

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



**DISEÑO DEL NUEVO MUELLE DEL TERMINAL PORTUARIO
SALAVERRY CON CIMENTACIÓN DE PILOTES DE ACERO**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

CESAR ANDRES GARCÍA HOWELL

Lima- Perú

2011

Dedicado a todas las personas que pusieron su confianza en mí, a mi padre David, a mi hermano Ricardo y en especial a mi madre Betty por su apoyo incondicional.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
LISTA DE CUADROS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	8
1.1 UBICACIÓN.....	8
1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	10
1.3 ANTECEDENTES.....	10
1.3.1 Diagnóstico de la situación actual.....	10
CAPÍTULO II: ESTUDIOS BÁSICOS.....	14
2.1 ESTUDIO DE BATIMETRÍA.....	14
2.2 ESTUDIO DE OCEANOGRAFÍA.....	14
2.2.1 Olas.....	14
2.2.2 Vientos.....	19
2.3 ESTUDIO DE SUELOS.....	20
CAPÍTULO III: DISEÑO DEL MUELLE.....	22
3.1 CRITERIOS DE DISEÑO.....	22
3.1.1 Nave de diseño.....	23
3.1.2 Cargas de diseño.....	23
3.1.3 Elementos de la superestructura.....	25
3.1.4 Elementos de la infraestructura.....	26
3.2 CALCULO ESTRUCTURAL.....	28
3.3 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO.....	32
3.3.1 Losa.....	32
3.3.2 Vigas.....	33
3.4 DISEÑO DE LOS PILOTES DE ACERO.....	37
CAPÍTULO VI: EXPEDIENTE TÉCNICO.....	41
4.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.....	41

4.2	METRADOS.....	44
4.3	PRESUPUESTO	45
4.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	46
4.5	PLANOS	56

RESUMEN

El Puerto de Salaverry (Terminal Portuario Salaverry) se encuentra bajo la administración de ENAPU (Empresa Nacional de Puertos) brindando servicio a la ciudad de Trujillo así como a los vecinos departamentos de Ancash, Lambayeque y Cajamarca.

Dicho puerto se encuentra ubicado a 258 millas náuticas al norte del Callao. La cercana ubicación con la ciudad de Trujillo (12 Km.) y con la Carretera Panamericana (8 Km.), le otorga un fácil acceso al puerto, beneficiando a los embarcadores y consignatarios, principalmente de harina de pescado, fertilizantes, concentrado de mineral, arroz y azúcar, productos que se encuentran dentro de su área de influencia.

Actualmente el Puerto de Salaverry no tiene la infraestructura ni equipamiento para atender a 60,000 FEU. En tal sentido se tiene la necesidad de proyectar un nuevo terminal de contenedores con amarraderos que permitan el atraque de naves de mayor tamaño y calado tales como las Panamax (1000 TEU). Para atender esta demanda creciente de contenedores se plantea la conformación de un nuevo muelle, capaz de poder recibir a naves del tipo Panamax. Este muelle tendrá una longitud de 330m y un ancho de 60m.

El muelle está conformado por dos tipos de estructuras, una primera estructura cimentada sobre un relleno de coraza sobre el cual irá una sub-base y luego una base, para finalmente ir un juego de adoquines. La segunda estructura estará cimentada sobre pilotes tubulares de acero de $\varnothing = 1.00\text{m}$ (infraestructura), sobre los pilotes irán las vigas y losa de concreto armado (superestructura).

Las dimensiones de los elementos estructurales son las siguientes:

Losa:	$e = 0.30\text{m}$ $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Viga longitudinal:	$b = 0.80\text{m}$ peralte = 0.8m $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Viga transversal:	$b = 0.80\text{m}$ peralte = 0.8m $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Viga carril:	$b = 0.80\text{m}$ peralte = 1.0m $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Viga borde:	$b = 0.80\text{m}$ peralte = 1.10m $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Se utilizará un total de 396 pilotes de una profundidad de 23m, de los cuales irán empotrados 6m. Para el hincado de los pilotes se usa un martillo Delmag Diesel 22.

El presupuesto de la obra asciende a un monto de: S./ 30,149,462.0

LISTA DE CUADROS

Cuadro N 1.1 : Detalle de Amarraderos	13
Cuadro N 2.2 : Distribución de olas swell	15
Cuadro N 2.3 : Valores de Kr	17
Cuadro N 2.4 : Calculo de Kd	18
Cuadro N 2.5 : Calculo de H	19
Cuadro N 2.6 : Valores representativos del ángulo de fricción interna	20
Cuadro N 2.7 : Valores referenciales de la cohesión (c)	20
Cuadro N 2.8 : Valores considerados para capacidad portante	21
Cuadro N 3.9 : Características de la nave tipo Panamax	23
Cuadro N 3.10 : Resumen de momentos y flexión	32
Cuadro N 3.11 : Parámetros de la cimentación	38
Cuadro N 3.12 : Tipos de martillo	40

LISTA DE FIGURAS

Figura N 1.1 : Ubicación general	8
Figura N 1.2 : Ubicación regional	9
Figura N 1.3 : Vista Panorámica del Puerto	9
Figura N 1.4 : Mapa de la zona	11
Figura N 1.5 : Vista del Muelle 1	12
Figura N 1.6 - Vista del Muelle 2	13
Figura N 3.7 : Valores de K	27
Figura N 3.8 : Sección típica del muelle	28
Figura N 3.9 : Vista de la estructura en 3D	29
Figura N 3.10 : Vista en planta de la estructura	29
Figura N 3.11 : Momento y Flexión de viga longitudinal	30
Figura N 3.12 : Momento y Flexión de viga transversal	30
Figura N 3.13 : Momento y Flexión de viga carril	31
Figura N 3.14 : Momento y carga puntual de los pilotes de acero	31
Figura N 3.15 : Tren de carga introducido al sap	36

INTRODUCCIÓN

En el presente informe se analizará el diseño de un nuevo muelle en el Terminal Portuario de Salaverry, con el cual el Puerto estará habilitado para la recepción de naves del tipo Panamax, con lo cual se garantiza el movimiento de más de 60,000 contenedores.

Este nuevo muelle tendrá una longitud de 300m, distancia necesaria para poder dar el servicio de atraque a la nave. A su vez el muelle tendrá 60m de ancho, en donde los primeros 30m, será para el flujo de contenedores y los otros 30m para el movimiento de las grúas pórtico.

El informe está conformado en 4 capítulos los cuales son:

Capítulo I: Generalidades, se describen los aspectos generales del proyecto, tales como ubicación, la descripción del proyecto y un pequeño párrafo de antecedentes del proyecto.

Capítulo II: Estudios Básicos, se menciona los tres estudios básicos necesarios para la elaboración del informe, tales como:

Estudio de Batimetría, el cual es necesario para saber la cantidad de dragado en el puerto. Estudio de Oceanografía, el cual es necesario para el cálculo de refracción y difracción para asegurar la operación del nuevo muelle. Estudio de Suelos, el cual es importante para saber los parámetros físicos del suelo en donde se cimentará el nuevo muelle.

Capítulo III: Diseño del nuevo muelle, se muestran los criterios de diseño necesarios a emplear en los cálculos de diseño del muelle. Teniendo definido los criterios de diseño, se analiza los resultados obtenidos en el modelamiento realizado en el programa SAP2000, obteniendo los dimensionamientos de los elementos estructurales que conforman el muelle.

Capítulo IV: Expediente técnico, se muestran los documentos necesarios para la elaboración de un expediente técnico, los cuales se basan en los resultados del cálculo estructural.

En este capítulo se podrá encontrar:

Proceso constructivo.

Especificaciones técnicas.

Presupuesto.

Planos de diseño.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 UBICACIÓN

El Terminal Portuario de Salaverry (TPS), se encuentra en:

- Región : La Libertad
- Provincia : Trujillo
- Distrito : Salaverry
- Longitud : 78 Grados 59 Minutos 52 Segundos Oeste
- Altitud : 08 Grados 13 Minutos 27 Segundos Sur

En la figura 1.1 se aprecia la ubicación general del Terminal.

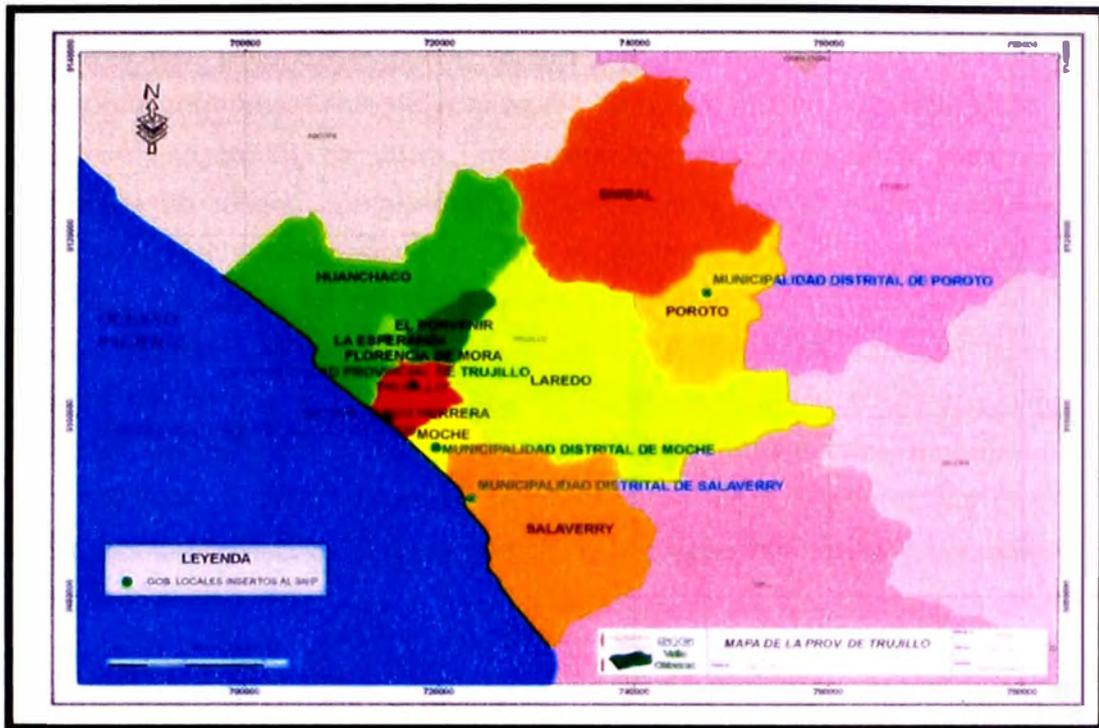
Figura N 1.1 : Ubicación general



Fuente: <http://www.go2inkas.com/es/info/trujillo>

En la figura 1.2 se aprecia la ubicación general del Terminal, y en la figura 1.3 se tiene una vista panorámica del Puerto.

Figura N 1.2 : Ubicación regional



Fuente: <http://www.go2inkas.com/es/info/trujillo>

Figura N 1.3 : Vista Panorámica del Puerto



Fuente: imagen satelital google earth

1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El Proyecto del “Diseño del nuevo muelle del Terminal Portuario Salaverry”, ubicado en la zona adyacente del rompeolas. El nuevo muelle tendrá un largo de 300 metros y un ancho de 60 m, esta cimentado los primeros 30 metros de ancho sobre un relleno conformado por bolonería y los 30 metros restantes estarán cimentados en pilotes de 1.0m de diámetro de acero de 23 m. de profundidad, los cuales 6m estarán empotrados en la roca.

El muelle estará conformado por una losa de 0.30 m. de espesor, la cual transmitirá las cargas a las vigas transversales de 0.8m x 0.8m. Las vigas transmitirán las cargas a los pilotes. Las vigas longitudinales tendrán una sección de 0.8m x 0.8m. También se tiene a las vigas carrileras las cuales permiten el movimiento de la grúa pórtico, estas vigas tendrán una sección de 0.8 x 1.0m.

Con la construcción del nuevo muelle, el Terminal Portuario estará habilitado para recibir naves del tipo Panamax.

1.3 ANTECEDENTES

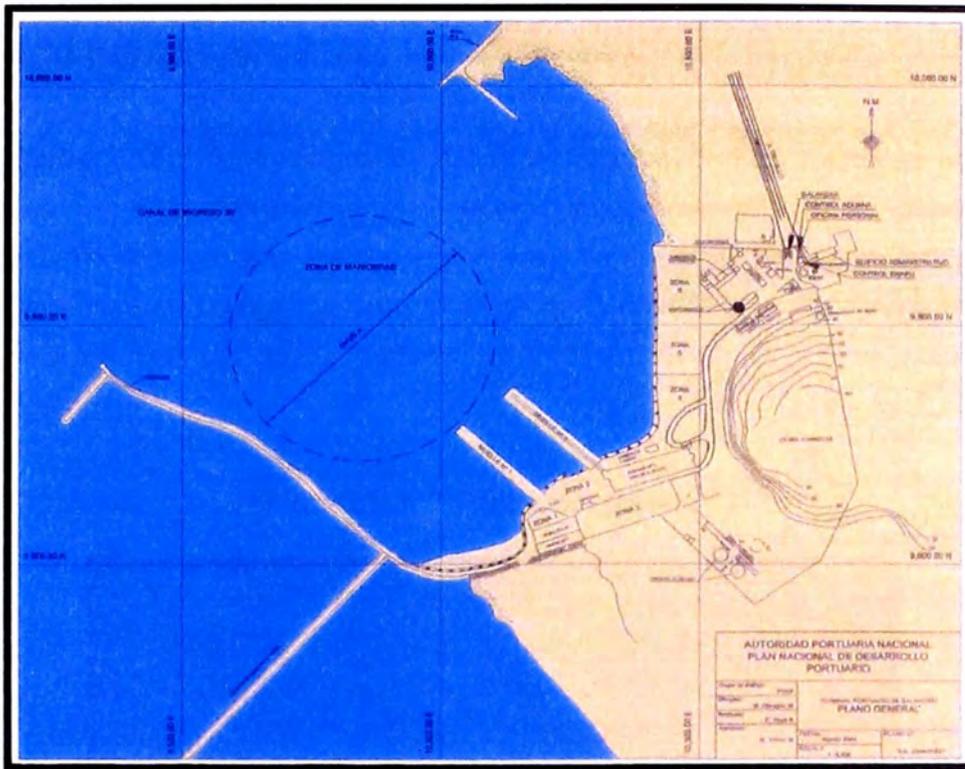
1.3.1 Diagnóstico de la situación actual

a) Área de influencia del proyecto

El Terminal Portuario Salaverry (TPS) actualmente se encuentra bajo la administración de ENAPU (Empresa Nacional de Puertos) brindando servicio a la ciudad de Trujillo así como a los vecinos departamentos de Ancash, Lambayeque y Cajamarca.

El puerto de Salaverry (TPS) se encuentra ubicado a 258 millas náuticas al norte del Callao. Su cercana ubicación con la ciudad de Trujillo (12 Km.) y con la carretera Panamericana (8 Km.), le otorga un fácil acceso al puerto, beneficiando a los embarcadores y consignatarios, principalmente de harina de pescado, fertilizantes, concentrado de mineral, arroz y azúcar, productos que se encuentran dentro de su área de influencia. En la figura 1.4 se aprecia el mapa de la zona del proyecto.

Figura N 1.4 : Mapa de la zona



Fuente: <http://www.munitrujillo.gob.pe/>

Salaverry es un puerto artificial del tipo "puerto muelle", constantemente expuesto a la presencia de oleajes del sur o sur-oeste.. El arenado en el Puerto es frecuente por lo que el dragado se realiza permanentemente.

La plataforma del muelle es de concreto armado con un espesor de 25 cm., que conjuntamente a un sistema de vigas nervadas en ambos sentidos que se apoyan sobre vigas transversales y longitudinales, y el sistema de pilotes forman la estructura del muelle.

El canal de acceso tiene 150 m de ancho con un calado oficial de 32' 00" (SW). Navas con mayor calado, pueden atracar al puerto con seguridad solamente durante la pleamar, con un rango de marea entre 2.5 y 3.0 pies.

b) Restricciones actuales del puerto

Las restricciones oficiales de los muelles son: Eslora máx. 200 m/calado máx. 32'00" (swd); navas con mayor calado hasta 32'06" (swd) pueden atracar previa coordinación con los prácticos y la administración del puerto.

c) Infraestructura actual del Puerto

Consta de 2 muelles de concreto, que son de atraque directo tipo espigón:

- **Muelle 1.** Con dimensiones de 225 m de largo x 25 m de ancho, es utilizado para carga general y a granel. Concentrados de mineral también pueden ser embarcados en este muelle por medio de un ship loader de tierra. Los granos son descargados usando grúas de la nave. El muelle 1-A permanece fuera de servicio desde febrero del 2009. En la figura 1.5 se observa el muelle 1.

Figura N 1.5 : Vista del Muelle 1



Fuente: <http://www.proinversion.gob.pe>

- **Muelle 2.** Con dimensiones de 230 m de largo x 30m de ancho. Este muelle está equipado con dos (02) torres, para el embarque de azúcar a granel, a través de fajas transportadoras, desde un almacén con una capacidad de 60,000 Ton. ubicado al sur del muelle. Cada faja está diseñada para el trimado automático con una capacidad de 150 a 200 ton x hora. En la figura 1.6 se observa el muelle 2.

Figura N 1.6 - Vista del Muelle 2



Fuente: <http://www.proinversion.gob.pe>

El terminal de Salaverry contiene una serie de amarraderos los cuales se aprecia en el cuadro 1.1

Cuadro N 1.1 : Detalle de Amarraderos

AMARRADEROS	Profundidad	Longitud	Capacidad DWT
- Amarradero 1 - A	32 Pies	225 Metros	25,000 DWT
- Amarradero 1 - B	32 Pies	225 Metros	25,000 DWT
- Amarradero 2 - A	32 Pies	230 Metros	25,000 DWT
- Amarradero 2 - B	30 Pies	230 Metros	25,000 DWT

Nota: Canal de ingreso 28 pies.

CAPÍTULO II: ESTUDIOS BÁSICOS

Para realizar el diseño del muelle es necesario mencionar algunos estudios básicos los cuales son de importancia:

2.1 ESTUDIO DE BATIMETRÍA

Es necesaria la realización de un levantamiento batimétrico de la zona, fundamentalmente para poder determinar la longitud de los pilotes.

Así mismo conociendo las curvas de nivel submarinas podemos saber las limitaciones del atraque de las naves.

Para la determinación de las curvas batimétricas (curvas de nivel), necesitamos conocer tanto su ubicación como su cota; esta última se realiza mediante sondajes.

Tomaremos el plano TITU-2010-BA01 como referencia, para tomar las curvas batimétricas de la zona del Puerto de Salaverry.

En el plano se puede apreciar que la zona donde se emplazará el nuevo muelle está situada entre las batimétricas 0 hasta la 15 (pies), por se realizará trabajos de dragado para garantizar que el Puerto reciba a naves del tipo Panamax, las cuales tienen un calado de 14 m, por lo que la profundidad de diseño debe ser -16m dando un margen de seguridad.

Como el nuevo muelle estará reposando sobre un relleno conformado por enrocado, será más simple realizar los trabajos de conformación ya que la poca profundidad en esa zona permitirá un relleno más sencillo y rápido.

2.2 ESTUDIO DE OCEANOGRAFÍA

2.2.1 Olas

a) Dirección de las olas

Específicamente en el área de estudio, de acuerdo a una estadística de dirección de olas de 8,224 observaciones, en la costa norte del Perú, (información del Sailing Directions for South America) se ha determinado que el 59.2 % de las olas provienen del Sur, y un 16.2 % y 16.3 % del Suroeste y Sureste respectivamente. Sin embargo, a medida que se acercan a costa, por

efectos del fondo y/o obstáculos, como por ejemplo puntas e islas, el oleaje se reorienta o cambia de dirección, produciéndose los fenómenos de refracción y difracción respectivamente. En el cuadro 2.2 se aprecia la distribución de las olas swell.

**Cuadro N 2.2 : Distribución de olas swell
(05° a 10°)**

O	SO	S	SE	E
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1.1	16.2	1.2	16.3	1.2

b) Estudio del oleaje

El análisis del oleaje que se ha efectuado está basado en la información del Sailing Directions y de los datos del Modelo numérico Wavewacht que difunde la NOAA / NCEP a través de su página Web. El método consiste en utilizar las alturas y períodos de olas en aguas profundas. Con esta información y en base a la batimetría obtenida para la zona de interés, se proyectó el oleaje por el método de las ortogonales hasta la zona donde se ubicaría la plataforma, mediante diagramas de refracción aplicando la ley de Snell (Wiegler), efectuándose los cálculos de altura de ola, utilizando los diferentes coeficientes de refracción y de cambio de profundidad correspondiente.

Para la construcción de los diagramas de refracción del oleaje se ha tomado la dirección del Oeste, debido a que son las olas que ingresan a la zona de interés, sin sufrir procesos de difracción, lo que si ocurre con las olas del Suroeste, a pesar de ser las de mayor dominancia en la zona; las olas del Sur no ingresan al área; las olas del Noroeste, tienen relevancia cuando los sistemas de circulación en el Pacífico Sur se debilitan, logrando ingresar al área olas que provienen y se generan en el Pacífico Norte, el ingreso de este tipo de oleaje se acrecienta durante la presencia del Fenómeno El Niño.

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

$$H = K_r \times K_s \times K_d \times H_o \quad [2]$$

Donde: K_r = Coeficiente de Refracción
 K_s = Coeficiente por Cambio de Profundidad
 K_d = Coeficiente de Difracción
 H_o = Altura de ola en Aguas Profundas

De la clasificación de periodos promedios máximos $T = 14$ seg

La longitud de onda está dada por L_o en aguas profundas.

c) Oleaje en aguas profundas e intermedias

La información del Sailing Directions, da la distribución de frecuencias y frecuencias acumuladas de ocurrencia de olas "swell" en aguas profundas, para diferentes direcciones, frente al puerto de Salaverry.

Bajo la consideración de que el patrón de oleaje en aguas profundas, en la zona de interés, está gobernado por fenómenos a gran distancia (Anticiclón del Pacífico Sur), se tomaron las direcciones S y SO en aguas profundas, por ser las de mayor frecuencia de ocurrencia. Las olas provenientes de otras direcciones tienen baja frecuencia de ocurrencia, y/o por su orientación, no ingresarán a la zona de estudio.

Para la macro distribución de alturas de olas, Ocurrencia de Olas Significantes (H_s) correspondiente al registro de oleaje en el Puerto de Salaverry, en la batimétrica – 15m, desde el 01-08-76 al 30-06-80.

En el gráfico señalado anteriormente, se trazo la distribución correspondiente a la condición de aguas profundas, teniendo en consideración los coeficientes de refracción y de bajos correspondiente.

De este modo y bajo las consideraciones de que las olas son mayormente de tipo Swell en aguas profundas, se tomo la macro distribución de H , para aguas profundas, y fue aplicada en el presente estudio.

El período del oleaje considerado en el estudio para fines de diseño es de 14", que es el periodo significativo y cuya información proviene también de los registros de mediciones en el Puerto de Salaverry.

La consideración de aguas profundas está relacionada a la condición:

$$d_0 > L_0 / 2 \quad [2]$$

Cálculo

Un dato importante para la decisión entre las alternativas presentadas es el tiempo de operación del muelle, esta función a la altura de la ola que llega a los diferentes puertos del muelle, se ingresa esta altura y el dato de salida es el porcentaje de operatividad del puerto.

- Cálculo de K_R

Se ha tomado la batimetría de trabajos realizados en las zonas. En el Anexo IV, se muestran los planos. De estos se tienen los siguientes resultados:

Cuadro N 2.3 : Valores de K_R

$K_R (200\ 000)$	0.84506
$K_R (100\ 000)$	0.80319
$K_R (10\ 000)$	0.83479
$K_R (2500)$	1.00000
$K_R (TOTAL)$	0.87076

- Cálculo del K_D

En la siguiente fórmula, reemplazamos:

$$\lambda = \frac{g \times T^2}{2\pi}$$

$$\begin{array}{l} g \\ T \end{array} \begin{array}{l} 9.81 \text{ m/s}^2 \\ 14 \text{ s} \end{array} \rightarrow \lambda = 306 \text{ m}$$

Del plano, gráficamente obtenemos los siguientes datos:

H_0 (m)	L asumido	L calculado	b_0
1.80	85.65	306	45°

En el cuadro 2.4 se aprecia los resultados del cálculo de Kd.

Cuadro N 2.4 : Cálculo de Kd

	r(m)	r/Lo	α	θ	Kd.10 ²	K _D
Al medio del muelle	773.80	2.53	69	11	20.068	0.201
Al cabezo	648.80	2.12	69	18	23.510	0.235

En el Anexo I se muestra el cuadro para interpolaciones de Kd x 10² en función de (r/Lo, α, θ)

- Cálculo de K_S

Mediante iteraciones según la fórmula:

$$K_{SH} = \sqrt{\frac{1}{(\tanh Kd)(1 + \frac{2kd}{\sinh 2kd}}}} \quad [2]$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad [2]$$

Numero de ola:

$$k = \frac{2\pi}{L} \quad [2]$$

Se tiene k=

d (batimetría)	L asumido	L calculado
3.05 m	75.76 m	$\frac{(g \cdot T^2 / 2\pi) \cdot \tanh(2\pi d)}{L}$
⋮	⋮	⋮
3.05 m	75.76 m	75.76 m

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
 $T = 14 \text{ s}$
 $L \text{ calculado} = 75.76$
 $k = 0.083$
 $K_{SHOARING} = 1.4361182$

Se resume en el cuadro 2.5 los cálculos.

Cuadro N 2.5 : Calculo de H

	r(m)	r/Lo	α	θ	$K_d \cdot 10^2$	K_D	K_R	K_S	H
Al medio del muelle	773.80	2.53	69	11	20.068	0.201	0.800	1.436	0.415
Al cabezo	648.80	2.12	69	18	23.510	0.235	0.800	1.436	0.486

2.2.2 Vientos

Climatológicamente los vientos son variables ligeros, siendo las componentes más frecuentes del Suroeste a Noroeste, oscilando su velocidad media mensual multianual entre 4.2 a 5.6 nudos, en dirección Sur.

Generalmente, durante la madrugada y primeras horas de la mañana, el viento es débil con tendencia a la calma y se intensifica en horas de la tarde entre 14:00 a 20:00 horas.

Normalmente durante el verano, las aguas cálidas tropicales avanzan hacia la zona de interés y su intensificación comúnmente es llamada corriente "El Niño" por los pescadores del litoral Norte del Perú. La comunidad científica, al intensificarse aún más dicha corriente y sobrepasar su influencia hacia el Sur de Punta Aguja, la ha denominado Fenómeno de "El Niño". Este fenómeno generalmente se presenta a intervalos de 3 a 11 años, cada 3 a 5 años los de menor intensidad y de 8 a 11 años los de mayor intensidad; los fenómenos extraordinariamente intensos tienen una recurrencia mayor de 50 años. Su duración se extiende entre 6 a 12 meses y en otros casos hasta 18 meses. La ocurrencia de este fenómeno trae como consecuencia alteraciones climáticas, con aumentos de la temperatura superficial del mar y del aire, respecto de sus valores medios normales, entre 2 a 5° C y excepcionalmente mayores de 7° C; disminuye la intensidad de los vientos a ligeros variables y calmas, variando sus direcciones hacia las componentes del Oeste y Norte; asimismo, baja la Presión Atmosférica entre 2 a 5 Hectopascuales.

Condiciones de oleaje irregular son poco frecuentes, sin embargo, durante la presencia del fenómeno de "El Niño", la probabilidad de ocurrencia de oleaje irregular es mayor, especialmente proveniente del Oeste y Noroeste.

2.3 ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos es de suma importancia en el diseño del nuevo muelle, este estudio se realiza con la finalidad de obtener los parámetros del suelo, así como sus parámetros físicos y mecánicos.

Los parámetros de suelo necesario para determinar la capacidad estática de un pilote son el ángulo de fricción interna (ϕ) y la cohesión (c). Estos parámetros pueden ser obtenidos de ensayos triaxiales en muestras inalteradas.

En la tabla 2.6 y 2.7 se muestran valores representativos de ϕ y c para distintos tipos de suelo.

Cuadro N 2.6 : Valores representativos del ángulo de fricción interna

Tipo de suelo	Consistencia	ϕ
Arena gruesa o arena con grava	Compacto	40°
	Suelto	35°
Arena media	Compacto	40°
Arena limosa fina o limo arenoso	Suelto	30°
	Compacto	25°
Limo uniforme	Suelto	30°
	Compacto	25°
Arcilla – Limo	Suave a mediano	20°
Arcilla limosa	Suave a mediano	15°
Arcilla	Suave a mediano	0° - 10°

Cuadro N 2.7 : Valores referenciales de la cohesión (c)

Tipo de suelo	c (kg/cm ²)
Arcilla rígida	0.25
Arcilla semirígida	0.10
Arcilla blanda	0.01
Arcilla arenosa	0.05
Limo rígido o duro	0.02

Según las condiciones que se observaron en la visita, el puerto está situado sobre arena limosa la cual podemos considerar compacta por el proceso de sedimentación, podemos considerar los siguientes parámetros geotécnicos [1]: En el cuadro 2.8 se muestra los valores considerados para la capacidad portante.

Cuadro N 2.8 : Valores considerados para capacidad portante

Fricción (ϕ)	Cohesión c (kg/cm²)
25°	0.30

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL MUELLE

3.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Un muelle es una construcción de piedra, madera o concreto realizada en el agua, ya sea en el mar, en un lago en un río, afianzada en el lecho acuático por medio de bases que lo sostienen firmemente, y que permite a barcos y embarcaciones atracar a efectos de realizar las tareas de carga y descarga de pasajeros o mercancías.

En los puertos marítimos y fluviales acostumbran a existir varios muelles, a fin de dar cabida a un número determinado de barcos. En los puertos grandes, los muelles están generalmente especializados en un tipo de actividad, ya sea el transporte de pasajeros, la carga y descarga de vehículos, de contenedores y otras muchas.

Entre los principales tipos de muelles se puede mencionar los siguientes:

- a) Muelles comerciales: Como por ejemplo, los muelles ubicados en el Terminal Portuario del Callao (ENAPU).
- b) Muelles pesqueros: Es el caso de los muelles anchoveteros ubicados entre 5 y 6 m. de profundidad, y los muelles para consumo humano, entre 8 y 10 m. de profundidad.
- c) Muelles mineros: Como por ejemplo, el muelle de minerales de Siderperú, en Chimbote.

Por lo general, las obras portuarias, en especial los muelles que permiten la carga y descarga de mercadería, se construyen en zonas abrigadas, con el fin de que el barco esté protegido del viento y del actuar de las olas; pero también es posible su ubicación en mar abierto, siendo en estos casos imprescindible que su orientación está en armonía con las condiciones más favorables de vientos, olas y corrientes, ya que de ello depende la seguridad de la nave y del muelle.

Al igual que las mareas, es importante para el diseño hacer un estudio de suelos, el cual se realiza con la finalidad de obtener los parámetros del suelo a cimentar la estructura.

Otro factor importante para el diseño lo constituyen los vientos, la fuerza que estos ejercen sobre la estructura. Por eso es importante determinar la dirección del viento, así como su porcentaje de ocurrencia en la zona.

3.1.1 Nave de diseño

Para el diseño del nuevo muelle se tiene que tener en cuenta las características del tipo de nave que va a atracar en el terminal, en el cuadro 3.9 se muestra las características de la nave Panamax:

Cuadro N 3.9 : Características de la nave tipo Panamax

Tipo de nave	Capacidad en TEUs	Manga max. (m)	Eslora max. (m)	Calado max. (m)
Panamax	5,000	40.0	300.0	14.0

3.1.2 Cargas de diseño

Entre las cargas de diseño que tendremos en cuenta tenemos:

a) Cargas verticales

- Peso propio
- Carga viva
- Sobrecarga puntual: grúa y martillo de hincado, ejes de rodamiento, contenedores.
- Carga de la grúa pórtico.

b) Cargas horizontales

- Fuerza de viento
- Impacto del barco
- Fuerzas de sismo

Peso Propio

El peso propio de la estructura viene a estar dada por la suma de los pesos de las vigas transversales, longitudinales y el tablero o losa.

Sobrecarga puntual

Está conformado por el tren de carga por la movilización de la grúa pórtico. Aproximadamente el peso de una grúa pórtico es de 1000 Ton.

Fuerza de viento

Para calcular la fuerza de viento, calcularemos la presión "q" ejercida por el viento es igual a $V^2/16$ [2], donde V es la velocidad máxima instantánea del viento.

Consideramos que la velocidad del viento en la zona es de 26 m/s o 50.5 nudos, entonces:

$$V = 26 \text{ m/s}$$

$$q = 26^2/16 = 42.25 \text{ kg/m}^2$$

Por lo tanto, la Fuerza total ejercida sobre el muelle será:

$$F = cqA \quad [2]$$

Donde: c factor de forma (1,2)

A consideramos la altura de la viga expuesta = 0.8m

Reemplazando:

$$F = 40.56 \text{ kg-m} = 0.041 \text{ Ton-m}$$

Impacto del barco

El cálculo de la energía de impacto se realiza para una nave del tipo Panamax, el cual tiene una carga de peso muerto de aproximadamente 70000 Ton. Con este dato se recurre a la siguiente fórmula:

$$E = \frac{W_1 V^2 C_M C_E C_s}{2g} \quad [2]$$

Donde:

- W_1 peso (70000 ton)
- V velocidad de arranque (0.15 m/s)
- C_m factor de masa (1.3)
- C_e factor de excentricidad (0.5)
- C_s factor de blandura (0.9)
- g aceleración de la gravedad (9.8 m/s²)

Reemplazando valores

$$E = \frac{7000 \times 0.15^2 \times 1.3 \times 0.5 \times 0.9}{2 \times 9.8}$$

$$E = 47 \text{ t-m}$$

3.1.3 Elementos de la superestructura

Los elementos del muelle a diseñar son:

- a) Vigas transversales: Son aquellas vigas que se encuentran perpendicular al eje del muelle. Conjuntamente con los pilotes forman el pórtico resistente y reciben al tablero de rodamiento.
- b) Vigas longitudinales: Son vigas paralelas al eje del muelle, que unen los pórticos entre sí y además sirven de losa o tablero de rodamiento.
- c) Vigas carrileras
- d) Losas intermedias: Son las losas que se vacian in situ, y sirven para llenar el espacio dejado entre las dos vigas losas que constituyen el tablero, además cumplen la función de dar monolitismo a toda la estructura.
- e) Viga de borde: Aquellas que van en los extremos del muelle.

Diseño de vigas

Para el diseño de las vigas de concreto armado, utilizaremos la norma ACI-318-99.

Tenemos que para hallar el área de acero en un elemento de concreto se aplica la siguiente fórmula:

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7xM_u}{\phi x F_c x b x d^2}} \right] \frac{F_c}{f_y} b d$$

Donde:

- Mu Momento ultimo
- F'c Resistencia del concreto (210 kg/cm²)
- b Ancho de la viga
- d altura de la viga sin contar el recubrimiento (5 cm)

Diseño de la losa

Para el diseño de la losa del muelle, consideramos la misma fórmula que la de las vigas, a diferencia que como ancho (b), tomamos un ancho tributario de 1.0 m.

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7xM_u}{\phi x F_c x 100 x d^2}} \right] \frac{F_c}{f_y} 100d$$

3.1.4 Elementos de la infraestructura

En los elementos de la infraestructura se tiene a los pilotes. Estos constituyen los elementos de soporte del muelle, pues trabajan a manera de columnas empotradas en el terreno.

Sus dimensiones son dadas de acuerdo a la profundidad en la que se encuentran y a la longitud de penetración requerida, así como también de la carga portante que va soportar.

Estos elementos serán diseñados de acuerdo a la norma LRFD de diseño de elementos de acero.

Los pilotes de acero tubular están constituidos por tubos de acero de espesor normalmente entre 5/16 y 1/2 pulg. los cuales se hincan en el terreno; el hincado puede efectuarse con la punta inferior cerrada o abierta.

Para el diseño de los pilotes consideraremos que están sometidos a carga axial de compresión, con lo cual es necesario verificar la esbeltez del elemento.

La relación de esbeltez relativa (kL/r) dependerá de la longitud (L) no apoyada del pilote y del radio de giro (r) de su sección transversal.

El factor k es la longitud efectiva que dependerá de las condiciones en los extremos del pilote.

En la figura 3.7 se muestra los distintos valores de k :

Figura N 3.7 : Valores de K

Buckled shape of column is shown by dashed line	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Theoretical K value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
End condition code	 Rotation fixed and translation fixed  Rotation free and translation fixed  Rotation fixed and translation free  Rotation free and translation free					

Fuente : Fuentes Ortiz, Cesar, Ingeniería Portuaria, 1ra edición, 2001.

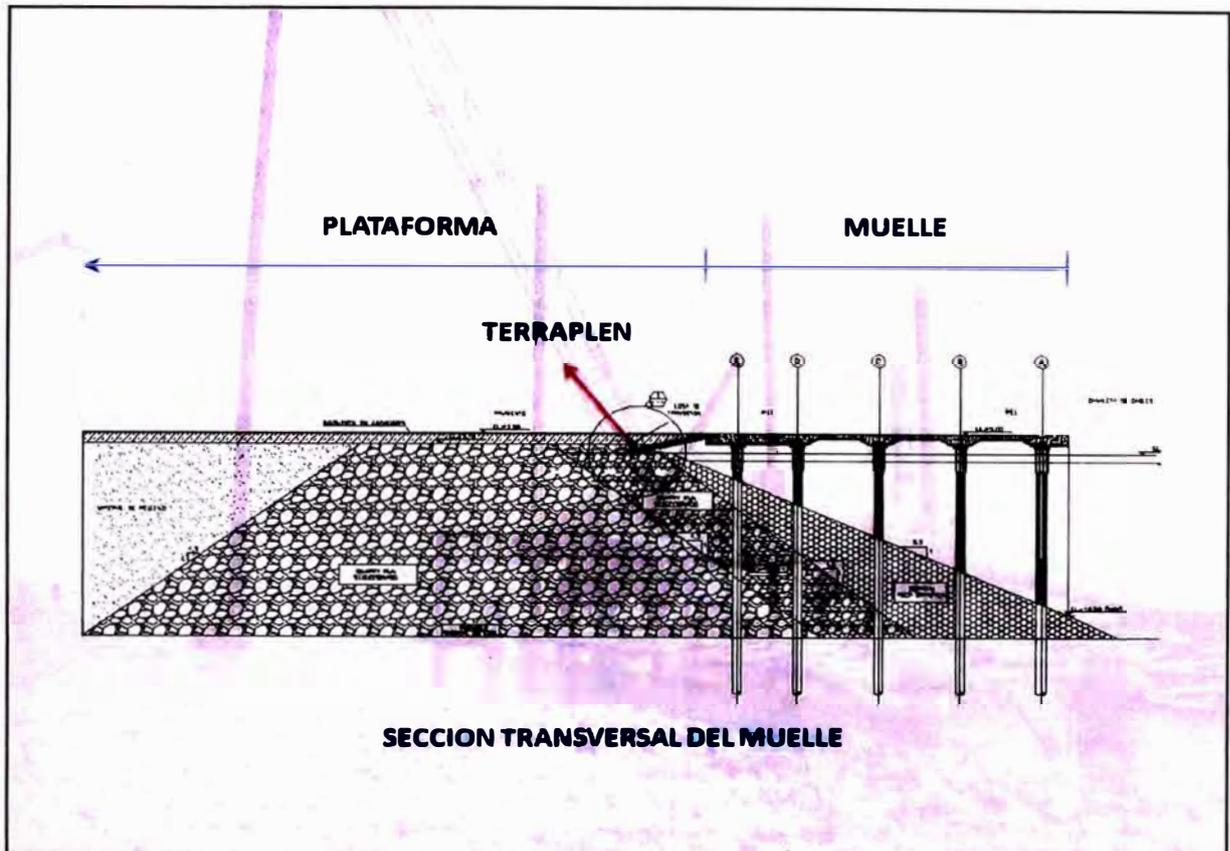
Además de verificar que los pilotes cumplan con los requisitos de la norma por esbeltez y por carga de compresión, es necesario verificar al elemento por capacidad portante.

El procedimiento para el análisis de pilotes por capacidad portante lo podemos resumir a continuación:

- Según la estratigrafía del sub-suelo se decide el tipo de pilote en relación de transferencia de la carga, es decir si se utilizara pilotes de fricción o pilotes de punta.
- En función de las cargas transmitidas por la estructura y de las características del sub-suelo, se eligen el tipo de pilote y su carga de trabajo apropiados para cada tipo de pilote.
- Se efectúa el dimensionamiento de los grupos de pilotes y el diseño estructural de éstos.

En la figura 3.8 se muestra una sección típica del nuevo muelle:

Figura N 3.8 : Sección típica del muelle



Fuente : Fuentes Ortiz, Cesar, Ingeniería Portuaria, 1ra edición, 2001.

3.2 CALCULO ESTRUCTURAL

Para el análisis del cálculo estructural de los elementos del muelle, tanto de las vigas, la losa y los pilotes de acero, se desarrollo con el software SAP2000 v.14

En la entrada de datos del programa debemos tener las siguientes consideraciones previas:

- Las unidades con las que vamos a trabajar.
- La geometría de los elementos de vamos a analizar.
- La cargas de peso propio, carga viva, carga móvil, carga de sismo, carga de viento y la fuerza de impacto o de atraque producida en el atraque de la nave.

- Las combinaciones de cargas que vamos a realizar, esto se realiza según la norma vigente. Se aplican dos a tres combinaciones con las cargas mencionadas anteriormente y se escogerá los momentos y flexiones producidas con la combinación más crítica.

En las figura 3.9 y 3.10 se muestra la geometría de la estructura ingresada en el programa.

Figura N 3.9 : Vista de la estructura en 3D

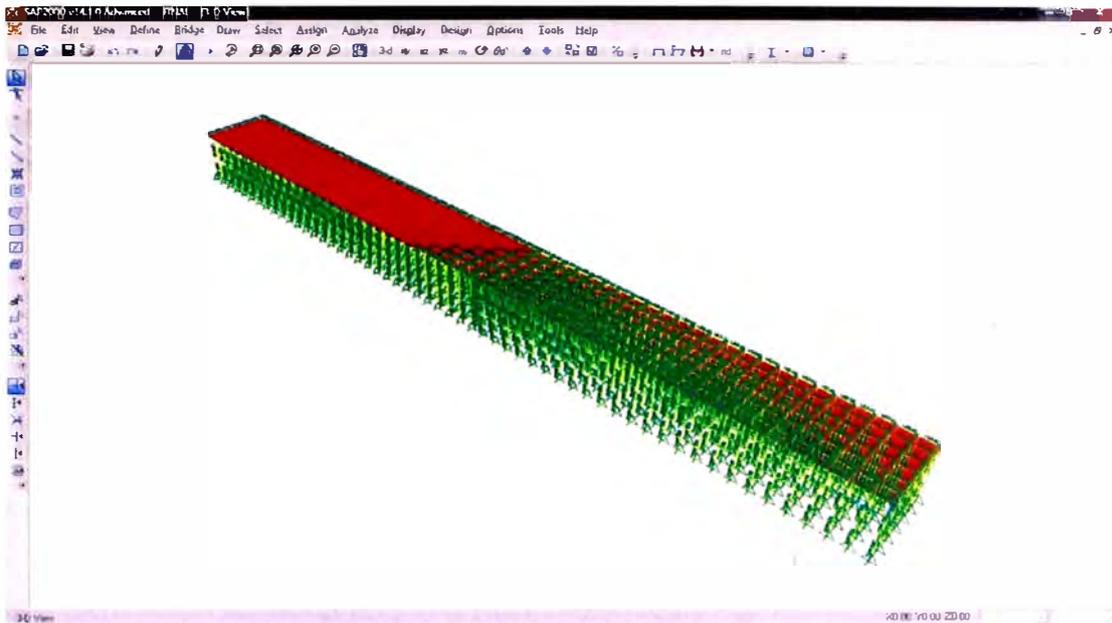
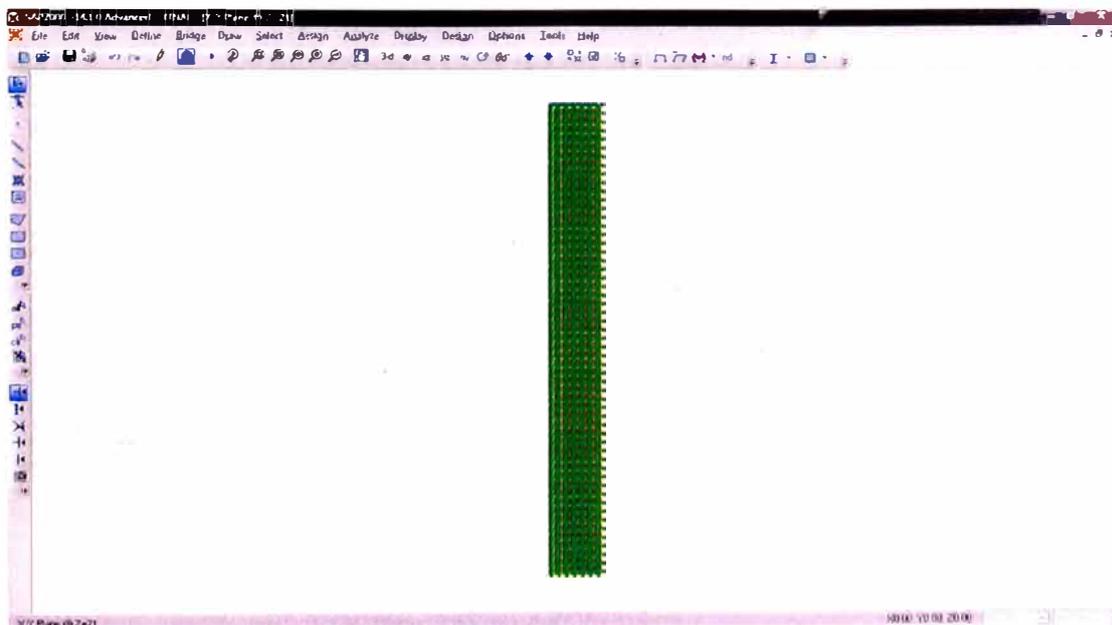


Figura N 3.10 : Vista en planta de la estructura



En las figuras 3.11, 3.12 , 3.13 y 3.14 se muestran los momentos y cortantes que resultan del análisis del programa.

Figura N 3.11 : Momento y Flexión de viga longitudinal

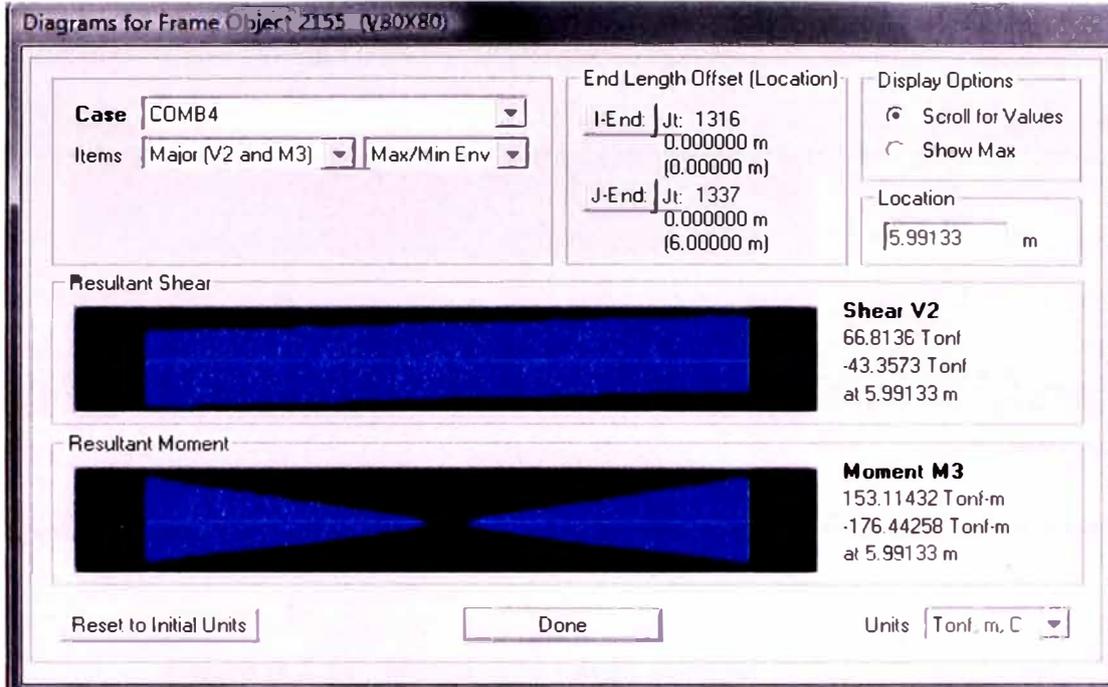


Figura N 3.12 : Momento y Flexión de viga transversal

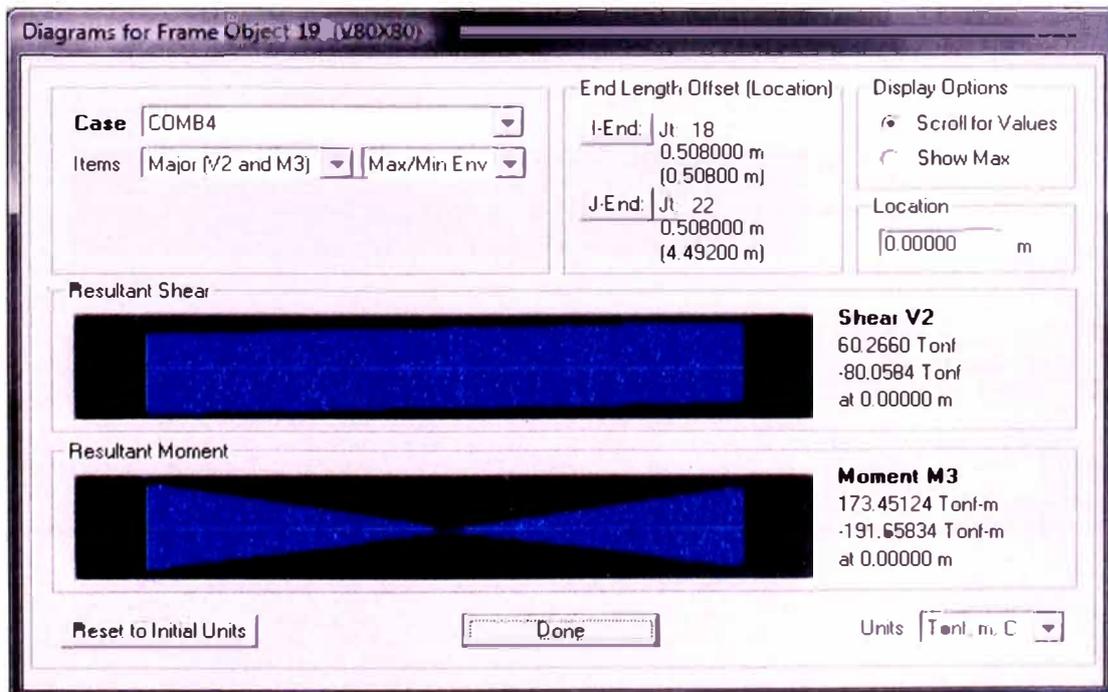


Figura N 3.13 : Momento y Flexión de viga carril

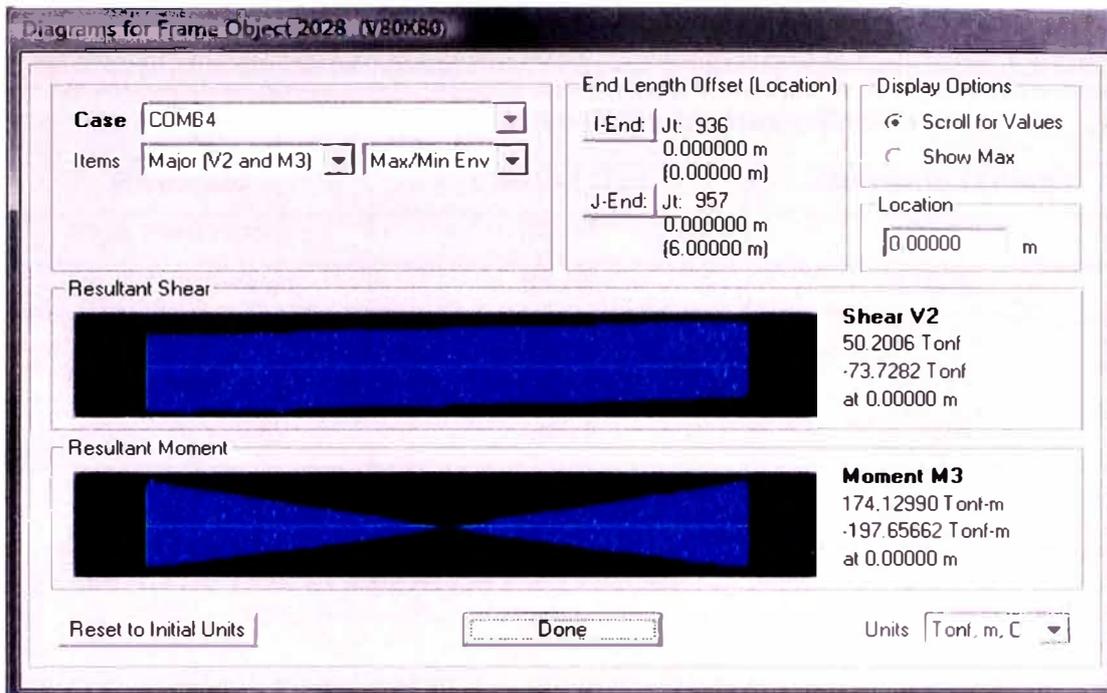
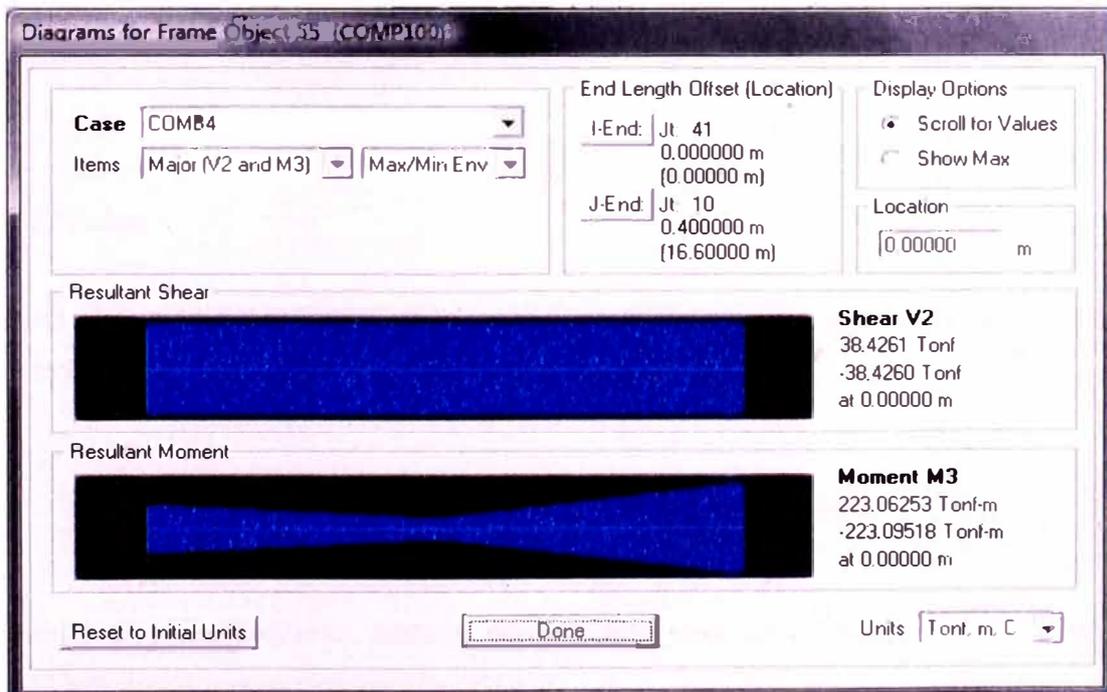


Figura N 3.14 : Momento y carga puntual de los pilotes de acero



El resumen de momentos y cortantes se muestran en el cuadro 3.10

Cuadro N 3.10 : Resumen de momentos y flexión

Elemento	Flexión (Tn)	Momento (Tn-m)
Viga transversal	80.04	191.65
Viga longitudinal	66.81	176.44
Viga carril	73.72	197.66
Losa	-----	20.73
Pilote de acero	38.42	-----

3.3 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE CONCRETO

Según lo analizado en el capítulo 3.2, podemos hacer el diseño de los elementos en concreto como son:

- Losa
- Vigas transversales
- Vigas longitudinales y de borde
- Vigas carril

3.3.1 Losa

Para el diseño del refuerzo de la losa, consideraremos un ancho (b) de 1.0 m y aplicamos la formula que se menciona en el capítulo 3.1.

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times M_u}{\phi \times F_c \times 100 \times d^2}} \right] \frac{F_c}{f_y} \times 100 \times d$$

Según el modelamiento hemos considerado una losa maciza de concreto armado de las siguientes características:

$$F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 1.0 \text{ m (ancho tributario)}$$

$$e = 0.3 \text{ m}$$

Reemplazando tenemos:

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 20.73 \times 1000 \times 100}{0.9 \times 210 \times 100 \times 25^2}} \right] \frac{210}{4200} \times 100 \times 25$$

$$A_s = 24.84 \text{ cm}^2$$

Se toma acero de 1", por lo que resulta una doble malla de $\emptyset 1" @ 0.20\text{m}$

3.3.2 Vigas

Como los momentos de las vigas transversales y longitudinales son diferentes, hallaremos el área de acero para cada una.

Viga transversal

Para el diseño de la viga transversal aplicaremos el criterio de diseño mencionado en el capítulo 3.1, en donde aplicaremos la siguiente fórmula:

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times M_u}{\phi \times F_c \times b \times d^2}} \right] \frac{F_c}{f_y} b d$$

Según el modelamiento hemos considerado una viga de concreto armado de las siguientes características:

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 0.8 \text{ m}$$

$$h = 0.8 \text{ m}$$

Reemplazando tenemos que el área de acero para esta sección es:

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 191.66 \times 1000 \times 100}{0.9 \times 210 \times 80 \times 75^2}} \right] \times \frac{210}{4200} \times 80 \times 75$$

$$A_s = 80.92 \text{ cm}^2$$

Viga longitudinal

Para el diseño de la viga longitudinal también aplicaremos el criterio de diseño mencionado en el capítulo 3.1, en donde aplicaremos la siguiente fórmula:

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7M_u}{\phi F_c x b x d^2}} \right] \frac{F_c}{f_y} b d$$

Según el modelamiento hemos considerado una viga de concreto armado de las siguientes características:

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 0.8 \text{ m}$$

$$h = 0.8 \text{ m}$$

Reemplazando tenemos que el área de acero para esta sección es:

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 176.44 \times 1000 \times 100}{0.9 \times 210 \times 80 \times 75^2}} \right] \times \frac{210}{4200} \times 80 \times 75$$

$$A_s = 72.56 \text{ cm}^2$$

Viga de borde

Peso propio: $W_{PP} = (0.8 \times (0.8 + 0.5) / 2 + 0.3 \times 1.0) \times 2.4 = 1.92 \text{ t/m}$

Sobrecarga: $W_{SC} = 0.25 \times 1.0 = 0.25 \text{ t/m}$

Entonces: $W_D = 1.5 \times 1.92 + 1.8 \times 0.25 = 3.33 \text{ t/m}$

Se tiene que para una viga simplemente apoyada:

$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{3.33 \times 6^2}{8} = 15 \text{ t} - \text{m}$$

Según el modelamiento hemos considerado una viga de concreto armado de las siguientes características:

$$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 0.50 \text{ m}$$

$$h = 1.0 \text{ m}$$

Reemplazando tenemos que el área de acero para esta sección es:

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 15 \times 1000 \times 100}{0.9 \times 210 \times 50 \times 100^2}} \right] \times \frac{210}{4200} \times 50 \times 100$$

$$A_s = 4.0 \text{ cm}^2$$

Para el diseño por corte se toma la fuerza de atraque de 47 tn, hallado en el capítulo de criterio de diseño.

$$V_u = 47 \text{ tn}$$

$$A = 0.80 \text{ m}^2$$

$$V_u = 47 / 0.80 = 58.75 \text{ tn/m}^2 = 5.87 \text{ kg/cm}^2$$

Se puede tomar $\varnothing 3/8'' @ 0.10\text{m}$.

Viga carril

Para el diseño de la viga carril se toma en cuenta el tren de cargas que se genera por el movimiento de la grúa pórtico a través del riel.

En la figura 3.15 se muestra el tren de carga introducido en el SAP2000, el cual consta de cargas puntuales de 40 tn espaciadas cada 1m.

Figura N 3.15 : Tren de carga introducido al sap



Utilizando la formula mostrada en el criterio de diseño, y considerando las siguientes características tenemos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 0.8 \text{ m}$$

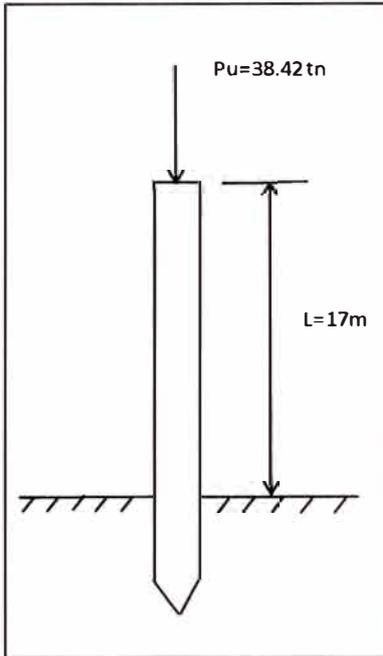
$$h = 0.8 \text{ m}$$

$$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 197.66 \times 1000 \times 100}{0.9 \times 210 \times 80 \times 75^2}} \right] \times \frac{210}{4200} \times 80 \times 75$$

$$A_s = 83.34 \text{ cm}^2$$

Los detalles de todos los elementos estructurales se pueden apreciar en el plano TITU-2010-PR-01

3.4 DISEÑO DE LOS PILOTES DE ACERO



Para el diseño de los pilotes se tendrá en cuenta la norma LRFD de acero y además analizaremos el elemento por capacidad portante.

En primer lugar se hallará la longitud de empotramiento del pilote, tomando en consideración que se diseñará para un pilote de acero tubular $\phi 40''$.

Se considera los siguientes parámetros:

$$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E = 2.7 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2 = 38'322,250 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Diámetro ext. } D_e = 101.60 \text{ cm}$$

$$\text{Diámetro int. } D_i = 99.20 \text{ cm}$$

$$I = \pi(D_e^4 - D_i^4)/64 = 346,350 \text{ cm}^4 = 8321 \text{ in}^2$$

$$\text{Longitud empotramiento} = 1.8T$$

Donde:
$$T = \sqrt[5]{\frac{EI}{Nh}} \quad [2]$$

$$\text{Para arenas } N_h = 0.40 \text{ Kg/cm}^3 = 12.16 \text{ lb/in}^3$$

Reemplazando:

$$L_e = 1.8 \times 3.30 = 5.94 \text{ m} \quad \text{tomamos } L_e = 6 \text{ m.}$$

Teniendo la longitud de empotramiento, se procede a diseñar el pilote por carga axial de compresión.

En las condiciones que se encuentra el pilote se tiene:

$$P_u = 38.42 \text{ tn}$$

$$L = 17 + 6 = 23\text{m}$$

Según las condiciones se toma $K=0.8$

Para $\varnothing 40''$: $r = 35.50 \text{ cm}$

$$\frac{KL}{r} = \frac{0.80 \times 2300}{35.50} = 51.83$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = 99.345$$

Como $(KL/r) < C_c$, entonces se hace $x = (KL/r) / C_c$

$$F_a = \frac{\left(1 - \frac{x^2}{2}\right) F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3x}{8} - x^{3/8}}$$

Reemplazando: $F_a = 1371.37 \text{ kg/cm}^2$.

Entonces la carga admisible a compresión será:

$$P_{adm} = F_a \times A = 1371.37 \times 378.5 = 519.1 \text{ tn}$$

$$P_u = 38.42 < P_{adm} = 519.1 \text{ ----- OK}$$

Ahora se analiza el pilote por capacidad de carga:

Como los pilotes estarán cimentados en arenas densas, se toman los siguientes parámetros:

Cuadro N 3.11 : Parámetros de la cimentación

\varnothing	$c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	$\gamma \text{ (kg/ m}^3\text{)}$	$f_s \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
25°	0.30	1760	0.35

La capacidad de carga se calcula por la siguiente expresión:

$$P = P_p + P_f$$

Donde: $P_p = \pi x r^2 (1.3 x c x N_c + \gamma x D_f x N_q + 0.6 x \gamma x r x N_y)$

$$P_f = A x f s$$

Para $\phi = 25^\circ$: $N_c = 25.1$ $N_q = 12.7$ $N_y = 9.7$

$$D_f = 6\text{m}$$

Reemplazando valores:

$$P_p = 9168 \text{ kg} = 9.17 \text{ tn}$$

$$P_f = 131947.2 \text{ kg} = 131.95 \text{ tn}$$

Entonces:

$$P = 9.17 + 131.95 = 141.12 \text{ tn} > 38.42 = P_u \text{ ----- OK}$$

Finalmente se halla el tipo de martillo a usar, este cálculo se realiza con el peso del pilote.

Se tiene que para la sección tubular $\phi 40''$ el peso es: 297 Kg/m

Como son 23 metros de pilote el peso total es: $297 \times 23 = 6833 \text{ kg}$

El peso del embolo del martillo a usar debe ser aproximadamente 1/3 del peso del pilote:

$$W = (1/3)(6833) = 2277 \text{ kg}$$

En el cuadro 3.12 se muestran los diferentes tipos de martillos Delmag

Cuadro N 3.12 : Tipos de martillo

Martillos Delmag Diesel	
D-5	R = 500
D-12	R = 1250
D-22	R = 2200
D-30	R = 3000
D-44	R = 4400

Por lo que se selecciona un martillo Delmag Diesel D-22.

CAPÍTULO VI: EXPEDIENTE TÉCNICO

4.1 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

En estos tiempos, para la ejecución de proyectos de gran envergadura, es preciso poseer una eficaz técnica que se traduzca en un ahorro de costo y tiempo. Es así que se vienen creando varios sistemas que ayuden a la toma de decisiones, los mismos que conduzcan al emprendimiento de las acciones con gran probabilidad de éxito.

El proceso constructivo de un muelle consta básicamente de 4 etapas, las cuales se mencionan a continuación:

- Fabricación de los pilotes y los elementos prefabricados.
- Hincado de los pilotes.
- Relleno de la coraza.
- Fabricación del tablero.

4.1.1 Fabricación de los pilotes y los elementos prefabricados

Para esta etapa se debe tener previamente instalado una planta para la fabricación de los pilotes de acero, y una planta para la fabricación de los elementos prefabricados.

Planta de fabricación de concreto

Por la magnitud del volumen de concreto a ser utilizado en obra y para lograr la eficiencia de la producción de concreto, se optó por la instalación de una planta dosificadora de concreto en obra, lo cual permitió el abastecimiento de concreto en forma oportuna para los diferentes trabajos que se desarrollaron en obra:

- Elementos prefabricados o pre moldeados.
- Plataforma del muelle.
- Edificaciones en general.

Capacidad de producción de 50 m³ de concreto por hora.

La calibración para la planta se efectuó cada 8,000 m³ de producción de concreto, en las balanzas de cemento, agregados y del medidor de volumen de agua.

Planta de fabricación de pilotes de acero

Los pilotes de acero constan de la unión soldada de 2 tuberías de acero de 12 m. haciendo un total inicial de 23 m. cada pilote. El pilote cumple la función de transmitir los esfuerzos de la superestructura hasta el estrato de suelo natural de cimentación.

Para esto se debe de haber habilitado un Patio para la fabricación de pilotes.

4.1.2 Hincado de pilotes

Para el hincado de pilotes se utilizará el método de "El Cantitravel", el cual consiste en:

Una Plataforma móvil, capaz de soportar la grúa que realiza las actividades de hincado mediante una guía pre-establecida y el arriostramiento de los pilotes.

El "Cantitravel" se apoya sobre las vigas rieles, las cuales están soportadas por los pilotes hincados, lo que permite que el "Cantitravel" opere y avance de manera independiente de las condiciones del mar y el clima.

El método para el hincado de pilotes se describe a continuación:

1. Una vez que el pilote es transportado al muelle, se realiza el izaje para posicionarlo en la guía montada sobre el "Cantitravel".
2. Se coloca el martillo hidráulico Junttan de 14 Ton. hasta la cabeza del pilote.
3. Se comienza a aplicar una energía variable con una altura de caída inicial de 30 cm, luego 50, 70, 100, 120 y llega al máximo valor cuando lo hace desde una altura de 150 cm.
4. El hincado concluye cuando se alcanzan los criterios de rechazos y empotramientos requeridos.
5. Se realiza el corte del pilote en el nivel requerido para el apoyo de los prefabricados.

6. Y por último, se coloca la funda de protección en el cabezal del pilote

4.1.3 Relleno de la coraza

El relleno de la plataforma consistirá en la conformación del terraplén. Este terraplén estará conformado por bolonería proveniente de la Cantera Carreta, y será obtenida mediante voladura. Después de esta coraza se pondrá una capa de sub-base y otra de base de 0.30m de espesor cada una, para que finalmente se coloque el tablero.

4.1.4 Fabricación del tablero

Luego del hincado de los pilotes, debidamente arriostrados y colocados la coraza, el tablero es una estructura de concreto armado apoyado sobre los pilotes y que consta de 4 fases en su ejecución:

Colocación de los elementos prefabricados.

Vaciado de concreto.

Para la colocación de los elementos prefabricados debemos tener en cuenta:

1. Transporte sobre camión plataforma jalado por tractor de tiro.
2. Descarga sobre la plataforma del muelle con grúa de castillo.
3. Colocación de grout de nivelación para apoyo de losa prefabricada.
4. Instalación de ménsulas y vigas de apoyo para apoyo de losas en voladizo.
5. Colocación de la losa prefabricada con grúa de muelle.

4.2 METRADOS

Los metrados de la construcción del nuevo muelle se detallan a continuación:

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO
1	MUELLE		
1.1	CONCRETO ARMADO		
1.1.1	VIGAS TRANSVERSALES		
1.1.1.1	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² CEMENTO TIPO V	m3	1,270.0
1.1.1.2	ACERO DE REFUERZO GRADO 60	kg	115,454.5
1.1.1.3	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	4,800.0
1.1.2	VIGAS LONGITUDINALES		
1.1.2.1	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² CEMENTO TIPO V	m3	1,310.0
1.1.2.2	ACERO DE REFUERZO GRADO 60	kg	119,090.9
1.1.2.3	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	4,900.0
1.1.3	VIGAS DE BORDE		
1.1.3.1	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² CEMENTO TIPO V	m3	240.0
1.1.3.2	ACERO DE REFUERZO GRADO 60	kg	21,818.0
1.1.3.3	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	1020.0
1.1.4	LOSAS MACIZAS		
1.1.4.1	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² CEMENTO TIPO V	m3	2,990.0
1.1.4.2	ACERO DE REFUERZO GRADO 60	kg	267,300.0
1.1.4.3	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	8,100.0
1.2	PILOTAJE DE ACERO		
1.2.1	PILOTES DE ACERO	und	396.0
1.2.2	TRANSPORTE Y MANIPULEO DE PILOTES	und	396.0
1.2.3	HINCADO DE PILOTES VERTICALES	und	396.0
1.3	PONTONES (FLOTADORES)		
1.3.1	FLOTADORES		
1.3.1.1	ADQUISICIÓN DE FLOTADORES	und	980.0
1.3.1.2	ARMADURA DE DE FLOTADORES	und	179.0
1.3.1.3	HABILITACIÓN DE FLOTADORES	und	179.0
1.4	ACCESORIOS DE APOYO Y DEFENSAS		
1.4.1	BOLARDOS		
1.4.1.1	ADQUISICIÓN DE BOLARDOS	und	145.0
1.4.1.2	INSTALACIÓN DE BOLARDOS	und	145.0
1.4.2	DEFENSAS		
1.4.2.1	ADQUISICIÓN DE DEFENSAS	und	130.0
1.4.2.2	PERFORACIÓN DE HUECOS Y COLOCACIÓN DE ANCLAJES	und	260.0
1.4.2.3	MONTAJE DE DEFENSAS DE JEBE HORIZONTAL	und	130.0
2	PLATAFORMA		
2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
2.1.1	DRAGADO	m3	165,000.0
2.1.2	EXPLOTACIÓN Y EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE CANTERA	m3	202,950.0
2.1.3	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL D <1KM	m3	202,950.0

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO
2.1.4	RELLENO DE DIQUE PARA PLATAFORMA	m3	202,950.0
2.2	PAVIMENTO FLEXIBLE		
2.2.1	SUB-BASE GRANULAR E=0.25m	m2	9,000.0
2.2.2	BASE GRANULAR E=0.20m	m2	9,000.0
2.2.3	CAMA DE ARENA E=0.10m.	m2	9,000.0
2.2.4	ADOQUINES DE CONCRETO	m2	9,000.0

4.3 PRESUPUESTO

El presupuesto del nuevo muelle se detalla a continuación:

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	P.U	PARCIAL
1	MUELLE				
1.1	CONCRETO ARMADO				
1.1.1	VIGAS TRANSVERSALES				1,053,750.2
1.1.1.1	CONCRETO f _c =210 kg/cm ² CEMENTO TIPO V	m3	1,270.0	361.20	458,724.0
1.1.1.2	ACERO DE REFUERZO GRADO 60	kg	115,454.5	2.90	334,818.2
1.1.1.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	4,800.0	54.21	260,208.0
1.1.2	VIGAS LONGITUDINALES				1,084,164.6
1.1.2.1	CONCRETO f _c =210 kg/cm ² CEMENTO TIPO V	m3	1,310.0	361.20	473,172.0
1.1.2.2	ACERO DE REFUERZO GRADO 60	kg	119,090.9	2.90	345,363.6
1.1.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	4,900.0	54.21	265,629.0
1.1.3	VIGAS DE BORDE				205,255.0
1.1.3.1	CONCRETO f _c =210 kg/cm ² CEMENTO TIPO V	m3	240.0	361.20	86,688.0
1.1.3.2	ACERO DE REFUERZO GRADO 60	kg	21,818.0	2.90	63,272.0
1.1.3.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1020.0	54.21	55,294.0
1.1.4	LOSA MACIZAS				2,294,259.0
1.1.4.1	CONCRETO f _c =210 kg/cm ² CEMENTO TIPO V	m3	2,990.0	361.20	1,079,988.0
1.1.4.2	ACERO DE REFUERZO GRADO 60	kg	267,300.0	2.90	775,170.0
1.1.4.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	8,100.0	54.21	439,101.0
1.2	PILOTAJE DE ACERO				7'924,752.0
1.2.1	PILOTES DE ACERO	und	396.0	18,000	7'128,000
1.2.2	TRANSPORTE Y MANIPULEO DE PILOTES	und	396.0	1,057.00	418,572.0
1.2.3	HINCADO DE PILOTES VERTICALES	und	396.0	955.00	378,180.0
1.3	PONTONES (FLOTADORES)				
1.3.1	FLOTADORES				1,528,181.0
1.3.1.1	ADQUISICIÓN DE FLOTADORES	und	980.0	1,260.00	1,234,800.0
1.3.1.2	ARMADURA DE DE FLOTADORES	und	179.0	1,456.00	260,624.0
1.3.1.3	HABILITACIÓN DE FLOTADORES	und	179.0	183.00	32,757.0
1.4	ACCESORIOS DE APOYO Y DEFENSAS				
1.4.1	BOLARDOS				1,141,251.5
1.4.1.1	ADQUISICIÓN DE BOLARDOS	und	145.0	7,080.00	1,026,600.0

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	P.U	PARCIAL
1.4.1.2	INSTALACIÓN DE BOLARDOS	und	145.0	790.70	114,651.5
1.4.2	DEFENSAS				194,524.2
1.4.2.1	ADQUISICIÓN DE DEFENSAS	und	130.0	337.98	43,937.4
1.4.2.2	PERFORACIÓN DE HUECOS Y COLOCACIÓN DE ANCLAJES	und	260.0	173.92	45,219.2
1.4.2.3	MONTAJE DE DEFENSAS DE JEBE HORIZONTAL	und	130.0	810.52	105,367.6
2	PLATAFORMA				
2.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				12,325,695.0
2.1.1	DRAGADO	m3	165,000.0	15.00	2'475,000.0
2.1.2	EXPLOTACIÓN Y EXTRACCIÓN DE MATERIAL DE CANTERA	m3	202,950.0	13.70	2,780,415.0
2.1.3	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL D <1KM	m3	202,950.0	15.80	3,206,610.0
2.1.4	RELLENO DE DIQUE PARA PLATAFORMA	m3	202,950.0	19.80	4,018,410.0
2.2	PAVIMENTO FLEXIBLE				747,630.0
2.2.1	SUB-BASE GRANULAR E=0.25m	m2	9,000.0	11.34	102,060.0
2.2.2	BASE GRANULAR E=0.20m	m2	9,000.0	12.95	116,550.0
2.2.3	CAMA DE ARENA E=0.10m.	m2	9,000.0	5.87	52,830.0
2.2.4	ADOQUINES DE CONCRETO	m2	9,000.0	52.91	476,190.0
	COSTO DIRECTO			S/.	30,149,462.0

4.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones que se detallan a continuación corresponden a los trabajos detallados en los planos.

4.4.1 Movimiento de tierras

4.4.1.1 Explotación de canteras

A.- Alcances

Se entiende como Explotación de Canteras, a las tareas que se debe realizar para la obtención de materiales de enrocados y rellenos, para la construcción de la explanada ganada al mar.

B.- Ubicación

En relación de la cantera, será la Cantera Cerro Carreta, la cual es la más cercana al proyecto. De aquí se seleccionará el material para el relleno que hemos diseñado.

C.- Previsiones

Se debe tomar las medidas oportunas para:

- a) No condicionar en ningún momento la futura explotación de la cantera.
- b) La situación final de la excavación será tal que no afecte los accesos.
- c) Los taludes de excavación deberán ser perfilados de forma que no queden rocas sueltas que representen un peligro de desprendimiento.

4.4.1.2 Relleno compactado

A.- Alcances

Estará comprendido por los rellenos compactados con capas de espesor de 0.30m , y comprenden a su vez tres tipos de relleno:

Relleno para sub-base granular

Relleno para base granular

Estos rellenos se realizaran en la zona del muelle donde no se cimiente sobre pilotes.

B.- Relleno para sub-base granular

a) Descripción

Bajo este ítem el Contratista construirá una capa de 0.25m de espesor compactado y se colocará sobre la superficie del relleno con material grueso, previamente compactada y preparada para dicho fin.

b) Materiales

El material procederá de la Cantera Cerro Carreta, del cual se eliminará las partículas mayores a 4".

En todo caso el material a usarse estará de acuerdo a AASTHO T-89, deberá tener un límite líquido mayor de 25% AASTHO T-91, índice plástico menor de 6% AASTHO T-176, equivalente de arena mayor de 25% ASTM D-1883, y un CBR mayor que 30%.

C.- Relleno para base granular

a) Descripción

Este ítem consistirá en una capa de 0.20m de espesor, compuesta por grava o piedra chancada y finos proveniente de la cantera definida; construida sobre el relleno de sub-base de acuerdo con las presentes especificaciones.

b) Materiales

El material se deberá encuadrar dentro de los requisitos de graduación, empleando el método AASTHO, los que podrán estar de acuerdo con la siguiente granulometría:

Malla	Porcentaje que pasa
2"	100
1"	75-95
3/8"	40-75
No. 4	30-60
No. 10	20-45
No. 40	15-30
No. 200	5-15

4.4.2 Obras del muelle

4.4.2.1 Pilotes de acero

A.- Alcances

Esta partida se refiere a la recepción, control, fabricación, protección, manipuleo e hincado de pilotes tubulares de acero.

B.- Materiales, Normas y Pruebas

Los pilotes de acero serán de tubo de acero estructural, ASTM, grado 60, sin costura longitudinal, de diámetro exterior y espesor de paredes mostrados en los planos.

Su resistencia a la fluencia será de 35,000 psi (2,410 Kg/cm²) y cumplirá con los requerimientos de la norma ASTM-A-252.

C.- Prueba de carga axial en pilotes

Antes del hincado general de los pilotes el Contratista deberá llevar a cabo las pruebas de carga axial, una de ellas al inicio del muelle y la otra a la altura del eje 60 cm en conformidad con lo especificado en la norma ASTM D-1143 "MÉTODO DE PRUEBA PARA LA RELACIÓN CARGA ASENTAMIENTO DE PILOTES INDIVIDUALES BAJO CARGA VERTICAL AXIAL". La carga se obtendrá mediante peso aplicado a un pilote de 16" de diámetro exterior y 1/2" de pared, mediante una gata hidráulica calibrada, colocada entre la cabeza del pilote y la carga.

Una vez confirmado por el Contratista el martillo o martillos a usar para el hincado de los pilotes deberá permanecer en la obra en un sitio asequible por la grúa de hinca.

4.4.2.2 Concreto

A.- Descripción

Los trabajos a realizar en esta partida se refieren a la fabricación y colocación del concreto, a una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² para la construcción del nuevo muelle.

El Contratista, para la realización de los presentes trabajos se ceñirá estrictamente a lo indicado en los planos del proyecto, en las presentes especificaciones y en las normas indicadas para estos tipos de trabajos.

La calidad del concreto, los métodos para determinar su resistencia, los ensayos, las proporciones y consistencia del concreto, su mezclado y colocación, estarán en conformidad con las "Normas Técnicas de Edificación E-060 Concreto Armado" del Reglamento Nacional de Construcciones y en los aspectos no contemplados en ella, en las normas ACI 318 y ACI 301 del American Concrete Institute.

El concreto se clasifica en base a la resistencia nominal a la compresión, en Kg/cm², a los 28 días. Por resistencia nominal a la compresión se entiende, la resistencia mínima a la compresión de por lo menos 85% de las muestras sometidas a pruebas. Las pruebas se ejecutarán sobre probetas cilíndricas del concreto muestreado en obra, observándose dimensiones de 15 cm. de diámetro y de 30 cm. de alto, las que serán sometidas a ensayo de rotura.

El concreto debe tener una resistencia a los 28 días igual o mayor a la especificada para cada estructura, a menos que la Supervisión haga otra indicación de acuerdo con las condiciones de obra.

Las resistencias del concreto arriba indicadas, corresponden a un asentamiento ("Slump") entre 2" y 3" (sin aditivos en el concreto), medido de acuerdo con la Norma ASTM C-143.

La resistencia mínima a la compresión a los 7 días no deberá ser menor de 70% del valor específico de los 28 días.

La tolerancia máxima de la resistencia en probetas cilíndricas aisladas será de $\pm 10\%$.

El dosaje mínimo que se prescribe, además de los requerimientos de resistencia a la compresión, deben estar justificados por razones de impermeabilidad, dificultades de colocación, etc. Si por alguna o varias razones, el Contratista necesita aumentar el dosaje de cemento para conseguir las resistencias especificadas, podrá hacerlo hasta un máximo de 5% quedando el costo del exceso a sus expensas.

B.- Materiales.

Cemento.

El cemento deberá ser del tipo portland, originario de fábricas aprobadas, despachado únicamente en sacos sellados y con marcas. La calidad del cemento portland deberá ser equivalente a la de las Especificaciones ASTM - C 150, AASHTO, M-85, Clase V. En todo caso, el cemento deberá ser aceptado solamente con aprobación específica del Supervisor, que se basará en los certificados de ensayo emanados de laboratorios reconocidos.

El cemento no será usado en la obra hasta que haya pasado los ensayos, excepto cuando lo autorice el Supervisor a fin de evitar el retraso de la obra. El Contratista asumirá todos los gastos de las pruebas necesarias para la aprobación. La aprobación de una calidad de cemento no será razón para que el Contratista se exima de la obligación y responsabilidad de prever concreto a la resistencia especificada. El Supervisor puede solicitar ensayos de calidad del cemento en el momento que a su criterio sea necesario por el bienestar de la calidad de la obra; en cuyo caso el Contratista correrá con el costo que represente estas pruebas.

El cemento a usarse deberá haber sido fabricado como máximo 15 días antes de su empleo. El cemento pasado o recuperado de la limpieza de los sacos, no deberá ser usado en la obra. Todo cemento deberá ser almacenado en cobertizos o barracas impermeables y colocado sobre un piso de madera levantado del suelo. El cemento será rechazado si se convierte total o parcialmente en cemento fraguado o si contiene grumos o costras.

Agregado Fino.

El agregado fino para el concreto deberá satisfacer los requisitos AASHTO, designación M-6 y deberá estar de acuerdo con la siguiente graduación:

TAMIZ	% QUE PASA
3/8"	100
Nº 4	95 – 100
Nº 16	45 – 80
Nº 50	10 – 30
Nº 100	2 – 10

El agregado fino consistirá en arena natural u otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación previa por el Supervisor. Será limpio, libre de impurezas, sales y materia orgánica que serán detectadas con las pruebas correspondientes. La arena será de granulometría adecuada, natural o procedente de la trituración de piedras.

A fin de determinar el grado de uniformidad, se hará una comprobación del Módulo de Fineza con muestras representativas enviadas por el Contratista de todas las fuentes de aprovisionamiento que se proponga usar. Los agregados finos de cualquier origen, que acusen una variación del Módulo de Fineza, mayor de 0.20 en más o en menos, con respecto al Módulo Medio de Fineza de las muestras representativas enviadas por el Contratista, serán rechazados, o podrán ser aceptados sujetos a cambios en las proporciones de la mezcla, o en el método de depositar y cargar la arena que el Supervisor pudiera disponer.

El Módulo de Fineza de los agregados finos será determinado sumando los porcentajes acumulativos en peso de los materiales retenidos en cada uno de los tamices U.S. Standard Nº 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y dividiéndolos por 100.

Agregado Grueso.

El agregado grueso estará constituido por piedra partida, grava partida, canto rodado partido y cualquier otro material inerte aprobado con características similares o combinaciones de éstos. Deberá ser duro, con una resistencia última mayor que la del concreto en que se va a emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie.

La cantidad de sustancias dañinas no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

SUSTANCIAS	PORCENTAJE EN PESO
Fragmento blando	5.00%
Carbón y lignito (AASHTO T – 113)	0.50% máx.
Arcilla y terrones de arcilla (AASHTO T – 112)	0.25% máx.
Materiales que pasan por la malla N° 200	1.00%
Piezas delgadas o alargadas (longitud mayor que 5 veces el espesor promedio)	10.00%

La Durabilidad según Norma ASTM C-80 realizada con Sulfato de Sodio será como máximo 12%.

La abrasión según AASHTO T – 96, no será mayor de 40%. El agregado grueso será bien graduado, con tamaño máximo en el orden de 1/2" de diámetro.

De preferencia, la piedra será de forma angulosa y tendrá una superficie rugosa con el fin de asegurar una buena adherencia con el concreto circundante.

El Contratista proporcionará al Supervisor, previamente a la dosificación de las mezclas, porciones representativas de los agregados fino y grueso para su análisis, de cuyo resultado dependerá la aprobación para el empleo de estos agregados.

El Supervisor podrá solicitar, cuantas veces considere necesario, nuevos análisis de los materiales en uso.

Agua.

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable o de las fuentes de agua recomendadas en el estudio del Proyecto. Se utilizará aguas de otras fuentes sólo si:

Se encuentran limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos. El Contratista presentará con la debida anticipación los análisis y muestras para la verificación y aprobación del Supervisor.

La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.

Las sales y otras sustancias nocivas presentes en los agregados y/o aditivos deben sumarse a las que pueda aportar el agua de mezclado para evaluar el contenido total de sustancias inconvenientes.

El contenido máximo de ion cloruro soluble en agua en el concreto no deberá exceder del 0.15% en peso del cemento (ASTM D-512)

C.- Equipos.

Los equipos a utilizar para lograr el desarrollo de acuerdo a lo estipulado en el cronograma de obra serán los siguientes:

- ✓ Mezcladora de concreto 9-11 P3
- ✓ Vibrador de concreto de 4 HP

D.- Controles.

La resistencia de cada clase de concreto será comprobada periódicamente. Con este fin se tomarán testigos cilindricos de acuerdo a la norma ASTM C 3011, en la cantidad mínima de 02 (dos) testigos por cada 30 m.³ de concreto colocado, pero no menos de dos testigos por día para cada clase de concreto. En cualquier caso, cada clase de concreto será comprobada al menos por cinco pruebas.

La prueba consistirá en romper dos testigos de la misma edad y clase, de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C 39. Se llamará resultado de la prueba al promedio de los dos valores.

El resultado de la "prueba" será considerado satisfactorio, si el promedio de tres resultados consecutivos cualesquiera, es igual o mayor que f'_c requerido, y

cuando ningún resultado individual esté 35 kg/cm^2 o más, por debajo de $f'c$ requerido. El constructor llevará un registro de cada par de testigos fabricados en el que constará su número correlativo, la fecha de elaboración, la clase de concreto, el lugar específico de uso, la edad al momento del ensayo, la resistencia de cada testigo y el resultado de la "prueba". Los ensayos serán efectuados por un laboratorio independiente de la organización del constructor y aprobado por el Supervisor o proyectista.

El constructor incluirá el costo total de los ensayos en su presupuesto.

Deficiencia en las pruebas.

En la eventualidad que no se obtenga la resistencia especificada el Supervisor o proyectista podrá ordenar a su solo juicio, el retiro y reposición del concreto sospechoso o la ejecución de pruebas de carga.

En el caso que deban ejecutarse pruebas de cargas, éstas se ejecutarán de acuerdo a las indicaciones del proyectista, el cual establecerá los criterios de evaluación. De no obtenerse resultados satisfactorios de estas pruebas de carga, se procederá a la demolición o refuerzo de la estructura, en estricto acuerdo con la decisión del proyectista.

El costo de la eliminación y sustitución del concreto y/o de las pruebas de carga y el costo de la demolición, refuerzo y reconstrucción, si éstas últimas llegaran a ser necesarias será de cuenta exclusiva del constructor, el que no podrá justificar demoras en la entrega de la obra por estas causas.

Calidad del Concreto.

La verificación del cumplimiento de los requisitos para alcanzar el valor de diseño $f'c$ se basará en los resultados de las probetas cilíndricas de concreto, preparadas y ensayadas de acuerdo a las Normas ITINTEC 339.036, 339.033 Y 339.034, y a lo dispuesto en general dentro de la Norma E.060 CONCRETO ARMADO, aprobado por R.M. No. 130-89-VC-1200, que especifica el Reglamento Nacional de Construcciones del Perú.

Curado y Protección del Concreto.

Todo concreto será curado durante un período no menor de 7 días consecutivos, mediante un método aprobado o combinación de métodos aplicable a las condiciones locales. El Contratista utilizará curadores químicos, aprobados por la Supervisión. Se deberá tener todo el equipo necesario para el curado y protección del concreto. El sistema de curado que se usará deberá ser aprobado

por el Supervisor y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar agrietamiento, resquebrajamiento y pérdidas de humedad en todas las superficies del concreto.

La integridad del sistema de curado deberá ser rígidamente mantenida, a fin de evitar pérdidas de agua perjudiciales en el concreto durante el tiempo de curado. El concreto no endurecido deberá ser protegido contra daños mecánicos y el Contratista deberá someter a la aprobación del Supervisor sus procedimientos de construcción planeados para evitar tales daños eventuales. Ningún fuego o calor excesivo, en las cercanías o en contacto directo con el concreto, deberá ser permitido en ningún momento. Si el concreto es curado con agua, deberá conservarse húmedo mediante el recubrimiento con un material aprobado, saturado de agua o con un sistema de tubería perforada, mangueras o rociadores, o con cualquier otro método aprobado que sea capaz de mantener todas las superficies permanentemente (y no periódicamente) húmedas. El agua para el curado deberá ser en todos los casos limpia y libre de cualquier elemento que, en opinión del Supervisor, pudiese causar manchas o decoloración del concreto.

CONTROL DE CALIDAD Y FRECUENCIAS

ENSAYO	MÉTODO	FRECUENCIA	LUGAR DE MUESTREO
Resistencia a la compresión	AASHTO T – 22	No menos de 1 al día (1 juego / 50 m ³)	En el momento del vaciado
Consistencia	AASHTO T – 119	1 por carga (volumen de un camión mezclador) En estructuras menores 1 ensayo por estructura	Al momento del vaciado Al momento del vaciado
Granulometría Agregado fino	AASHTO M – 6	1 cada 250 m ³	Cantera
Granulometría Agregado grueso	AASHTO M – 80	1 cada 250 m ³	Cantera
Abrasión	AASHTO T – 96	1 cada 1,500 m ³	Cantera
Durabilidad	ASTM C – 80	1 cada 1,500 m ³	Cantera
Equivalente de Arena	ASTM D – 2419	1 cada 1,500 m ³	Cantera

4.4.2.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

A.- Descripción

Los encofrados se refieren a la habilitación de formas temporales para contener el concreto utilizado para en el vaciado de las estructuras. De modo que éste, al endurecer, adopte la forma indicada en los planos del proyecto, tanto en dimensiones como en su ubicación dentro de la estructura.

B.- Materiales.

Los encofrados a utilizar pueden ser de madera, metálicos o madera laminada o fibra prensada. El encofrado no deberá presentar deformaciones, defectos, irregularidades o puntos frágiles que puedan influir en la forma, dimensión o acabado de los elementos de concreto a los que sirve de molde.

Para superficies no visibles, el encofrado puede ser construido con madera en bruto, no requerirá tratamiento especial alguno; pero con juntas debidamente calafateadas para evitar la fuga de pasta de concreto.

Los alambres a emplearse en la sujeción de encofrados, no deben atravesar las caras del concreto, especialmente las que vayan a quedar expuestas. En general, se deberán unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente, de manera que el desencofrado no produzca daños en la superficie del concreto.

4.5 PLANOS

Los planos que se muestran a continuación son:

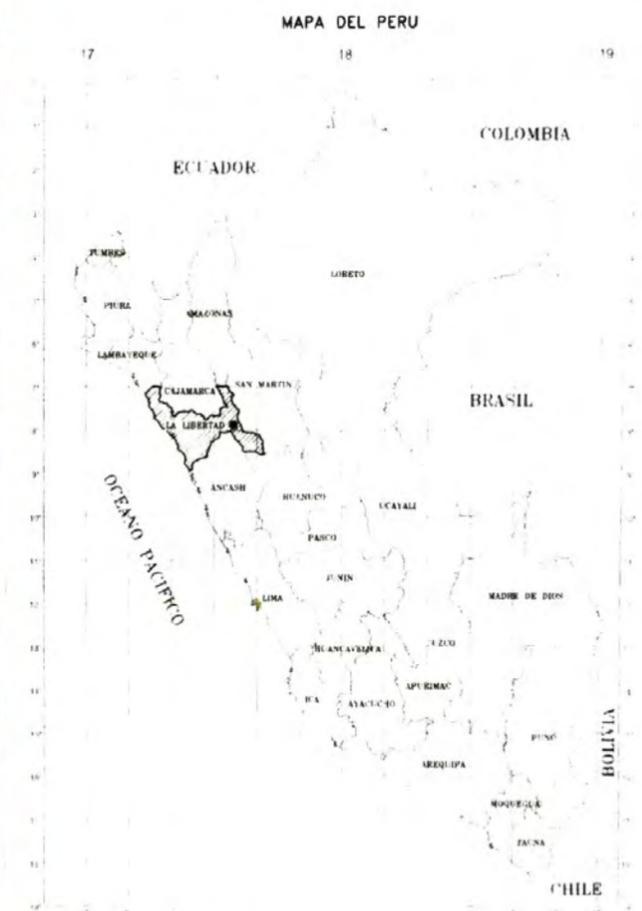
TITU-2010-PG-01 : Plano de ubicación

TITU-2010-PG-02: Vista general del muelle

TITU-2010-BA-01: Plano de batimetría

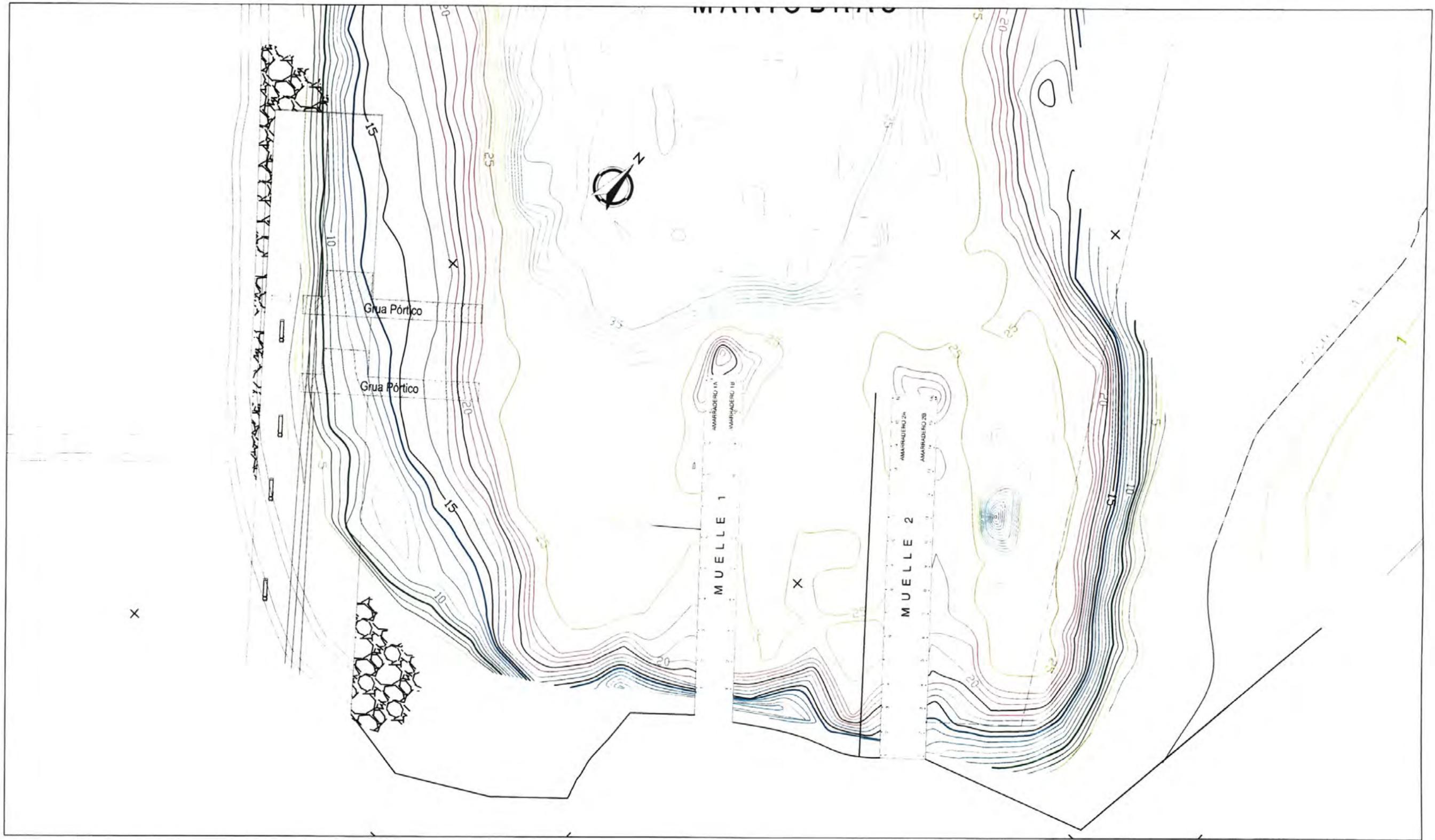
TITU-2010-PR-01: Plano en planta del muelle y secciones estructurales

TITU-2010-PR-02: Sección típica del muelle



REV	DESCRIPCION	DIS	DIS	APR	FECHA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL					
NOMBRE DEL PROYECTO					
DISEÑO DE UN NUEVO MUELLE CON CIMENTACION DE PILOTES DE ACERO					
TITULO					
PLANO DE UBICACION					
Diseño	A.G.H.	Aprobó	M.D.L.T.	File	M267-2007-01 DWG 02/15/08 10.39
Dibujó	A.G.H.	Examinó	INDICADA	Nº Plano	Rev
Revisó	A.G.H.	Fecha:		TITU-2010-PG-01 M.D.L.T.	





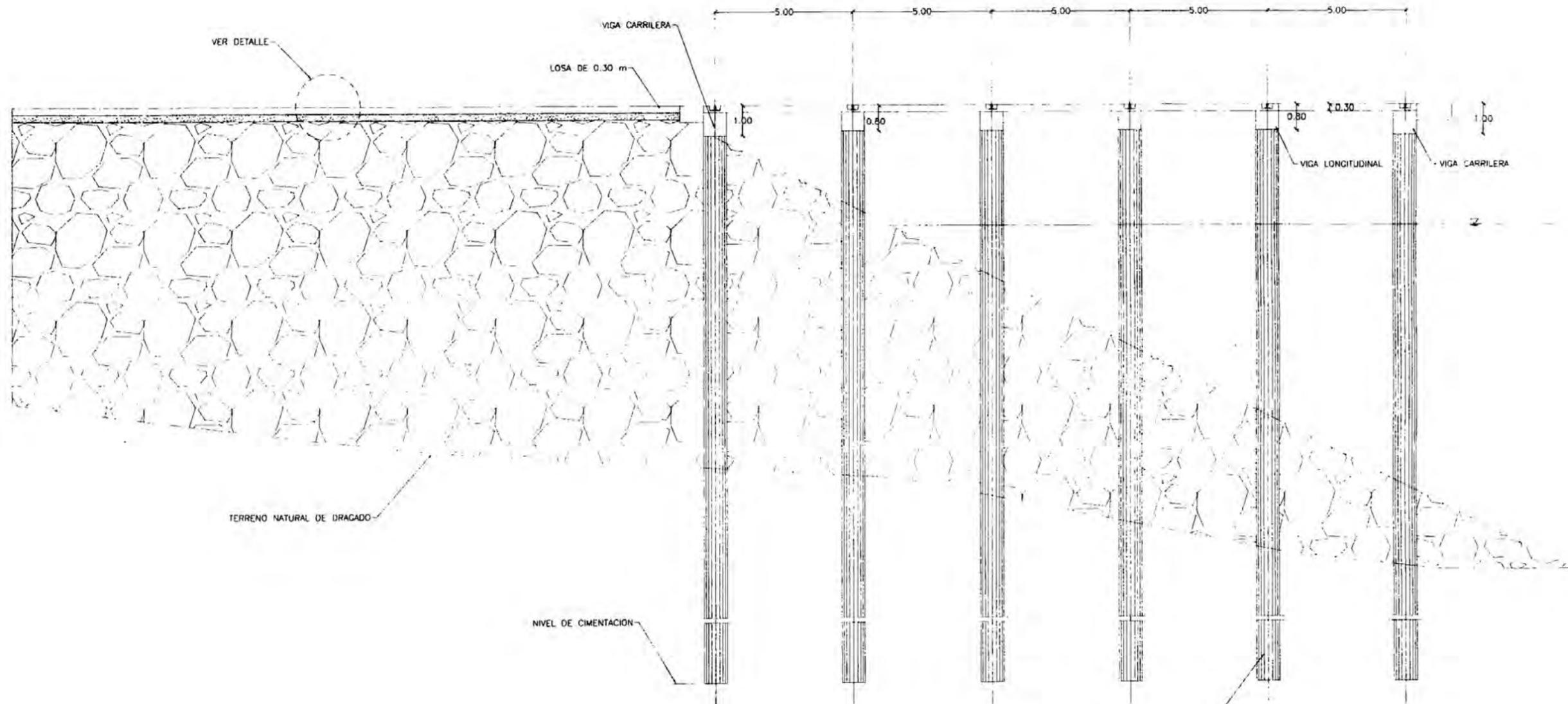
PLANTA
Escala: 1/1250



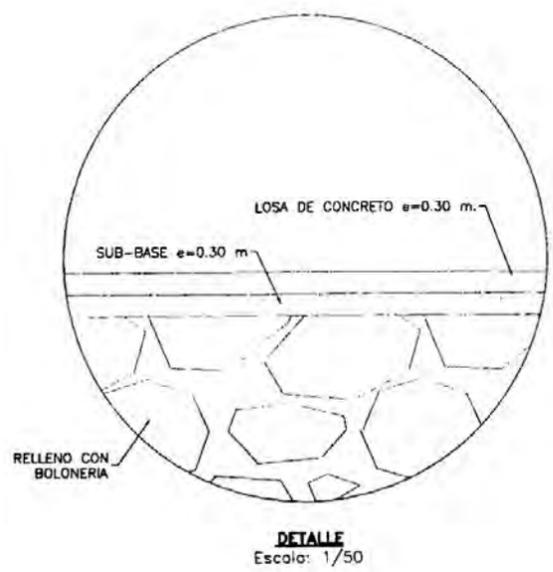
REV	DESCRIPCION	D/S	D/R	APR	FECHA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL					
NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DE UN NUEVO MUELLE CON CIMENTACION DE PILOTES DE ACERO					
TITULO: BATIMETRIA DEL PROYECTO					
Diseño	A.G.H.	Aprobó	M.D.L.T.	File	TITU-2010-BA-01.dwg 27/01/2011
Dibujo	A.G.H.	Escala	INDICADA	Nº Plano	
Revisó	A.G.H.	Fecha	2010		TITU-2010-BA-01 M.D.L.T.



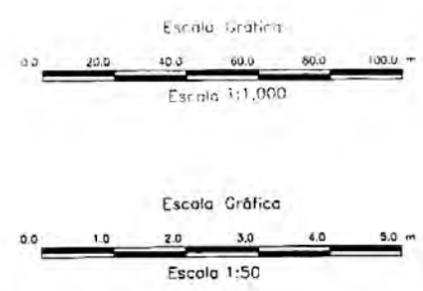
PLOT DATE : jueves, 27 de enero de 2011 02:07:36 am
 By : Andrés
 PATH : C:\Users\Andres\Documents\Curso de Topografía\Trabajo Surceroa\Formato\Planos\B10-2010-iba-01.dwg



SECCION TIPICA
Escala: 1/100

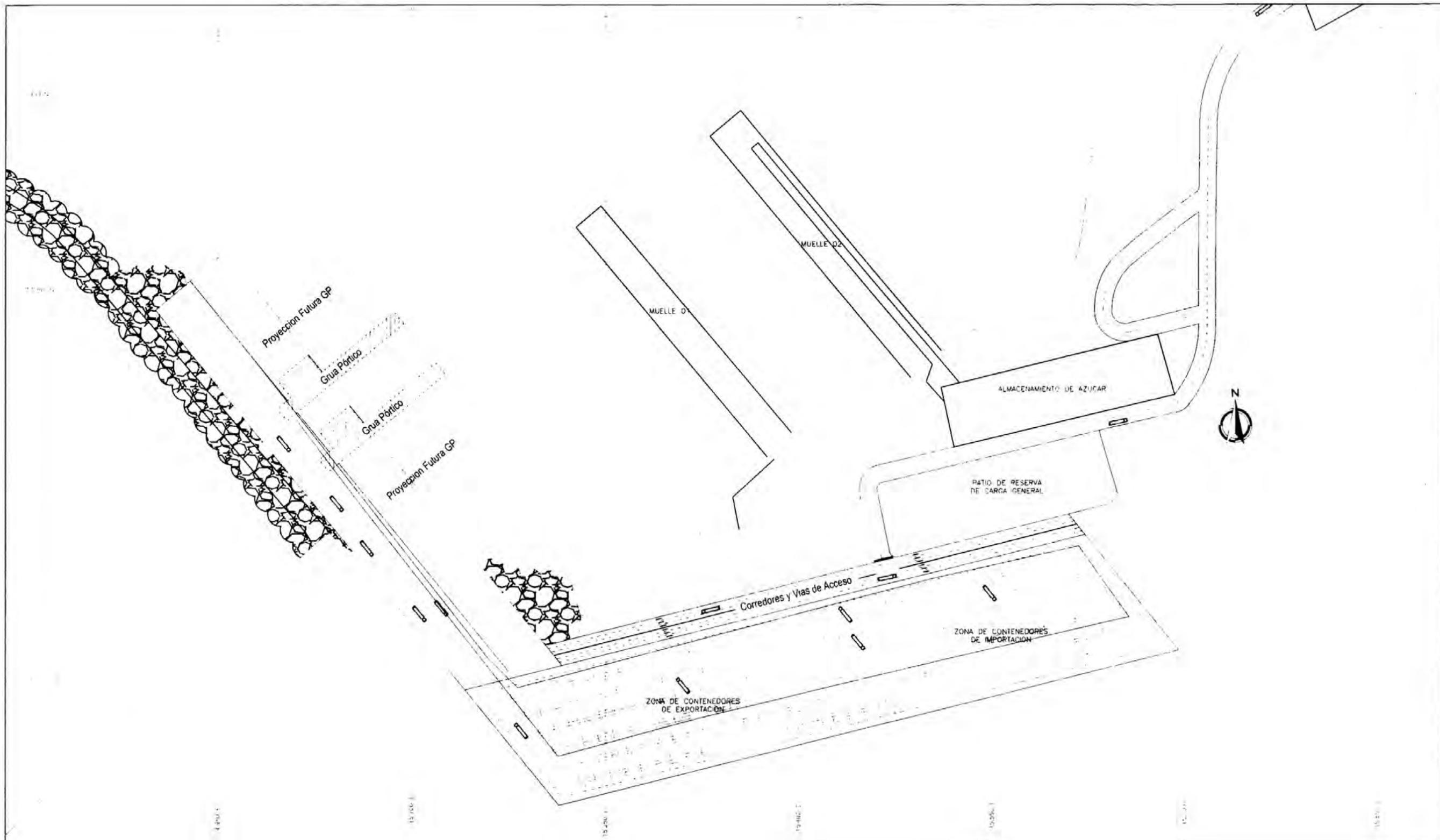


DETALLE
Escala: 1/50

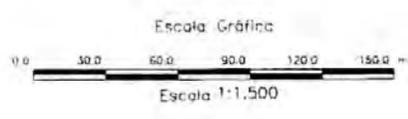


REV	DESCRIPCION	IND	IB	APR	FECHA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL					
DISEÑO DE UN NUEVO MUELLE CON CIMENTACION DE PILOTES DE ACERO					
TITULO					
MUELLE - SECCION TIPICA					
Diseñó:	A.G.H.	Aprobó:	M.D.L.T.	File:	TITU-2010-PR-02 day 27/01/2011
Diseñó:	A.G.H.	Escala:	INDICADA	Nº Dpto:	
Revisó:	A.G.H.	Fecha:	2010		TITU-2010-PR-02 M.D.L.T.





PLANTA
Escala: 1/1500



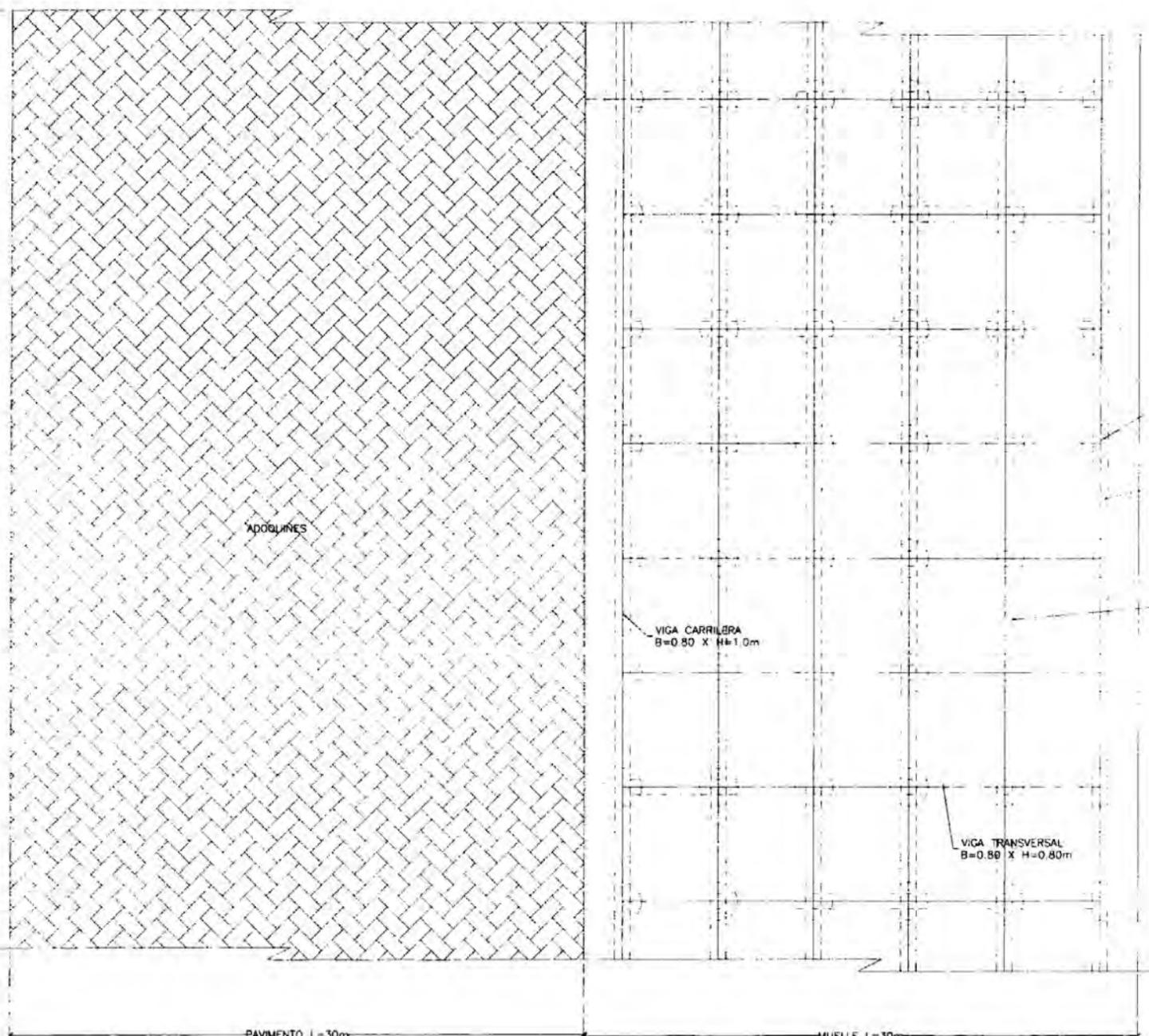
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

DISEÑO DE UN NUEVO MUELLE CON CIMENTACION DE PILOTES DE ACERO

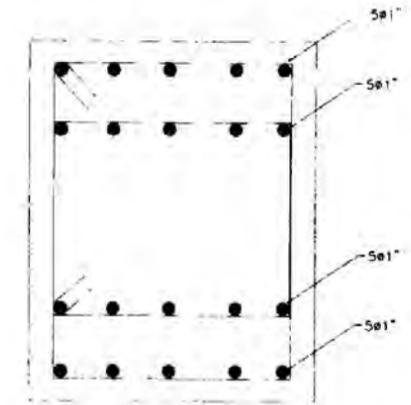
MUELLE - VISTA GENERAL

Autores	A.G.H.	Asesor	M.D.L.T.	Fecha	11/11/2010 - PG-02.dwg	Fecha	27/01/2011
Dibujó	A.G.H.	Estado	INDICADA	Nº Plano	TITU-2010-PG-02	Rev	
Revisó	A.G.H.	Fecha	2010		TITU-2010-PG-02		M.D.L.T.

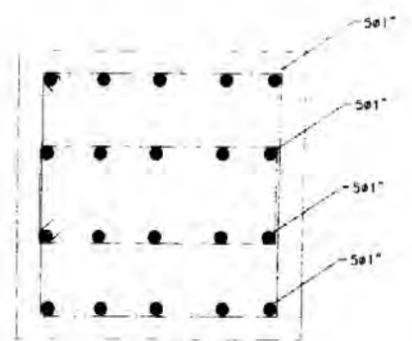




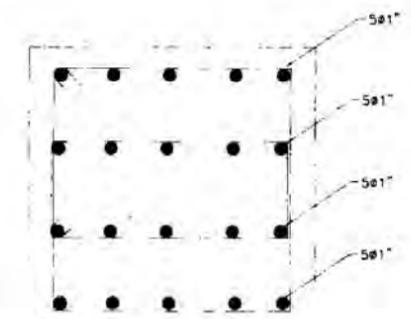
MUELLE - PLANTA
Escala: 1/150



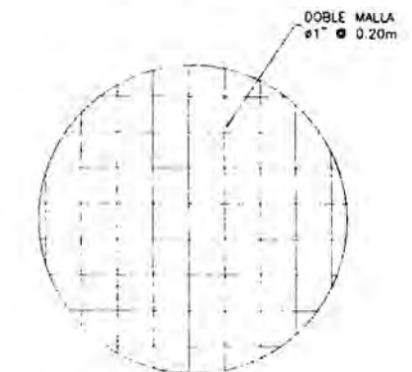
VIGA CARRILERA
Escala: 1/15



VIGA LONGITUDINAL
Escala: 1/10



VIGA TRANSVERSAL
Escala: 1/10



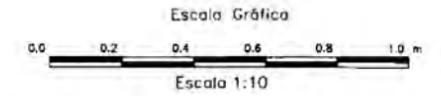
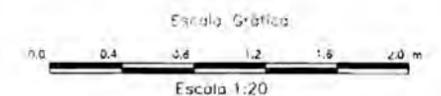
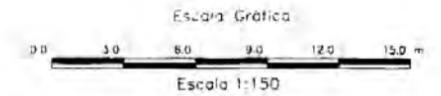
DETALLE DE LA LOSA
Escala: 1/20

PILOTES DE ACERO
TUBULAR ø=1.00m

VIGA CARRILERA
B=0.80 X H=1.0m

VIGA LONGITUDINAL
B=0.80 X H=0.80m

VIGA TRANSVERSAL
B=0.80 X H=0.80m



REVISOR				DISEÑADOR				AUTOR			
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL											
DISERIO DE UN NUEVO MUELLE CON CIMENTACION DE PILOTES DE ACERO											
MUELLE - PLANTA											
SECCIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES											
Diseño:	A.G.H.	Aprobó:	M.D.L.T.	File:	TITU-2010-PR-01	Fecha:	27/01/2011				
Dibujó:	A.G.H.	Escaló:	INDICADA	N° Plano:	TITU-2010-PR-01						
Revisó:	A.G.H.	Fecha:	2010								
										M.D.L.T.	



CONCLUSIONES

De la elaboración del siguiente informe se puede dar las siguientes conclusiones:

1. El muelle estará conformado por dos tipos de estructuras, una primera estructura cimentada sobre un relleno de coraza sobre el cual ira una sub-base y luego una base para finalmente un juego de adoquines. La segunda estructura estará cimentada sobre pilotes de acero de $\varnothing = 1.00\text{m}$ (infraestructura), sobre los pilotes irán las vigas y losa de concreto armado (superestructura).
2. Los pilotes a usar son pilotes tubulares de $\varnothing 40''$, con una longitud de 23m. La longitud a empotrar es de 6m.
3. Las dimensiones de los elementos estructurales son las siguientes:

Losa: $e = 0.30\text{m}$ $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Viga longitudinal: $b = 0.80\text{m}$ peralte = 0.8m $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Viga transversal: $b = 0.80\text{m}$ peralte = 0.8m $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Viga carril: $b = 0.80\text{m}$ peralte = 1.0m $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

4. Para la cimentación en pilotes se necesita un número de 396 pilotes.
5. Con la construcción de un nuevo muelle se podrá aprovechar los amarrederos del muelle 1, y así tener más disposición de atraque de naves de contenedores al Terminal.
6. Los pilotes de acero son menos pesados que los de concreto, por lo que conlleva a utilizar gruas de menor tamaño y facilitara el izaje de pilotes, también se tendrá un mayor alcance de izaje, reduciendo el costo y el tiempo de construcción.
7. El presupuesto del nuevo muelle está valorizado en: S./ 30,149,462.0

RECOMENDACIONES

1. Para la habilitación del nuevo muelle, es necesario realizar un dragado ya que según las curvas de batimetría la zona donde se emplazará la estructura tiene profundidades menores a 14m, las cuales no permiten el paso de una nave Panamax.
2. La ubicación del nuevo muelle es clave, ya que aprovecha el abrigo de rompeolas adyacente, lo cual asegura las aguas tranquilas que llegan a la estructura. Es recomendable que el rompeolas siempre se mantenga activo y analizar la influencia que pueda tener la conformación del nuevo muelle en el rompeolas.
3. Como los pilotes serán de acero, es recomendable realizar un trabajo de pintura con químicos que prevengan el daño del elemento por acción de la sal marina.
4. Para el proceso constructivo de la cimentación se recomienda:

Primero el hincado de los pilotes.

Segundo el relleno con piedra de tamaño de 1m o mayor.

BIBLIOGRAFÍA

- Chelis, Robert D., Cimentaciones Profundas 2da edición, 1972 [1]
- Fuentes Ortiz, Cesar, Ingeniería Portuaria, 1ra edición, 2001. [2]
- Herrejon de la torre, Luis, Estructuras Marítimas, 1ra Edición, 1982 [3]
- www.enapu.com.pe [4]
- www.apn.gob.pe [5]

ANEXOS

ANEXO I
TABLAS PARA REFRACCIÓN

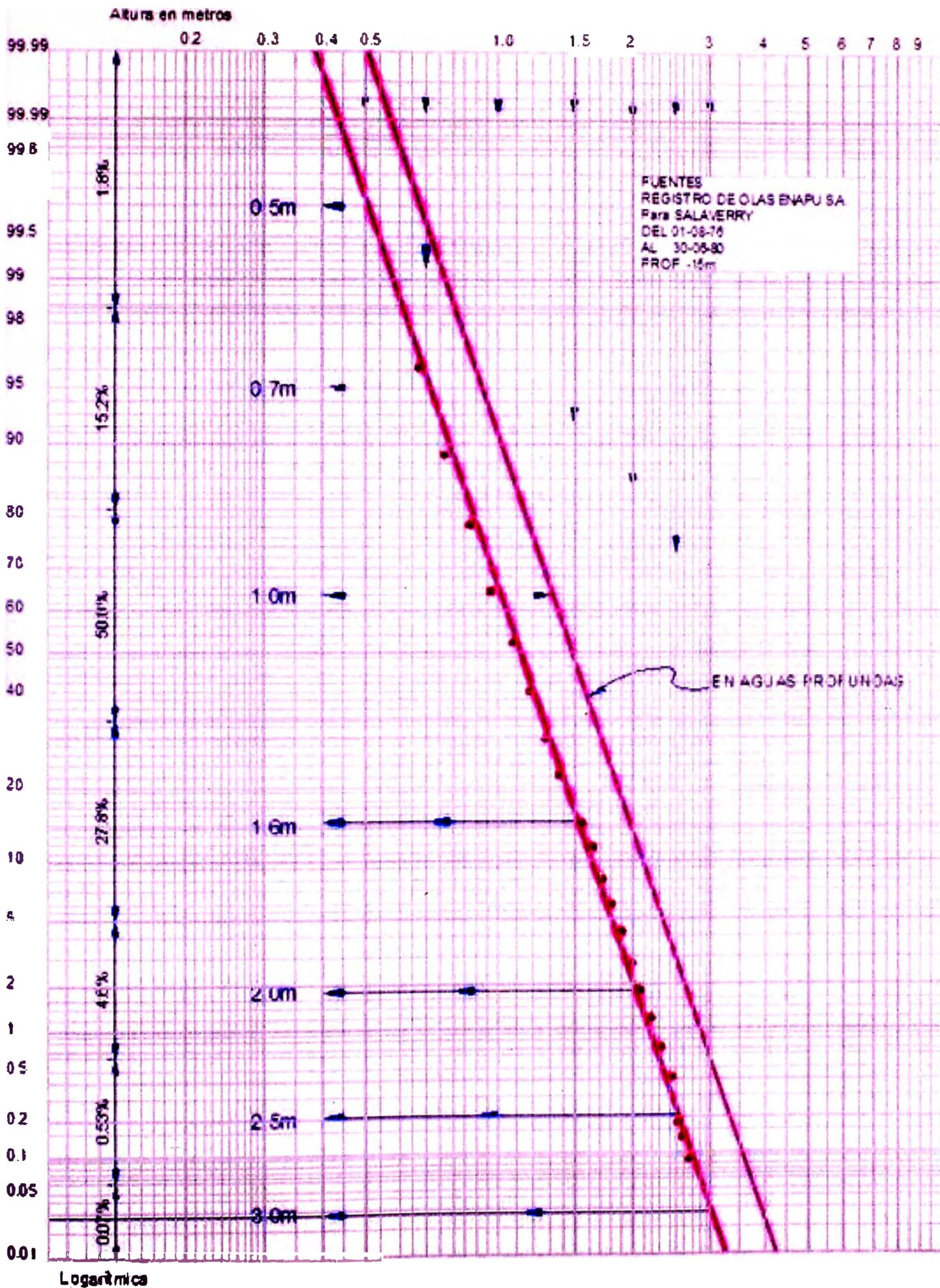


Tabla 1.6.- Valores del coeficiente de difracción de olas: $K_p/100$

	θ	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165
	r/λ												
$\alpha = 15^\circ$	0.5	49	79	83	90	97	101	103	102	101	99	99	100
	1	38	73	83	95	104	104	99	98	101	101	100	100
	2	21	68	86	105	103	97	102	99	100	100	100	100
	5	13	63	99	104	103	102	99	99	100	101	100	100
	10	35	58	110	105	98	99	101	100	100	100	100	100
$\alpha = 30^\circ$	0.5	61	63	68	76	87	97	103	105	103	101	99	95
	1	50	53	63	78	95	106	105	98	98	101	101	97
	2	40	44	59	84	107	103	96	102	98	101	99	95
	5	27	32	55	100	104	104	102	99	99	100	101	97
	10	20	24	54	112	106	97	99	101	100	100	100	98
$\alpha = 45^\circ$	0.5	49	50	55	63	73	85	96	104	106	104	100	99
	1	38	40	47	59	76	95	107	106	98	97	101	101
	2	29	31	39	56	83	108	104	96	103	98	101	100
	5	18	20	29	54	101	104	105	103	100	99	101	100
	10	13	15	22	53	113	107	96	98	102	99	100	100
$\alpha = 60^\circ$	0.5	40	41	45	52	60	72	85	113	104	106	103	101
	1	31	32	36	44	57	75	96	108	106	98	98	101
	2	22	23	28	37	55	83	108	104	96	103	98	101
	5	14	15	18	28	53	101	104	105	103	99	99	100
	10	10	11	13	21	52	114	107	96	98	101	100	100
$\alpha = 75^\circ$	0.5	34	35	38	42	50	59	71	85	97	104	105	102
	1	25	26	29	34	43	56	75	95	102	106	98	98
	2	18	19	22	26	36	54	83	109	104	96	103	99
	5	12	12	13	17	27	52	101	104	105	103	99	99
	10	8	8	10	13	20	52	114	104	96	98	101	100
$\alpha = 90^\circ$	0.5	31	31	33	36	41	49	59	71	85	96	103	103
	1	22	23	24	28	33	42	56	75	96	107	105	99
	2	16	16	18	20	26	35	54	69	108	104	96	102
	5	10	10	11	13	16	27	53	101	104	105	102	99
	10	7	7	8	9	13	20	52	114	107	96	99	101
$\alpha = 105^\circ$	0.5	28	28	29	32	35	41	49	59	72	85	97	101
	1	20	20	21	23	27	33	42	56	75	95	106	104
	2	14	14	13	17	20	25	35	54	83	108	103	97
	5	9	9	10	11	13	17	27	52	102	104	104	102
	10	7	6	8	8	9	12	20	52	114	107	97	99
$\alpha = 120^\circ$	0.5	25	26	27	28	31	35	41	50	60	73	87	97
	1	18	19	19	21	23	27	33	43	57	76	95	104
	2	13	13	14	14	17	20	26	36	55	83	107	103
	5	8	8	8	9	11	13	16	27	53	101	104	103
	10	6	6	6	7	7	9	13	20	52	113	106	98
$\alpha = 135^\circ$	0.5	24	24	25	26	28	32	36	42	52	63	76	90
	1	18	17	18	19	21	23	28	34	44	59	78	95
	2	12	12	13	14	14	17	20	26	37	56	84	105
	5	8	7	8	8	9	11	13	17	28	54	100	104
	10	5	6	6	6	7	8	9	13	21	53	112	105
$\alpha = 150^\circ$	0.5	23	23	24	25	27	29	33	38	45	55	68	83
	1	16	17	17	18	19	22	24	29	36	47	63	83
	2	12	12	12	13	14	15	18	22	28	39	59	86
	5	7	7	8	8	8	10	11	13	18	29	55	99
	10	5	5	5	6	6	7	8	10	13	22	54	110
$\alpha = 165^\circ$	0.5	23	23	23	24	26	28	31	35	41	50	63	79
	1	16	16	17	17	19	20	23	26	32	40	53	73
	2	11	11	12	12	13	14	16	19	23	31	44	68
	5	7	7	7	7	8	9	10	12	15	20	32	63
	10	5	5	5	6	6	6	7	8	11	11	21	58
$\alpha = 180^\circ$	0.5	20	25	23	24	25	28	31	34	40	49	61	78
	1	10	17	16	18	18	23	22	25	31	38	50	70
	2	2	9	12	12	13	18	16	18	22	29	40	60
	5	2	6	7	7	7	7	8	10	12	14	18	27
	10	1	5	5	4	4	6	7	7	8	10	13	20

ANEXO II
SALIDAS DEL MODELAMIENTO EN SAP2000

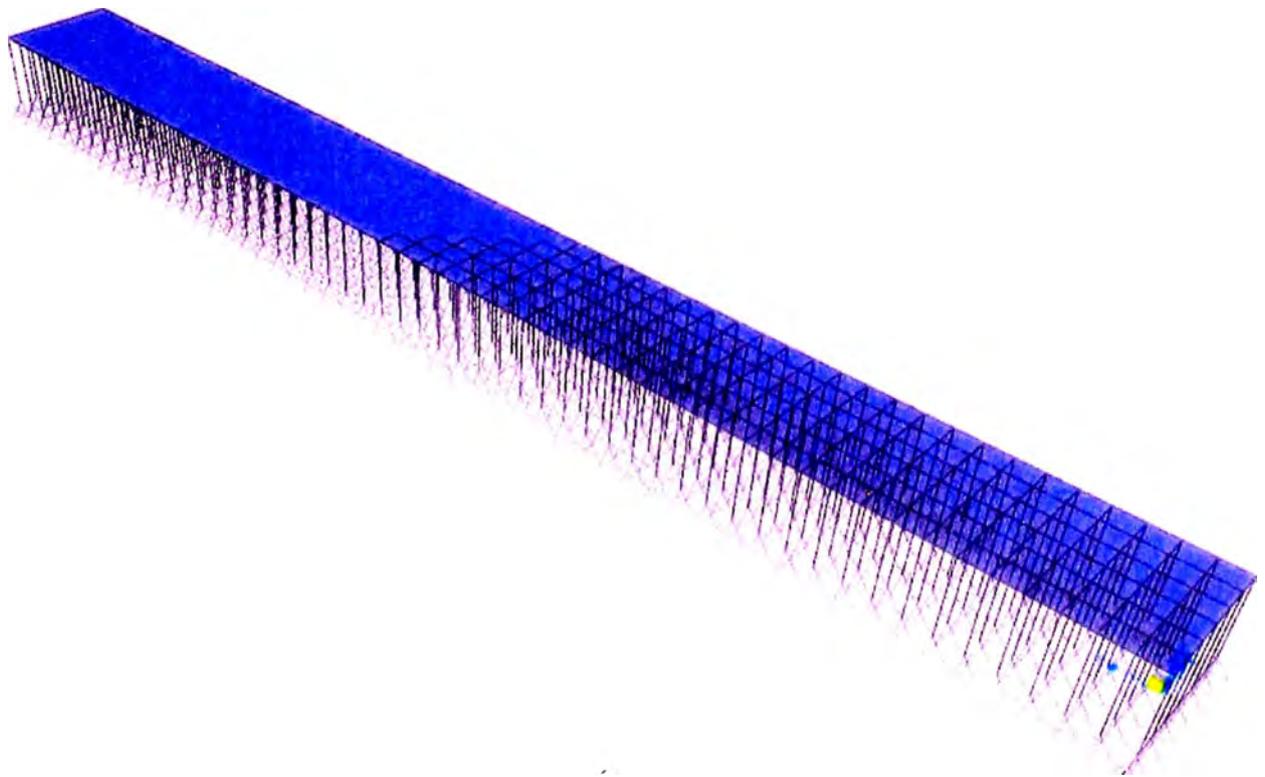


FIGURA N 01 : VISTA 3D DEL MUELLE

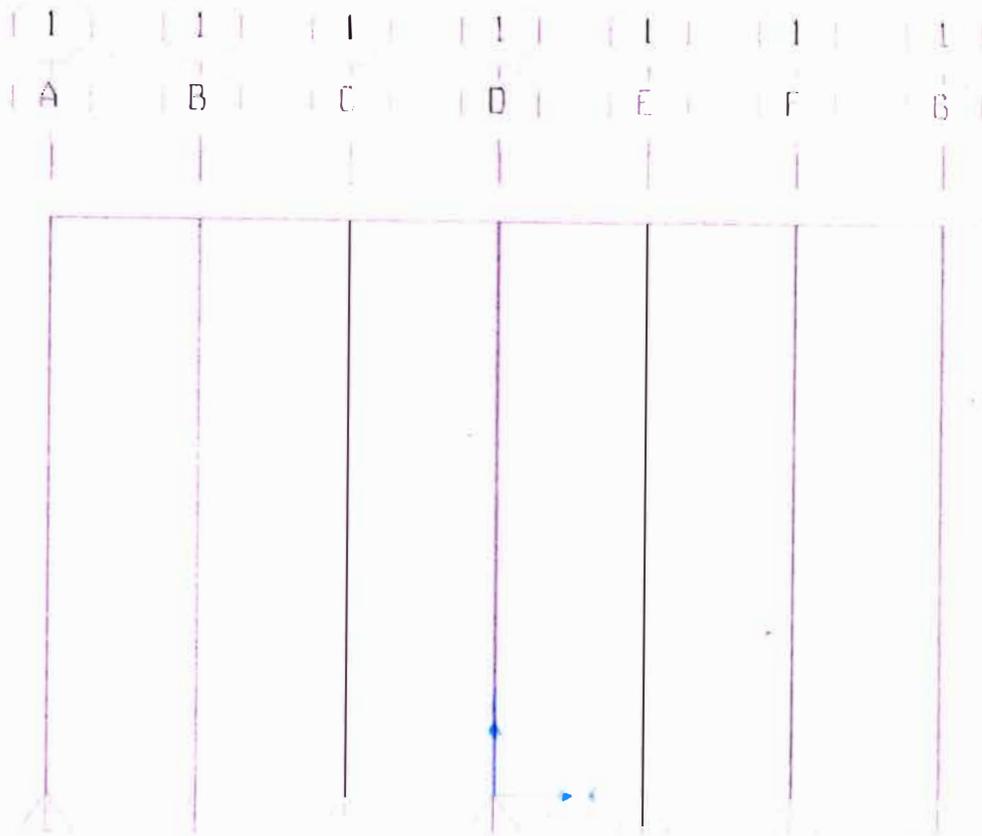


FIGURA N 02 VISTA TRANSVERSAL DEL MUELLE

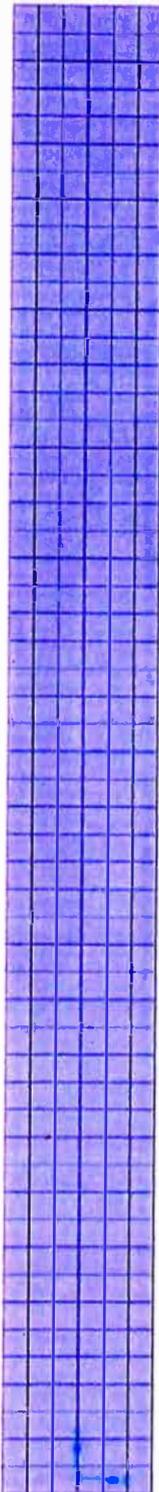


FIGURA N 03 VISTA EN PLANTA

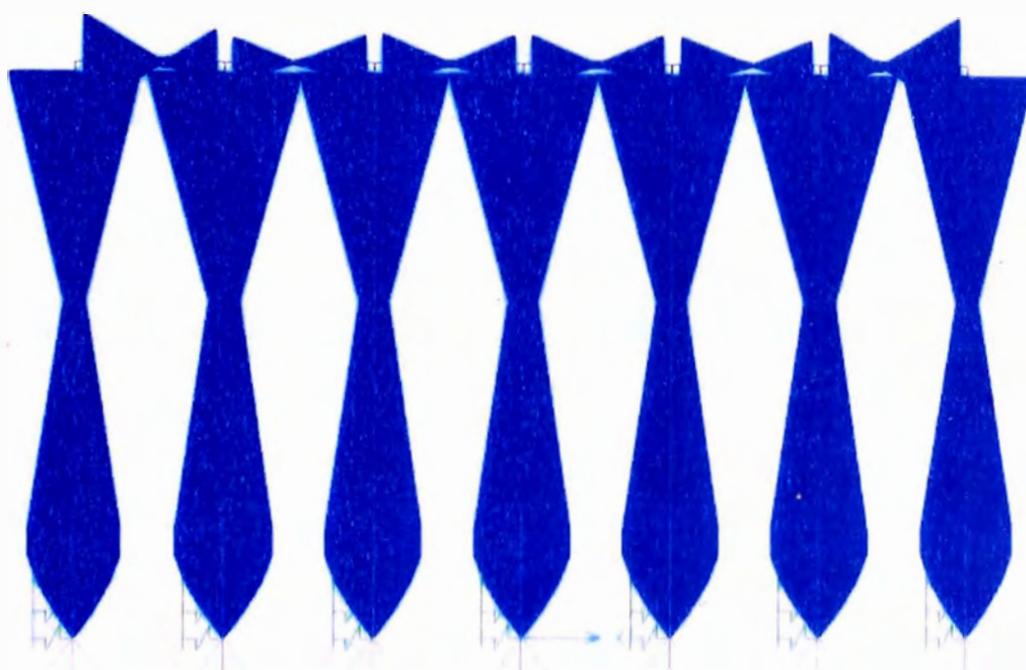


FIGURA N 04 GRAFICO DE MOMENTOS

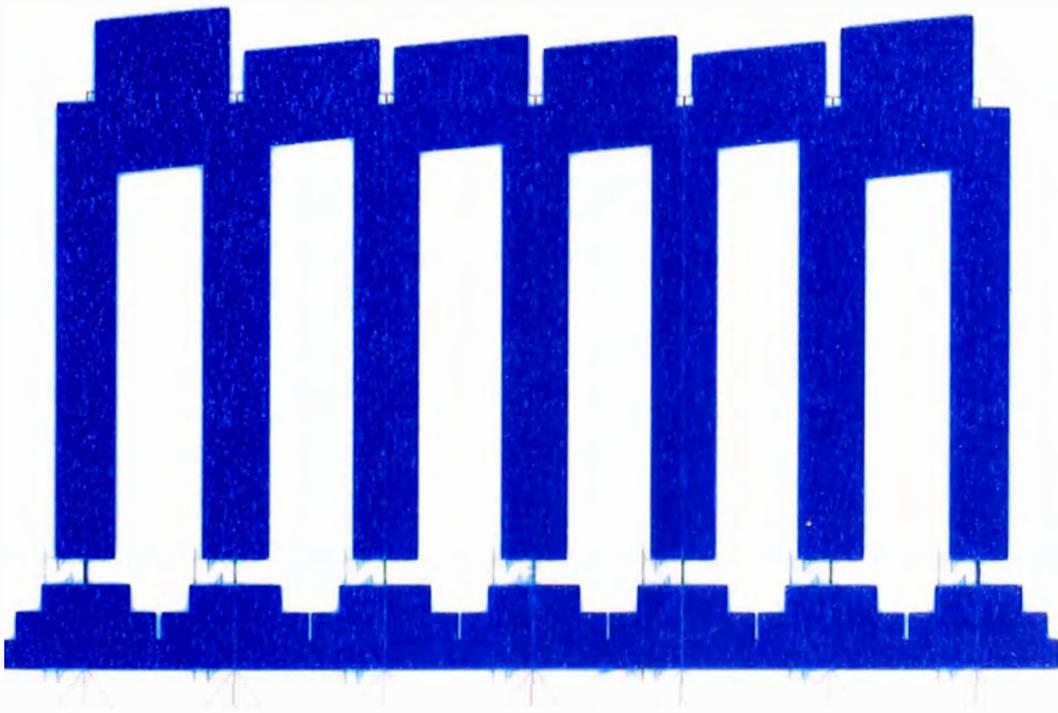
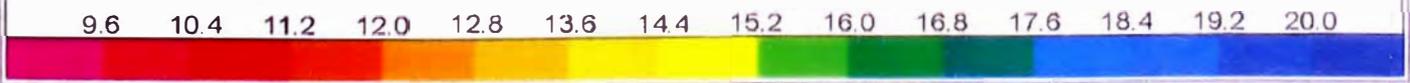


FIGURA N 06 GRAFICO DE ESFUERZOS



FIGURA N 06 MOMENTOS EN LA LOSA



ANEXO III
ANALISIS DE PU

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FECHA : Enero 2011

PARTIDA :		1.1 CONCRETO F'c = 280 KG/CM2				
RENDIMIENTO (8 Hrs) :		36.00 m3				
COMPONENTES	Unid	Cant	Aporte	Precio	C.Parcial	SubTotal
A. MANO DE OBRA						
Especialista en Superficie	h-h	0.50	0.222	5.55	0.62	
Operario en Superficie	h-h	2.00	0.222	4.42	1.96	
Oficial en Superficie	h-h	1.00	0.222	3.94	0.88	
Peón en Superficie	h-h	4.00	0.222	3.50	3.11	6.57
B. MATERIALES						
Cemento Portland tipo V	bls	9.50	-	7.26	68.97	
Arena Gruesa	m3	0.45	-	6.78	3.05	
Piedra Partida	m3	0.95	-	9.18	8.72	
Aditivo Plastificante	Kg	12.11	-	1.80	21.80	
Materiales Varios	Est				3.08	
Implementos de Protección	Est				0.33	105.95
C. EQUIPOS						
Mezcladora de 11 p3	h-m	2.00	0.222	7.45	3.31	
Bomba de Concreto 27 m3/h	h-m	1.00	0.222	22.34	4.96	
Carro Mezclador 2 m3	h-m	2.00	0.222	1.50	0.67	
Plataforma Elevadora	h-m	1.00	0.222	7.85	1.74	
Vibrador Neumático 4"	h-m	2.00	0.222	1.95	0.87	
Locomotoras Eléctricas 10 Tn	h-m	1.00	0.222	20.32	4.52	
Instalaciones Auxiliares	Est				0.78	
Herramientas Varias	Est				0.33	17.18
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$						129.69

PARTIDA :		1.2 ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2				
RENDIMIENTO (8 Hrs) :		1,140.00 Kg				
COMPONENTES	Unid	Cant	Aporte	Precio	C.Parcial	SubTotal
A. MANO DE OBRA						
Especialista	h-h	0.50	0.007	6.32	0.02	
Operario	h-h	4.00	0.007	5.06	0.14	
Oficial	h-h	4.00	0.007	4.53	0.13	
Peón	h-h	1.00	0.007	4.05	0.03	0.32
B. MATERIALES						
Fierro Corrugado prom.	Kg	1.05	-	0.55	0.58	
Alambre No 8	Kg	0.020	-	0.80	0.02	
Materiales Varios	Est				0.02	
Implementos de Protección	Est				0.02	0.63
C. EQUIPOS						
Cizalla	h-m	1.00	0.007	2.10	0.01	
Soldadora Eléctrica	h-m	0.50	0.007	1.15	0.00	
Plataforma Elevadora	h-m	0.50	0.007	7.85	0.03	
Carros Mineros 1 m3	h-m	0.10	0.007	1.35	0.00	
Locomotoras Eléctricas 10 Tn	h-m	0.10	0.007	20.32	0.01	
Perforadora BBC 16	h-m	0.10	0.007	1.95	0.00	
Herramientas Varias	Est				0.02	0.08
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$						1.03

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FECHA : Enero 2011

PARTIDA :		1.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
RENDIMIENTO (8 Hrs) :		48.00 m2				
COMPONENTES	Unid	Cant	Aporte	Precio	C.Parcial	SubTotal
A. MANO DE OBRA						
Especialista	h-h	1.00	0.167	6.32	1.05	
Operario	h-h	4.00	0.167	5.06	3.37	
Oficial	h-h	4.00	0.167	4.53	3.02	
Peón	h-h	2.00	0.167	4.05	1.35	8.80
B. MATERIALES						
Madera para Encofrados	p2	4.50	-	1.20	5.40	
Alambre No 8	Kg	0.20	-	0.80	0.16	
Clavos	Kg	0.20	-	0.85	0.17	
Triplay Lupuna 12 mm	m2	0.15	-	9.10	1.37	
Planchas Metálicas	Kg	0.05	-	1.05	0.05	
Fierro Corrugado prom.	Kg	1.00	-	0.55	0.55	
Implementos de Protección	Est				0.44	8.14
C. EQUIPOS						
Plataforma Elevadora	h-m	1.00	0.167	7.85	1.31	
Sierra Eléctrica	h-m	1.00	0.167	1.85	0.31	
Locomotoras Eléctricas 10 Tn	h-m	0.10	0.167	20.32	0.34	
Perforadora BBC 16	h-m	0.10	0.167	1.95	0.03	
Herramientas Varias	Est				0.44	2.43
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$						19.36

PARTIDA :		1.4 TRANSPORTE Y MANIPULO DE PILOTES GUIA				
RENDIMIENTO (und/DIA) :		1.00 Gbl				
COMPONENTES	Unid	Cuadrilla	Cant	Precio	C.Parcial	SubTotal
A. MANO DE OBRA						
Especialista	h-h	0.01	0.080	6.32	0.01	
Operario	h-h	0.45	3.600	5.06	8.20	
Peon	h-h	0.50	4.000	4.05	8.10	16.30
B. MATERIALES						
cable de acero de 3/4	kg		0.040	3.35	0.13	
madera de tornillo	p2		1.00	1.00	0.82	0.95
C. EQUIPOS						
Herramientas Varias	h-m		5.000	27.48	137.40	
Grúa hidráulica telescópica 25 Tn	Est	0.40	3.200	85.71	109.71	
Camion plataforma 6x4. 260-300 hp	h-m	0.50	4.000	56.42	112.84	359.95
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$						377.21

PARTIDA :		1.5 HINCADO DE PILOTES				
RENDIMIENTO (und/DIA) :		1.00 und				
COMPONENTES	Unid	Cuadrilla	Cantidad	Precio	C.Parcial	SubTotal
A. MANO DE OBRA						
Especialista	h-h	0.10	0.400	5.55	0.22	
Operario	h-h	1.00	4.000	4.42	17.68	
Peón	h-h	2.00	8.000	3.50	56.00	74.00
B. MATERIALES						
Madera tornillo	p2		5.000	1.00	14.00	14.00
C. EQUIPOS						
Herramientas manuales	Est		3.000	43.53	0.00	
Equipo hincado delmag D-22	h-m	0.50	2.000	85.71	85.71	
Grúa hidráulica telescópica 25 Tn	h-m	0.50	2.000	85.71	85.71	
Compresora neumática 250-330 PCM	h-m	1.00	4.000	20.32	81.28	253.00
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$						341.00

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FECHA : Enero 2011

PARTIDA :		1.6 ADQUISICION DE FLOTADORES					
RENDIMIENTO (und/DIA) :		1.00 Gbl					
	COMPONENTES	Unid	Cant	Aporte	Precio	C.Parcial	SubTotal
B.	<u>MATERIALES</u> Adquisicion de flotadores	Glb	1.000		450.00	450.00	
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$							450.00
PARTIDA :		1.7 ARMADURA DE FLOTADORES					
RENDIMIENTO (und/DIA) :		1.00 Gbl					
	COMPONENTES	Unid	Cant	Aporte	Precio	C.Parcial	SubTotal
B.	<u>MATERIALES</u> Armadura de flotadores	Glb	1.000		520.00	520.00	
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$							520.00
PARTIDA :		1.8 HABILITACION Y COLOCACION					
RENDIMIENTO (und/DIA) :		1.00 Gbl					
	COMPONENTES	Unid	Cant	Aporte	Precio	C.Parcial	SubTotal
B.	<u>MATERIALES</u> Habilitacion y colocacion	Glb	1.000		520.00	60.00	
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$							60.00
PARTIDA :		1.9 ADQUISICION DE BOLARDOS					
RENDIMIENTO (und/DIA) :		1.00 Gbl					
	COMPONENTES	Unid	Cant	Aporte	Precio	C.Parcial	SubTotal
B.	<u>MATERIALES</u> Adquisicion de flotadores	Glb	1.000		2,500.00	2,500.00	
C.	<u>EQUIPOS</u> Camion plataforma 6x4, 260-300 hp	h-m	0.50		56.42	28.21	
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$							2,528.21

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FECHA : Enero 2011

PARTIDA :		1.10 HABILITACION DE BOLARDOS				
RENDIMIENTO (und/DIA) :		2.00 Gbl				
COMPONENTES	Unid	Cuadrilla	Cantidad	Precio	C.Parcial	SubTotal
A. MANO DE OBRA						
Especialista	h-h	0.10	0.400	5.55	0.22	
Operario	h-h	1.00	4.000	4.42	17.68	
Peón	h-h	2.00	8.000	3.50	56.00	
B. MATERIALES						
Pernos de fijacion 2"x2,30"m	pza		6.000	33.98	203.88	
Plancha de acero E=1"-1218mmx610mm	kg		1.000	10.01	10.01	
Tubo PVC agua-clases presion 3"x5m	pza		0.500	9.45	4.73	
						218.62
C. EQUIPOS						
Herramientas manuales	Est		3.000	43.53	41.90	
Encofrado metalico	m2		1.980	9.55	7.57	
						49.47
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$						268.09

PARTIDA :		1.11 ADQUISICION DE DEFENSAS				
RENDIMIENTO (und/DIA) :		1.00 Gbl				
COMPONENTES	Unid	Cant	Aporte	Precio	C.Parcial	SubTotal
B. MATERIALES						
Defensa poner media	und	1.000		60.00	60.00	
C. EQUIPOS						
Camion plataforma 6x4. 260-300 hp	h-m	1.00		55.00	55.00	
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$						115.00

PARTIDA :		1.12 PERFORACION DE HUECOS Y COLOCACION DE ANCLAJES				
RENDIMIENTO (und/DIA) :		12.00 Gbl				
COMPONENTES	Unid	Cuadrilla	Cantidad	Precio	C.Parcial	SubTotal
A. MANO DE OBRA						
Especialista	h-h	0.10	0.067	5.55	0.04	
Operario	h-h	5.00	3.333	4.42	73.66	
Peón	h-h	5.00	3.333	3.50	58.33	
						131.99
B. EQUIPOS						
Herramientas manuales	Est		5.000	21.89	1.14	
Andamio metalico	h-m	1.50	1.000	9.55	14.33	
Compresora neumatica 250-330 PCM	h-m	1.50	1.000	18.50	27.75	
Taladro rotatorio	h-m	3.00	2.000	2.30	13.80	
						57.02
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$						189.00

PARTIDA :		1.13 MONTAJE DE DEFENSAS DE JEBE HORIZONTAL				
RENDIMIENTO (und/DIA) :		1.00 Gbl				
COMPONENTES	Unid	Cant	Aporte	Precio	C.Parcial	SubTotal
B. MATERIALES						
montaje de defensas	Glb	1.000		270.00	270.00	
TOTAL COSTO DIRECTO U.S. \$						270.00

ANEXO IV
PLANOS DE REFRACCION

Plano LB-SAL-2007-R1

Refracción de olas de aguas profundas $T = 14''$

Plano LB-SAL-2007-R2

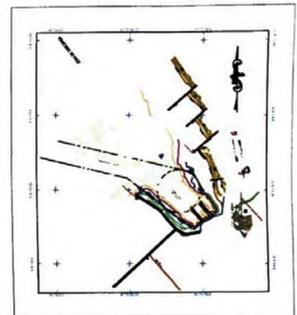
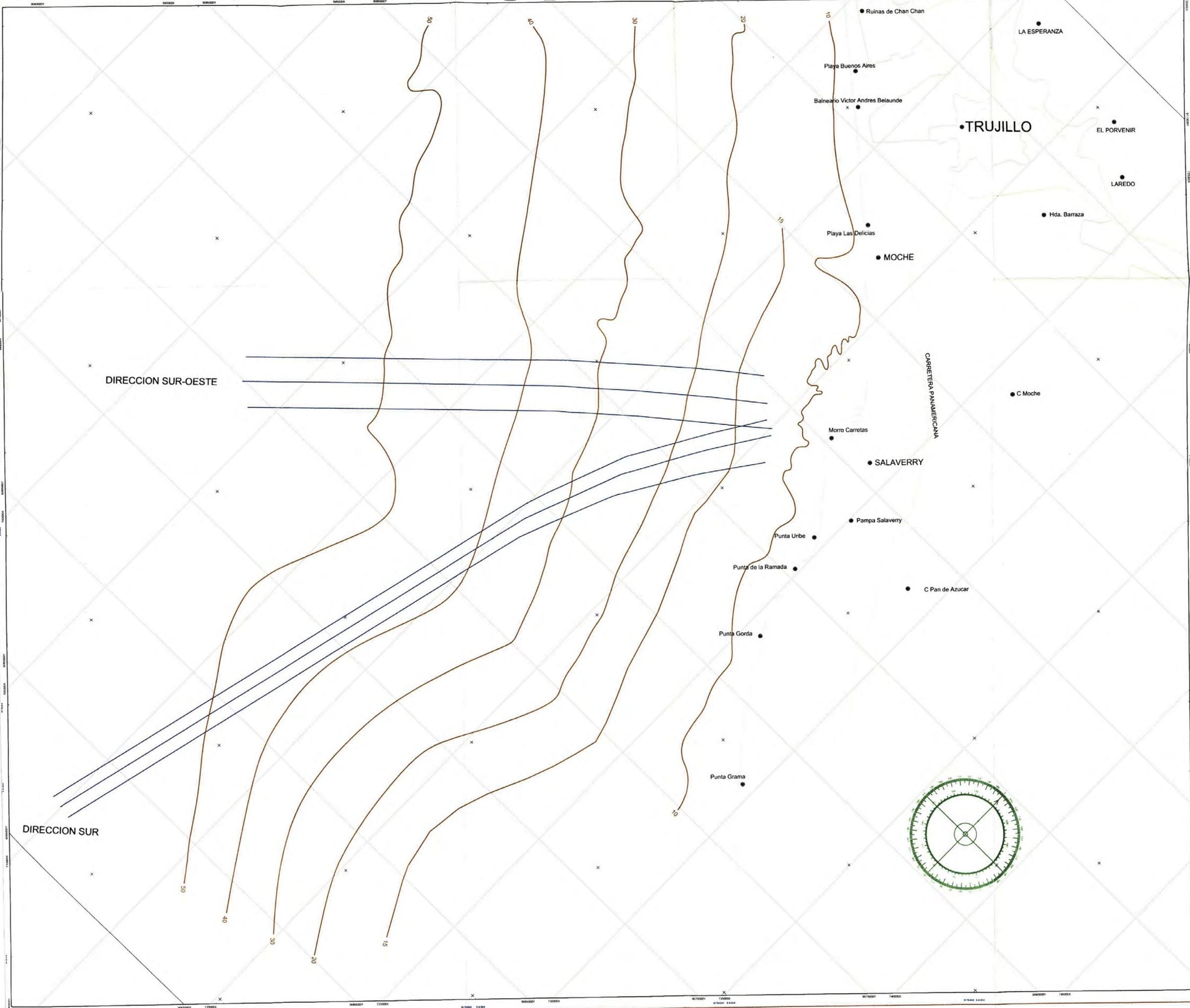
Refracción de olas de aguas intermedias $T = 14''$

Plano LB-SAL-2007-R3

Refracción de olas de aguas intermedias $T = 14''$. Zona de descarga.

Plano LB-SAL-2007-R4

Refracción de olas de aguas poco profundas $T = 14''$



PLANO DE UBICACION
ESCALA: 1 / 70,000

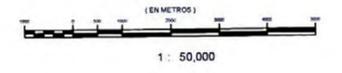
LEYENDA

- Línea de Nivel ±0.00 (M.N.S)
- Línea de alta marea (L.A.M.+1.87)
- Línea de marea principal
- Línea de Costa
- Línea de Refracción de Olas
- ✳ Faro y Farolitos
- ✚ Punto de Poligonal
- Lugares Principales

CUADRO DE REFRACCION
ESCALA 1: 50,000

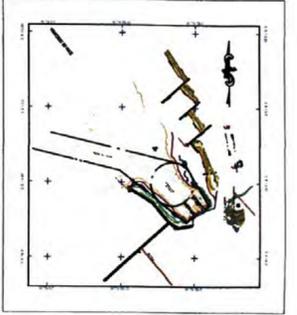
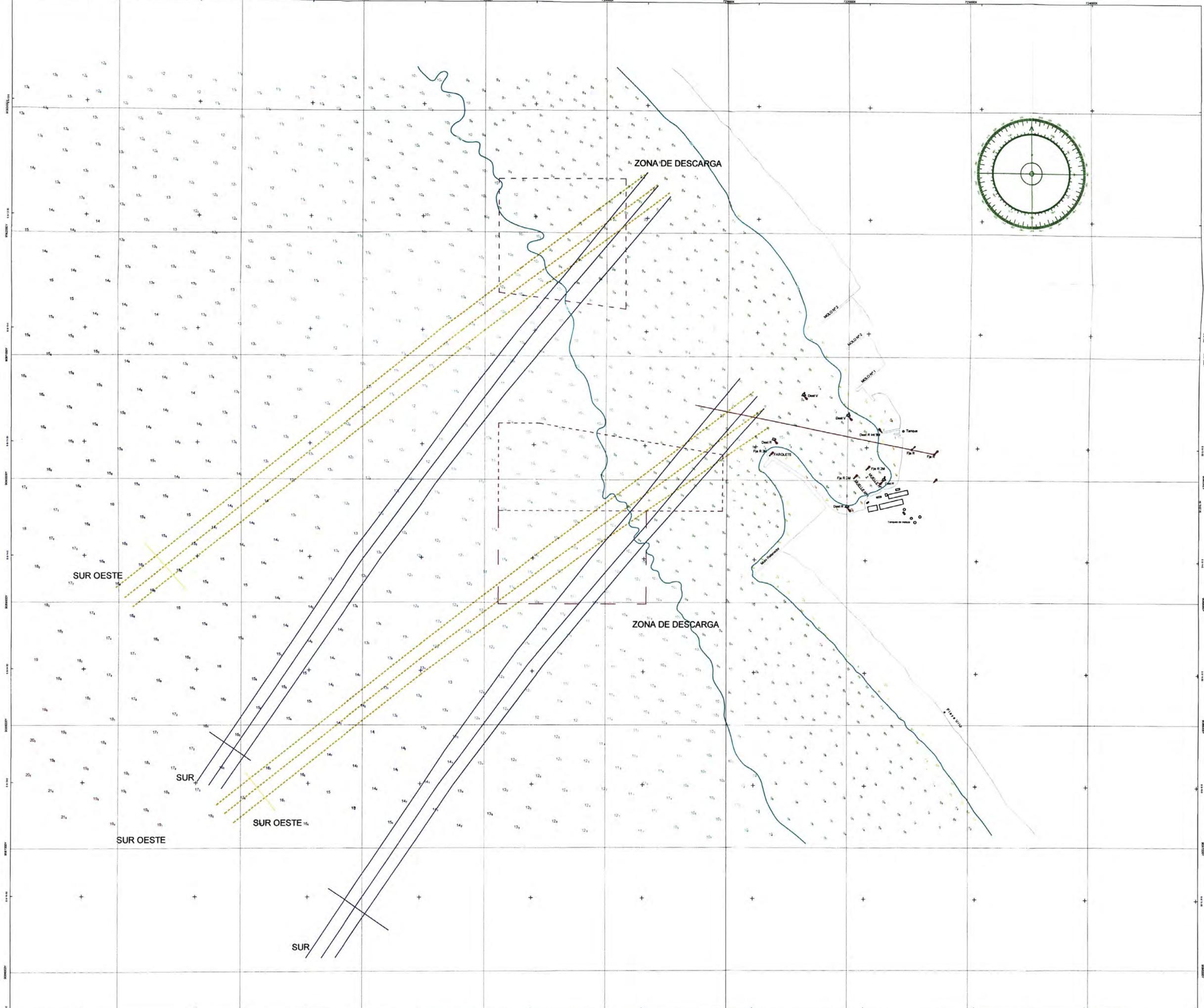
Dirección	Sur	Sur Oeste
Entrada	N 13°34' E	N 48°20' E
Línea	N 33°45' E	N 51°15' E
Kr	0.803192	0.953729

ESCALA GRAFICA
(EN METROS)



Observaciones:
 - Las Sondejas están dadas en Pies y referidas al Nivel Medio de Mareas de Salaverry (N.M.S.)
 - Fecha de Sondeo con Ecobatimetro: 24 y 25 de Febrero de 2007
 - Fecha de Sondeo con ecosonda: 23, 24, 25 y 26 de Febrero de 2007
 - Las curvas topográficas están dadas en metros y referidas al M.N.S.

FECHA DE LEVANTAMIENTO: 23, 24, 25 y 26 de Febrero del 2007		03/2007	
PROYECCION CARTOGRAFICA: UTM		FECHA:	
Nº DATUM: WGS-84			
GERENCIA DEL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY			
TITULO:		REFRACCION DE OLAS DE AGUAS INTERMEDIAS T = 14"	
		DIRECCIONES SUR Y SUR OESTE	
T.P. SALAVERRY		ELABORADO POR:	
LIV. P.L.L.	REV. F.L.M.	PLANO: LB-SAL-2007-02	REVISION: 0
ESCALA: 1/50,000	Reemplazo de:	Hoja: 1 de 1	



PLANO DE UBICACION
ESCALA: 1 / 70,000

LEYENDA

- Línea de Nivel (0.50 (M.V.S))
- Línea de alta marea (L.A.M.+1.87)
- Refracción de Olas Sur
- Refracción de Olas Sur Oeste
- Zona de Descarga
- ⊙ Faro y Faroles
- ⊕ Punta de Polígono
- Ubicación de muestras de fondo

CUADRO DE REFRACCION
ESCALA 1: 10,000
ZONA DE DESCARGA

Dirección	Sur	Sur Oeste
Entra	N 33°45' E	N 51°15' E
Llega	N 40°25' E	N 53°10' E
Kr	0.865708	0.918282

CUADRO DE REFRACCION TOTAL
ESCALA 1: 10,000
ZONA DE DESCARGA

Dirección	Sur	Sur Oeste
Kr (200,000)	0.845060	1.055067
Kr (100,000)	0.803192	0.953729
Kr (10,000)	0.865708	0.918282
Kr TOTAL	0.587595	0.927523

Kr Total = Kr(200,000) + Kr(100,000) + Kr(10,000)

CUADRO DE REFRACCION
ESCALA 1: 10,000
ZONA DE DRAGADO

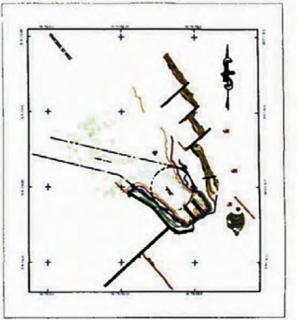
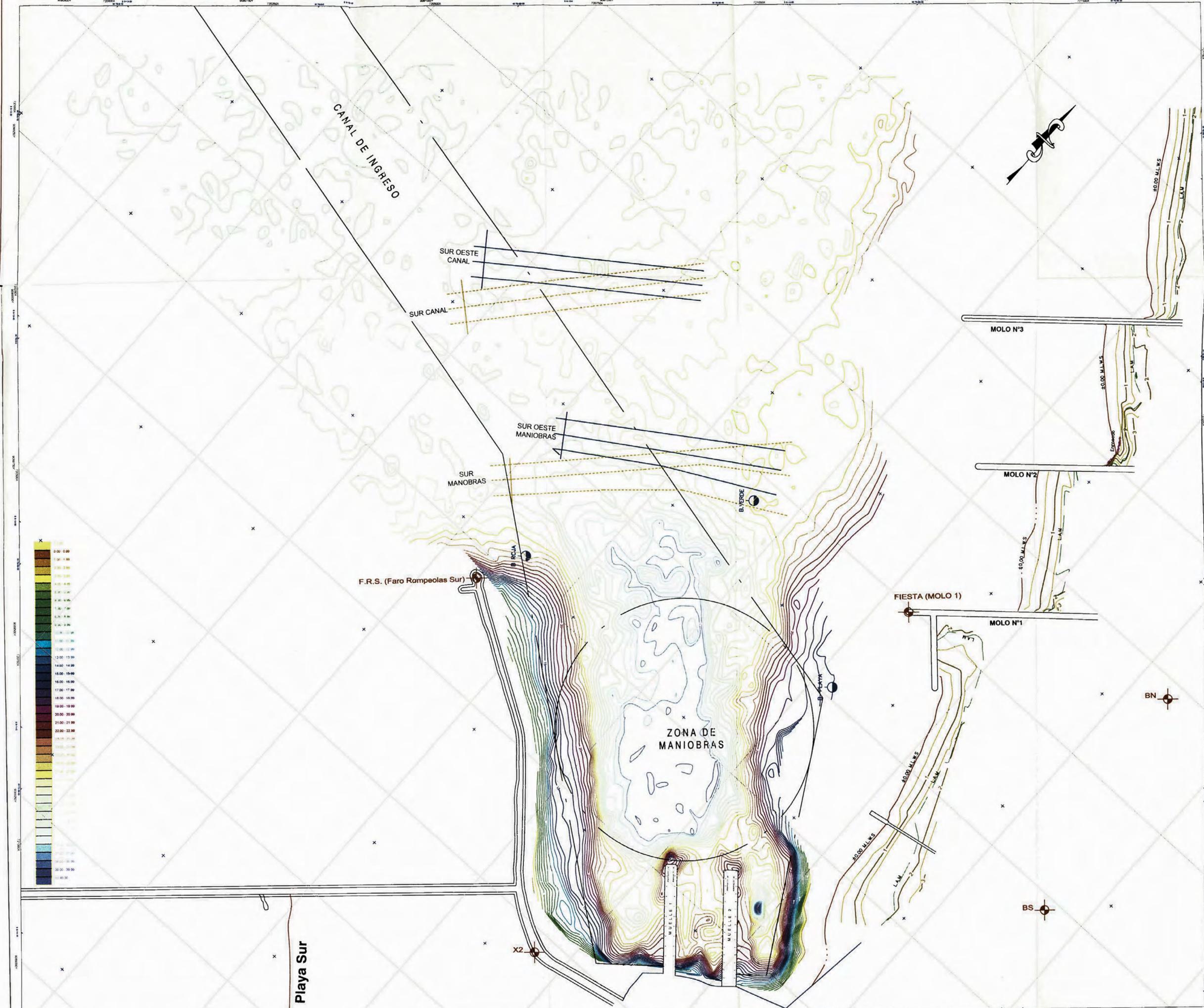
Dirección	Sur	Sur Oeste
Entra	N 33°45' E	N 51°15' E
Llega	N 40°40' E	N 56°05' E
Kr	0.834789	0.824114



Observaciones:

- Los Sondeos están dados en Pies y referidos al Nivel Medio de Bajamar de Singlas Ordinarias (M.V.S)
- Fecha de Sondeo con escandalo: 24 y 25 de Febrero de 2007
- Fecha de Sondeo sin escandalo: 23, 24, 25 y 26 de Febrero de 2007
- Las curvas topográficas están dadas en metros y referidas al M.V.S.

FECHA DE LEVANTAMIENTO: 23, 24, 25 y 26 de Febrero del 2007		FECHA: 03/2007
PROYECCION CARTOGRAFICA: UTM		
DATUM: WGS-84		
GERENCIA DEL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY		
TITULO:		
REFRACCION DE OLAS EN AGUAS INTERMEDIAS T = 14'		
ABRIGOS SUR Y SUR OESTE		
ZONA DE DESCARGA		
T.P. SALAVERRY		
LEV: P.L.L.	REV: P.L.L.	APROB: F.L.M.
ESCALA: 1/10,000	Presupuesto: cc	ELABORADO POR: LB-SAL-2007-03
		REVISION: 0
		Hoja: 1 de 1



PLANO DE UBICACION
ESCALA: 1 / 70,000

LEYENDA

- Línea de Nivel (0.50) (M.N.S)
- Línea de alta marea (L.A.M) (M.S)
- Refracción de Olas Sur
- Refracción de Olas Sur Oeste
- Línea de Poligonal
- Faro y Faros
- Punto de Poligonal
- Ubicación de muestra de fondo

CUADRO DE COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE APOYO
EN VALORES UTM

PUNTO	NORTE	ESTE
C	7199.622.411	722.822.349
FIESTA (MOLO 1)	7199.165.189	722.211.885
X2	7199.873.247	722.188.212
BS	7199.827.851	722.854.247
BN	7199.228.713	722.828.183
F.A.S.		
(FARO ROMPEOLAS SUR)	7199.541.873	721.884.844
FARO CERRO CARRETAS	7199.244.157	722.853.812
K2	7199.243.284	722.719.821
K3	7199.244.889	722.688.846
BOYA ROJA (B.R.)	7199.823.118	721.841.793
BOYA VERDE PLATA (B.V.P.)	7199.824.819	722.284.825
BOYA VERDE (B.V.)	7199.822.884	721.828.382

CUADRO DE REFRACCION
ESCALA 1: 2,500

ZONA DE DRAGADO CANAL DE INGRESO

Dirección	Sur	Sur Oeste
Entra	N 42°40' E	N 56°05' E
Llega	N 42°40' E	N 56°05' E
Kr	1.000000	1.000000

CUADRO DE REFRACCION TOTAL
ESCALA 1: 2,500

ZONA DE DRAGADO CANAL DE INGRESO

Dirección	Sur	Sur Oeste
Kr (200.000)	0.845060	1.059067
Kr (100.000)	0.802152	0.953729
Kr (10.000)	0.834789	0.824114
Kr (2.500)	1.000000	1.000000
Kr TOTAL	0.566679	0.832407

CUADRO DE REFRACCION
ESCALA 1: 2,500

ZONA DE DRAGADO AREA MANIOBRAS

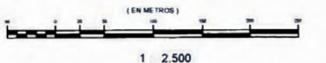
Dirección	Sur	Sur Oeste
Entra	N 42°40' E	N 56°05' E
Llega	N 80°53' E	N 59°32' E
Kr	0.699453	0.795547

CUADRO DE REFRACCION TOTAL
ESCALA 1: 2,500

ZONA DE DRAGADO AREA MANIOBRAS

Dirección	Sur	Sur Oeste
Kr (200.000)	0.845060	1.059067
Kr (100.000)	0.802152	0.953729
Kr (10.000)	0.834789	0.824114
Kr (2.500)	0.609453	0.795547
Kr TOTAL	0.345322	0.662219

ESCALA GRAFICA
(EN METROS)



OBSERVACIONES

- Los Sondeos están basados en Pines y referidos al Nivel Medio de Superficie de Aguas Océanicas (NMSO).
- Fecha de Sondeos con ecosonda: 24 y 25 de Febrero de 2007
- Fecha de Sondeos con ecosonda: 23, 24, 25 y 26 de Febrero de 2007
- Las curvas batimétricas están basadas en metros y referidas al MSLWS

FECHA DE LEVANTAMIENTO: 23, 24, 25 y 26 de Febrero del 2007

1 PROYECCION CARTOGRAFICA: UTM

N° DIBUJO: 909-84

GERENCIA DEL TERMINAL PORTUARIO DE SALAVERRY

TITULO: REFRACCION DE OLAS EN AGUAS POCO PROFUNDAS T = 14"

INSECCIONES SUR Y SUR OESTE ZONA DE DRAGADO

T.P. SALAVERRY

LEV.	DIB.	REV.	APROB.	PLANO:	ELABORADO POR:	REVISION:
P.L.L.	P.L.L.	F.L.M.	M.V.	UB-SAL-2007-84		0
ESCALA:	1/2,500		Reemplazo de:			Hoja 1 de 1