

-Por Mareas.- es la reducción que se hace por la variación de la escala durante las mediciones.

#### 2.2.5.- Metodología a utilizar

El levantamiento del área de mar se efectuó por el método de intersección de ángulos horizontales desde 02 estaciones de apoyo al sondeo de coordenadas geográficas conocidas. La etapa de sondeo se efectuó con el apoyo de una embarcación, equipada con un ecosonda y su transducer, una sondaleza y un correntómetro, además de muestreador metálico, transreceptores y otros equipos hidrográficos. Para las mediciones de ángulos y distancias se usó una estación total. Para el posicionamiento de la embarcación de sondeo se utilizaron las estaciones de control horizontal siguientes:

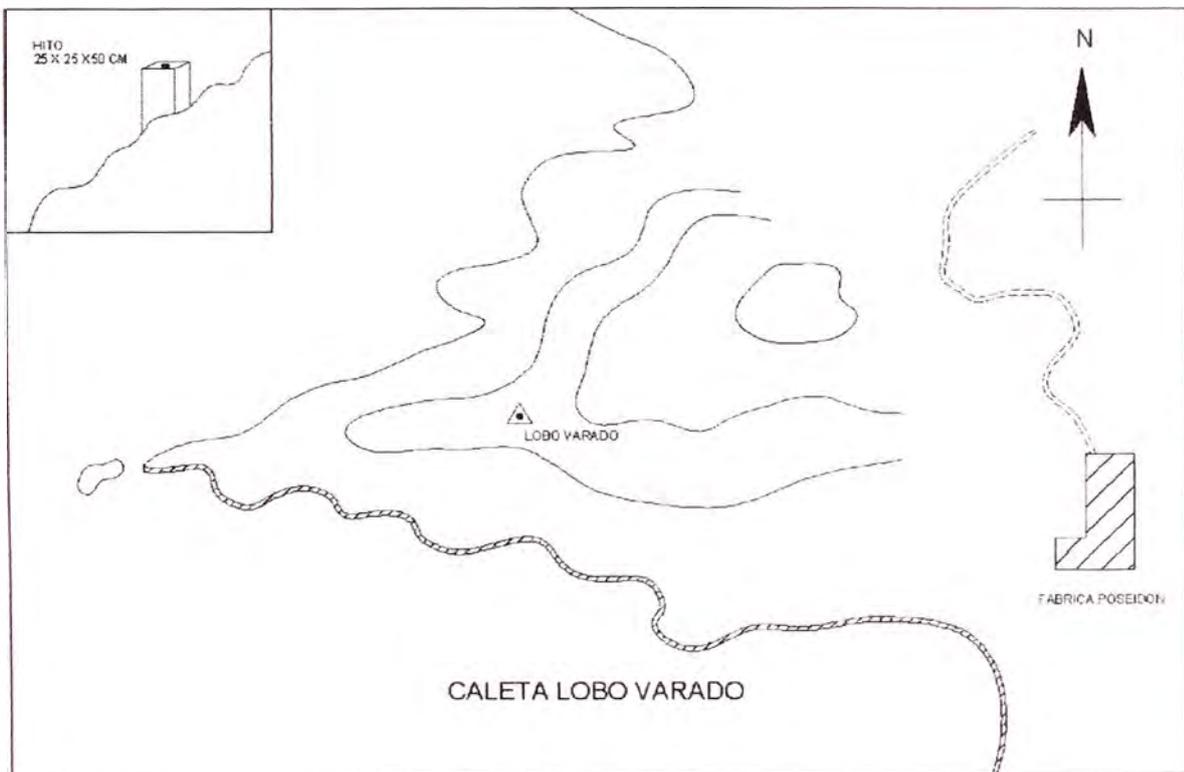
- Estación Lobo Varado (ver cuadro # 3)
- Estación A. hito de concreto y tubo de 5 cm. De diámetro ubicado en la punta de entrada a la caleta. (ver cuadro # 4)
- Estación B y C. señal pintada en cemento y ubicado junto a una vivienda de fabrica. (ver cuadro # 5)

- Estación D hito de concreto de 10 x 10x 50 cm. ubicado en un acantilado (ver cuadro # 6).
- Estación E (ver cuadro # 7)
- Estación Caseta marca pintada en el techo de una caseta. (ver cuadro # 8)

La medición de las profundidades se realizó con la ecosonda mediante corridas paralelas al muelle Poseidón hacia tierra distanciadas entre si cada 5 m. y líneas de verificación distanciadas entre si cada 30 m. aproximadamente. Esta área donde se efectuó la batimetría comprendió 250 m. desde playa por un largo de 200 m. aprox.

Se efectuaron calibraciones del ecosonda al inicio y final de cada día de trabajo para efecto de corrección por inmersión del transducer así como la corrección por efecto de marea.

<b>LOCALIDAD:</b>	PUCUSANA	<b>DEPARTAMENTO:</b>	LIMA	<b>PROVINCIA:</b>	LIMA
<b>ESTACION:</b>	LOBO VARADO	<b>CARACTERISTICA / MARCA:</b>	HITO DE CONCRETO	<b>SEÑAL ESTAMPADO:</b>	DHNM
<b>LATITUD:</b>	12° 27' 52.617"	<b>LONGITUD:</b>	76° 47' 16.549"	<b>DATUM:</b>	LA CANOA 1956
<b>NORTE:</b>	8' 621, 398.730	<b>ESTE:</b>	305 , 670.640	<b>ZONA UTM. Y ESFEROIDE:</b>	18 INTERNACIONAL



### DESCRIPCION

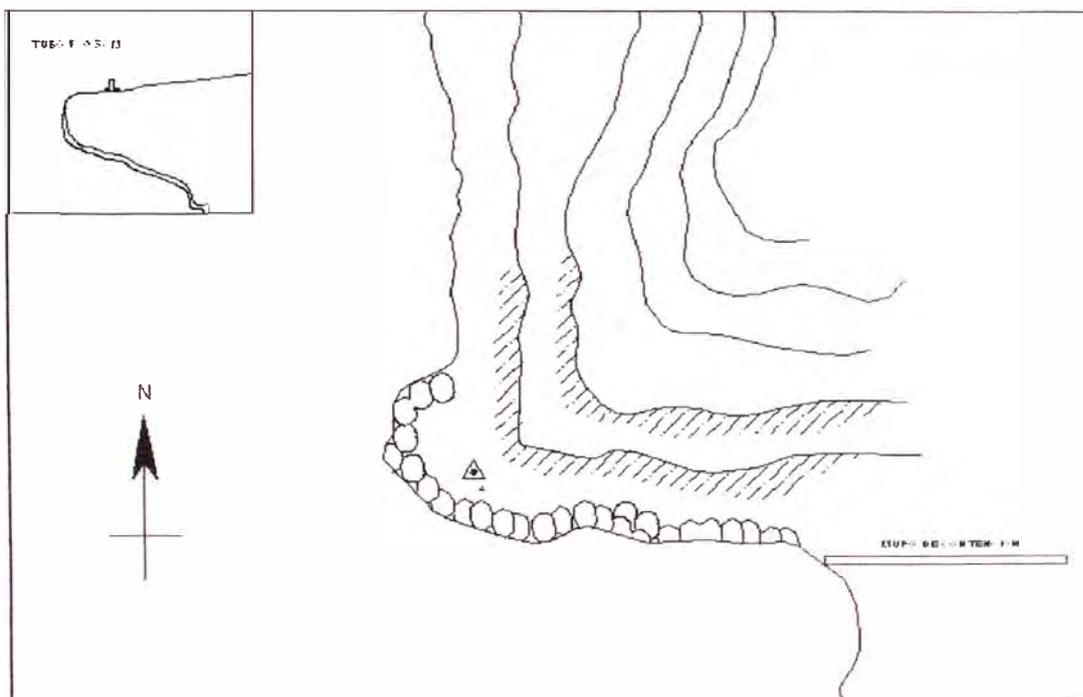
ESTACION: LOBO VARADO

LA ESTACIÓN LOBO VARADO SE ENCUENTRA AL SUR DE LA CIUDAD DE LIMA (PUCUSANA), EN EL LUGAR LLAMADO CALETA LOBO VARADO QUE PERTENECE AL DISTRITO DE PUCUSANA, DEPARTAMENTO DE LIMA.

PARA LLEGAR A LA ESTACIÓN SE PARTE DE LA CIUDAD DE LIMA EN DIRECCION A LA BAHIA DE PUCUSANA KM. 58 DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR, LUEGO EN NW SE TOMA EL DESVIO HACIA LA CALETA LOBO VARADO, SIGUIENDO UNA TROCHA CARROZABLE EN LA LOMA DEL CUAL SE SIGUE A PIE UN CANAL DE DESAGUE Y AL FINAL EN EL MARGEN IZQUIERDO SE UBICA EL HITO DE CONCRETO DE FORMA CUADRADA Y UNA ALTURA DE 50 CM. AL CENTRO LLEVA EMPOTRADO UN TUBO PLASTICO DE 5 CM DIAMETRO.

CUADRO N° 3

LOCALIDAD:	PUCUSANA	DEPARTAMENTO:	LIMA	PROVINCIA:	LIMA
ESTACION:	A	CARACTERISTICA / MARCA:	HITO DE CONCRETO Y F°	SEÑAL ESTAMPADO:	A
LATITUD:	12° 27' 56.584"	LONGITUD:	76° 47' 17.143	DATUM:	LA CANOA 1956
NORTE:	8' 621, 276.657	ESTE:	305 , 653.533	ZONA UTM. Y ESFEROIDE:	18 INTERNACIONAL



**DESCRIPCION**

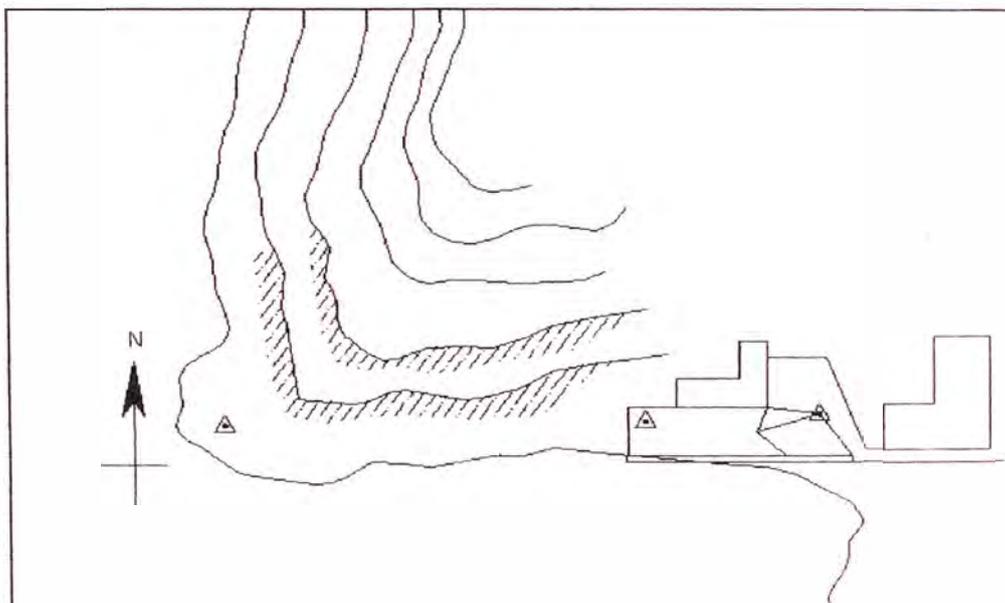
ESTACION: "A"

LA ESTACION "A" SE ENCUENTRA AL SUR DE LA CIUDAD DE LIMA (PUCUSANA), EN EL LUGAR LLAMADO CALETA LOBO VARADO QUE PERTENECE AL DISTRITO DE PUCUSANA DEPARTAMENTO DE LIMA.

PARA LLEGAR A LA ESTACION SE PARTE DE LA CIUDAD DE LIMA EN DIRECCION A LA BAHIA DE PUCUSANA KM. 58 DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR, LUEGO EN LA CARRETERA DE ENTRADA HACIA LA DERECHA SE TOMA LA TROCHA QUE VA A LOBO VARADO, Y SE SIGUE EL MUELLE CON LA DIRECCION NW, CERCA DE LA PUNTA, EN EL CUAL SE LOCALIZA LA SEÑAL "A" EL CUAL ES UN TUBO DE FIERRO DE 5 CM. DE DIAMETRO Y 10 CM. DE ALTURA EMPOTRADO EN CEMENTO

CUADRO N° 4

<b>LOCALIDAD:</b> PUCUSANA	<b>DEPARTAMENTO:</b> LIMA	<b>PROVINCIA:</b> LIMA
<b>ESTACION:</b> "B" Y "C"	<b>CARACTERISTICA / MARCA:</b> SEÑAL PINTADA	<b>SEÑAL ESTAMPADO:</b> B Y C
<b>LATITUD:</b> B: 12° 27' 56.939" C: 12° 27' 56.744"	<b>LONGITUD:</b> B: 76° 47' 17.143 C: 76° 47' 14.075	<b>DATUM:</b> LA CANOA 1956
<b>NORTE:</b> B: 8' 621, 266.589 C: 8' 621, 272.390	<b>ESTE:</b> B: 305 , 776.168 C: 305 , 746.235	<b>ZONA UTM. Y ESFEROIDE:</b> 18 INTERNACIONAL



**DESCRIPCION**

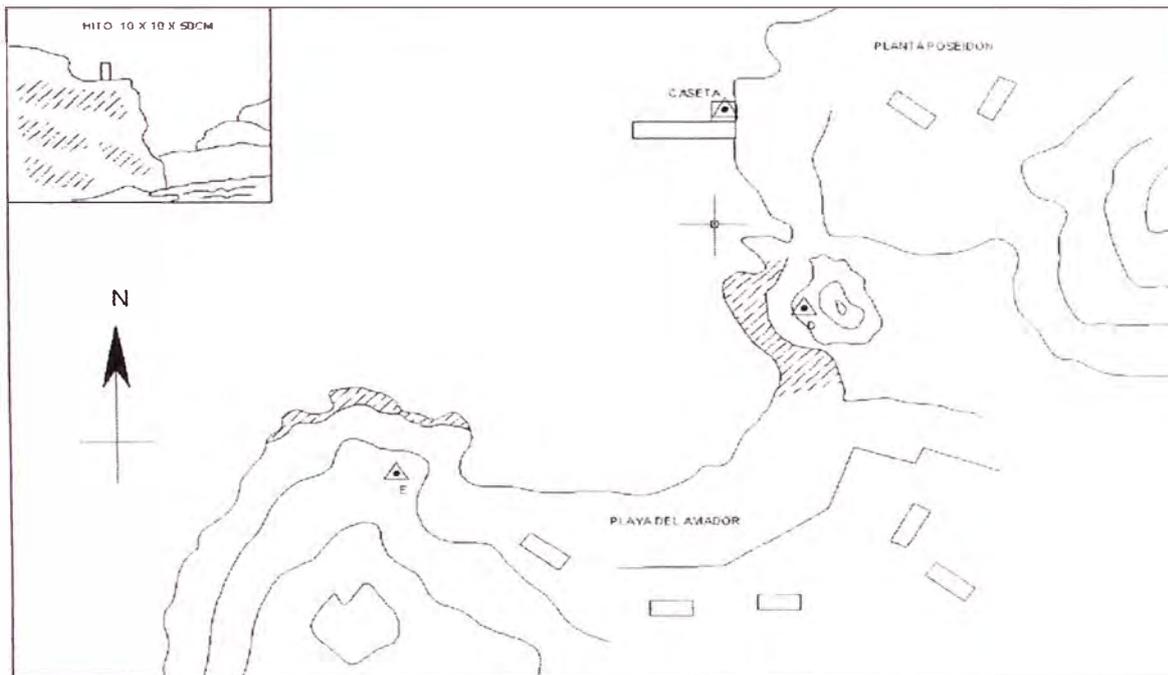
ESTACION: "B" Y "C"

LAS ESTACIONES "B" Y "C" SE ENCUENTRA AL SUR DE LA CIUDAD DE LIMA (PUCUSANA), EN EL LUGAR LLAMADO CALETA LOBO VARADO QUE PERTENECE AL DISTRITO DE PUCUSANA, DEPARTAMENTO DE LIMA.

PARA LLEGAR A LA ESTACION SE PARTE DE LA CIUDAD DE LIMA EN DIRECCION A LA BAHIA DE PUCUSANA KM. 58 DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR, LUEGO ANTES DE ENTRAR A PUCUSANA SE TOMA EL DESVIO NW EL CUAL NOS LLEVA AL MUELLE Y SIGUIENDO EL MARGEN DERECHO EN LA VEREDA SE ENCUENTRA PINTADO DE COLOR ROJO LA MARAC B Y AUNOS 30.49M DE ESTA SEÑAL SE ENCUENTRA MARCADA EN CEMENTO LA SEÑAL C.

CUADRO N° 5

<b>LOCALIDAD:</b>	PUCUSANA	<b>DEPARTAMENTO:</b>	LIMA	<b>PROVINCIA:</b>	LIMA
<b>ESTACION:</b>	"D"	<b>CARACTERISTICA / MARCA:</b>	HITO CONCRETO	<b>SEÑAL ESTAMPADO:</b>	D
<b>LATITUD:</b>	12° 28' 02.833"	<b>LONGITUD:</b>	76° 47' 14.684	<b>DATUM:</b>	LA CANOA 1956
<b>NORTE:</b>	8' 621, 085.145	<b>ESTE:</b>	305 , 729.085	<b>ZONA UTM. Y ESFEROIDE:</b>	18 INTERNACIONAL



### DESCRIPCION

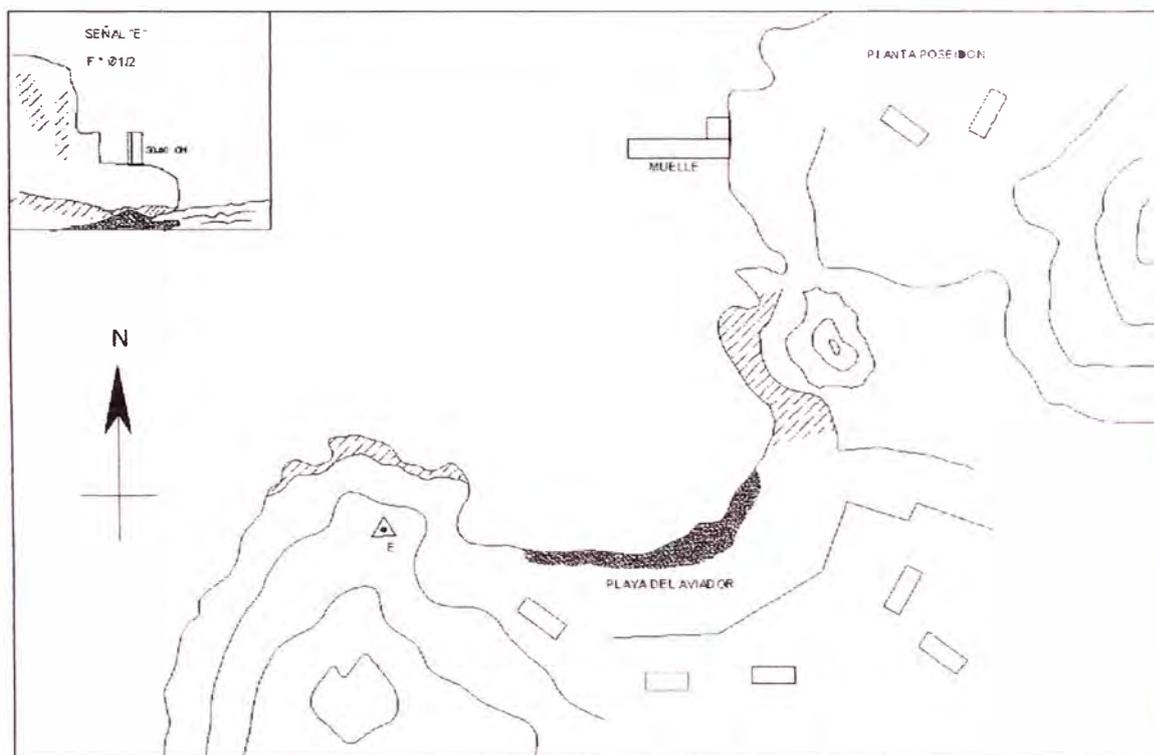
ESTACION: "D"

LA ESTACION "D" SE ENCUENTRA AL SUR DE LA CIUDAD DE LIMA (PUCUSANA), EN EL LUGAR LLAMADO CALETA LOBO VARADO QUE PERTENECE AL DISTRITO DE PUCUSANA, DEPARTAMENTO DE LIMA.

PARA LLEGAR A LA ESTACION "D" SE PARTE DE LA CIUDAD DE LIMA EN DIRECCION A LA BAHIA DE PUCUSANA KM. 58 DE LA PANAMERICANA SUR, LUEGO EN LA CARRETERA ANTES DE LLEGAR A PUERTO SE TOMA EL CAMINO CARROZABLE HACIA LA DERECHA DIRECCION NW QUIEN NOS CONDUCE HASTA EL MUELLE Y SE CONTINUA A PIE HACIA EL LADO SUR EN LA CUAL SE OBSERVA Y LOCALIZA LA SEÑAL UN HITO DE DEMARCAACION DE 50CM. PINTADA DE COLOR BLANCO Y CONSTRUIDO AL FILO DE UN ACANTILADO.

CUADRO Nº 6

LOCALIDAD:	PUCUSANA	DEPARTAMENTO:	LIMA	PROVINCIA:	LIMA
ESTACION:	"E"	CARACTERISTICA / MARCA:	HITO CONCRETO	SEÑAL ESTAMPADO:	E
LATITUD:	12° 28' 04.928"	LONGITUD:	76° 47' 17.579	DATUM:	LA CANOA 1956
NORTE:	8' 621, 020.181	ESTE:	305 , 642.096	ZONA UTM. Y ESFEROIDE:	18 INTERNACIONAL



**DESCRIPCION**

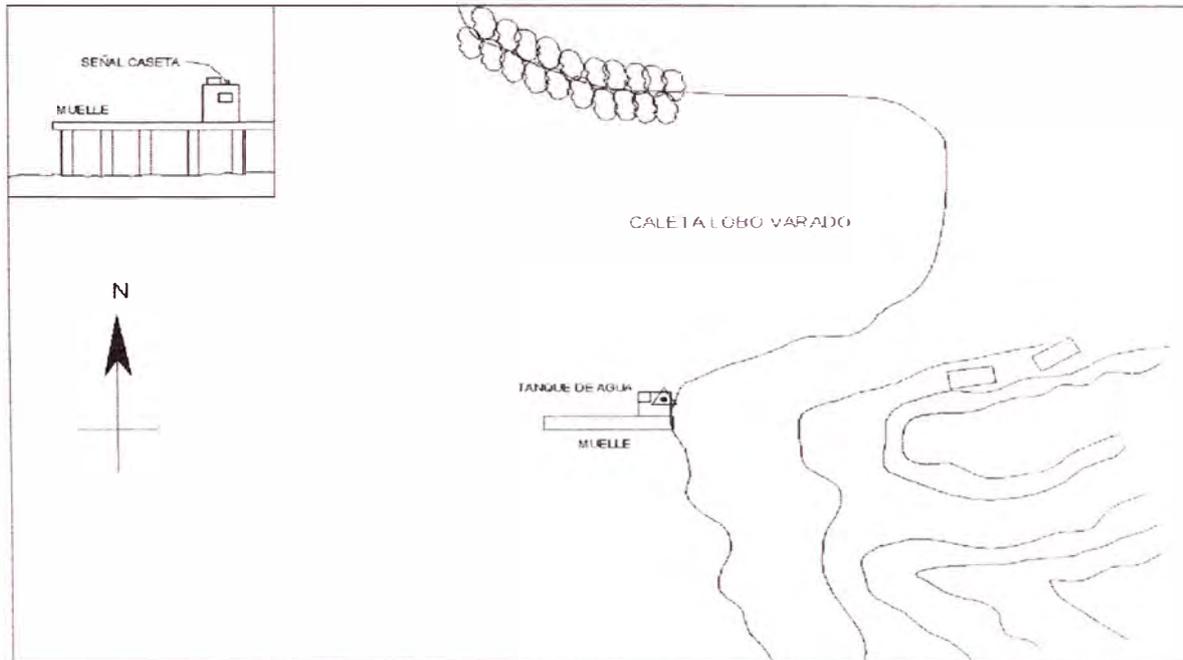
ESTACION: "E"

LA ESTACION "E" SE ENCUENTRA AL SUR DE LA CIUDAD DE LIMA (PUCUSANA), EN EL LUGAR LLAMADO CALETA LOBO VARADO QUE PERTENECE AL DISTRITO DE PUCUSANA, DEPARTAMENTO DE LIMA.

PARA LLEGAR A LA ESTACION "E" SE PARTE DE LA CIUDAD DE LIMA EN DIRECCION A LA BAHIA DE PUCUSANA KM. 58 DE LA PANAMERICANA SUR, LUEGO EN LA CARRETERA ANTES DE LLEGAR A PUERTO SE TOMA EL DESVIO HACIA LA DERECHA DIRECCION NW Y SE CONTINUA POR UNA TROCHA HASTA EL MUELLE EL POSEIDON, LUEGO A PIE HACIA EN DIRECCION SUR SE ATRAVIEZA UNA PLAYA PEQUEÑA DE UN BALNEARIO AL FINAL DEL CUAL EN UNA PEQUEÑA PENDIENTE DE ROCAS SE LOCALIZA LA ESTACION "E", QUE ES UNA SEÑAL DE FIERRO DE 1/2" EMPOTRADA EN UN HITO DE CONCRETO.

CUADRO Nº 7

LOCALIDAD:	PUCUSANA	DEPARTAMENTO:	LIMA	PROVINCIA:	LIMA
ESTACION:	CASETA	CARACTERISTICA / MARCA:	HITO CONCRETO	SEÑAL ESTAMPADO:	D
LATITUD:	12° 28' 02.833"	LONGITUD:	76° 47' 14.684	DATUM:	LA CANOA 1956
NORTE:	8' 621, 085.145	ESTE:	305 , 729.085	ZONA UTM. Y ESFEROIDE:	18 INTERNACIONAL



### DESCRIPCION

ESTACION: CASETA

LA ESTACION "CASETA" SE ENCUENTRA AL SUR DE LA CIUDAD DE LIMA (PUCUSANA), EN EL LUGAR LLAMADO CALETA LOBO VARADO QUE PERTENECE AL DISTRITO DE PUCUSANA, DEPARTAMENTO DE LIMA.

PARA LLEGAR A LA ESTACION SE PARTE DE LA CIUDAD DE LIMA EN DIRECCION A LA BAHIA DE PUCUSANA KM. 58 DE LA CARRETERA PANAMERICANA SUR, LUEGO ANTES DE ENTRAR A PUCUSANA SE TOMA EL DESVIO NW EL CUAL NOS LLEVA AL MUELLES. LUEGO SE CONTINUA EN DIRECCION DEL MUELLE A LA ENTRADA DEL CUAL SE ENCUENTRA UNA CASETA EN CUYO TECHO SE LOCALIZA UNA MARCA CIRCULAR DE COLOR ROJO QUE ES LA ESTACION CASETA.

CUADRO Nº 8

## 2.3 Taquimetría

Es el método de posicionamiento de ángulo y distancia, la determinación de alturas se ha obtenido de un equipo electrónico como la Estación Total, quien finalmente otorga la diferencia de altura con las correcciones correspondientes obteniendo el valor de la posición medida.

## 2.4 Oceanografía

### 2.4.1 Métodos de medición y análisis de datos en Olas:

**Métodos de medición.-** Las mediciones más precisas que se vienen realizando en los puertos de la Costa Peruana se efectúan con un equipo denominado Ológrafo que consiste de una boya electrónica flotante y anclada en el lugar en que se desea determinar los valores de altura y periodos de olas.

El principio del ológrafo se basa en la medición de la aceleración vertical de las olas.



Fig. N° 2 Ológrafos: Medidores de dirección de olas

El receptor que registra y grafica los parámetros de las olas se encuentra instalado en tierra por tanto la información esta directamente disponible y además se puede tener un control diario del funcionamiento de la boya.

Los datos obtenidos en el receptor, son procesados para obtener información del periodo y altura de las olas con el objeto de conocer la frecuencia de la ocurrencia de las olas.

*Olas en la zona de trabajos:* en el área de estudio y mientras duraron los trabajos en el campo se observó el oleaje y sus variaciones (ondas). También se observó la protección natural que tiene la zona (abrigada respecto del mar), así como el comportamiento de las aguas durante periodos de brava que ocasionan la interrupción de todas las operaciones portuarias durante 2 a 5 días

en promedio, esto puede ocurrir en cualquier mes del año y con mayor frecuencia en el invierno.

### **Análisis del oleaje:**

Para conocer el oleaje dentro de la bahía. Se prepararon diagramas de refracción partiendo de aguas profundas con las direcciones del oleaje, Sur-oeste predominante, y luego se combinan los coeficientes de refracción obtenidos de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia.

Con los coeficientes de variación de altura de oleaje en la zona de interés dentro de la bahía y utilizando la macro distribución de alturas de olas determinada en el análisis básico en Ventanilla-Callao.

En la caleta Lobo Varado no se ha llevado a cabo controles de mediciones de oleaje con equipos electrónicos, por lo tanto no se dispone de información al respecto y para efecto de facilidades portuarias se puede emplear con cierto grado de confiabilidad la información de oleaje de Ventanilla- Callao de donde se dispone de registro y análisis de oleaje desde junio de 1977 hasta diciembre de 1978.

En el área de estudio se pudo observar durante el trabajo de campo de los días 23 y 24 de mayo que el oleaje mostró variaciones entre 0.20 y 0.40 metros aproximadamente como resultado de la protección natural, refracción y difracción de olas que caracteriza a la Caleta Lobo Varado lo cual se modifica drásticamente durante periodos de bravesas.

El oleaje que predomina en esta parte de litoral proviene principalmente del sur y sur-oeste y se aproxima a la zona de estudio desde la dirección sur-oeste modificado por un proceso de refracción y difracción producido por la topografía del fondo marino.

### **Resultado de las mediciones**

Los resultados de los cálculos para determinar la distribución de olas en la zona de estudio a una profundidad de 10.0 metros esta basado en la proyección del frente de olas por refracción utilizando el método de las ortogonales y el cálculo de la difracción de olas. Las estadísticas y probabilidades de las olas de Ventanilla-Callao se presentan en la Fig. N° 3.

OCURRENCIA DE BRAVEZAS DEL MAR-CALLAO

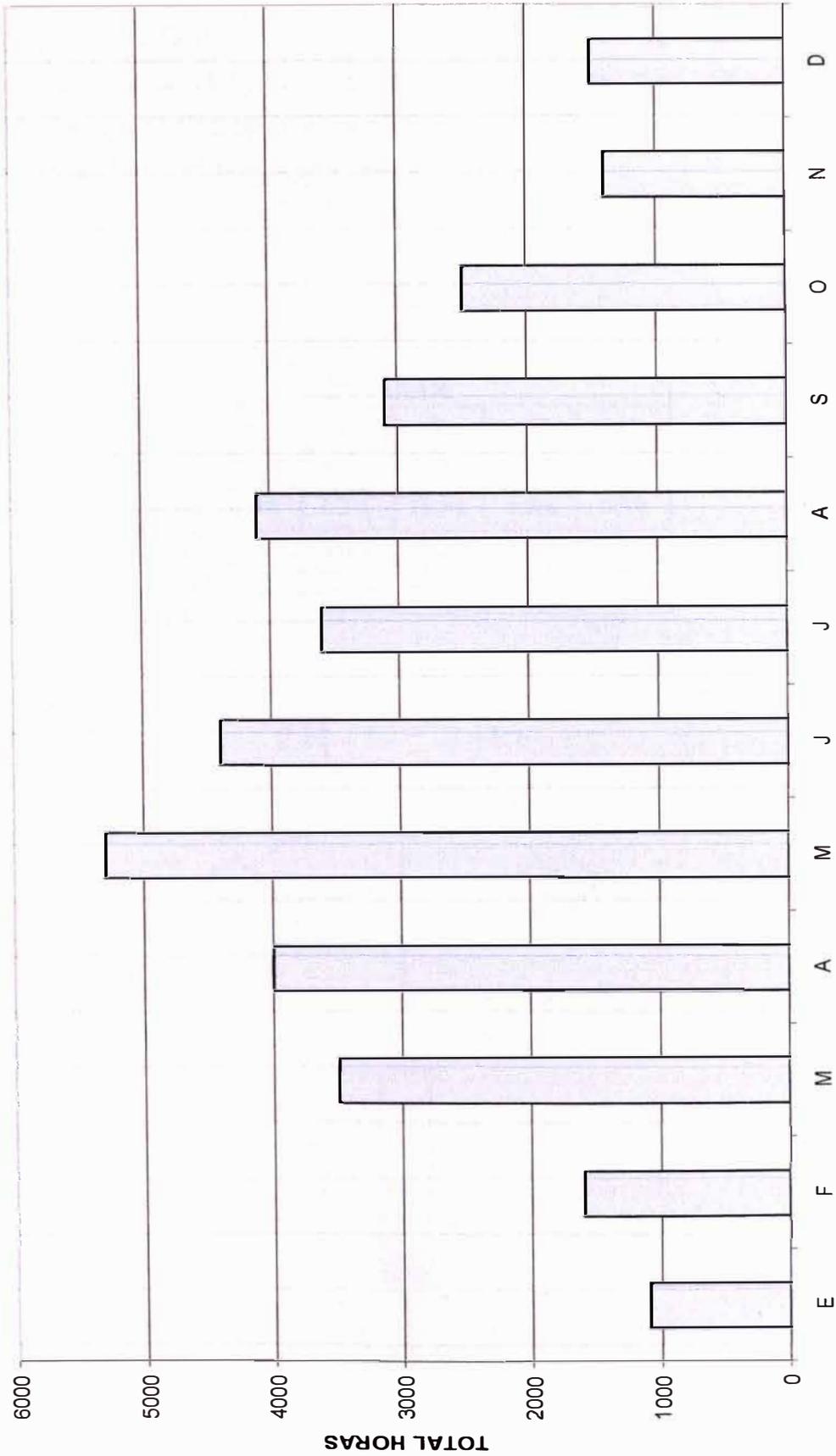


FIG. N° 3  
MESES (1955 - 1985)

Para la construcción de los diagramas de refracción del oleaje se ha tomado la dirección predominante del sur y sur-oeste, tal como se aprecia en la Fig. N° 4, las olas provenientes del sur de aguas profundas son difractadas por la ubicación de la Isla Galápagos que sirve como defensa natural contra las olas del sur proyectando su abrigo a la Caleta Lobo Varado.

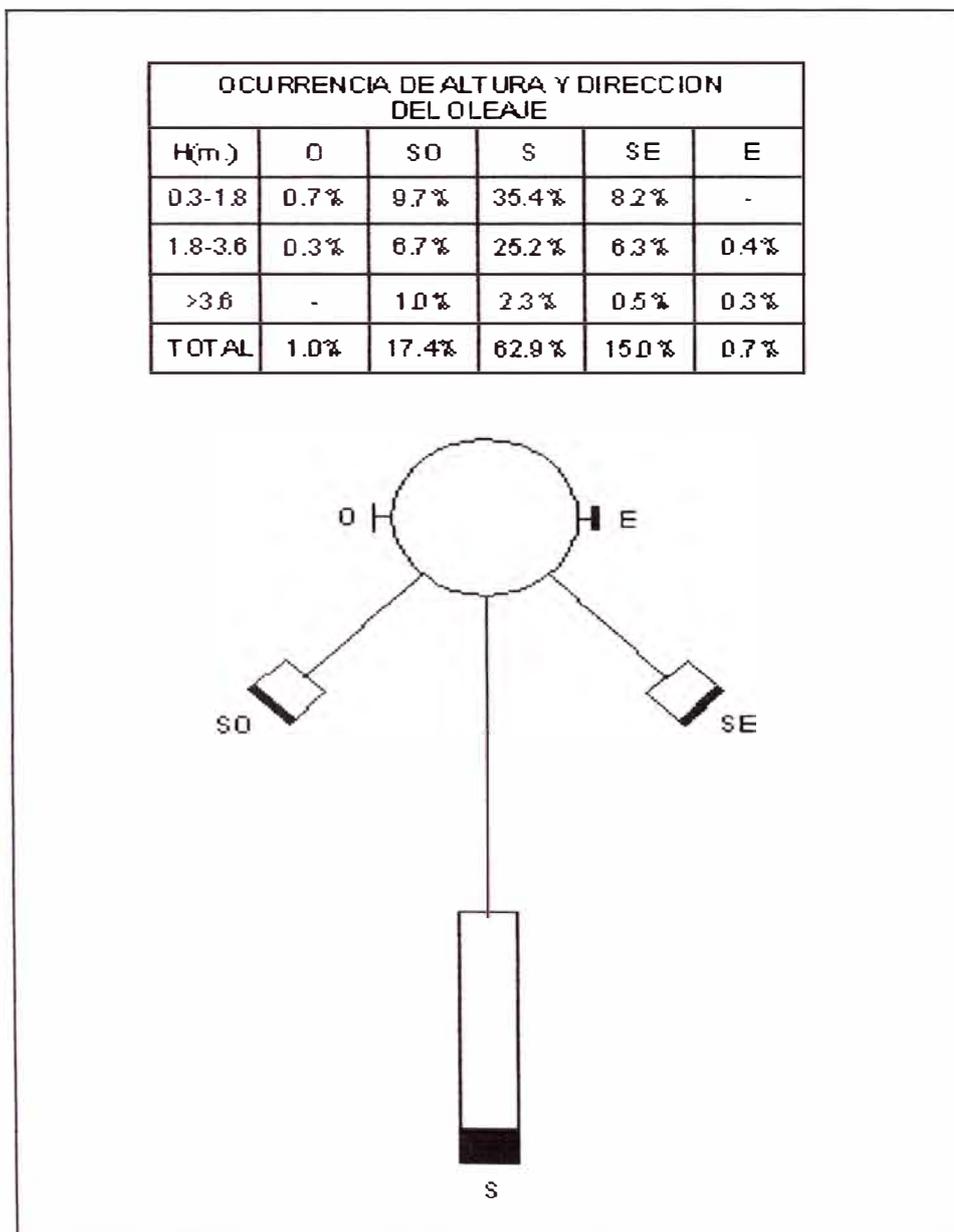


Fig. N° 4

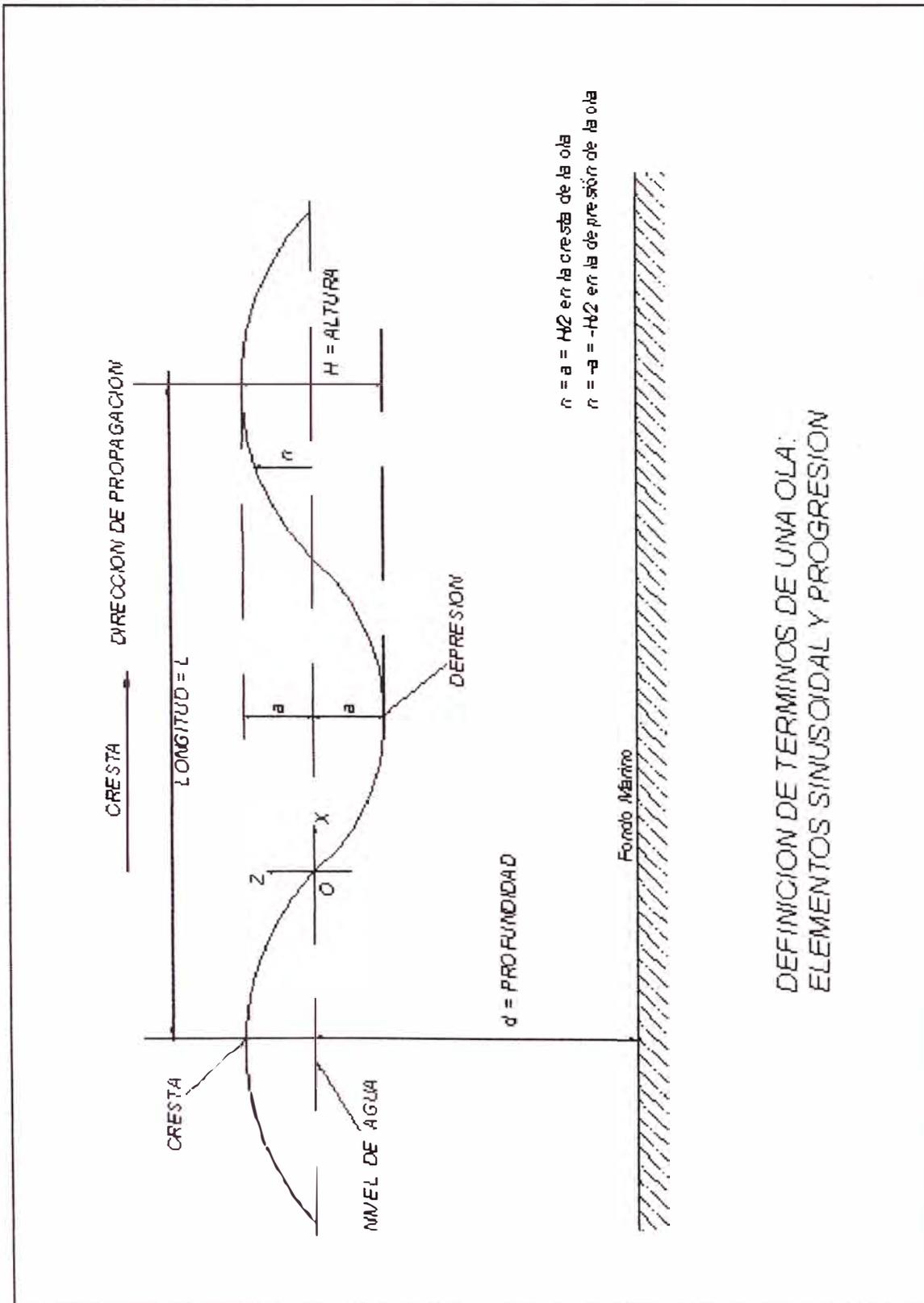


Fig. Nº 5

CLASIFICACION DE LAS ALTURAS DE OLAS  
ESTADO DE CALMA DE MAR

CALETA LOBO VARADO - PUCUSANA - LIMA  
24 MAYO DEL 2007

ALTURA	CANTIDAD DE OBSERVACIONES VISUALES	N	ΣN	%
1				
0.9				
0.8				
0.7				
0.6				
0.5				
0.4		4	4	4.08%
0.3		7	11	11.22%
0.2		42	53	54.08%
0.1		45	98	100.00%

RESULTADOS

HORA DE INICIO: 11 h 22'  
HORA DE FINAL: 11 h 39'

TIEMPO TRANSCURRIDO 17'

A.- ALTURA SIGNIFICATIVA

Es el promedio del tercio de las olas observadas

$$N = 98 / 3 = 32.667 \quad 33.00$$

Luego contamos las observaciones hasta completar la posicion 33 y concluimos que nos encontramos en la correspondiente a la altura de 0.20 m  
Luego multiplicamos cada altura por el número de observaciones.

$$H_s = \frac{0.40 \times 4 + 0.30 \times 7 + 0.20 \times 21}{33} = 0.24$$

<b>H<sub>s</sub> = 0.24 m.</b>
--------------------------------

B.- OLA PROMEDIO

$$H_s = \frac{0.40 \times 4 + 0.30 \times 7 + 0.20 \times 42 + 0.10 \times 45}{98} = 0.1694$$

<b>H = 0.169 m.</b>
---------------------

CLASIFICACION DE PERIODOS DE OLAS  
ESTADO DE CALMA DE MAR

CALETA LOBO VARADO - PUCUSANA - LIMA  
24 MAYO DEL 2007

PERIODO	CANTIDAD DE OBSERVACIONES VISUALES	N	ΣN	%
20.00		12	12	6.67%
19.00				0.00%
18.00		10	22	12.22%
17.00		10	32	17.78%
16.00				0.00%
15.00		8	40	22.22%
14.00		7	47	26.11%
13.00		7	54	30.00%
12.00		6	60	33.33%
11.00		5	65	36.11%
10.00		15	80	44.44%
9.00		10	90	50.00%
8.00		17	107	59.44%
7.00		12	119	66.11%
6.00		15	134	74.44%
5.00		11	145	80.56%
4.00		12	157	87.22%
3.00		15	172	95.56%
2.00		8	180	100.00%
1.00			180	100.00%

RESULTADOS

HORA DE INICIO: 11 h 22'  
HORA DE FINAL: 11 h 39'

TIEMPO TRANSCURRIDO 17'

A. - PERIODO DE OLA SIGNIFICATIVA

Es el promedio del tercio de las olas observadas

$$N = 180 / 3 = 60.000 \quad \mathbf{60.00}$$

Luego contamos las observaciones hasta completar la posición 60 y concluimos que nos encontramos en la correspondiente al periodo de 12 segundos. Luego multiplicamos cada periodo por el número de observaciones.

$$T_s = \frac{20 \times 12 + 18 \times 10 + 10 \times 17 + 15 \times 8 + 14 \times 7 + 13 \times 7 + 12 \times 6}{60} = 16.18$$

$$\mathbf{T_s = 16.18 \text{ seg.}}$$

B. - PERIODO PROMEDIO

$$T_s = \frac{20 \times 12 + 18 \times 10 + 10 \times 17 + 15 \times 8 + 14 \times 7 + 13 \times 7 + 12 \times 6 + 11 \times 5 + 10 \times 15 + 9 \times 10 + 8 \times 17 + 7 \times 12 + 6 \times 15 + 5 \times 11 + 4 \times 12 + 3 \times 15 + 2 \times 8}{180} = 9.67$$

$$\mathbf{T = 9.67 \text{ seg.}}$$

### Calculo del coeficiente de refracción

Es el distancia perpendicular entre ortogonales de inicio (cresta o tren de olas) y final en la curva de los 100 m., aplicando la formula de SNELL se determina el coeficiente de refracción:

Dirección sur-oeste:

Aguas profundas

$$K_r (100 \text{ m.}) = ((1/1) + (1/1.1)) / 2 = 0.9767$$

$$K_r (50 \text{ m.}) = ((1/1.15) + (1/1.12)) / 2 = 0.938$$

$$K_r (15 \text{ m.}) = ((1/6.50) + (1/6.50)) / 2 = 0.392$$

Aguas poco profundas

$$K_r (10 \text{ m.}) = ((1/7.15) + (1/7.15)) / 2 = 0.373$$

$$K_r (5 \text{ m.}) = ((1/7.90) + (1/7.90)) / 2 = 0.355$$

Resumen promedio

Por tanto el coeficiente de refracción promedio encontrado frente al área de estudio es:

Dirección sur-oeste

A 15m. de profundidad es de 0.392

A 50m. de profundidad es de 0.938

A 100m. de profundidad es de 0.9767

Dirección sur-oeste

A 10m. de profundidad es de 0.373

A 5m. de profundidad es de 0.355

Características del oleaje:

Longitud de la ola ( $L_o$ ):

$$L_o = 1.56 \times T^2$$

$$L_o = 1.56 \times 14^2$$

$$L_o = 306 \text{ m.}$$

Velocidad de ola (V):

$$V = 1.56 \times T$$

$$V = 1.56 \times 14$$

$$V = 21.84 \text{ m/seg.}$$

### Calculo de alturas de olas en el área de estudio.

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

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

Donde:

$K_r$  = coeficiente de refracción.

$K_s$  = coeficiente de cambio de profundidad.

$K_d$  = coeficiente de difracción.

$H_o$  = altura de la ola en aguas pocas profundas

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

### SAILING DIRECTIONS FOR SOUTH AMERICA

La altura máxima de olas en aguas profundas en la dirección sur-oeste, en un estado de braveza, según la distribución de olas-Sailing Directions, en la zona del proyecto es de 0.24m y una altura menor de 0.169m., con esta información se obtienen:

El coeficiente de refracción a 10.0 m. de profundidad promedio en el área de estudio es  $K_r = 0.373$

Donde:  $K_d = 1$   $K_s = 1.1061$

Cálculo de  $H_o$ :  $H_o$  (máx.) =  $H_s / (K_r \times K_s)$

$$H_o$$
 (máx.) =  $0.24 / (0.373 \times 1.1061) = 0.58\text{m.}$

$$H_o$$
 (máx.) =  $0.169 / (0.373 \times 1.1061) = 0.41\text{m.}$

Cálculo de alturas de olas para el área de estudio:

A 5m de profundidad:  $K_d = 1$   $K_s = 1.2812$

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

$$H = 0.355 \times 1.282 \times 1 \times 0.58 = 0.26 \text{ m}$$

$$H = 0.355 \times 1.282 \times 1 \times 0.41 = 0.19 \text{ m}$$

### Calculo de la altura de la ola de diseño

A los 10 m de profundidad  $K_d = 1$        $K_s = 1.1061$

$$H_s = K_r \times K_s \times K_d \times H_o$$

$$H_s = 0.373 \times 1.1061 \times 1 \times H_o$$

$$H_s = 0.41 \times H_o$$

a) Calculo de la altura de ola rompiente ( $H_b$ )

Altura significativa ( $H_s$ ) máxima observada

$$H_s = 0.24 \text{ m}$$

$$H_o = 0.24 / 0.41 = 0.59$$

$H'_o = K_r \times H_o$  altura transitoria de ola

$$H'_o = 0.373 \times 0.59 = 0.22 \text{ m}$$

$$L'_o = 1.56 \times 14^2 = 306$$

$$\text{Se evalúa: } H'_o / L_o = 0.22 / 306 = 0.0001$$

$$\text{Se tiene un talud: } 1 / 20 = 0.05$$

Del grafico Breaker Height se encuentra:

$$H_b / H'_o = 2.85$$

Luego

$$H_b = 2.85 \times 0.22 = 0.63 \text{ m.}$$

b) Calculo de la profundidad de ola cuando rompe (db)

$$H_b / g t^2 = 0.63 / (9.8 \times 14^2) = 0.0003$$

Del grafico Dimensiones Depth se encuentra:

$$d_b / H_b = 0.89$$

$$d_b = (0.89) \times (0.63) = 0.56 \text{ m}$$

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

La ola rompe a  $0.56 / (1 / 20) = 11.2 \text{ m}$  desde la línea de alta marea.



Foto. N° 6 Zona de rompientes y tumbos

#### 2.4.2 Métodos de medición y análisis de datos de Corrientes

Para los estudios de corrientes se emplean diversos equipos basados en dos métodos de medición: el Lagrangiano que consiste en el seguimiento de un objeto o sustancia que viaja con la corriente y el método Euleriano que consiste en la medición del flujo de la corriente desde un punto fijo. El primer método se emplea en el presente trabajo para la medición de las corrientes superficiales y de las corrientes sub.-superficiales, de acuerdo a lo siguiente:



Foto. N° 7 Correntómetro: Mediciones de Corrientes Marinas Euleriano y Lagrangiano

### Medición de corrientes superficiales

Usando el método de Lagrange, se emplearon flotadores a la deriva que permiten obtener la dirección y velocidad representativa para una franja igual a la longitud recorrida por ellos. La posición de los flotadores es localizada mediante el corte de ángulos obtenidos por dos teodolitos instalados en tierra.

Los dos flotadores consistentes en una boya con una pértiga son lanzados a distintas distancias de la costa cubriendo el área de estudio, los cuales recorren una trayectoria que será dirigida por la corriente característica del lugar.

Posteriormente los datos fueron transferidos a una hoja de ploteo donde se calcularon la dirección y la velocidad de cada flotador.

### Resultados obtenidos

Los valores promedios de velocidad de las corrientes superficiales fueron mayores durante la etapa de marea descendente y alta con valores que fluctúan entre 0.040 y 0.082 m/seg. respectivamente, mientras que los valores promedios menores se registraron en la etapa de marea ascendente con valores de 0.024 y 0.028 m/seg. respectivamente.

En las etapas de marea descendente y ascendente las corrientes cercanas a la zona del futuro desembarque (Hito A) tiene dirección Nor-Este aproximadamente y la corriente mas alejada de la zona del futuro desembarque tiene una dirección sur-este como se observarán en el plano C-01.

La corriente en Marea Alta cercanas al acantilado tiene una dirección Oeste (ver cuadros 9,10 y 11) donde se muestra las corrientes marinas superficiales en las diferentes fases de mareas.

### **Medición de corrientes sub.-superficiales**

Usando el método de Lagrange se emplean flotadores a la deriva para obtener una muestra representativa sobre dirección y velocidad de las corrientes sub.-superficiales del área de estudio. Esta corriente se mide lanzando flotadores consistente en una boya con una pértiga suspendida a 2.50 m las cuales son posicionadas por corte de ángulos obtenidos por dos teodolitos ubicados en tierra en puntos con coordenadas conocidas.

Posteriormente los datos son transferidos a una hoja de ploteo donde se calcularon gráficamente la dirección y la velocidad del flotador.

### **Resultados obtenidos**

Las corrientes sub.-superficiales corresponden a datos tomados a 2.50 m. de profundidad. Estas muestran velocidades promedias en marea descendente que fluctúan entre 0.020 y 0.101 m /seg. con dirección predominante hacia el Nor-Este en la zona del futuro desembarque y las corrientes mas alejadas al futuro desembarque tiene una dirección Sur-Este.

Las velocidades promedias de las corrientes de Marea Alta fluctúan entre 0.043 m/seg. con dirección predominante hacia el Nor-Oeste en las zonas cercanas al acantilado y en marea ascendente fluctúan entre 0.026 y 0.029 m/seg. con una dirección predominante Nor-este.

Los valores de dirección y velocidad de estas corrientes son mas variables que las superficiales y al igual que en mayor velocidad en la fase de marea descendente y alta.

En los cuadros 9,10, y 11 se muestran estas corrientes en las diferentes fases de mareas.

**HOJA RESUMEN DE ESTUDIO DE CORRIENTES**

LUGAR DE ESTUDIO: CALETA LOBO VARADO.

FECHA: 22/03/1991

DPTO.: LIMA

PROV.: LIMA

CORRIENTE: SUB-SUPERFICIAL

MAREA: DESCENDENTE

CORRIDA	HORA		VELOCIDAD MINIMA (m/seg)	VELOCIDAD MAXIMA (m/seg)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/seg)	RUMBO PROMEDIO (N.G.)
	INICIO	FINAL				
A	14:17'	14:39'	0.044	0.317	0.082	71° 00'
B	15:01'	15:15'	0.010	0.030	0.020	159° 30'
C	15:21'	15:30'	0.011	0.031	0.020	46° 10'

CORRIENTE: SUB-SUPERFICIAL

MAREA: DESCENDENTE

CORRIDA	HORA		VELOCIDAD MINIMA (m/seg)	VELOCIDAD MAXIMA (m/seg)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/seg)	RUMBO PROMEDIO (N.G.)
	INICIO	FINAL				
D	14:16'	14:42'	0.083	0.190	0.101	71° 50'
E	15:00'	15:14'	0.004	0.031	0.020	129° 10'
F	15:20'	15:29'	0.026	0.048	0.037	124° 30'

CUADRO N° 9

**HOJA RESUMEN DE ESTUDIO DE CORRIENTES**

LUGAR DE ESTUDIO: CALETA LOBO VARADO.

FECHA: 23/03/1991

DPTO.: LIMA

PROV.: LIMA

CORRIENTE: SUPERFICIAL

MAREA: ASCENDENTE

CORRIDA	HORA		VELOCIDAD MINIMA (m/seg)	VELOCIDAD MAXIMA (m/seg)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/seg)	RUMBO PROMEDIO (N.G.)
	INICIO	FINAL				
G	09:10'	09:56'	0.015	0.042	0.028	42° 40'
H	10:34'30"	11:12'30"	0.016	0.029	0.024	27° 20'

CORRIENTE: SUPERFICIAL

MAREA: ASCENDENTE

CORRIDA	HORA		VELOCIDAD MINIMA (m/seg)	VELOCIDAD MAXIMA (m/seg)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/seg)	RUMBO PROMEDIO (N.G.)
	INICIO	FINAL				
I	09:08'	09:55'30"	0.013	0.053	0.029	46° 00'
J	10:34'	10:59'	0.026	0.026	0.026	44° 00'

CUADRO N° 10

**HOJA RESUMEN DE ESTUDIO DE CORRIENTES**

LUGAR DE ESTUDIO: CALETA LOBO VARADO.

FECHA: 23/03/1991

DPTO.: LIMA

PROV.: LIMA

CORRIENTE: SUPERFICIAL

MAREA: ALTA

CORRIDA	HORA		VELOCIDAD MINIMA (m/seg)	VELOCIDAD MAXIMA (m/seg)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/seg)	RUMBO PROMEDIO (N.G.)
	INICIO	FINAL				
K	12:30'	13:31'	0.030	0.053	0.040	266° 20'

CORRIENTE: SUPERFICIAL

MAREA: ALTA

CORRIDA	HORA		VELOCIDAD MINIMA (m/seg)	VELOCIDAD MAXIMA (m/seg)	VELOCIDAD PROMEDIO (m/seg)	RUMBO PROMEDIO (N.G.)
	INICIO	FINAL				
L	12:28'30"	13:30'	0.037	0.049	0.043	29° 00'

CUADRO N° 11

### 2.4.3 Métodos de medición y análisis de datos de Mareas

Para efectuar las correcciones de los sondeos y las mediciones de corrientes, es necesario contar con información de mareas. Esta información es obtenida de la tabla de mareas de 2007 editada por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina.

Para la determinación del nivel de referencia (nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias) se toman los datos disponibles para el puerto del Callao.



Foto N° 8 Nivel de la pleamar en la zona del proyecto

#### **Datos obtenidos**

Las mareas que se presentan en la zona del puerto del Callao son predominantes del tipo semidiurno (02 pleamares y 02 bajamares en 24 horas). La amplitud media de la marea es de 0.47m., la amplitud en sicigias es de 0.54 m. y la amplitud máxima en épocas de sicigias alcanza 0.97 m.

La información de mareas utilizada para los efectos de estudio fueron obtenidos de las tablas de mareas del 2007 para el Puerto del Callao editado por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina.

Los datos de mareas obtenidos han sido utilizados para:

a) La determinación del nivel de reducción de sondeos para la elaboración de la carta batimétrica.

- b) La programación de las mediciones de corrientes con el fin de determinar las corrientes de mareas en descendente, ascendente y alta.
- c) La determinación de la línea de más alta marea.
- d) Reducir las mediciones topográficas al nivel de referencia.
- e) Conocer la variación del nivel del mar en el muelle.

### **Línea de la más alta marea**

El día 24 de mayo a las 14:18 horas se determino la línea de máxima marea (L.M.M) en una extensión de 150m en la playa adyacente al terreno del proyecto. La distancia entre las estaciones Caseta y C es de 96.046m y fueron amarrados a la red geodésica nacional a partir de la estación Caseta con origen a la estación C: se midieron ángulos horizontales y distancias a siete (7) puntos que fueron determinados en la playa como línea de máxima marea como se apreciara en el plano B-01.

La línea de máxima marea es semicurva respecto a la playa, esta es arenosa, su perfil es inestable debido a la formación de bermas y variaciones de la pendiente, por causa del oleaje cuando rompe en el momento de las observaciones el nivel de marea fue de 0.86 m. sobre el nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias (N.M.B.S.O) llevándose sobre el terreno una medida vertical de 2.646 m. para determinar la línea de máxima marea.

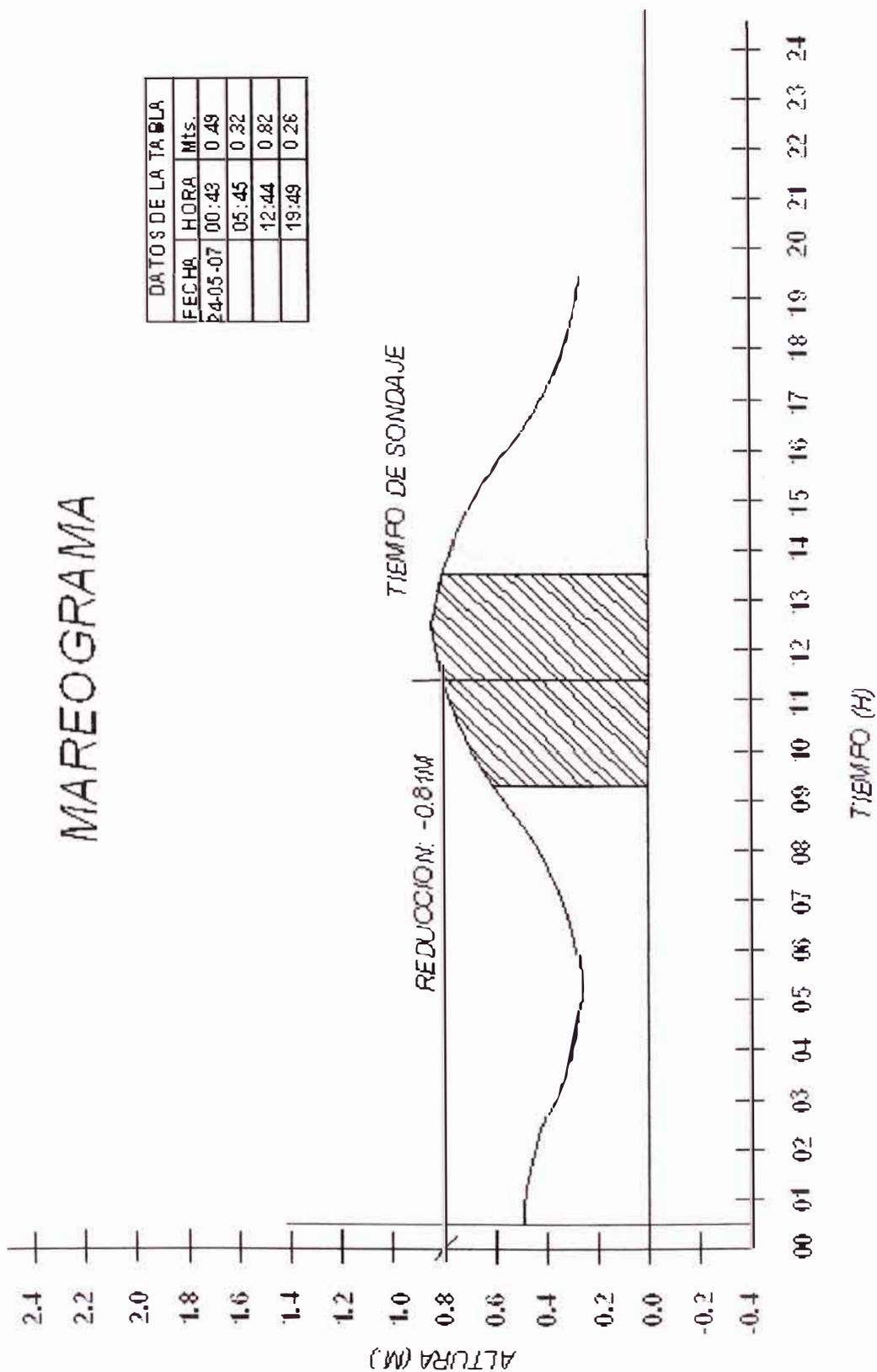


Fig. N° 6 Mareograma

#### 2.4.4 Métodos de medición y análisis de datos de Bravezas

En vista de la importancia de este fenómeno que afecta las instalaciones costeras impidiendo el normal desarrollo de las actividades portuarias, se presenta un gráfico de bravezas ocurridas para un periodo de 30 años (1955 a 1985) en el mismo puerto de Callao.

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

#### **Bravezas en el Puerto del Callao**

La situación de Mar Calma que caracteriza al Puerto se modifica radicalmente durante periodos de bravezas que por información de los pobladores del lugar ocasionan la interrupción de todas las operaciones portuarias durante 2 a 5 días en promedio, esto ocurre en cualquier mes del año y con mayor frecuencia en el invierno, en el presente estudio se considero que el registro del Callao es aplicable a la zona de Pucusana.



Foto N° 9 Bravezas en la zona del proyecto

### 2.4.5 Métodos de medición y análisis de datos del Fondo marino

Para conocer las características del material del lecho marino se efectúa un muestreo utilizando un equipo especialmente diseñado para este trabajo, el equipo es un **muestreador metálico**. El procedimiento consiste en dejar caer por gravedad el muestreador desde la embarcación y este al contacto con el lecho marino se cierra recogiendo muestras del material de fondo. La cantidad requerida para el análisis puede variar dependiendo del tipo de material que se recolecta, puede ser necesario 100-500gr. muestra fina-gruesa, respectivamente.



Foto N° 10 Muestreador metálico

### **Métodos de toma de datos y resultados**

En el área de estudio se tomaron cuatro (04) muestras de sedimentos del fondo marino mediante el método por toma directa con buzo a los cuales se dio posición por intersección de ángulos por teodolito desde dos (02) puntos de tierra (de apoyo al sondaje)

Como resultado de las muestras M1, M2, M3, y M4 tomadas en las cercanías del muelle planeado se determinó que estaban conformados por arena fina y restos de conchuelas. Ver cuadros 12, 13, 14 y 15.

El resultado de la ubicación y clasificación realizado se puede apreciar en el plano C-01.

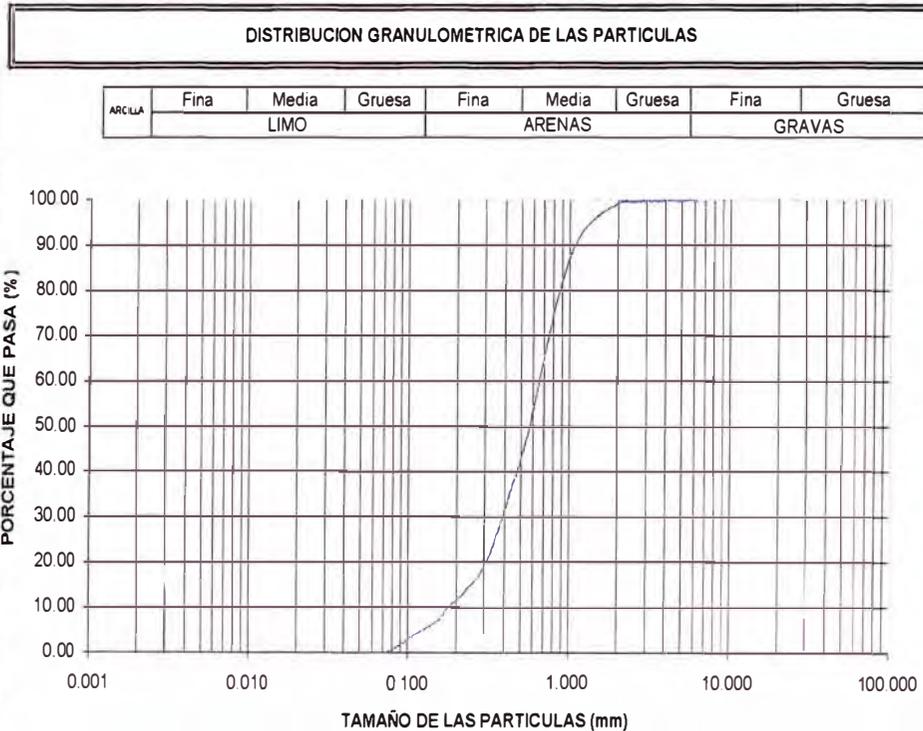


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
 TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)**

<b>PROYECTO:</b> PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUELLES CON PILOTES ENFUNDADOS VACIADOS IN SITU - APLICACIÓN MUELLE "EL POSEIDON"		<b>SONDAJE:</b> 01
<b>CLIENTE:</b> EMPRESA POSEIDON S.A		<b>MUESTRA:</b> M - 01
<b>UBICACIÓN:</b> CALETA LOBO VARADO - DISTRITO DE PUCUSANA, DPTO LIMA	<b>FECHA:</b> 21/03/1991	<b>PROFUNDIDAD:</b> SUPERFICIAL

TAMICES	Tamiz (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMUL.	ACUMUL. PASA
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				100.00
Nº4	4.760	1.20	0.10	0.10	99.90
Nº 6	3.360	2.16	0.18	0.18	99.72
Nº 8	2.380	2.76	0.23	0.41	99.49
Nº 10	2.000	4.44	0.37	0.78	99.12
Nº 20	1.190	76.08	6.34	7.12	92.78
Nº 30	0.840	175.80	14.65	21.77	78.13
Nº 40	0.590	310.32	25.86	47.63	52.27
Nº 50	0.426	211.08	17.59	65.22	34.68
Nº 80	0.297	190.56	15.88	81.10	18.80
Nº 100	0.177	107.28	8.94	90.04	9.86
Nº 200	0.149	38.40	3.20	93.24	6.66
Menos Nº 200	0.074	79.80	6.65	99.89	0.01
TOTAL	--	1,200.00			

<b>Descripción Muestras:</b>	
Prof.	SUPERFICIAL
Arena fina, con restos de conchuelas	





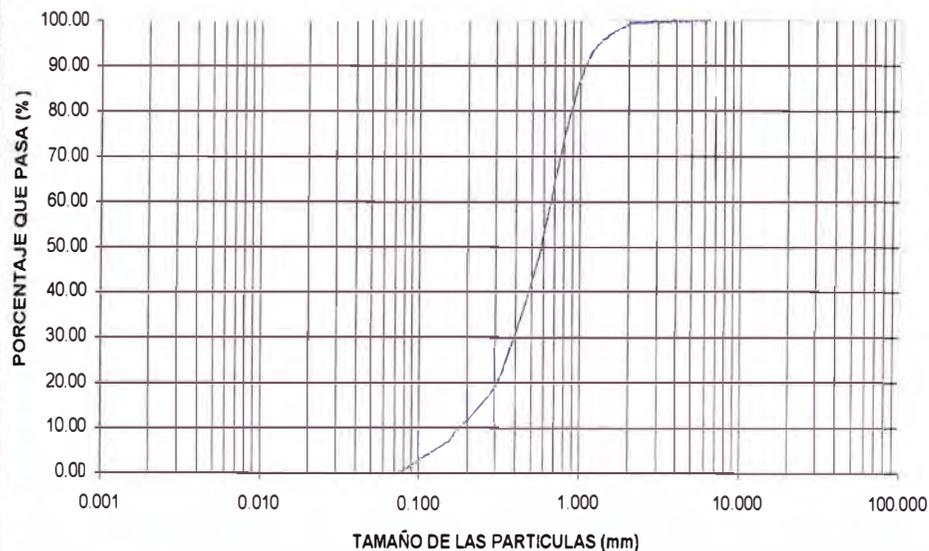
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)**

<b>PROYECTO:</b> PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUELLES CON PILOTES ENFUNDADOS VACIADOS IN SITU - APLICACIÓN MUELLE "EL POSEIDON"		<b>SONDAJE:</b> 02
<b>CLIENTE:</b> EMPRESA POSEIDON S.A.		<b>MUESTRA:</b> M - 02
<b>UBICACIÓN:</b> CALETA LOBO VARADO - DISTRITO DE PUCUSANA, DPTO LIMA	<b>FECHA:</b> 21/03/1991	<b>PROFUNDIDAD:</b> SUPERFICIAL

TAMICES	Tamiz (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMUL.	ACUMUL. PASA
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				100.00
Nº4	4.760	1.44	0.12	0.12	99.88
Nº 6	3.360	2.52	0.21	0.21	99.67
Nº 8	2.380	2.88	0.24	0.45	99.43
Nº 10	2.000	4.44	0.37	0.82	99.06
Nº 20	1.190	73.80	6.15	6.97	92.91
Nº 30	0.840	194.04	16.17	23.14	76.74
Nº 40	0.590	300.96	25.08	48.22	51.66
Nº 50	0.426	208.56	17.38	65.60	34.28
Nº 80	0.297	184.32	15.36	80.96	18.92
Nº 100	0.177	108.12	9.01	89.97	9.91
Nº 200	0.149	37.20	3.10	93.07	6.81
Menos Nº 200	0.074	81.48	6.78	99.86	0.02
TOTAL	--	1,200.00			

**DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE LAS PARTICULAS**

ARCILLA	Fina	Media	Gruesa	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa
	LIMO			ARENAS			GRAVAS	



<b>Descripción Muestras:</b>	
Prof:	SUPERFICIAL
Arena fina, con 54% de limo grueso	



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)**

<b>PROYECTO:</b> PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUELLES CON PILOTES ENFUNDADOS VACIADOS IN SITU - APLICACIÓN MUELLE "EL POSEIDON"		<b>SONDAJE:</b> 03
<b>CLIENTE:</b> EMPRESA POSEIDON S.A.		<b>MUESTRA:</b> M - 03
<b>UBICACIÓN:</b> CALETA LOBO VARADO - DISTRITO DE PUCUSANA, DPTO LIMA	<b>FECHA:</b> 21/03/1991	<b>PROFUNDIDAD:</b> SUPERFICIAL

TAMICES	Tamiz (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMUL.	ACUMUL. PASA
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				100.00
1/4"	6.350	180.00	15.00	15.00	85.00
Nº4	4.760	146.40	12.20	27.20	72.80
Nº 6	3.360	264.00	22.00	49.20	50.80
Nº 8	2.380	228.00	19.00	68.20	31.80
Nº 10	2.000	204.00	17.00	85.20	14.80
Nº 20	1.190	177.00	14.75	99.95	0.05
Nº 30	0.840	0.48	0.04	99.99	0.01
Nº 40	0.590	0.06	0.01	100.00	0.00
Nº 50	0.428	0.10	0.01	100.00	0.00
Nº 80	0.297	0.01	0.00	100.00	0.00
Nº 100	0.177	0.01	0.00	100.00	0.00
Nº 200	0.149	0.00	0.00	100.00	0.00
Menos Nº 200	0.074	0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL	--	1,250.00			

<b>Descripción Muestras:</b>	
Prof:	SUPERFICIAL
Arena fina, con mayor porcentaje de conchuelas	





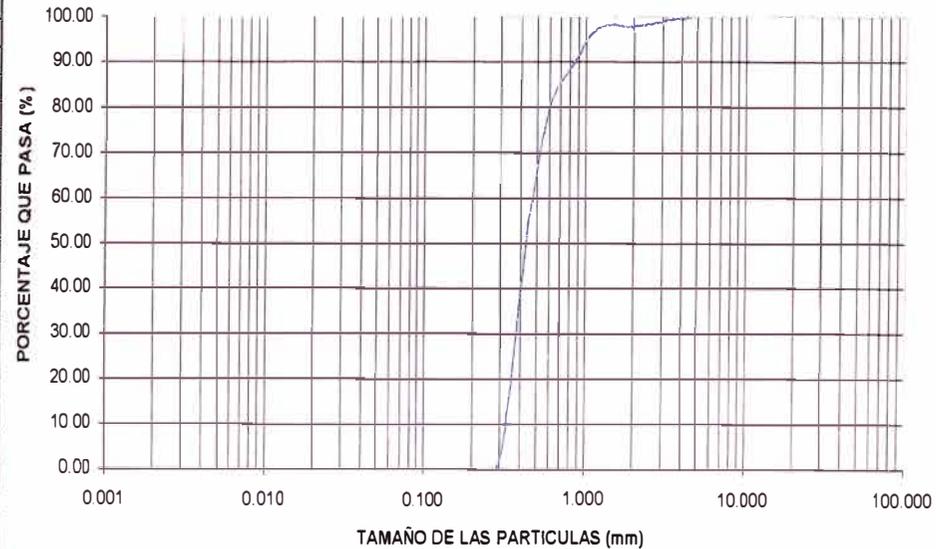
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D - 422)**

<b>PROYECTO:</b> PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUELLES CON PILOTES ENFUNDADOS VACIADOS IN SITU - APLICACIÓN MUELLE "EL POSEIDON"		<b>SONDAJE:</b> 03
<b>CLIENTE:</b> EMPRESA POSEIDON S.A.		<b>MUESTRA:</b> M - 03
<b>UBICACIÓN:</b> CALETA LOBO VARADO - DISTRITO DE PUCUSANA, DPTO LIMA	<b>FECHA:</b> 21/03/1991	<b>PROFUNDIDAD:</b> SUPERFICIAL

TAMICES	Tamiz (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMUL.	ACUMUL. PASA
3"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
Nº4	4.760				100.00
Nº 6	3.360	10.80	0.90	0.90	99.10
Nº 8	2.380	9.60	0.80	1.70	98.30
Nº 10	2.000	7.20	0.60	2.30	97.70
Nº 20	1.190	3.00	0.25	2.55	97.45
Nº 30	0.840	94.80	7.90	10.45	89.55
Nº 40	0.590	126.00	10.50	20.95	79.05
Nº 50	0.426	363.12	30.26	51.21	48.79
Nº 80	0.297	570.36	47.53	98.74	1.26
Nº 100	0.177	13.80	1.15	99.89	0.11
Nº 200	0.149	0.48	0.04	99.93	0.07
Menos Nº 200	0.074	0.24	0.02	99.95	0.05
TOTAL	--	1,250.00			

**DISTRIBUCION GRANULOMETRICA DE LAS PARTICULAS**

ARCILLA	Fina	Media	Gruesa	Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa
	LIMO			ARENAS			GRAVAS	



<b>Descripción Muestras:</b>	
Prof.	SUPERFICIAL
Arena fina, con restos de conchuelas	

## **2.5 Meteorología**

### 2.5.1 Vientos

#### **Información a utilizar.**

Formatos de registros de observación horaria del estado del tiempo en superficie de la estación meteorológica del Callao a cargo de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC)

Resúmenes mensuales del estado del tiempo en superficie de la estación Meteorológica del callao a cargo de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC).

Registros de observaciones de vientos en la zona de Caleta Varado durante los trabajos en el campo.

#### **Metodología Empleada**

Se calculan las resultantes horarias y diarias, así como la distribución de las frecuencias.

Se calculan las resultantes mensuales, multianuales y vientos máximos para el periodo histórico disponible de la Estación Meteorológica del Callao.

Se calculan los vientos prevalecientes y vientos máximos para el periodo histórico disponible en la estación Meteorológica del Callao a cargo de Corpac.

#### **Datos obtenidos**

Las velocidades y direcciones de los vientos predominantes de los datos históricos para esta zona en promedio indican vientos desde el sur con velocidades 3.2 m/seg.

Para el análisis se tomó como base la información obtenida en el área de trabajo y se contrastó con la información de la Estación Meteorológica en el Aeropuerto del Callao a cargo de Corpac.

De la observación de los datos obtenidos se ha establecido que la dirección prevaleciente del viento es desde el sur y suroeste con preferencia desde la dirección 260° y velocidad promedio 2.5 m/seg. con vientos máximos absolutos de 9.0 a 11.0 m/seg.

Ver resumen sobre las características del viento en la zona de estudios (cuadro N °16).

**RESUMEN SOBRE LAS CARACTERISTICAS DEL VIENTO**

LUGAR DE ESTUDIO: PUCUSANA

FECHA: 22-23 MARZO 1991

DPTO.: LIMA

PROV.: LIMA

**VIENTO RESULTANTE (ESCALA)**

DIRECCION	VIENTO HORARIO			VIENTO DIARIO	VIENTO MAXIMO
	0700	0800	0900		
	225	290	255	260	180
VELOCIDAD (m/seg)	1.6	2.6	4.7	2.5	11.0

**VIENTOS OBSERVADOS**

DIRECCION	0700	0800	0900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
	225	215	250	260	240	220	250	190	220
VELOCIDAD (m/seg)	1.6	1.3	2.6	2.7	2.4	3.7	4.7	2.6	3.7

**VIENTOS MEDIOS MENSUALES: MARZO**

DIRECCION	1985	1986	1987	1988	1989	1990
	180	180	180	180	180	180
VELOCIDAD (m/seg)	3.8	3.2	4.2	2.8	2.8	3.6

**VIENTOS MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES**

DIRECCION	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
VELOCIDAD (m/seg)	3.8	3.5	3.2	3.1	2.75	2.6	2.55	2.85	3.25	3.4	3.6	3.9

CUADRO N° 16

## 2.6 Señalización Náutica

Se hará teniendo en cuenta estrictamente lo dispuesto en el reglamento de Señalización Náutica HIDRONAV-38 (1989) que edita la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú a fin de evitar que represente un peligro a la libre navegación de las embarcaciones que transiten por el área.

La señalización del muelle tiene las siguientes características:

Ubicación:	Extremo oeste de la explanada norte de bahía Lobo Varado.
Altura sobre el suelo:	5 metros.
Señal:	Luminosa.
Tipo:	Farolito.
Color de la luz:	Rojo.
Alcance de la luz:	3 millas náuticas (factor de transparencia atmosférica 0.74).
Ritmo:	Luz de destellos.

CUADRO N° 17

Esta señal cumple satisfactoriamente con los requisitos establecidos en el artículo 301 capítulo III del reglamento de Señalización Náutica Hidronav-38 (1989) publicada por la D.H.N.M.

## 2.7 Cartografía

El proceso cartográfico comprende los siguientes aspectos:

- a.- Confección de la hoja maestra, trazado de cuadrículas y compilación cartográfica.
- b.- Reploteo de las posiciones de sondaje.
- c.- Selección de los sondajes corregidos.
- d.- Graficación del perfil de playa.
- e.- Trazado de las curvas batimétricas.
- f.- Graficación de la línea de más alta marea.
- g.- Graficación de la gradiente submarina desde la playa en la dirección de

interés.

h.- Plano de la información batimétrica, plano de corrientes, ubicación y clasificación de tipos de fondo, planos de refracción de olas en aguas profundas y en aguas poco profundas.

i.- Gráfico de ubicación del área de estudio.

## **2.8 Trabajos de gabinete**

Los trabajos de gabinete desarrollados han consistido en lo siguiente:

a.- Revisión de los legajos de control horizontal y cálculos de coordenadas.

b.- Descripción de las estaciones.

c.- Revisión de ecogramas de sondajes.

d.- Cálculos de las mediciones de corrientes superficiales y sub.-superficiales.

e.- Análisis y procesamiento de la información de vientos, olas, bravesas y mareas.

f.- Análisis granulométrico de las muestras de fondo.

g.- Elaboración de cuadros y gráficos.

h.- Revisión de los planos.

## CAPITULO III: EVALUACION DEL PROYECTO

### 3.1 Marco Legal

Para la Obtención de la Resolución Suprema de Concesión en uso de Área Acuática para la construcción y operación de Instalaciones fijas diversas: a) Muelles. b) Embarcaderos. c) Atracaderos. d) Espigones. e) Rompeolas. f) Terraplenes. g) Ganar terrenos al mar, ríos y lagos navegables. h) Otras instalaciones similares

Requisitos:

1.- Solicitud dirigida al Director del Medio Ambiente que contenga:

a) Número y fecha de la Resolución Directoral de la Autorización para solicitar obtención de concesión en uso de área acuática (según procedimiento H-01).

2.- Adjuntar dos expedientes (original y copia) de lo siguiente:

a) Copia de la Escritura Pública de constitución de la empresa (si es persona jurídica) copia del Documento de Identidad (si es persona natural).

b) Memoria descriptiva de la obra, firmada por un ingeniero colegiado que incluya:

(1) Medios y equipos de seguridad de la instalación (contra incendio y salvamento)

(2) Facilidades consideradas para recepción de residuos oleosos, lastre sucio, aguas sucias y basura procedente de naves.

(3) Tipo y características de las naves que utilizarán el área requerida.

(4) Descripción del sistema y equipos de señalización Náutica.

(5) Características técnicas de las boyas (muertos, cadenas, sistemas de anclaje)

- c) Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo a lineamientos establecidos por DICAPI de acuerdo al tipo de obra que se proyecta ejecutar.
- d) Descripción de las maniobras de las naves y evaluación de riesgos (cuando corresponda); adjuntar cartas necesarias.
- e) Planos generales de la obra firmados por un ingeniero colegiado de la especialidad.
- f) Documento de Aprobación del estudio Hidro-Oceanográfico emitido por la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, de acuerdo al procedimiento 006 de la parte "B" del TUPAM 15001, incluyendo una copia del estudio.**
- g) Resolución Directoral de aprobación del Proyecto de construcción del muelle otorgado por la Dirección General de Transporte Acuático (para muelles de transporte acuático comercial).
- h) Recibo de pago por trámite administrativo (excepto para el caso en que la concesión sea requerida por personas artesanales o comunidades nativas, debidamente reconocidas como tales, las que no estarán afectas a este pago).

**Nota:**

- (1) Una vez emitida la Resolución Suprema, la Dirección General de Capitanías y Guardacostas, autorizará mediante resolución directoral, la construcción e instalación de la construcción acuática.
- (2) A la aprobación de la concesión acuática, el interesado deberá efectuar los pagos indicados según la tabla de Tarifas de Capitanías vigente.
- (3) Al término de la obra, el Capitán de Puerto de la jurisdicción, efectuará una inspección ocular con personal de DICAPI y DIHIDRONAV, para verificar que la obra se ajuste al proyecto autorizado; los costos de la misma serán asumidos por el interesado, de acuerdo a lo establecido por la Autoridad Marítima.

### 3.2 Viabilidad del Proyecto

Con los estudios hidro-oceanográficos se da la viabilidad del proyecto. Se está cumpliendo con lo requerido por la Marina de Guerra del Perú.

La información básica obtenida es necesaria para el diseño y construcción del muelle.

Estos estudios comprenden todos los aspectos relacionados con la hidrografía, oceanografía, meteorología, cartografía y señalización náutica que se incluyen para la **obtención de la concesión en uso del área acuática del proyecto muelle “El Poseidón”** de acuerdo a lo dispuesto por el Texto Único de Procedimientos Administrativos de la Marina - TUPA.



Foto N° 11 Área acuática concesionada del proyecto

### 3.3 Análisis del fondo marino

#### 3.3.1 Utilidad y propósitos de la investigación del subsuelo

La investigación del subsuelo suministra información necesaria para dar respuesta a diferentes problemas o definir parámetros de diseño en proyectos que se presentan en varias áreas de la ingeniería civil y en especial a obras portuarias como es el caso del Muelle “El Poseidón”.

Por medio de la investigación del subsuelo se busca corrientemente determinar

parámetros representativos o configurar un modelo analítico, que reproduzcan en la mejor forma posible, compatible con la importancia y las necesidades del problema, las condiciones y características del suelo de soporte en la zona involucrada. Se logra, entonces, seleccionar y diseñar racionalmente el elemento de transición estructura-suelo.

Se comprende, entonces, que la obtención de información suficiente y confiable, relativa a las condiciones del subsuelo, es un requisito esencial de un diseño satisfactorio y económico; además, se captan los motivos por los cuales en muchas ciudades y regiones el estudio de suelos fundamentado en un programa de investigación del subsuelo es exigencia previa a la expedición de licencias de construcción, como es bien conocido.

### 3.3.2 Descripción del perfil estratigráfico

#### Perfil estratigráfico

El perfil estratigráfico de la zona que domina el distrito de Pucusana como ya se mencionó, esta constituido por: conglomerados, areniscas volcánicas, grawacas, derrames piroclásticos y en menor proporción las calizas.

Mediante las investigaciones de campo practicadas en el estudio geotécnico, como es el ensayo de penetración dinámica SPT, se ha podido comprobar la columna estratigráfica que se presenta en los anexos.

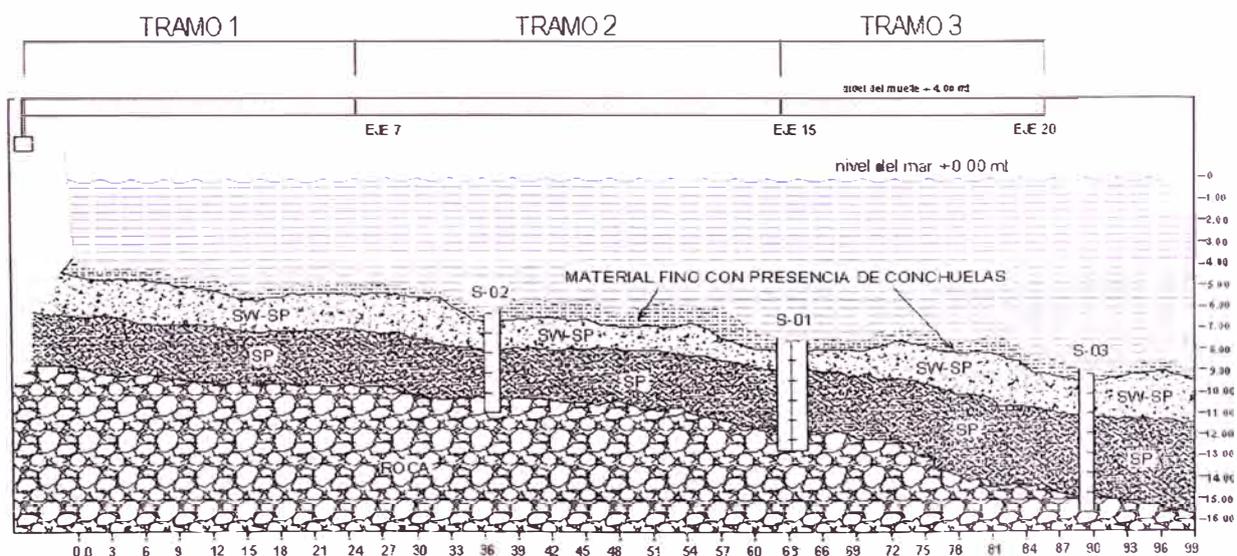


Fig. N° 7 Perfil Estratigráfico

Se realizaron 03 sondajes, las cuales describiremos a continuación:

Sondaje: S-01, la profundidad del fondo marino es de -5.00m respecto al nivel medio del mar según el plano batimétrico. La profundidad de perforación fue de 5.50m, de las cuales de -5.00 – -5.50m se encontró un material fangoso característico del fondo marino, de -5.50 – -7.00m se encontró una arena media bien gradada con presencia de limo, saturada de color marrón oscuro cuya clasificación SUCS corresponde a una SW-SM con un valor de  $N_t=9$  y  $N_c=5$  del ensayo de SPT, de -7.00 – -11.50m, se encontró una arena mal gradada, saturada con presencia de gravas finas esporádicas de forma angulosa de color marrón cuya clasificación SUCS corresponde a un SP con valores de  $N_t=11-69$  y  $N_c=7-42$  del ensayo de SPT, de -11.50m en adelante el material es rocoso óptimo para la cimentación del pilote cuyos N son mayores a 50 golpes.

Sondaje: S-02, la profundidad del fondo marino es de -4.00m respecto al nivel medio del mar, según el plano batimétrico. La profundidad de perforación fue de 4.90m, de las cuales de -4.00 – -4.40m se encontró un material fangoso característico del fondo marino, de -4.40 – -6.25m se encontró una arena media bien gradada con presencia de limo, saturada de color marrón oscuro cuya clasificación SUCS corresponde a una SW-SM con un valor de  $N_t=13$  y  $N_c=8$  del ensayo de SPT, de -6.25 – -10.55m, se encontró una arena mal gradada, saturada con presencia de gravas finas esporádicas de forma angulosa de color marrón cuya clasificación SUCS corresponde a un SP con valores de  $N_t=15-42$  y  $N_c=9-28$  del ensayo de SPT, de -10.55m en adelante el material es rocoso óptimo para la cimentación del pilote.

Sondaje: S-03, la profundidad del fondo marino es de -7.00m respecto al nivel medio del mar, según el plano batimétrico. La profundidad de perforación fue de 6.75m, de las cuales de -7.00 – -7.35m se encontró un material fangoso característico del fondo marino, de -7.35 – -9.55m se encontró una arena media bien gradada con presencia de limo, saturada de color marrón oscuro cuya clasificación SUCS corresponde a una SW-SM con un valor de  $N_t=10$  y  $N_c=6$  del ensayo de SPT, de -9.55 – -15.75m, se encontró una arena mal gradada, saturada con presencia de gravas finas esporádicas de forma angulosa de color marrón cuya clasificación SUCS corresponde a un SP con valores de  $N_t=17-50$  y  $N_c=10-32$  del ensayo de SPT, de -15.75m en adelante el material es rocoso óptimo para la cimentación del pilote.

### 3.3.3 Transporte de sedimentos

El transporte de sedimentos en el mar, es el fenómeno que se lleva a cabo a lo largo del litoral por medio del cual las partículas sólidas se transportan, se sabe que el arrastre de sólidos se produce principalmente entre la línea de playa y la zona de rompiente, aunque también fuera de esta existe transporte.

Las causas que provocan el transporte de sedimentos en las costas generalmente son provocadas por las corrientes y el oleaje, por consiguiente las olas observadas en el área de estudio son de poca altura y por tanto de poca energía, por lo que su capacidad de remover el fondo es mínima.

### 3.3.4 Tipo y profundidad del pilote

Según el plano batimétrico obtenido gracias a los estudios hidro-oceanográficos se puede conocer la profundidad del fondo marino. La figura N° 08 muestra el perfil longitudinal del fondo marino del muelle "El Poseidón", el tramo 1 corresponde al primer tramo del puente, el tramo 2 corresponde al segundo tramo del puente y el tramo 3 muestra el cabezo del muelle.

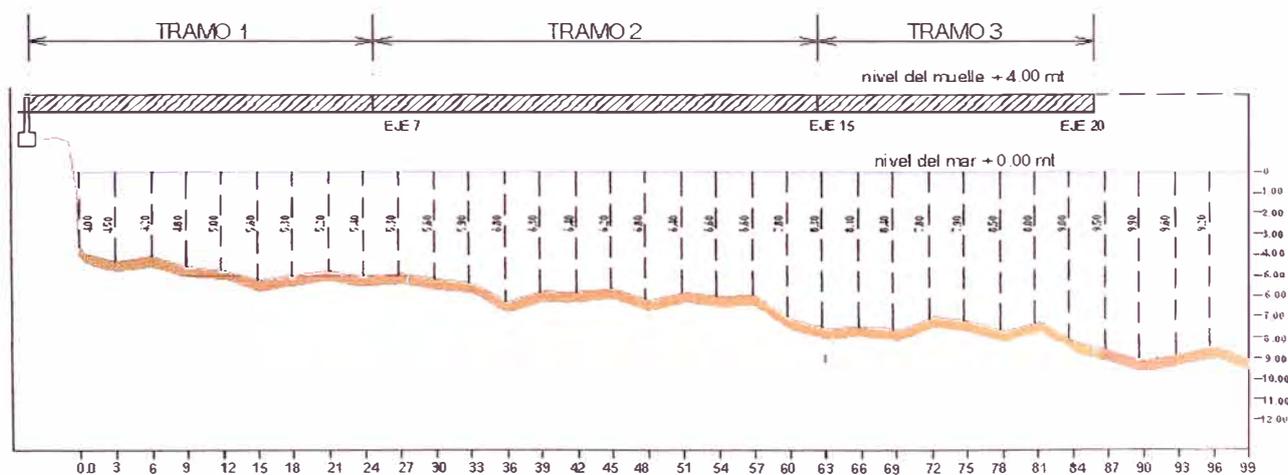


Fig. N° 08 Perfil longitudinal del fondo marino en el muelle "El Poseidón"

La altura del nivel del mar al muelle es aproximadamente de 4.0m como muestra la figura N° 08 y la altura promedio del fondo marino es de 7.0 m.

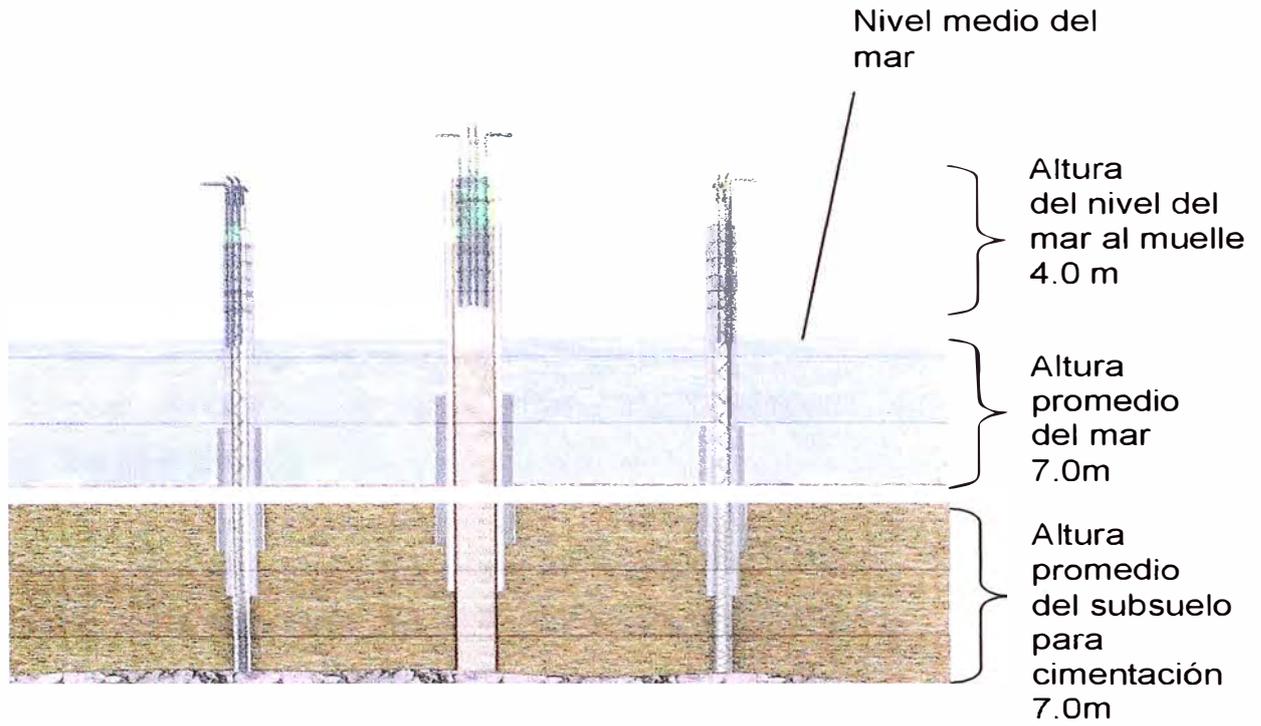


Fig. N° 09 Altura promedio del pilote 18.0m

## CONCLUSIONES

- Se puede afirmar que el tema desarrollado brinda una metodología completa de trabajo para investigar y obtener datos de mayor exactitud según las características y objetivos ligados a proyectos de gran magnitud e importancia, toda vez que se trate en determinar el control terrestre y las referencias verticales con su relación del nivel medio del mar (N.M.M) y el nivel medio de bajamares de sicigias ordinarias (N.M.B.S.O).
- De acuerdo a la proyección en planta del muelle, fijada en base a los diseños arquitectónicos, la profundidad hallada para las embarcaciones tanto en el puente N° 1, en el puente N° 2 y en el cabezo son respectivamente de NRS -5.00m, NRS -6.50m, y NRS -9.00m; el Cabezo Principal estará ubicado a profundidades que van de los NRS -8.10m a NRS -10.00m, que satisface las condiciones de seguridad para el acoderamiento de las mencionadas naves.
- El oleaje que predomina en esta parte del litoral proviene del sur y sur-oeste. Los valores mayores de velocidad de las corrientes (marea descendente) fluctúan entre 0.040 y 0.082 m/seg.; y los valores menores (marea ascendente) fluctúan entre 0.024 y 0.028m/seg. En la etapa de la marea descendente y ascendente las corrientes cercanas a la zona del futuro desembarque tiene una dirección nor-este y la corriente mas alejada de la zona del futuro desembarque tiene una dirección Sur-este.
- La amplitud media de la marea es de 0.47m y la amplitud en sicigias es de 0.54m y la amplitud máxima en épocas de sicigias alcanza 0.97m.
- Como se mencionó en el capítulo II, el viento local es el principal causante de las características del oleaje, con dirección sur y sur-oeste con preferencia desde la dirección 260° y velocidad promedio de 2.5m/seg. con vientos máximos absolutos de 9.0 a 11.0 m/seg.

- De los estudios hidro-oceanográficos se concluye que el proyecto si es viable en la zona donde se realizaron, obteniéndose todos los datos y parámetros para el diseño de la obra portuaria.

## RECOMENDACIONES

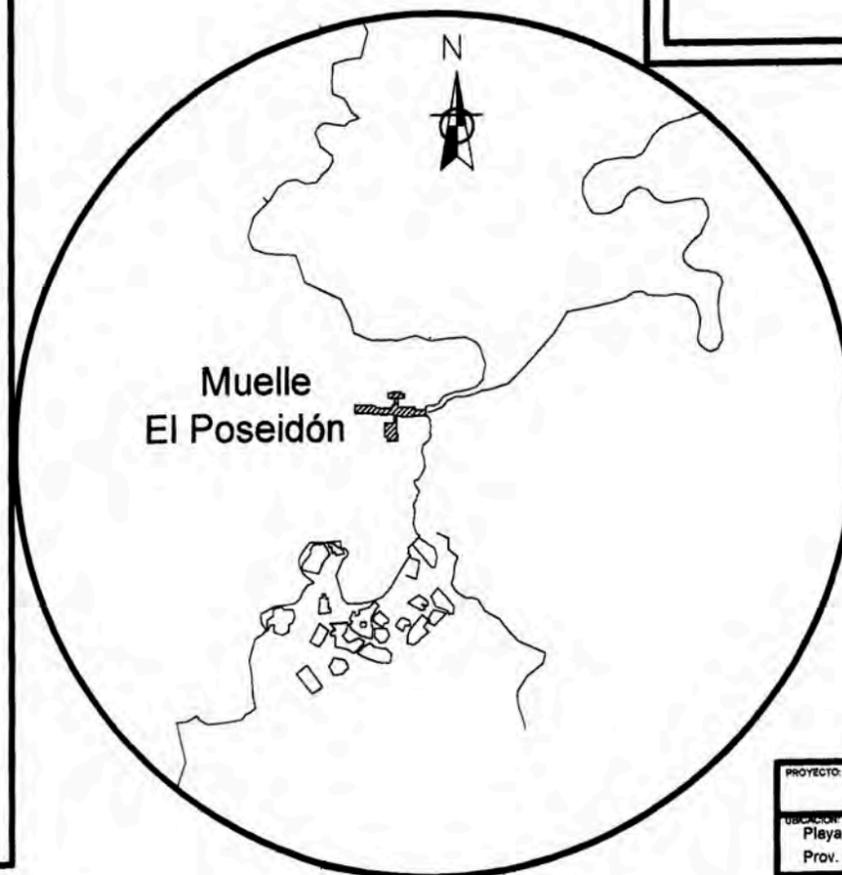
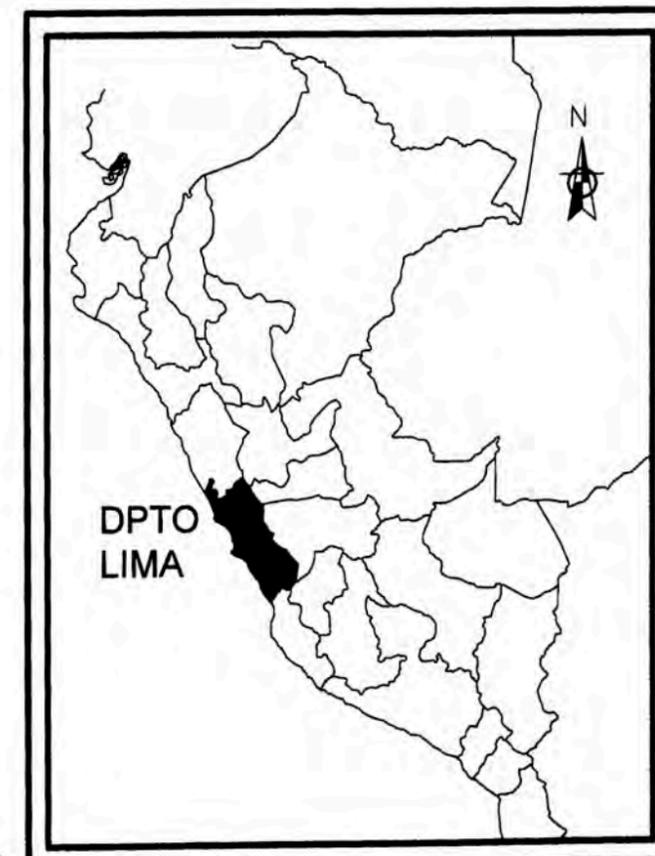
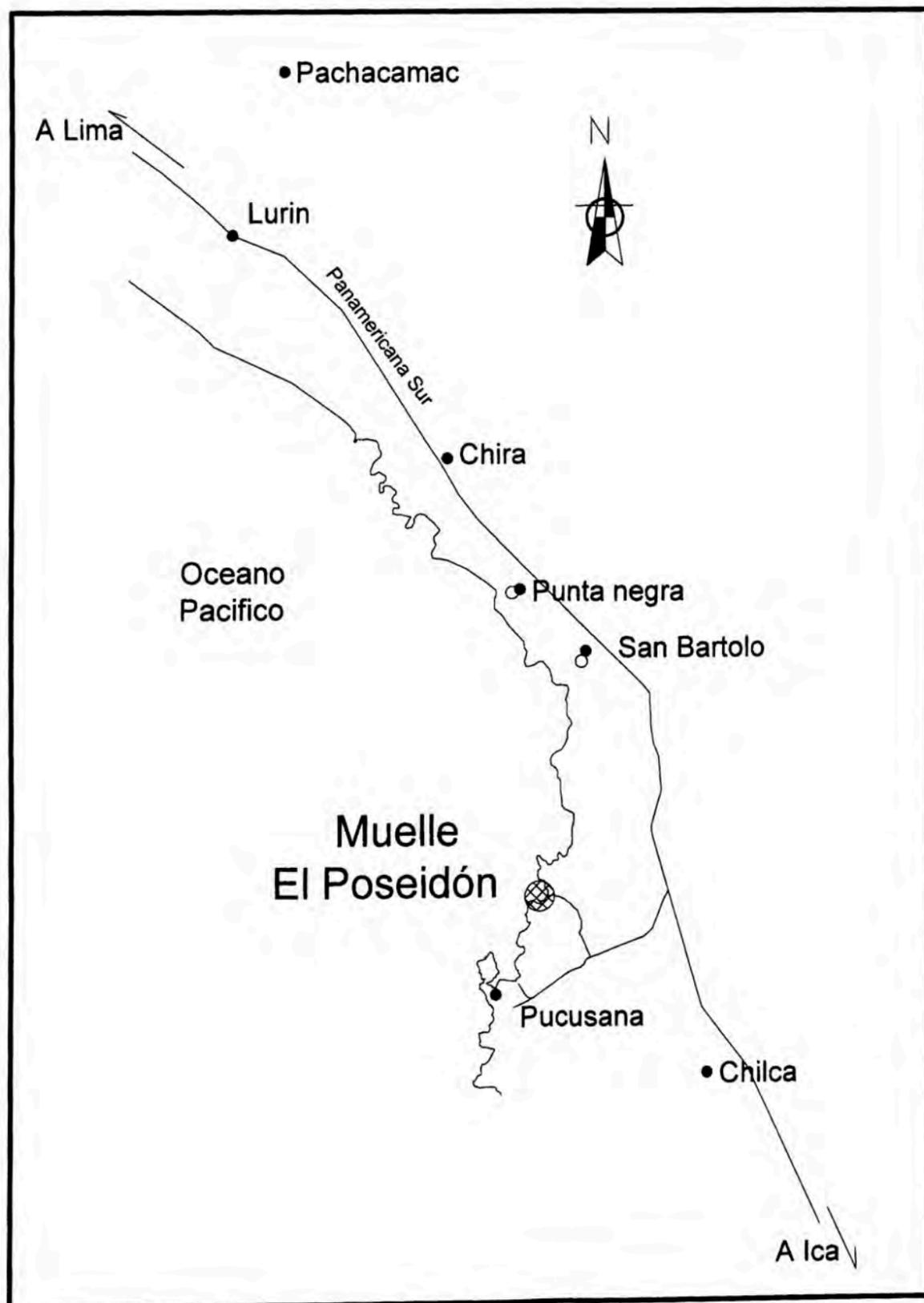
- Conocer el tipo de proyecto portuario para el cual se quieren hacer los estudios hidro-oceanográficos. Cada proyecto tiene sus características y parámetros requeridos de los estudios para poder hacer su diseño.
- Del mismo modo antes de iniciar todo estudio hidro-oceanográfico se debe de tener en cuenta todos los datos técnicos necesarios como son las tablas de mareas, planos portulanos, etc.
- De los estudios realizados y el cálculo de la ola de diseño se recomienda que la longitud promedio del muelle no sea menor de 80 metros y la dirección del cabezo debe de ser sur-oeste.
- El posicionamiento de sondajes para su mejor precisión debe efectuarse por métodos de posicionamiento electro-óptico y registros computarizados para el sistema de plotter automatizado y la investigación submarina con un ecosonda de registro continuo y de alta resolución acústico de sonido a fin de analizar las condiciones físicas de la superficie del suelo submarino.
- También se recomienda la precisión en los estudios de mareas a fin de determinar las referencias del nivel medio del mar (N.M.M) para la topografía y el nivel de reducción de sondajes (N.M.B.S.O) para los sondeos, como también determinar las máximas y mínimas mareas de la zona y otras anomalías u estudios especiales complementarios, cuyos resultados también servirán para el proyectista de obras civiles portuarias, cuantificar y analizar los proyectos de diseño definitivo, estructuras, canal de ingreso, dragado, etc.

## BIBLOGRAFIA

- FUENTES ORTIZ CÉSAR, "INGENIERIA PORTUARIA", Coper Editores, Lima, 2001.
- KUROIWA JULIO, "TSUNAMIS", Editorial Undha/Gueneva, Lima, 1994
- REGLAMENTO DE CAPITANIAS Y DE LAS ACTIVIDADES MARITIMAS FLUVIALES Y LACUSTRES, Dirección de Hidrografía y Navegación, Callao, 2002
- YOUNG BAZO, EDUARDO; "PUERTOS"; Escuela Nacional de Ingenieros; Lima, 1950.
- HUAYTALLA CORDOVA, SILVIA CECILIA; "ESTUDIOS HIDRO-OCEANOGRÁFICOS PARA EL DISEÑO DE UN MUELLE PARA MINERALES-BAYOVAR-PIURA"; Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, 2001.
- CHAPARRO MENDEZ, JOSE ALEX; "CIMENTACION DE UN MUELLE EN FONDO ROCOSO"; Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 1989.

## PLANOS

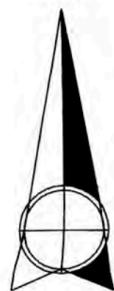
1.- PLANO DE UBICACIÓN	U-01
2.- PLANO BATIMETRICO	B-01
3.- PERFIL PLANO BATIMETRICO	B-02
4.- PLANO DE REFRACCION DE OLAS	R-01
5.- PLANO DE CORRIENTES	C-01



PROYECTO: ESTUDIOS HIDRO-OCEANOGRAFICOS			
MUELLE "EL POSEIDON"			
UBICACION: Playa Lobo Varado - Distrito de Pucusana Prov. de Lima - Dpto. de Lima			LAMINA N°:
PLANO: PLANO DE UBICACION			U-01
ESPECIALISTA: BACHILLER PASCACIO VALLE ELVIS			
REVISADO:	DIBUJO: E.P.V	ESCALA: 1/75	FECHA: DICIEMBRE 2007

OCEANO PACIFICO

N.M.



8621,400 N

LINEA PARALELA A LA L.M.M  
250 M.

AREA: 139,494.55 M2  
PERIMETRO: 2,252.45ML

LOBO VARADO

LINEA PARALELA A LA L.M.M  
50 M.

CURVAS BATIMETRICAS

8621,200 N

MUELLE

LINEA DE LA MAS ALTA MAREA

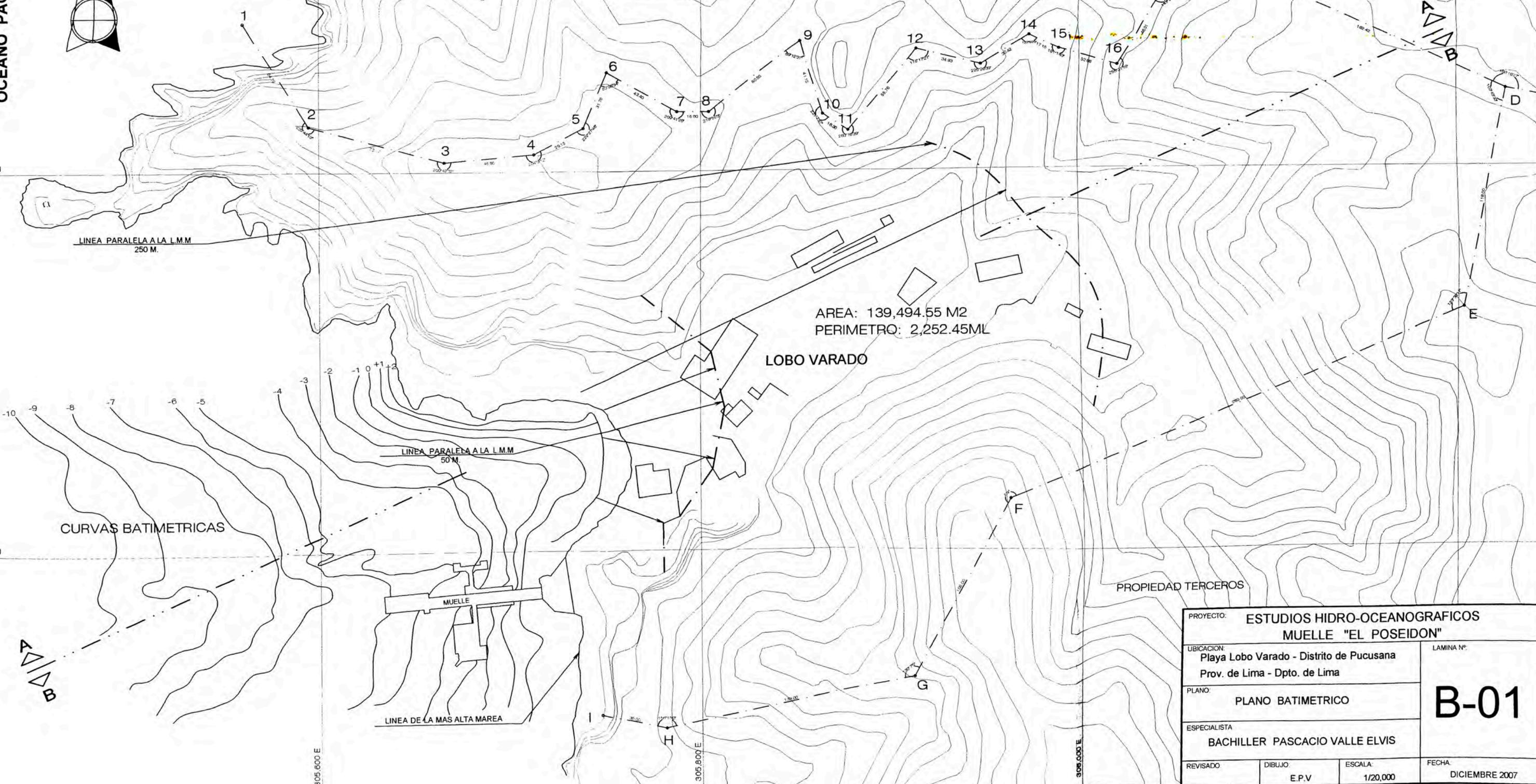
PROPIEDAD TERCEROS

PROYECTO: ESTUDIOS HIDRO-OCEANOGRAFICOS MUELLE "EL POSEIDON"			
UBICACION: Playa Lobo Varado - Distrito de Pucusana Prov. de Lima - Dpto. de Lima			LAMINA N°:
PLANO: PLANO BATIMETRICO			<b>B-01</b>
ESPECIALISTA BACHILLER PASCACIO VALLE ELVIS			
REVISADO	DIBUJO: E.P.V	ESCALA: 1/20,000	FECHA: DICIEMBRE 2007

305,600 E

305,800 E

305,000 E





OCEANO PACIFICO

N.M.



8621,400 N

250,0m

200,0m

110,0

80,0m

60,0m

20,0m

40,0m

CRESTAS DE LAS OLAS

ORTOGONALES A LAS OLAS

321,200 N

250,0m

200,0m

ORTOGONALES A LAS OLAS

110,0m

80,0m

60,0m

40,0m

20,0m

LOBO VARADO

CRESTAS DE LAS OLAS

MUELLE

305,200 E

305,400 E

305,600 E

305,800 E

PROYECTO: ESTUDIOS HIDRO-OCEANOGRAFICOS  
MUELLE "EL POSEIDON"

UBICACION:  
Playa Lobo Varado - Distrito de Pucusana  
Prov. de Lima - Dpto. de Lima

LAMINA N°:

PLANO:  
REFRACCION DE OLAS

R-01

ESPECIALISTA:  
BACHILLER PASCACIO VALLE ELVIS

REVISADO:

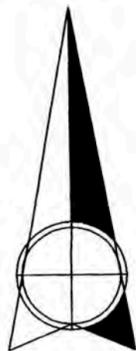
DIBUJO:  
E.P.V

ESCALA:  
1/25,000

FECHA:  
DICIEMBRE 2007

8'621,300 N

N.M.



8'621,200 N

LEYENDA

CORRIENTE SUPERFICIAL



CORRIENTE SUB-SUPERFICIAL



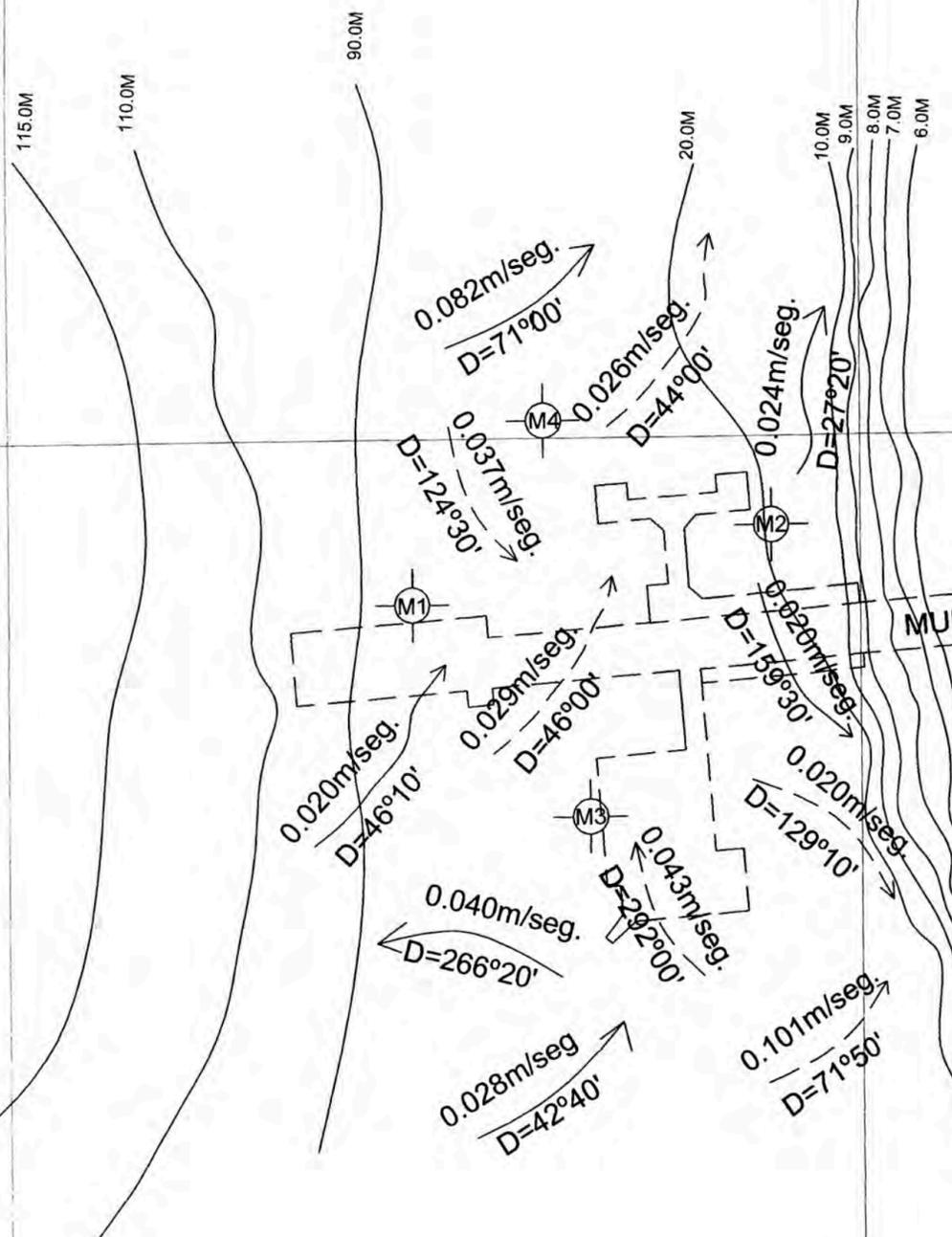
MUESTRAS DE FONDO



8'621,100 N

305,600 E

305,700 E



305,800 E

133.00

PROYECTO: ESTUDIOS HIDRO-OCEANOGRAFICOS MUELLE "EL POSEIDON"			
UBICACION: Playa Lobo Varado - Distrito de Pucusana Prov. de Lima - Dpto. de Lima			LAMINA N°:
PLANO: CORRIENTES SUPERFICIALES Y SUB-SUPERFICIALES			<b>C-01</b>
ESPECIALISTA: BACHILLER PASCACIO VALLE ELVIS			
REVISADO:	DIBUJO: E.P.V	ESCALA: 1/500	FECHA: DICIEMBRE 2007

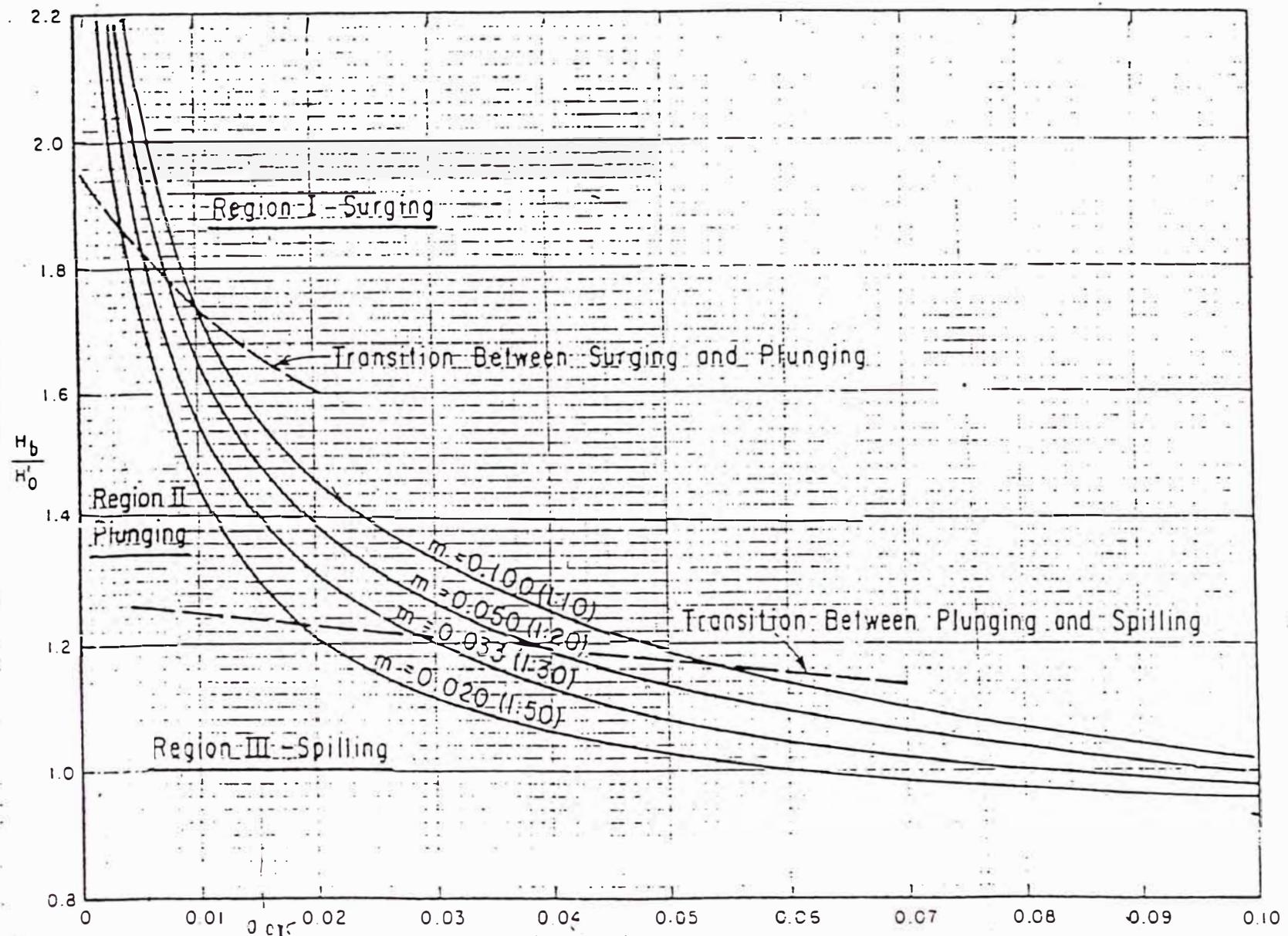
## ANEXOS

- 1.- TRIANGULACION PARA CONTROL HORIZONTAL.
- 2.- POLIGONAL TOPOGRAFICA CALETA LOBO VARADO.
- 3.- CROQUIS REPLANTEO DE OBRA.
- 4.- ANGULOS Y DISTANCIAS CALETA LOBO VARADO.
- 5.- ANGULOS Y DISTANCIAS DEL MUELLE PROYECTADO.
- 6.- CONTROL HORIZONTAL.
- 7.- CROQUIS DE UBICACIÓN DE REFERENCIAS DE LA LÍNEA DE ALTA MAREA CALETA LOBO VARADO.
- 8.- BATIMETRIA: REDUCCION DE SONDAJES.

# SAILING DIRECTIONS FOR SOUTH AMERICA

## PERIODO 14 SEG

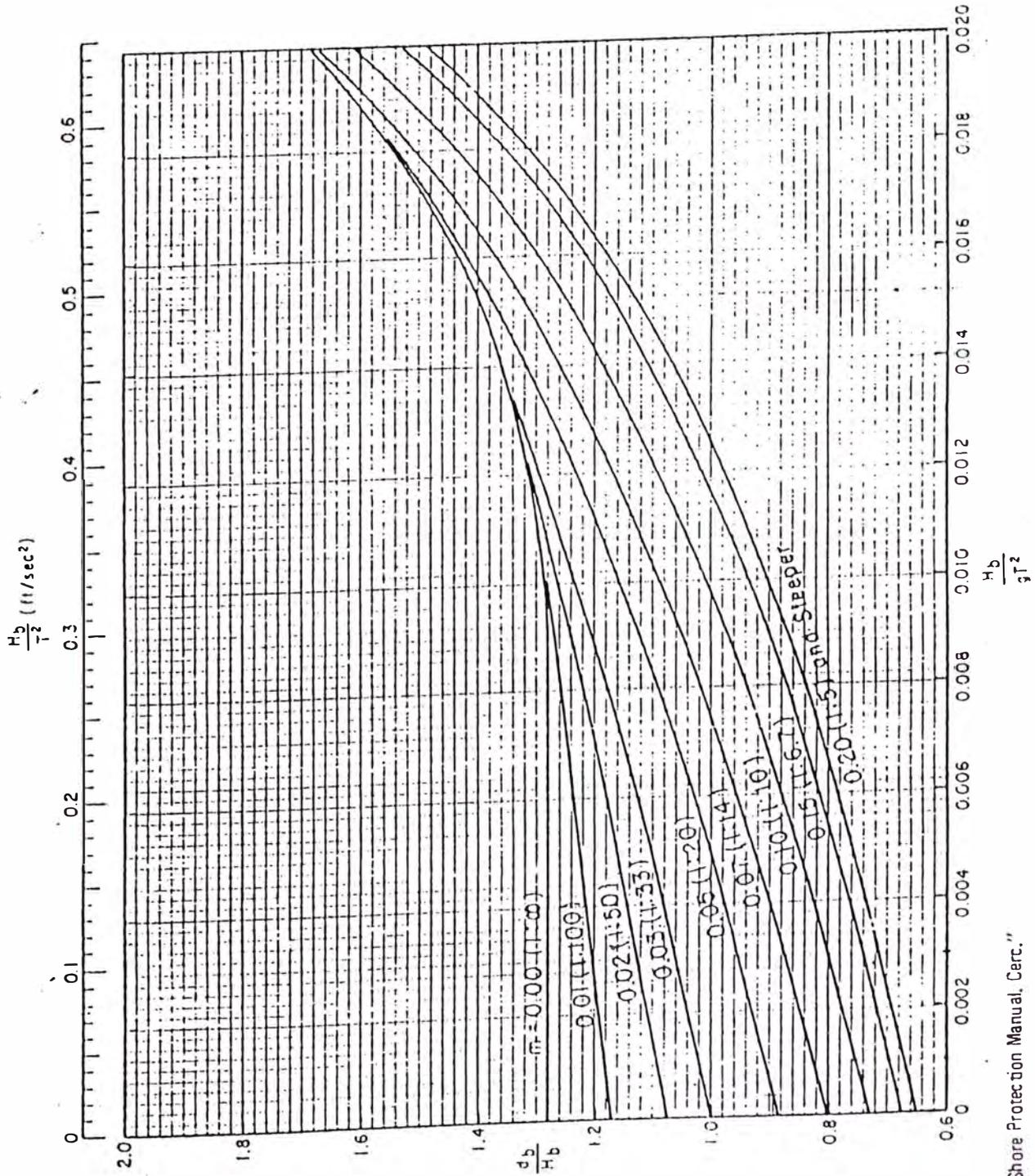
"d" Profundidad (mt)	d/Lo	Ks	Tanhr 2Pld/L	C1/C2	C2/C1
1	0.0035	1.8730	0.1435	1.399	0.715
2	0.0065	1.5890	0.2007	1.224	0.817
3	0.0098	1.4420	0.2456	1.156	0.865
4	0.0131	1.3477	0.2839	1.111	0.900
5	0.0164	1.2812	0.3154	1.089	0.918
6	0.0196	1.2316	0.3436	1.077	0.928
7	0.0229	1.1902	0.3702	1.066	0.938
8	0.0262	1.1572	0.3946	1.055	0.947
9	0.0294	1.1298	0.4165	1.051	0.952
10	0.0327	1.1061	0.4376	1.046	0.956
11	0.0360	1.0860	0.4577	1.040	0.962
12	0.0392	1.0680	0.4758	1.038	0.964
13	0.0425	1.0525	0.4938	1.034	0.967
14	0.0458	1.0388	0.5106	1.032	0.969
15	0.0491	1.0257	0.5268	1.028	0.972
16	0.0523	1.0151	0.5417	1.027	0.974
17	0.0556	1.0052	0.5564	1.026	0.975
18	0.0589	0.9961	0.5707	1.023	0.978
19	0.0621	0.9881	0.5838	1.023	0.978
20	0.0654	0.9806	0.5970	1.021	0.979
21	0.0687	0.9738	0.6095	1.020	0.980
22	0.0620	0.9676	0.6217	1.018	0.982
23	0.0752	0.9621	0.6331	1.018	0.982
24	0.0785	0.9569	0.6444	1.017	0.984
25	0.0818	0.9523	0.6552	1.016	0.985
26	0.0850	0.9481	0.6655	1.015	0.985
27	0.0883	0.9441	0.6756	1.015	0.985
28	0.0916	0.9405	0.6856	1.013	0.987
29	0.0948	0.9373	0.6947	1.014	0.987
30	0.0981	0.9343	0.7042	1.110	0.901
40	0.1308	0.9167	0.7820	1.075	0.934
50	0.1635	0.9130	0.8404	1.052	0.951
60	0.1962	0.9172	0.8841	1.037	0.964
70	0.2289	0.9258	0.9169	1.026	0.974
80	0.2616	0.9362	0.9410	1.002	0.998
90	0.2943	0.9470	0.9427	1.030	0.971
100	0.3271	0.9574	0.9713	1.029	0.972
200	0.6541	0.9981	0.9994	1.001	0.999
300	0.9812	0.9999	1.0000		



NOTA: Referencia "Shore Protection Manual. Cerc."

$$\frac{H_0}{L_0} = \frac{H_0'}{5.12T^2} \quad (H_0' \text{ in ft, } T \text{ in sec})$$

Breaker Height Index Versus Deep Water Wave Steepness

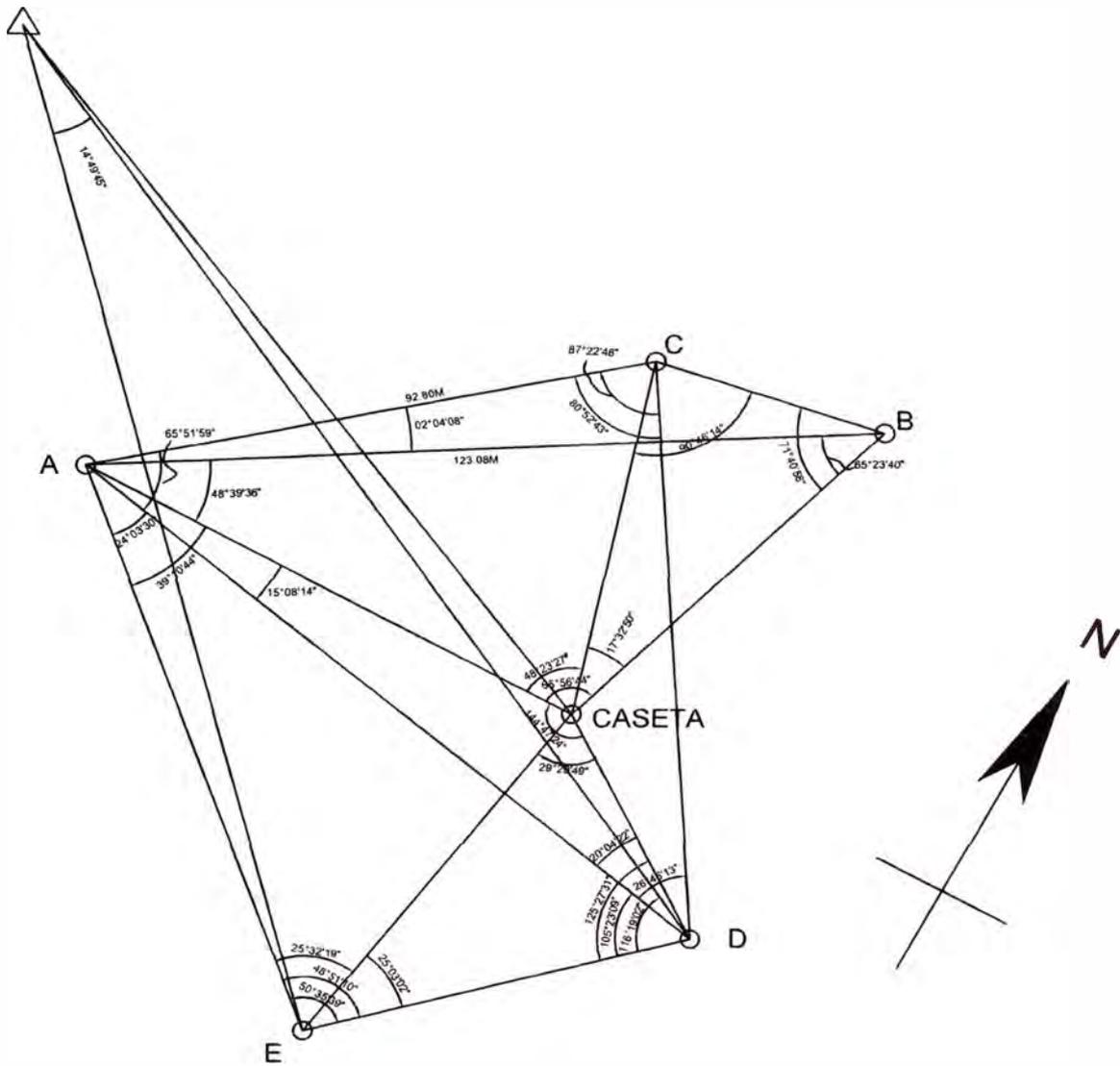


NOTA: Referencia "Shore Protection Manual, Cerc."

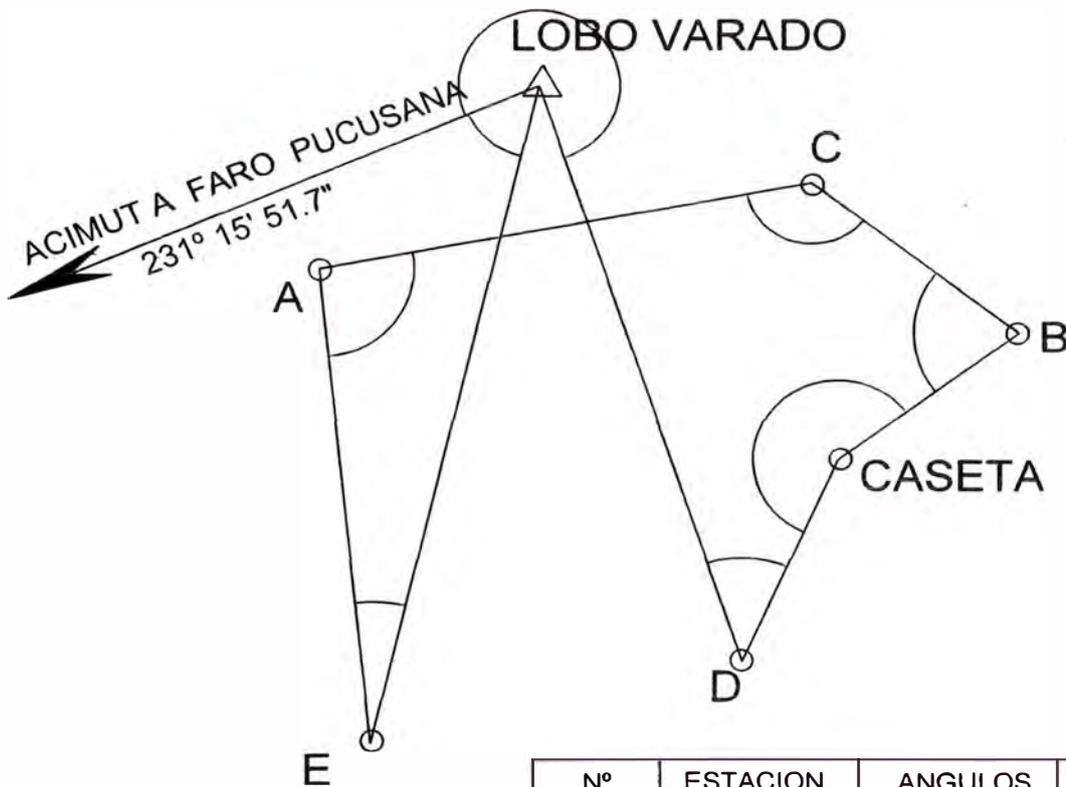
Dimensionless Depth of Breaking Versus Breaker Steepness

TRIANGULACION PARA CONTROL  
HORIZONTAL-CALETA  
LOBO VARADO (PUCUSANA)

LOBO VARADO

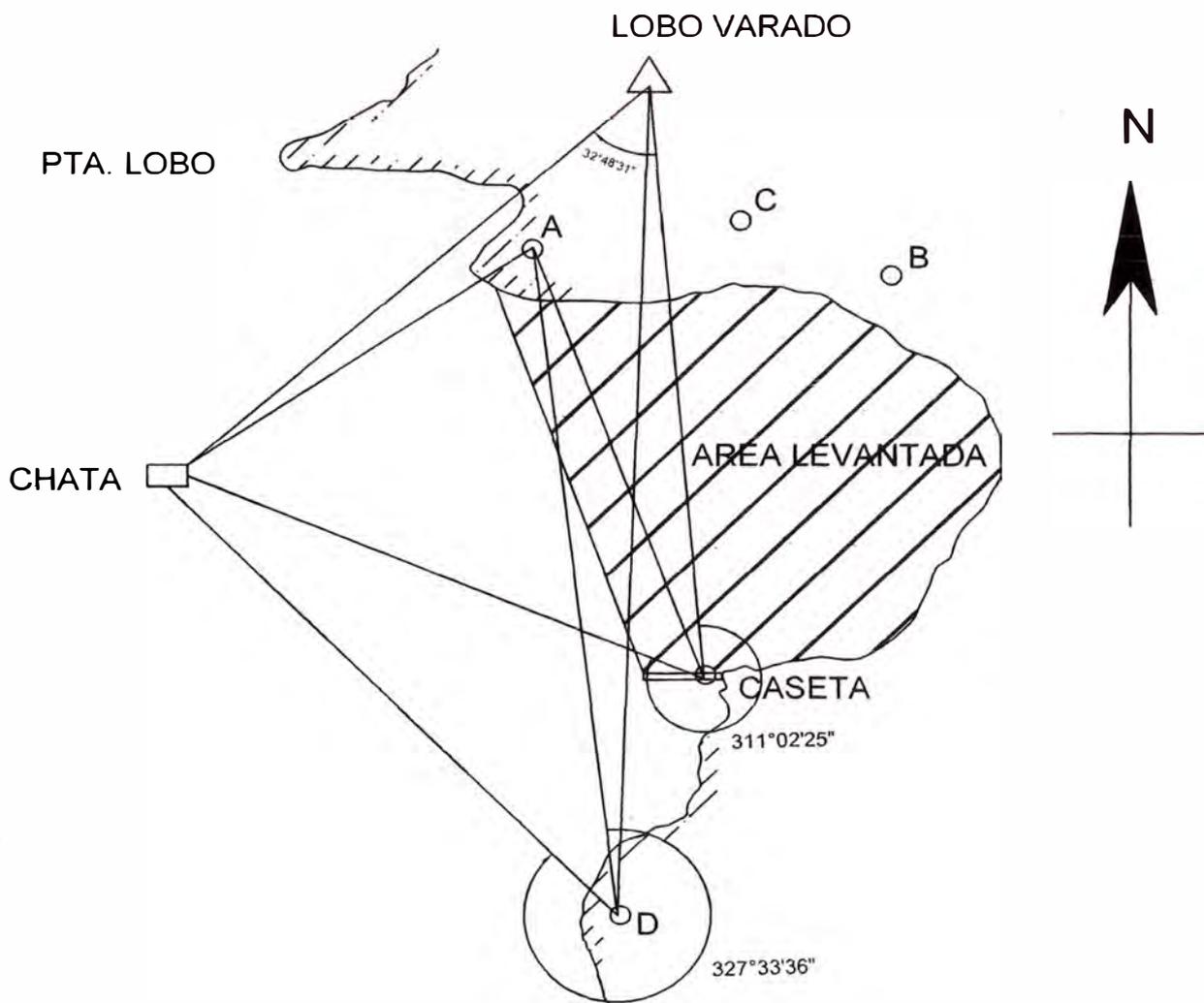


POLIGONAL TOPOGRAFICA  
CALETA LOBO VARADO  
(PUCUSANA)

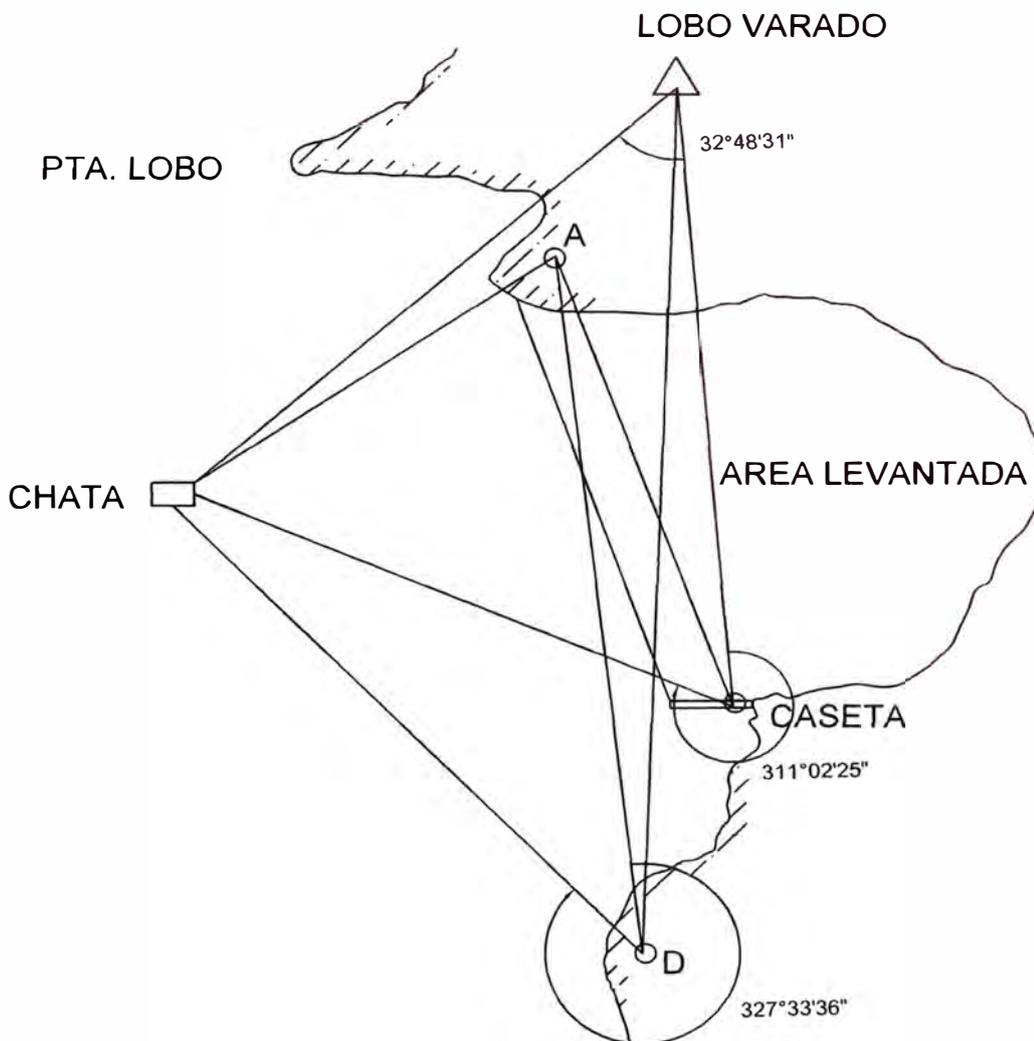


Nº	ESTACION	ANGULOS	DISTANCIAS
1	LOBO VARADO	$292^{\circ} 53' 01''$	318.937
2	D	$009^{\circ} 04' 55''$	93.238
3	CASETA	$210^{\circ} 44' 08''$	101.159
4	B	$071^{\circ} 40' 56''$	30.490
5	C	$171^{\circ} 39' 31''$	92.800
6	A	$089^{\circ} 54' 34''$	256.731
7	E	$001^{\circ} 43' 59''$	379.701
8	LOBO VARADO	$052^{\circ} 16' 48''$	

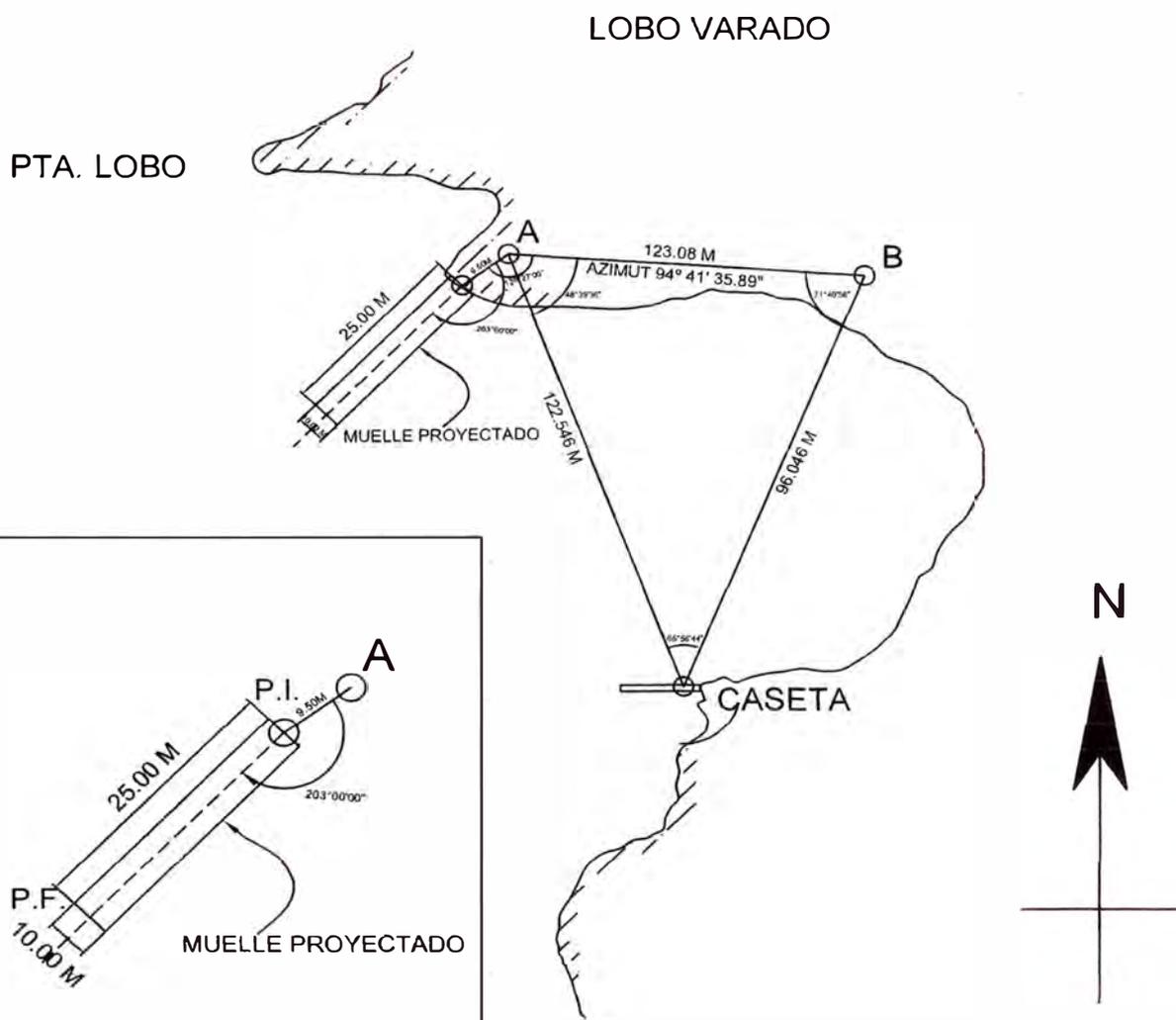
# CROQUIS DE REPLANTEO DEL AREA DE TRABAJO



ANGULOS Y DISTANCIAS  
UBICACION CHATA  
CALETA LOBO VARADO  
(PUCUSANA)

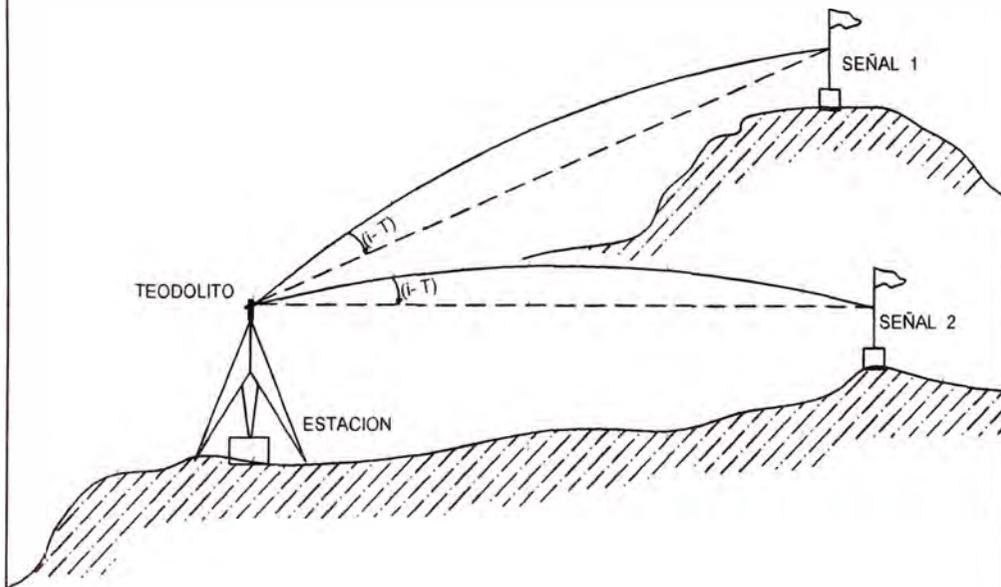


# ANGULOS Y DISTANCIAS DEL MUELLE PROYECTADO

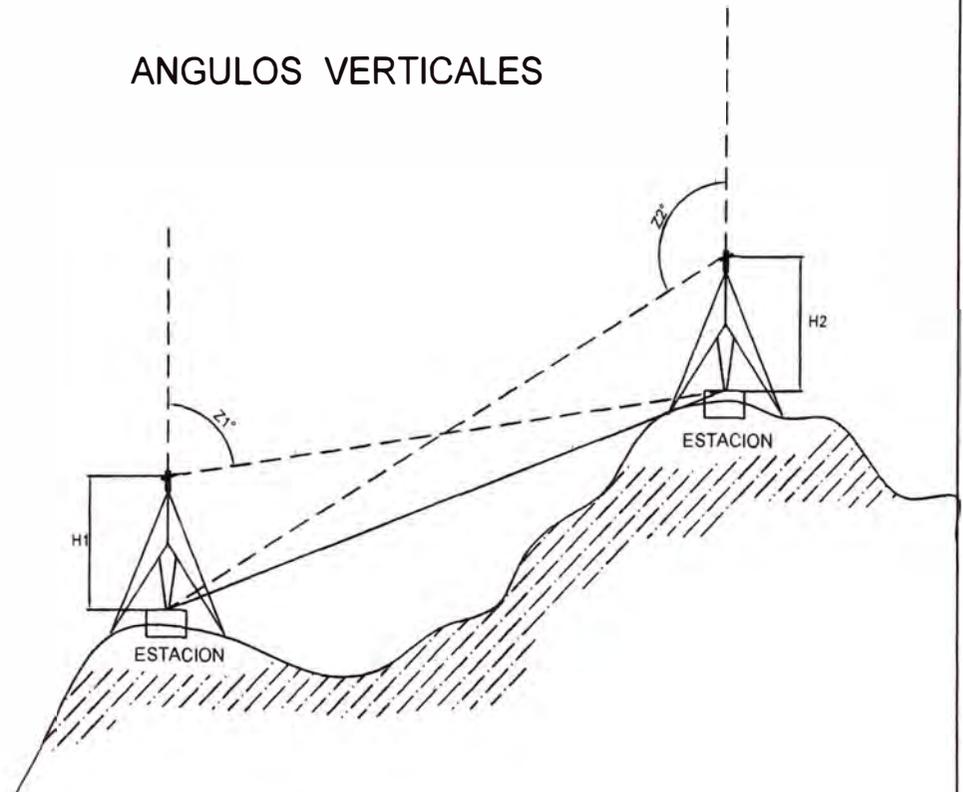


# CONTROL HORIZONTAL

## ANGULOS HORIZONTALES

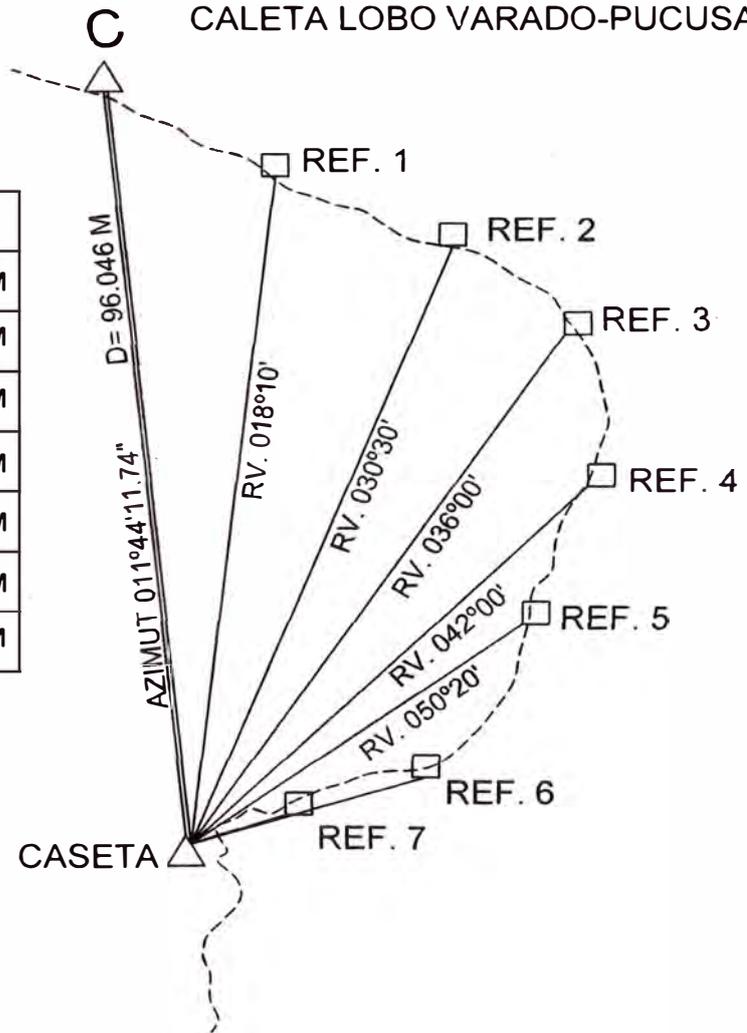


## ANGULOS VERTICALES



CROQUIS  
UBICACION DE REFERENCIAS  
DE LA LINEA DE ALTA MAREA  
CALETA LOBO VARADO-PUCUSANA

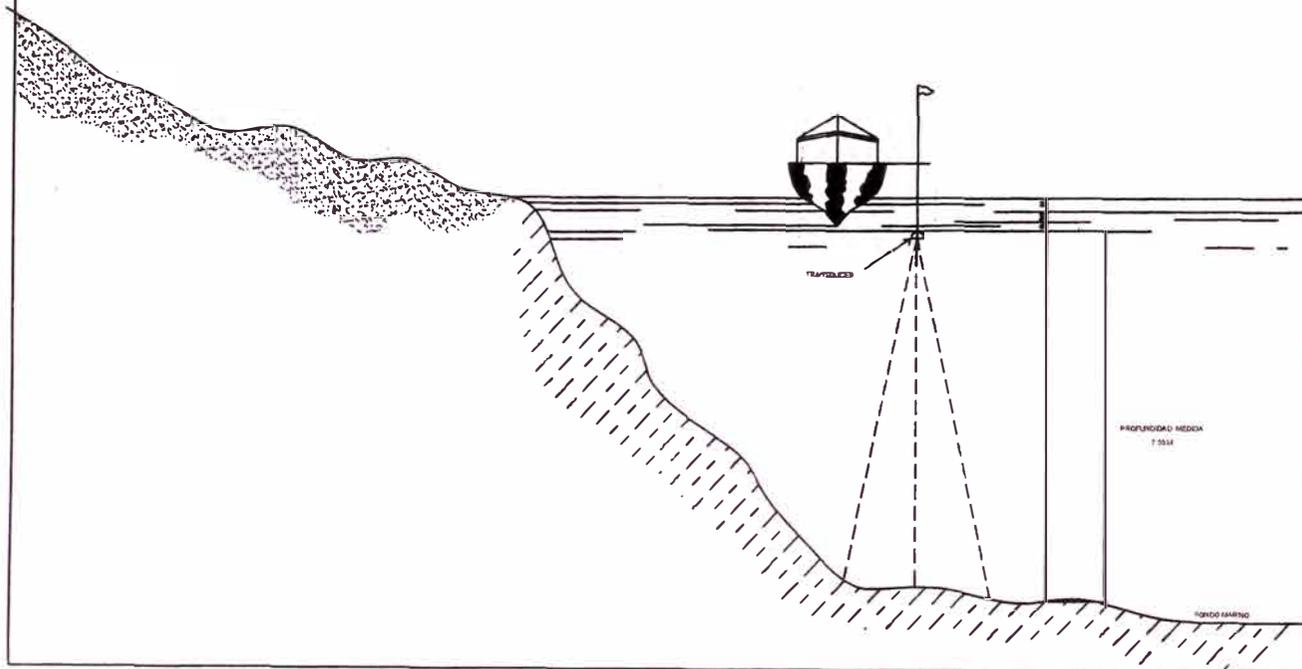
EST.	PUNTO VISADO	R.V.	ANGULO NOR.	DIST.
CASETA	R-1	018°10'	006°10'	90.5 M
	R-2	030°30'	018°35'	84.0 M
	R-3	036°00'	023°54'	80.0 M
	R-4	042°00'	030°30'	64.2 M
	R-5	050°20'	039°00'	46.2 M
	R-6	048°19'	036°29'	26.0 M
	R-7	061°38'	045°00'	14.0 M



# BATIIMETRIA

## 1.- REDUCCION DE SONDAJES

## 2.- CALCULO PARA DETERMINAR LA PROFUNDIDAD DEL MAR



PROFUNDIDAD REGISTRADA	7.50 M
+ CORRECCION POR INMERSION DEL TRANSDUCER	0.50 M
PROFUNDIDAD TOTAL	8.00 M

---

- CORRECCION POR MAREA	0.81 M
------------------------	--------

---

SONDAJE CORRECTO	7.19 M
------------------	--------