

Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUELLES CON PILOTES ENFUNDADOS
VACIADOS IN SITU, APLICACIÓN MUELLE “EL POSEIDON”
METODOLOGIA CONSTRUCTIVA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

JORGE WUILFREDO SALINAS COAGUILA

LIMA - PERU

2007

DEDICATORIA

En honor a mi esposa Karina Ruiz, a mis hijas Shanim y Aisha por su paciencia y comprensión;

A mi madre por su incondicional apoyo;

Y a todos los que hicieron posible esta realidad.

AGRADECIMIENTO

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

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

INDICE

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE CUADROS

LISTA DE FOTOGRAFIAS

RESUMEN

INTRODUCCION

CAPITULO I: METODOLOGIA CONSTRUCTIVA	1
1.1 Aspectos Generales.	1
1.1.1 Antecedentes.	1
1.1.2 Características del Proyecto.	1
1.1.3 Justificación.	2
1.1.4 Objetivos.	6
1.1.5 Ubicación.	7
1.1.6 Límites.	9
1.1.7 Clima.	9
1.1.8 Acceso.	9
1.2 Planeamiento de obra y equipos.	10
1.3 Materiales usados para la fabricación de pilotes.	10
1.4 Equipos para la construcción de muelles vaciados IN-SITU.	11
1.5 Proceso constructivo de muelles con pilotes enfundados en PVC, vaciados in-situ.	16
CAPITULO II: OBRAS PRELIMINARES	18
2.1 Trazo y replanteo (trazo del eje longitudinal y ejes transversales).	18
2.2 Construcción de falso puente.	18
2.3 Traslado del equipo de hincado.	19
2.4 Construcción e hincado del pilote de prueba.	20
2.5 Prueba de carga en pilote vertical.	23
2.5.1 Plan de Trabajo.	23
2.5.2 Implementos de la Prueba de Carga.	24
2.5.3 Procedimiento de la Prueba de Carga.	24
2.6 Construcción del muro de arranque.	27

CAPITULO III: FABRICACION DE PILOTES	29
3.1 Fabricación de pilotes de tubo de acero (pilotes verticales).	29
3.2 Fabricación de pilotes de riel (pilotes inclinados).	30
3.3 Traslado de pilotes a la zona de hincado.	31
CAPITULO IV: HINCADO DE PILOTES	32
4.1 Construcción de la guías de hincado.	32
4.2 Izado de pilotes en el punto de hinca.	33
4.3 Hincado de pilotes verticales (control de hinca).	34
4.4 Hincado de pilote inclinados (control de hinca).	37
4.5 Descabezado de pilotes.	38
CAPITULO V: FUNDAS DE PROTECCION EN PVC	40
5.1 Hincado de las fundas de protección en PVC.	40
5.2 Vaciado de parte interna de pilotes de tubo de acero.	41
5.3 Vaciado de las fundas de PVC. (Método del desplazamiento).	41
CAPITULO VI: ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE ESFUERZOS	43
6.1 Preparación de las barras de transmisión de esfuerzos.	43
6.2 Instalación de las barras de transmisión de esfuerzos.	43
CAPITULO VII: OBRAS DE CONCRETO ARMADO	45
7.1 Encofrado de puente, cabezo y embarcaderos.	45
7.1.1 Encofrado de vigas longitudinales y transversales.	45
7.1.2 Encofrado de losas.	46
7.1.3 Encofrado de vigas de arriostre en pilotes verticales.	47
7.1.4 Encofrado de núcleos.	48
7.2 Colocado de acero en general.	50
7.3 Vaciado de concreto en general.	51
7.4 Desencofrado de puente, cabezo y embarcaderos.	54
CAPITULO VIII: INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS	55
8.1 Construcción de grúa puente.	55
8.2 Montaje de grúa puente.	56

CAPITULO IX: INSTALACIONES ELÉCTRICAS, SANITARIAS Y ACABADOS	59
9.1 Descripción general de estas partidas en el proceso constructivo.	59
CAPITULO X: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	62
CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	78

LISTAS DE FIGURAS

FIG. N° 01 Características del Proyecto	2
FIG. N° 02 Ubicación General del Proyecto	8

LISTA DE CUADROS

CUADRO N° 01 Record de Hincado de la hinca del pilote.	22
CUADRO N° 02 Registro de Prueba de Carga del pilote.	26

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTO N° 01: Vista del muelle Casino Náutico de Ancón	3
FOTO N° 02: Vista del Muelle servicios y Travel Lift del Yatch Club de Ancón	3
FOTO N° 03: Vista del Muelle Independencia.	4
FOTO N° 04: Vista del Muelle de Servicios y Sincrolift de Santa María de Mar.	4
FOTO N° 05: Vista del Muelle embarcadero para patrulleras DICAPI Marina de Guerra del Perú.	5
FOTO N° 06: Vista del Muelle embarcadero para Yates Naplo - Pucusana.	5
FOTO N° 07: Vista de pilotes de riel.	10
FOTO N° 08: Vista pilotes de acero.	11
FOTO N° 09: Vista de colocación de fundas de PVC.	11
FOTO N° 10: Vista de un hinca pilotes.	12
FOTO N° 11: Vista de un castillo de hincado.	12
FOTO N° 12: Vista del traslado de un castillo de hincado.	13
FOTO N° 13: Vista del Muelle Jorge Katz, zona inaccesible donde no puede ingresar una grúa.	13
FOTO N° 14: Otra vista del Muelle Jorge Katz.	14
FOTO N° 15: Vista de una guía de hincado.	14
FOTO N° 16: Vista de una guía de hincado.	15
FOTO N° 17: Vista de un equipo de soldadura.	15
FOTO N° 18: Vista del Mixer vaciando el concreto.	16
FOTO N° 19: Construcción del falso Puente.	19
FOTO N° 20: Construcción del falso Puente.	19
FOTO N° 21 Construcción del Muro de Arranque.	28
FOTO N° 22: Preparación del pilote tipo riel para su hincado.	30
FOTO N° 23: Colocación de la guía de hincado en el pilote.	32
FOTO N° 24: Izado de pilotes verticales	33
FOTO N° 25: Izado de pilotes verticales.	34
FOTO N° 26: Izado de pilotes inclinados.	34
FOTO N° 27: Hincado de pilotes verticales.	35
FOTO N° 28: Control de hinca mediante marcas cada 10.cm.	36
FOTO N° 29: Hincado de pilotes inclinados.	37
FOTO N° 30: Descabezado de pilotes.	38
FOTO N° 31: Descabezado de pilotes.	39

FOTO N° 32: Descabezado de pilotes.	39
FOTO N° 33: Izado de las fundas de tubo PVC.	41
FOTO N° 34: Preparación de las barras de transmisión de esfuerzos.	43
FOTO N° 35: Instalación de las barras de transmisión de esfuerzos.	44
FOTO N° 36: Instalación de las barras de transmisión de esfuerzos.	44
FOTO N° 37: Colocación de rieles tipo "H" que servirán para soportar el peso del encofrado, acero y concreto fresco al momento del vaciado.	45
FOTO N° 38: Colocación del encofrado de losas.	47
FOTO N° 39: Armado de las vigas de arriostre.	47
FOTO N° 40: Armado de las vigas de arriostre.	48
FOTO N° 41: Ubicación de los núcleos.	49
FOTO N° 42: Encofrado de los núcleos.	49
FOTO N° 43: Vista final de los núcleos.	49
FOTO N° 44: Colocación de acero en las vigas longitudinales.	50
FOTO N° 45: Colocación de acero en las vigas longitudinal, transversal y losa.	50
FOTO N° 46: Colocación de acero en la losa.	51
FOTO N° 47: Vaciado de concreto en las losa de la plataforma de servicios.	51
FOTO N° 48: Vaciado de concreto en las vigas de arriostre.	52
FOTO N° 49: Vaciado de concreto en vigas longitudinales, transversales y losa en la zona del cabezo del muelle.	52
FOTO N° 50: Vaciado de concreto en vigas longitudinales, transversales y losa en la zona del cabezo del muelle.	50
FOTO N° 51: Vaciado de concreto en las vigas de arriostre.	53
FOTO N° 52: Terminado de vaciar en las vigas de arriostre.	53
FOTO N° 53: Vaciado de concreto en vigas longitudinales, transversales y losa en la zona del cabezo del muelle.	54
FOTO N° 54: Preparación de la viga para la grúa puente.	55
FOTO N° 55: Montaje de la grúa puente.	56
FOTO N° 56: Montaje de la grúa puente.	57
FOTO N° 57: Montaje de la grúa puente.	57
FOTO N° 58: Montaje de la grúa puente.	58
FOTO N° 59: Montaje de la grúa puente	58
FOTO N° 60: Vista de las instalaciones sanitarias de agua dulce y agua salada	60
FOTO N° 61: Vista de las instalaciones sanitarias de agua dulce y agua salada	60
FOTO N° 62: Vista de los Acabados y del muelle terminado	61

RESUMEN

El presente Informe de Suficiencia corresponde al Proceso Constructivo de Muelles con pilotes enfundados vaciados in situ – Aplicación Muelle “El Poseidón” - Metodología Constructiva, que se encuentra ubicado en la caleta Lobo Varado, en el distrito de Pucusana, departamento de Lima.

El Capítulo I menciona la Metodología Constructiva, indicando el planeamiento, materiales y equipos que se emplearan.

El Capítulo II, menciona las Obras Preliminares, indicando las partidas en el proceso constructivo.

Los capítulos III y IV, mencionan la fabricación e hincado de los pilotes de acero (pilotes verticales) y pilotes de riel (pilotes inclinados).

El Capítulo V, indica las características de las fundas de protección en PVC, el hincado, vaciado de la parte interna de pilotes de tubo de acero y el vaciado de las fundas de PVC.

Los Capítulos VI y VII, comentan los elementos de transmisión de esfuerzos y las obras de concreto armado en todas las partes del muelle.

Los Capítulos VIII y IX, indican las instalaciones electromecánicas de construcción y montaje de la grúa puente y las instalaciones eléctricas, sanitarias y acabado del muelle.

Finalmente en el Capítulo X, se mencionan las Especificaciones Técnicas de algunas de las partidas más importantes en este proceso constructivo.

INTRODUCCION

En periodos sucesivos hasta nuestros días, la actividad portuaria del Perú ha evolucionado en infraestructura, organización, volumen de carga y otros factores; reflejo característico del desarrollo del proceso socioeconómico del Perú, motivo por el cual, es de vital importancia tratar sistemas de construcción alternativos para muelles.

El uso de pilotes es una de las técnicas más antiguas del hombre para superar las dificultades de la cimentación de estructuras en suelos blandos.

Para tener una cabal comprensión del comportamiento de pilotes, se debe conocer todos los tipos de pilotes y los métodos de instalación existentes. El diseño y la construcción de cimentaciones piloteadas, es un campo de la mecánica de suelos, en la que se requiere el criterio de un ingeniero además de teoría haga uso de su experiencia, sentido común e intuición del comportamiento de los materiales.

Caleta Azul es un mega proyecto destinado para a la construcción de viviendas de tipo recreacional, este mega proyecto generó la necesidad de construir el muelle "El Poseidón" destinado para uso recreacional, que brindará servicios náuticos y salidas del mar de todas las viviendas aledañas.

Debido a la necesidad de diseñar el proyecto del muelle "El Poseidón", se hace uso de la información que se puede obtener de los estudios hidro-oceanográficos, estudios de prospección geotécnica, análisis estructural, análisis de los costos y presupuesto de la obra para proceder a la construcción del muelle con resultados óptimos.

CAPITULO I

METODOLOGIA CONSTRUCTIVA

1.1 ASPECTOS GENERALES

1.1.1 ANTECEDENTES:

La actividad portuaria del Perú ha evolucionado tanto en infraestructura como en organización, en ese camino se buscan sistemas alternativos de construcción para muelles.

En la actualidad los métodos de construcción en muelles existentes no aseguran que las obras construidas tengan, la durabilidad para las que fueron diseñadas, ni un mantenimiento adecuado, especialmente las obras ejecutadas por el gobierno central. Las obras ejecutadas por el sector privado se encuentran en mejor estado debido al buen mantenimiento que le dan a sus obras ya que su actividad comercial depende de estas. La construcción de muelles en el medio marino o en las cercanías, provoca el hecho de deteriorarse prematuramente a causa de la corrosión que afecta a la mayoría de los muelles por el alto costo de construcción y mantenimiento que constituye un grave problema en el Perú.

Hace 15 años en Japón se viene usando el revestimiento de polietileno para los pilotes tubulares de acero, este método ha dado excelentes resultados ya que elimina los problemas de corrosión, en particular en las zonas de marea y salpicadura que son las mas vulnerables y difíciles de proteger y mantener, este revestimiento elimina la necesidad de protección catódica en las zonas sumergidas, pero su problema es el alto costo.

1.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:

El muelle "El Poseidón", es una obra portuaria destinada para uso recreacional. Es un muelle de tipo espigón, está dividido principalmente por 3 partes como se puede apreciar en la figura N° 01 y estas son:

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

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

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

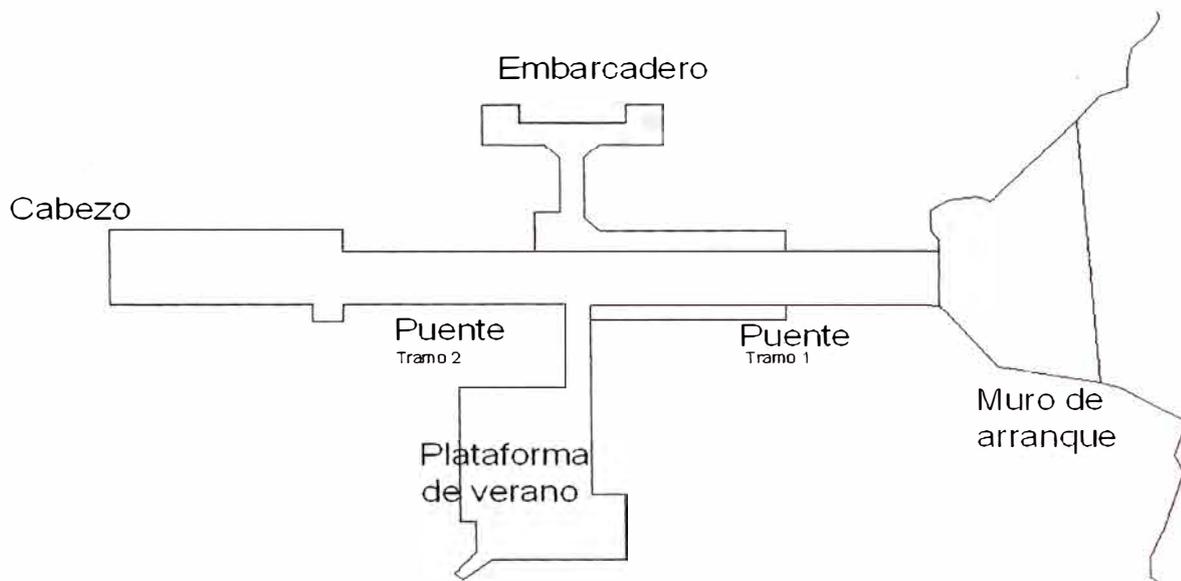


FIG. N° 01 Características del Proyecto

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

1.1.3 JUSTIFICACION:

La mayoría de los muelles del Perú sufren dos problemas: la corrosión a la que están expuestas en el lugar donde se ubican; y el otro problema es el elevado costo de construcción y mantenimiento. Conociendo la problemática, debemos buscar, que diseñar muelles de bajo costo constructivo, diseñando exactamente para nuestra realidad y teniendo en cuenta la ingeniería al servicio de la sociedad.

Presentamos el tema construcción de un muelle con pilotes enfundados en PVC vaciados in-situ, colocados como funda de protección contra la corrosión; habiéndose obtenido excelentes resultados en las siguientes obras:

1.-Muelle Casino Náutico de Ancón.



FOTO N° 01: Vista del Muelle Casino Náutico de Ancón.

2.-Muelle de servicios y TRAVEL LIFT del Yacht Club de Ancón.



FOTO N° 02: Vista del Muelle de servicios y Travel Lift del Yacht Club de Ancón.

3.-Muelle recreacional "INDEPENDENCIA".



FOTO N° 03: Vista del Muelle Independencia.

4.-Muelle de servicios y SINCROLITF en Santa María del mar.

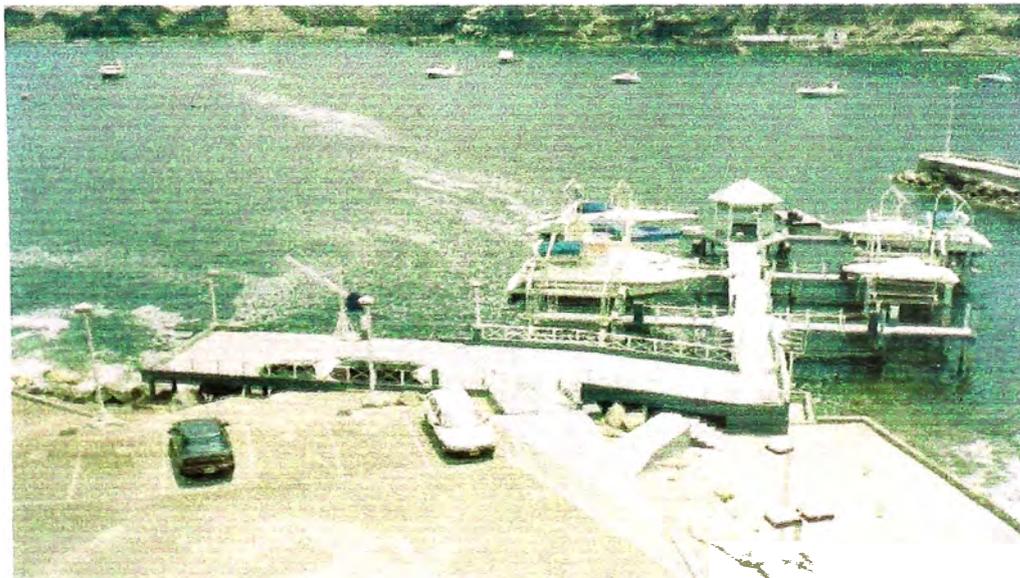


FOTO N° 04: Vista del Muelle de Servicios y Sincrolift de Santa María de Mar.

5.-Muelle embarcadero para patrulleras DICAPI Marina de guerra del Perú.



FOTO N° 05: Vista del Muelle embarcadero para patrulleras DICAPI Marina de Guerra del Perú.

6.-Muelle embarcadero para yates Naplo -Pucusana.



FOTO N° 06: Vista del Muelle embarcadero para Yates Naplo - Pucusana.

En la actualidad es sabido que la gran mayoría de muelles son prefabricados y luego sus elementos son montados utilizando maquinarias pesadas que encarecen el costo de estos, además la energía de hincado que produce el martillo al momento de la hinca pueden pandear el pilote, originando micro grietas que permitirán la penetración del agua de mar creando la condición propicia para la corrosión, que es uno de los problemas principales que sufre el pilote prefabricado de concreto en muelles.

Para nuestro caso estamos teniendo en cuenta que el pilote es un tubo de acero de poco peso y que se puede hincar con equipo liviano y de costo muy bajo a comparación con el montaje de elementos prefabricados, se cumple con las normas y el reglamento nacional de construcción, según con los cálculos efectuados por el especialista.

Debido a la necesidad de diseñar el proyecto del muelle Poseidón, se hace uso de la información que se puede obtener de los estudios de prospección geotécnica, alcance del informe y análisis de los resultados.

1.1.4 OBJETIVOS:

Objetivo Principal:

Definir el Proceso Constructivo para el caso de la construcción de muelles vaciados in-situ, teniendo en cuenta de dar solución definitiva a la corrosión y manejar un estándar de costos menores que los tradicionales.

Objetivos Específicos:

Evitar el problema de la corrosión que es un problema grave que atañe a todas las obras portuarias utilizando el sistema constructivo planteado y así innovar y experimentar.

Reducción de costos del proyecto en forma general durante su ejecución y posterior mantenimiento debido al procedimiento constructivo empleado en la construcción de nuestro proyecto.

Conocer el proceso constructivo de muelles vaciados in-situ, tanto de pilotes, losas y vigas. .

1.1.5 UBICACIÓN:

El muelle Poseidón se encuentra en la denominada playa Lobo Varado y esta ubicada en el litoral sur a la altura del kilómetro 57 de la carretera panamericana sur, aproximadamente a 1km al norte del balneario de Naplo, pertenece al distrito de Pucusana, Provincia de Lima, Departamento de Lima, tal como se puede apreciar en la Figura N° 02.

Geográficamente está ubicado:

Latitud Sur	12° 28' 13" y
Longitud Oeste	76° 47' 23"

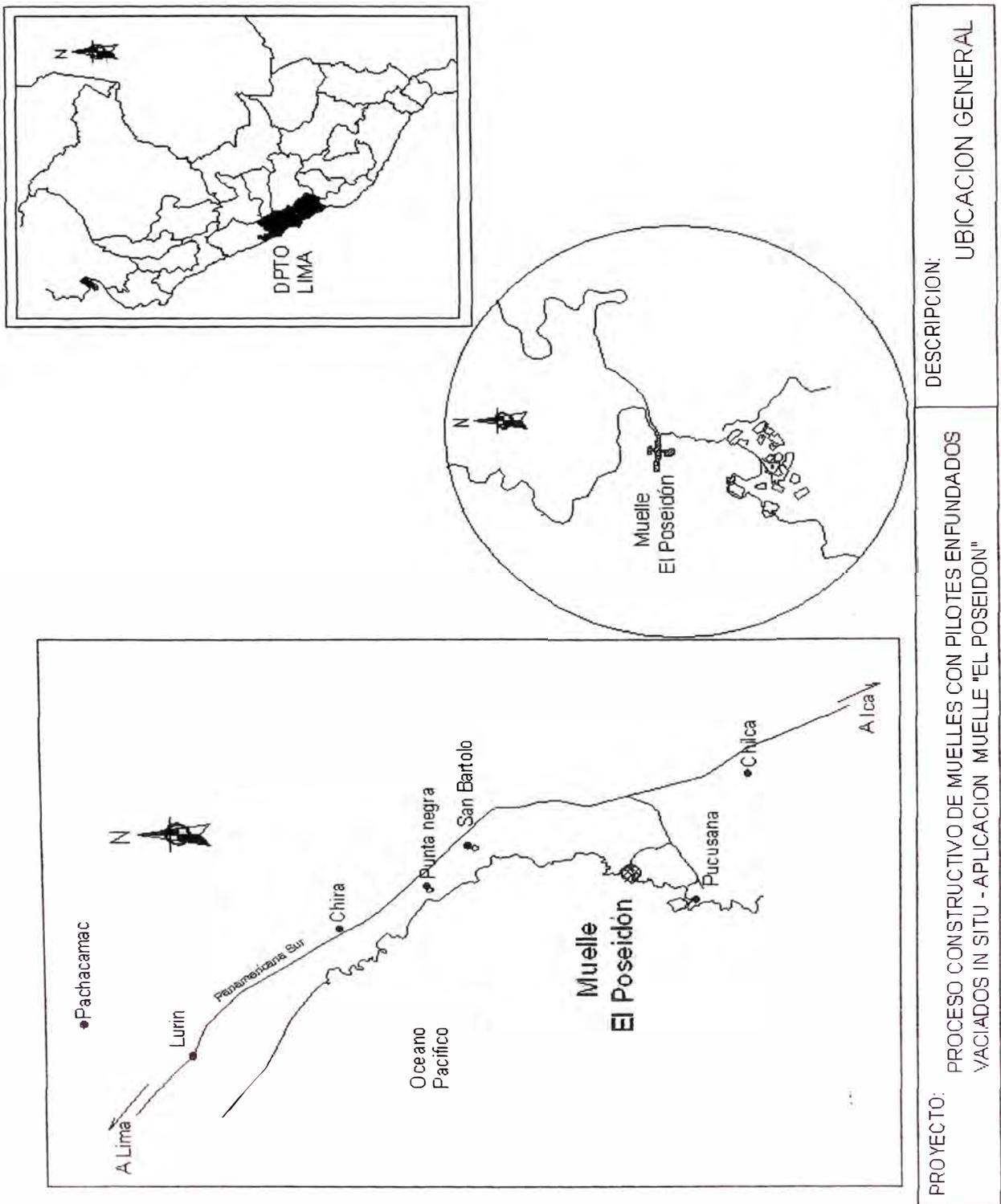


FIG. Nº 02 Ubicación General del Proyecto

1.1.6 LIMITES:

La playa Lobo Varado limita con lo siguiente:

LIMITE	PLAYA LOBO VARADO
NORTE	ISLA GALLINAZO
SUR	LA BOCA DEL DIABLO
ESTE	CERRO QUIPA
OESTE	OCEANO PACIFICO

1.1.7 CLIMA:

En toda la zona denominada Costa o Chala que comprende desde el litoral hasta altitudes de 500 metros sobre el nivel de mar, el clima es templado y húmedo, con cierta nubosidad en invierno, llegando a una temperatura media de 13°C, lo que provoca precipitaciones escasas denominadas "garúas" o "lloviznas". Sólo en años excepcionales se dan casos de lluvias más intensas que a pesar de ello, son de corta duración.

En los meses de verano, a similitud de lo que ocurre en toda la Costa Peruana la temperatura sube ostensiblemente oscilando entre los 26° a 30°.

REGION	TEMPERATURA	CLIMA	PRECIPITACION
Costa o Chala	26°C a 30°C	Templado y Húmedo	Garúas o lloviznas

1.1.8 ACCESO:

El acceso se realiza por el siguiente Itinerario:

Se realiza por la Panamericana Sur que es una carretera asfaltada pasando Lurín, Chira, Punta Negra, San Bartolo, existe una desviación para la derecha donde llega al distrito de Pucusana, como se puede apreciar en la figura N° 02.

1.2 PLANEAMIENTO DE OBRA Y EQUIPOS

Una vez realizado los estudios hidro-oceanográficos, los estudios de impacto ambiental, los estudios de mecánica de suelos, analizados los resultados y después de realizado el diseño estructural de muelle con sus respectivos análisis de costos con la aprobación de propietario y habiendo obtenido la Resolución Suprema para la concesión de área de uso acuático otorgada por la Dirección General de Capitanía y Guardacostas DICAPI de la Marina de Guerra del Perú, procedemos a dar inicio a la obra y al mismo tiempo realizar la movilización de los equipos.

1.3 MATERIALES USADOS PARA LA FABRICACIÓN DE PILOTES

Los materiales a usarse en la construcción de muelles de este tipo, normalmente son; el acero, el cemento, agregados, aditivos, madera, esto con respecto a la construcción de pilote prefabricados.

En nuestro caso usamos para la fabricación de los pilotes del muelle Poseidón diseñado con pilotes de acero enfundados con PVC, los materiales son los siguientes: rieles de acero de 90 – 110 lb-yd, acero corrugado de ½", para los pilotes, tubería de acero A-36 de 12mm de espesor, las fundas de PVC de 16" de diámetro C-7.5, agregados (confitillo granular y arena gruesa), soldadura para soldar las barras de transmisión de esfuerzos, oxígeno y acetileno. Algunos materiales mencionados se puede apreciar en las fotografías N° 07, 08, 09.



FOTO N° 07: Vista de pilotes de riel.

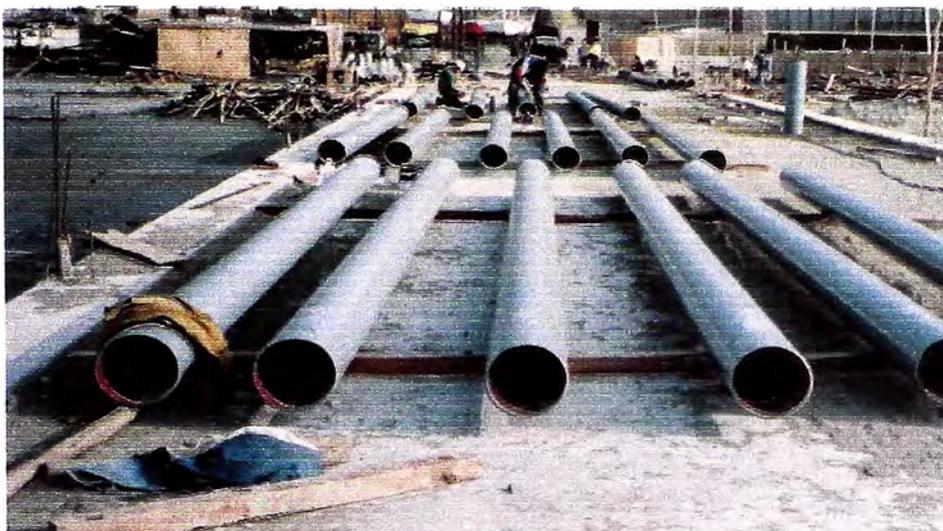


FOTO N° 08: Vista pilotes de acero.

Funda de PVC



FOTO N° 09: Vista de colocación de fundas de PVC.

1.4 EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MUELLES VACIADOS IN-SITU

Los equipos a utilizarse para la construcción de muelles por este sistema vaciados in situ es el siguiente:

Un hinca pilotes cuya fotografía se muestra en la foto N° 10, este equipo que consta de una pluma de 15m de altura, un motor de 15 HP, una guía de hinca de 5m de altura, una tornamesa que gira los 360°, en cuanto a la masa cuyo peso

varía de 300Kg hasta 1500Kg de acuerdo al cálculo del diseño del pilote, dándonos la energía necesaria para hincar el pilote hasta obtener la longitud de empotramiento correspondiente y alcanzar el rechazo deseado por el calculista; esta grúa hinca pilotes, tiene un peso de 2.5 tn ha sido diseñada y construida íntegramente en el Perú.

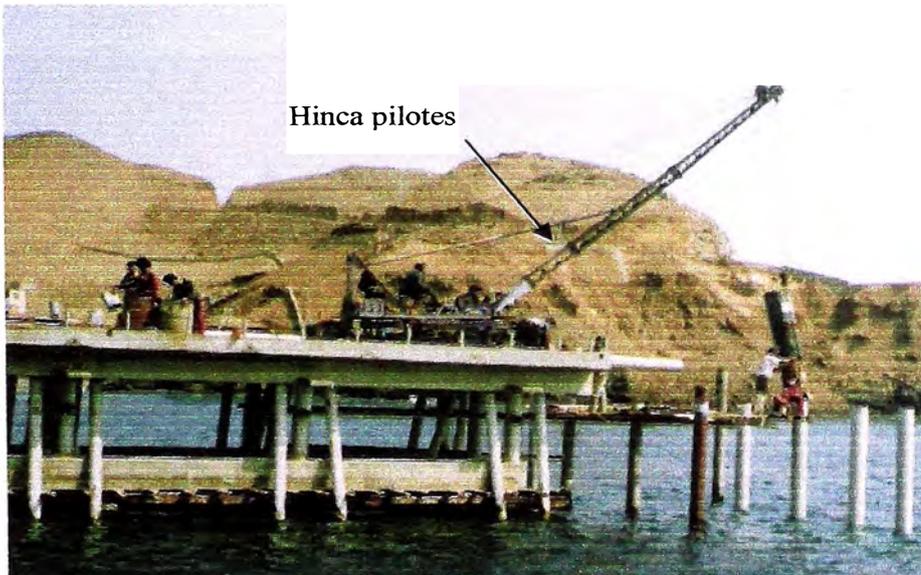


FOTO N° 10: Vista de un hincapilotes.



FOTO N° 11: Vista de un castillo de hincado.

Un hincapilotes de castillo (Jumbo) cuya fotografía se muestra en la foto N° 10, que constan de dos guías fijas de las cuales una es vertical y la otra es inclinada, donde la masa varía de 100Kg hasta 600Kg, la cual se desliza para producir la energía sobre la cabeza del pilote. Consta de un tambor de giro que puede ser a fuerza de mano de obra (cholo power) o a motor ya sea eléctrico, gasolinera o

petrolero, el lado inclinado de este castillo se diseña en función a la inclinación que va a llevar el pilote inclinado, para asumir los esfuerzos horizontales en el momento de sismo, dicha inclinación la entrega el calculista, es importante este castillo de hincada porque podemos trasladarlo a zonas inaccesibles donde un equipo pesado no puede ingresar, caso muelle, Marina Lancharo del Ing. Jorge Katz Flores las que se pueden apreciar en las fotos N° 12, 13 y 14.



FOTO N° 12: Vista del traslado de un castillo de hincado.



FOTO N° 13: Vista del Muelle Jorge Katz, zona, inaccesible donde no puede ingresar una grúa.



FOTO N° 14: Otra vista del Muelle Jorge Katz.

Las guías de hincado cuya fotografía se muestra en la foto N° 15 y 16, son construidas con vigas de acero livianas cuyo extremo superior lleva un gancho de izaje el cual pende de la grúa y en su extremo inferior lleva una compuerta abrazadera, la cual sirve para sostener al pilote en el eje del hincado, dicha guía tiene marcas a cada 50cm a lo largo para poder graduar la altura de la energía del hincado, ya que en estos casos hincamos los pilotes netamente con masas de caída libre. La corredera interior en la cual se desliza la masa deberá tener una luz con respecto a la oreja de la masa de hincado de 5mm, la misma que se encuentra completamente engrasada para evitar el rozamiento y a la vez el desgaste de la corredera.

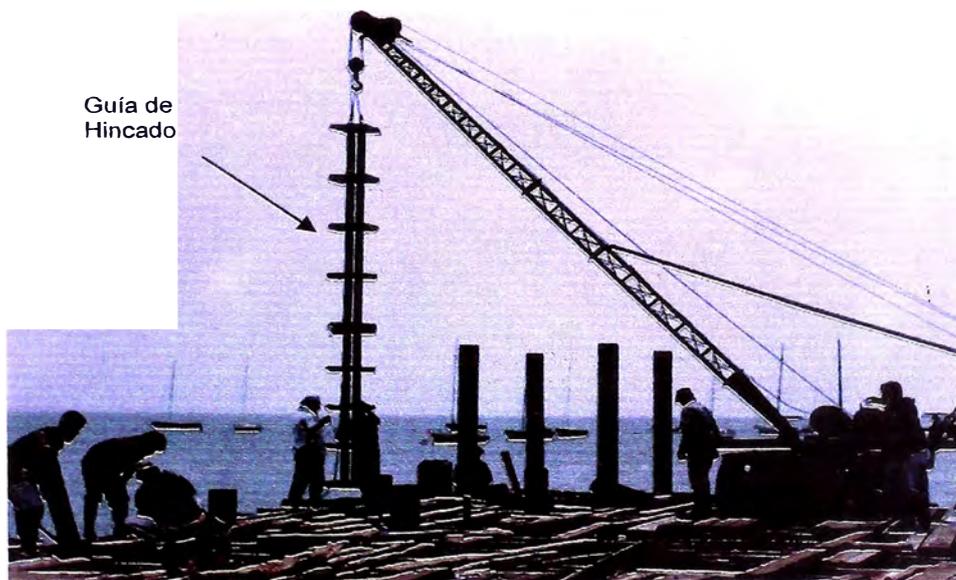


FOTO N° 15: Vista de una guía de hincado.

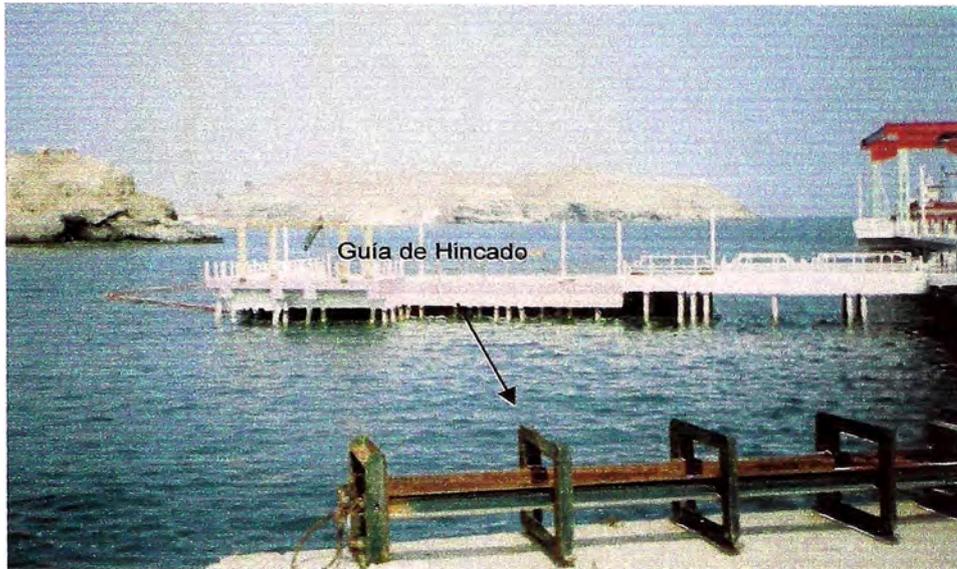


FOTO N° 16: Vista de una guía de hincado

Equipo de oxicorte, consta de un elemento unificador del ingreso del oxígeno por un lado y del acetileno por el otro lado, teniendo las boquillas que son los elementos cortantes a través de la combustión incidente sobre el punto de corte, este equipo es usado en todo tipo de estructura metálicas para realizar el corte en el acero.

Equipo de soldadura, este equipo consta netamente de una máquina de soldar que puede debe tener una capacidad entre 300-500 amperios para evitar la fundición del núcleo de cobre enrollado, el cual funde los electrodos de soldadura supersito 7018 para acero, este equipo se puede apreciar en la foto N° 17.



FOTO N° 17: Vista de un equipo de soldadura



FOTO N° 18: Vista del Mixer vaciando el concreto.

Moto bomba de alta presión 250-500lb/pulg² para producir a través de un shoothing o cabeza en la punta de la manguera para poder hincar la funda de PVC teniendo un manguerón de 2" de alta presión y 20m de longitud.

- Una mezcladora de concreto, de 11 pie³.
- Mixer para el mezclado y vaciado del concreto, mostrado en la figura N° 18
- Un trompito de 9 pie³
- 02 vibradores de 1.5" y 2"
- Cierra cinta para el corte de la madera.
- Una máquina para corte de fierro (cizalla hasta de 1")
- Camión plataforma de 6tn, para el traslado de los equipos.
- Dos camionetas simples.

1.5 PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUELLES CON PILOTES ENFUNDADOS EN PVC, VACIADOS IN-SITU

Iniciamos el trazo definiendo la ubicación de los pilotes para lo cual procedemos al hincado tanto de pilotes verticales como de pilotes inclinados, hincamos sus fundas y luego vaciamos el concreto, tanto internamente como externamente al pilote de acero, luego procedemos al encofrado de las vigas transversales, longitudinales y losas, en seguida colocamos los elementos de transmisión de esfuerzos, una vez descabezado los pilotes. A continuación colocamos el acero

de refuerzo tanto de las vigas longitudinales, transversales y losa armada para luego realizar el vaciado.

Una vez concluido el vaciado curamos con aditivos y luego procedemos a colocar los sardineles perimetrales en los cuales corre la tubería del sistema eléctrico, colocamos los postes y los aparatos de iluminación, las barandas y los acabados correspondientes, de acuerdo a los planos arquitectónicos del proyecto.

CAPITULO II

OBRAS PRELIMINARES

2.1 TRAZO Y REPLANTEO (TRAZO DEL EJE LONGITUDINAL Y EJES TRANSVERSALES)

Damos inicio a la obra haciendo el trazo del eje longitudinal del muelle replanteando los planos obtenidos en el estudio hidro oceanográfico el cual recomendó dicha posición y luego trazamos el primer eje transversal para poder ubicar los dos primeros pilotes de carga del muelle.

Concluida esta operación, procedemos a construir el falso puente desde el borde límite entre la cara perpendicular del muro de arranque hacia este primer eje transversal, luego se continúa repitiendo el anterior procedimiento sucesivamente hasta llegar al eje terminal del cabezo del muelle, construir las rampas, plataforma baja y embarcadero.

2.2 CONSTRUCCIÓN DE FALSO PUENTE

El falso puente se construye en base a vigas longitudinales de madera con abrazaderas que se soportan en los pilotes hincados antes de colocar la funda de PVC, dichas abrazaderas se unirán con pernos de 12" de largo por 3/4" de espesor con huacha plana y huacha de presión las cuales estarán completamente ajustadas y con una torsión adecuada para la carga que requiere dicha abrazadera, el número de pernos por abrazaderas será de 8 unidades. La construcción del falso puente se puede observar en la foto N° 19 y 20.



FOTO N° 19: Construcción del falso puente



FOTO N° 20: Construcción del falso Puente.

Las abrazaderas podrán ser de madera, de acero o de concreto prefabricado dependiendo de la necesidad de la obra, es común colocar abrazaderas con ejes perpendiculares al eje de carga del pilote para soportar la carga muerta antes de que se inicie la fragua del concreto.

2.3 TRASLADO DEL EQUIPO DE HINCADO

Una vez concluido el falso puente iniciamos el traslado de la grúa hinca pilotes sobre el falso puente construido anteriormente, el peso total de la grúa, la guía de hincado y el pilote es de aproximadamente de 4tn en su punto máximo de carga, lo que nos da con respecto a las abrazaderas una carga del 25% de soporte de la carga de diseño. El equipo de hincado se prepara y se inicia la

hinca del pilote ya sea vertical o inclinado.

2.4 CONSTRUCCIÓN E HINCADO DEL PILOTE DE PRUEBA

Una vez conocido el resultado del cálculo estructural del pilote de acuerdo al análisis de carga, análisis del suelo y los parámetros obtenidos de todos los estudios realizados, podemos concluir que el pilote de prueba que debemos hincar para obtener de acuerdo a la fórmula de hincado de caída libre del pilote diseñado. Procedemos a la hinca en función a la carga teórica determinada por el ingeniero calculista en base a los datos obtenidos de los resultados del estudio geotécnico y el estudio hidro-oceanográfico, para lo cual se registrará el empotramiento teórico calculado, el número de golpes cada 10cm. en una tanda de 3 repeticiones que si fuese el caso determinar una misma longitud de rechazo en estas 3 repeticiones, deberemos parar la hinca del pilote porque habremos obtenido el rechazo deseado, esto se aplica tanto en pilotes verticales como en pilotes inclinados, determinado así un patrón de registro de hincado el cual se muestran en el cuadro N° 01.

Cálculo del Rechazo:

Para martillos en caída libre:

$$(Q_v)_{ad}^c = \frac{2WH}{S+1}$$

Donde:

$(Q_v)_{ad}^c$: Carga admisible del pilote (lb.)

H : Altura efectiva de caída (Pies)

W : Peso hincado incluyendo el pilote (lb.)

S : Promedio neto de penetración en pulgadas por golpe para las últimas 6 pulg. del hincado.

Datos del Pilote

D = 11 "

L = 18 m

Carga Admisible del pilote (lb.)

$$Q = 65.0 \text{ tn.}$$

$$Q = 143,000.00 \text{ lb.}$$

Altura efectiva de caída

$$H = 5.0 \text{ m}$$

$$H = 16.40 \text{ Pies}$$

Cálculo del Peso del martillo y el pilote

$$W_{\text{pilote}} = V * \gamma$$

γ : peso específico del acero = 753.914 Kg/m³

$$W_{\text{pilote}} = 1100.00 \text{ Kg.}$$

$$W_{\text{martillo}} = 920.00 \text{ Kg.}$$

$$W = 4444.00 \text{ Lb.}$$

Calculando S

$$S = \frac{2.W.H}{Q} \quad 1$$

$$S = 0.0196 \text{ pies}$$

$$S = 0.5969 \text{ cm./golpe}$$

En 6 pulg. (15.24cm) cuanto será el número de golpes.

$$S = 25.53 \text{ golpes}$$

$$S = \mathbf{25.00 \text{ golpes (Rechazo)}}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS
RECORD DE HINCADO

PROYECTO: PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUELLES CON PILOTES ENFUNDADOS VACIADOS IN SITU - APLICACIÓN MUELLE "EL POSEIDON"			
CLIENTE: EMPRESA POSEIDON S.A.		RECORD DE CLAVADO: PILOTE DE PRUEBA	
UBICACIÓN: CALETA LOBO VARADO - DISTRITO DE PUCUSANA, DPTO LIMA		POR: J.C.S.	FECHA: 20/09/1994
		PAG:	

Penetración (cm)	N° golpes por 15 cm	Penetración (cm)	N° golpes por 15 cm	Penetración (cm)	N° golpes por 15 cm	Penetración (cm)	N° golpes por 15 cm	Penetración (cm)	N° golpes por 15 cm	Penetración (cm)	N° golpes por 15 cm	Pilote N°: PRUEBA
		65	13	80		95		10.00		25		Sección: TUBO 11"
	EXC.	80	14	95		18 10m		25.00		40		Peso: 1100 Kg
	P.P.	95	16	12 10m		25		40.00		55		Tipo de Pilote: Acero
	P+M	6 10m	17	25		40		55.00		70		Hora Iniciado: 10.42 am
00	1	25	19	40		55		70.00		85		Hora terminado: 11.12 am
15	1	40	23	55		70		85.00		30 00m		Martillo: Caida Libre 920Kg
30	1	55	24	70		85		24 00m		15		Energía: 4,600.00
45	1	70	25	85		19 00m		15.00		30		Carga especificada: 143,000lb
60	2	85	25	13 00m		15		30.00		45		Carga de clavado: 143,000lb
75	2	7 00m	25	15		30		45.00		60		
90	2	15		30		45		60.00		75		
1 05m	2	30		45		60		75.00		90		
20	2	45		60		75		90.00		31 05m		
35	2	60		75		90		25 05m		20		
50	3	75		90		20 05m		20.00		35		
65	3	90		14 05m		20		35.00		50		
80	3	8 05m		20		35		50.00		65		
95	2	20		35		50		65.00		80		
2 10m	2	35		50		65		80.00		95		
25	2	50		65		80		95.00		32 10m		
40	2	65		80		95		26 10m		25		
55	2	80		95		21 10m		25.00		40		
70	4	95		15 10m		25		40.00		55		
85	4	9 10m		25		40		55.00		70		
3 00m	4	25		40		55		70.00		85		
15	5	40		55		70		85.00		33 00m		
30	5	55		70		85		27 00m		15		
45	5	70		85		22 00m		15.00		30		
60	5	85		16 00m		15		30.00		45		
75	5	10 00m		15		30		45.00		60		
90	6	15		30		45		80.00		75		
4 05m	7	30		45		60		75.00		90		
20	7	45		60		75		90.00		34 05m		
35	8	60		75		90		28 05m		20		
50	8	75		90		23 05m		20.00		35		
65	9	90		17 05m		20		35.00		50		
80	9	11 05m		20		35		50.00		65		
95	10	20		35		50		65.00		80		
5 10m	10	35		50		65		80.00		95		
25	12	50		65		80		95.00		35 10m		
40	12	65		80		95		29 10m		25		
EXC. Excavación P.P.:Peso propio pilote P+M: Pilote + Martillo												Longitud

OBSERVACIONES:

CUADRO N° 01 Record de Hincado de la hincada del pilote

2.5 PRUEBA DE CARGA EN PILOTE VERTICAL

Una vez construido el falso puente, procedemos a realizar la prueba de carga cuyo modelo se presenta en los anexos, de los pilotes asignados por la supervisión para lo cual tenemos que hincar cuatro pilotes aledaños a mas menos 3 veces el diámetro de distancia entre pilotes con respecto al pilote de prueba, estos pilotes servirán como pilotes en tracción porque sobre ellos se cargarán cuatro vigas metálicas en ejes perpendiculares de tal manera que podamos aplicar a través de gatos hidráulicos de aproximadamente de 200 ton dirigidas en tracción para poder aplicar una carga axial de penetración sobre el pilote de prueba realizando una operación de carga con incrementos consecutivos y luego la descarga correspondiente del cual se obtendrá un gráfico de cargas donde se mostrará las diferencias y asentamiento en milímetros tanto en la carga como en la descarga, dándonos como resultado un asentamiento máximo del cual podemos recomendar para la carga de servicio, consideraremos siempre como carga de servicio un factor de seguridad ideal menos dos veces la carga de trabajo, lo ensayos de la prueba de carga hoy en día lo puede realizar la Universidad Nacional de Ingeniería, la Pontificia Universidad Católica y algunas universidades del país que tiene la instrumentación para dar los resultados de esta prueba, también existen empresas privadas que se dedican al rubro y que pueden dar eficientemente los resultados de la prueba de carga del pilote.

Existen algunos método hoy en día como el método de la carga inducida a través de registros eléctricos en el momento de la hinca, la prueba de carga estática, la prueba de carga lateral contemplando esfuerzos horizontales para simular el sismo en su máxima amplitud considerando una carga de diseño de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.5.1 PLAN DE TRABAJO

Se ha realizado la prueba de carga a un pilote individual conforme lo indica la norma ASTM-D-1143-57T. El pilote ha sido sometido al 200% de su carga de diseño (65.31tn). O sea 130.62tn teniendo un asentamiento final de 3.455mm.

2.5.2 IMPLEMENTOS DE LA PRUEBA DE CARGA.

Carga de Reacción

Se ha utilizado para la prueba 4 pilotes espaciados a más o menos 3 veces el diámetro de distancia entre pilotes con respecto al pilote de prueba, estos servirán como pilotes en tracción porque sobre ellos se cargarán cuatro vigas metálicas en ejes perpendiculares.

Gata hidráulica

La gata utilizada es de una capacidad de 200tn. Con manómetro incorporado y bomba hidráulica.

Extensómetro

Para leer las deformaciones se ha utilizado 2 extensómetros, con precisión de 0.01mm.

2.5.3 PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE CARGA.

Las cargas se realizaron en incrementos del 25% de la carga de diseño de acuerdo a la norma, presentada de la siguiente manera:

Carga de Diseño: 65.31tn.

25%	16.33	tn.
50%	32.66	tn.
75%	48.98	tn.
100%	65.31	tn.
125%	81.64	tn.
150%	97.97	tn.
175%	114.29	tn.
200%	130.62	tn.

Se incrementó hasta el 200% de la carga de diseño, no presentando falla alguna, luego se procedió a calcular el asentamiento total por la relación (0.25mmxhora). Finalmente se procedió a realizar la descarga después de 12 horas en decrementos del 25% de la carga total, (130.62 tn) de la siguiente manera:

	130.62	tn.
25%	97.97	tn.
50%	65.31	tn.
75%	32.66	tn.
100%	0.00	tn.

Después de 22 horas de prueba de carga se ha alcanzado 3.455mm, de deformación total. De acuerdo a las normas la deformación debe ser menor o igual a 0.25 mm/hora es decir $0.25 \times 22 = 5.5$ mm, habiendo logrado una deformación menor concluimos que la Prueba de Carga resultó satisfactoria.

El record de hincado del pilote de prueba se muestra en el cuadro N° 01 y la prueba de carga del pilote de prueba en el cuadro N° 02.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
TITULACION POR ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS
PRUEBA DE CARGA

PROYECTO: PROCESO CONSTRUCTIVO DE MUELLES CON PILOTES ENFUNDADOS VACIADOS IN SITU - APLICACIÓN MUELLE "EL POSEIDON"		
CLIENTE: EMPRESA POSEIDON S.A.	HORA DE INICIO: 9:30 DE LA MAÑANA DEL 21 SEPTIEMBRE DEL 1994	CARGA DE PRUEBA: 130.62 tn
UBICACIÓN: CALETA LOBO VARADO - DISTRITO DE PUCUSANA, DPTO LIMA	HORA DE TERMINO: 7:30 DE LA MAÑANA DEL 22 SEPTIEMBRE DEL 1994	CARGA DE DISEÑO: 65.31 tn

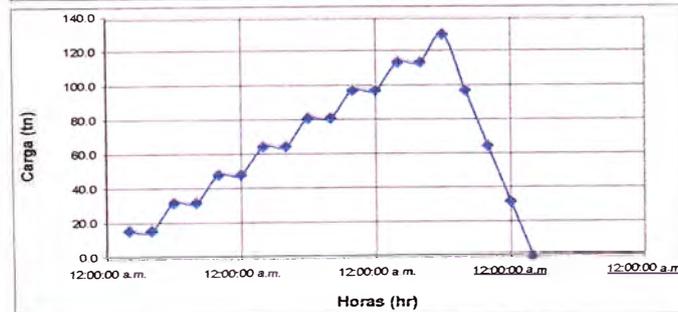
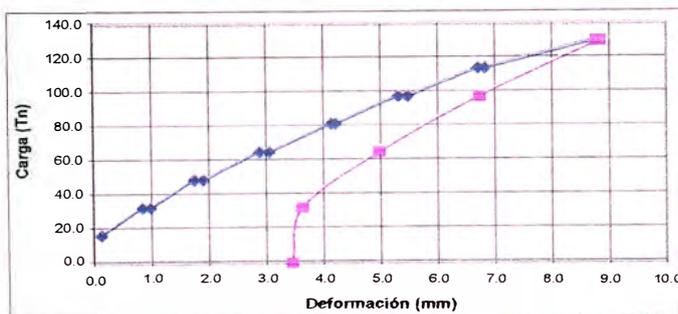
Horas	Carga (Tn)	Calibrador N° 01 (mm)	calibrador N° 02 (mm)	D1	D2	D1+D2 (mm)	(D1+D2)/2 (mm)
09:30 a.m.		10.00	25.35				
09:30 a.m.	16.33	9.79	25.29	0.21	0.06	0.27	0.135
10:30 a.m.	16.33	9.79	25.29	0.21	0.06	0.27	0.135
10:30 a.m.	32.66	9.40	24.24	0.60	1.11	1.71	0.855
11:30 a.m.	32.66	9.29	24.08	0.71	1.27	1.98	0.990
11:30 a.m.	48.98	8.51	23.33	1.49	2.02	3.51	1.755
12:30 p.m.	48.98	8.35	23.18	1.65	2.17	3.82	1.910
12:30 p.m.	65.31	7.45	22.10	2.55	3.25	5.80	2.900
01:30 p.m.	65.31	7.29	21.94	2.71	3.41	6.12	3.060
01:30 p.m.	81.64	6.20	20.86	3.80	4.49	8.29	4.145
02:30 p.m.	81.64	6.05	20.86	3.95	4.49	8.44	4.220
02:30 p.m.	97.97	5.12	19.60	4.88	5.75	10.63	5.315
03:30 p.m.	97.97	4.94	19.44	5.06	5.91	10.97	5.485
03:30 p.m.	114.29	3.67	18.25	6.33	7.10	13.43	6.715
04:30 p.m.	114.29	3.48	18.20	6.52	7.15	13.67	6.835
04:30 p.m.	130.62	1.73	16.05	8.27	9.30	17.57	8.785

LECTURAS DESPUES DE 12 HORAS DE MANTENIDA LA CARGA

Horas	Carga (Tn)	Calibrador N° 01 (mm)	calibrador N° 02 (mm)	D1	D2	D1+D2 (mm)	(D1+D2)/2 (mm)
04:30 a.m.	130.62	1.68	15.98	8.32	9.37	17.69	8.845

DESCARGA (Lecturas despues de 12 horas de mantenida la carga)

Horas	Carga (Tn)	Calibrador N° 01 (mm)	calibrador N° 02 (mm)	D1	D2	D1+D2 (mm)	(D1+D2)/2 (mm)
04:30 a.m.	97.97	3.68	18.19	6.32	7.16	13.48	6.740
05:30 a.m.	65.31	5.18	20.19	4.82	5.16	9.98	4.990
06:30 a.m.	32.66	6.38	21.69	3.62	3.66	7.28	3.640
07:30 a.m.	0.00	6.30	22.14	3.70	3.21	6.91	3.455



CUADRO N° 02 Registro de Prueba de Carga del pilote

2.6 CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE ARRANQUE

El muro de arranque es una estructura que se presenta de tres formas distintas teniendo en cuenta la naturaleza del lugar.

Muro de Arranque en Playa de Arena:

En este caso el muro de arranque debido a que existe una playa y el oleaje superficial va a llegar a impactar contra el muro de arranque será diseñado con pilotes que sustentarán la zapata del muro de arranque, teniendo en cuenta las cargas de impacto del oleaje que vienen hacer cargas horizontales y las cargas axiales, que van a pasar por encima del muro de arranque, en este caso se diseña una zapata que pueda soportar las cargas anteriormente dichas.

Muro de Arranque en Zona Rocosa:

Que ha sido establecido como punto de ubicación resultado del estudio hidro-oceanográfico. Podemos anclar el muro de arranque a la roca realizando perforaciones de 90cm de largo por 1.5" de diámetro para ser rellenados con pegamentos epóxico y varillas de fierro de 1" para anclar la parte inferior de la zapata del muro de arranque, varillas sobre las cuales se tejerá la malla del diseño estructural del muros de arranque. En los casos en que el fondo rocoso necesite una ampliación determinada se podrá realizar muros directos sobre la roca utilizando un sistema de bolsacretos que se vaciarán sumergidos para poder lograr el anclaje necesario del muro de arranque diseñado como es el caso del muelle Poseidón la cual se puede observar en la foto N° 21.

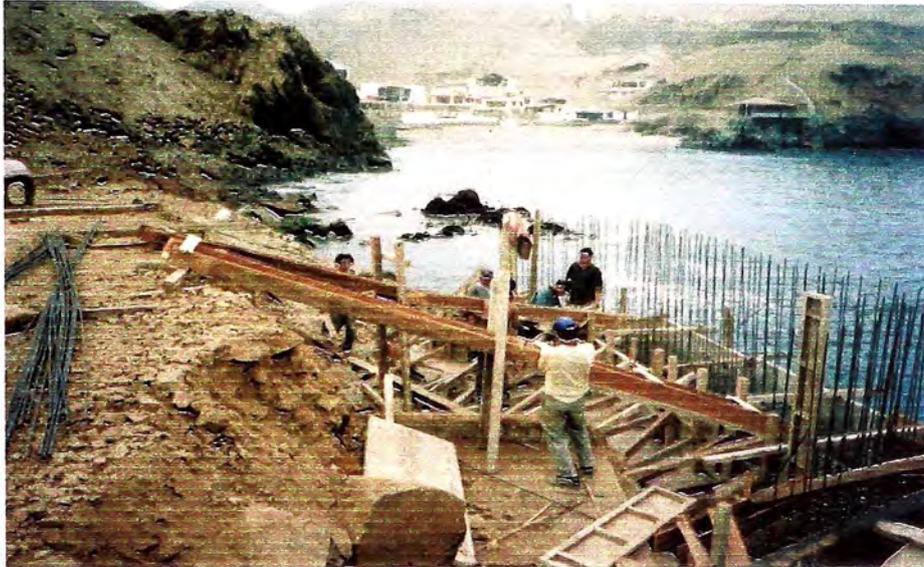


FOTO N° 21 Construcción del Muro de Arranque.

Muro de Arranque en Zona de Fango:

En este caso debido a que la capacidad portante del suelo es muy mala, debemos hincar una línea de tablestacas con un capacidad determinada y calculada por el estructural de tal manera que podamos construir una viga de amarre entre la cabeza de las tablestacas que nos permite anclar el primer tramo de la estructura, apoyándose en la parte posterior de la viga mandil determinando por el tablestacado en la zona donde se diseñó el muro de arranque, este caso es muy común y lo tenemos en el terminal portuario del Callao con tablestaca aproximadamente de 35m de longitud las cuales están ancladas con tensores y pilotes de amarre trabajando a tensión para soportar las cargas axiales en la zona del atracadero y carga.

CAPITULO III

FABRICACION DE PILOTES

En cuanto a la fabricación de pilotes en todos los casos ya sean pilotes de madera sin tratar que deberá satisfacer la norma ASTM-D25, pilotes de madera trata que deberá cumplir con la norma ASTM-D25 y AASHTO M-33 que serían tratados con creosota como dice la norma AWWA C1, C3 y C18, pilotes de acero cuya tubería será rellena con hormigón; deberá ajustarse a los requisitos de la norma ASTM A-252 grado 2, los pilotes de acero sin relleno deberán ajustarse a la norma ASTM A-53, grado B; en el caso de los pilote "H" de acero, deberán ser perfiles de acero laminados que satisfagan la norma AASTHO M-183 M, tablestaca de acero deberán satisfacer los requisitos AASTHO M-202 o AASTHO M-223.

3.1 FABRICACIÓN DE PILOTES DE TUBO DE ACERO (PILOTES VERTICALES)

Para nuestro caso, estamos usando pilotes de acero de 11" de diámetro de 12 mm de espesor de segundo uso, que cumple con las especificaciones designadas para el caso de los pilotes de tubos de aceros soldados y sin costura de ASTM A-252 grado 2, con los requisitos químicos que satisfagan las especificaciones de la designación ASTM A-53 grado B. Estos pilotes deberán ser tratados en base a un arenamiento superficial y colocándoles una mano de pintura que permitan adherirse al concreto de protección superficial que se le va a colocar para protegerlos de la corrosión.

En el extremo inferior deberá llevar una punta cónica para taponamiento cuyo extremo deberá satisfacer los requisitos de la norma AASTHO M-103 para lograr una adecuada penetración en los estratos que va a atravesar al momento de la hinca.

Los pilotes verticales en nuestro proyecto cumplen la función de cargar todas las estructuras considerando las cargas y sobrecargas para lo cual ha sido diseñado el muelle, debido a su alta resistencia a la compresión toda vez que el pilote

después de haber sido hincado cumple su función estructural para el cual fue diseñado.

3.2 FABRICACIÓN DE PILOTES DE RIEL (PILOTES INCLINADOS)

Estos pilotes son rieles de segundo uso de 90 a 110 lb/yd los cuales serán reforzados de las alas hacia el alma del riel con una varilla corrugada de 1/2" de espesor y de 25 cm. de largo en diagonal tal como se muestra en la foto N° 07 y N° 22; estas varillas de refuerzos van soldadas en sus extremos y cumplen dos funciones: dar rigidez a la estructura del riel y adherencia al concreto de protección.



FOTO N° 22: Preparación del pilote tipo riel para su hincado.

Se colocan en obra normalmente con las alas paralelas a las vigas longitudinales del muelle, buscando su mayor momento de inercia la cual le da una excelente resistencia para soportar las cargas para el cual ha sido diseñado.

3.3 TRASLADO DE PILOTES A LA ZONA DE HINCADO

En el caso de los pilotes de acero tubulares, debido a su forma, poco peso y a la construcción del falso puente con una pendiente mínima de 0.025% son muy fáciles de trasladar porque se convierte en un polín gigante, que con dos hombres a ambos extremos del pilote con su barreta pueden colocar freno para que el pilote no agarre velocidad, repitiendo de este procedimiento el pilote llega al pie del hincapilotes o al costado. En este caso el traslado se hace transversalmente al eje longitudinal del muelle.

En el caso de los pilotes de riel, debido a su forma geométrica tenemos que trasladarlos a través de polines también con dos hombres con su barreta pero esta vez siguiendo paralelamente al eje longitudinal, con lo cual podemos colocar al pilote desde su cama de fabricación hasta el punto donde se encuentra el castillo de hincado.

CAPITULO IV

HINCADO DE PILOTES

4.1 CONSTRUCCIÓN DE LA GUÍAS DE HINCADO

En el caso de la construcción de la guía de hincado, se construirán las guías de hincado tanto para pilotes verticales como para pilotes inclinados, dependiendo del diseño de la masa para que el pilote pueda ser hincado con una masa adecuada en función al peso del pilote que normalmente se utiliza una masa de caída libre igual a $1/3$ del peso del pilote, dichas guías deberán ser construidas de tal manera que permitan en su interior tener dos resbaladores que guiarán a la masa para que impacte en forma perpendicular al eje longitudinal del pilote de tal manera que se introduzca en el suelo siguiendo una dirección de carga axial.

Las guías serán construidas con ángulos "L" y con vigas "H" de tal manera que formen una estructura cerrada y monolítica tal como se muestra en la foto N° 16 y 23, de tal manera que en su interior alberguen las correderas que sirven de guía de las masas de caída libre.



FOTO N° 23: Colocación de la guía de hincado en el pilote.

Para el caso de las guías de pilotes verticales, las guías irán suspendidas en su punto superior del gancho de la grúa para mantener su verticalidad, la cual en su extremo inferior tiene una abrazadera pórtico que abraza al pilote en su interior, manteniendo la verticalidad de ambos por posición vertical. En el caso de la guía para pilotes inclinado, dicha guía es construida en una de las caras del astillo inclinado siguiendo el ángulo diseñado por el ingeniero calculista con sus correderas expuestas, de tal manera que la masa de caída libre se abraza hacia el eje exterior de los tubos de la corredera que sirve como guía, para que transporte la energía de impacto en forma perpendicular al eje longitudinal del pilote inclinado

4.2 IZADO DE PILOTES EN EL PUNTO DE HINCA

En el proceso de izado de los pilotes en el caso de los pilotes de acero para pilotes verticales se coloca un estrogo a través de dos agujeros, en la cabeza del pilote que se perforan en el momento de la fabricación del mismo y que se aseguran a través de un grillete del cual jala el gancho de la grúa elevándolo lentamente hasta ponerlo en posición completamente vertical y colocándolo en el punto del hincado, tal como se muestra en la foto N° 24 y 25.



FOTO N° 24: Izado de pilotes verticales



FOTO N° 25: Izado de pilotes verticales



FOTO N° 26: Izado de pilotes inclinados.

Para el izaje de los pilotes inclinados una vez colocados al pie del hinca pilotes, y ya estado colocado el castillo de hincado inclinado en su posición, la grúa procede a izar el pilote de riel mediante un estrobo asegurado con su grillete a la cabeza del riel, colocándolo en forma paralela a la corredera de la guía del castillo de hincado, justo en el punto donde va hacer hincado el pilote inclinado, en la foto N° 26 se puede apreciar el procedimiento.

4.3 HINCADO DE PILOTES VERTICALES (CONTROL DE HINCA)

Una vez realizado el trazo del eje del muelle sobre el falso puente que al inicio se encuentra en voladizo, sirviéndonos de guía para colocar los dos primeros pilotes del primer eje transversal del muelle, los cuales han sido colocados en su

punto de hincado.

Para poder hincar un pilote de acero vertical se coloca un castillo de sostenimiento de los dos pilotes de tal manera que queden fijos considerando la dirección de cruce paralelos al eje longitudinal con el cruce de la línea del primer eje transversal, considerando el eje de pilotes paralelo al eje longitudinal del muelle.

Procedimiento de Hincado.- Una vez colocado el pilote en su punto de hincado procedemos a levantar primeramente la guía de hincado que queda colgada del gancho de la pluma de la grúa en forma perpendicular al eje del pilote y la guía de hincado quedando presa en la cabeza del pilote, con el siguiente cable del tambor de la pluma que va sujeto al winche de levante de la masa se procede a introducir la masa a través de la guía de hincado colocándola sobre la cabeza del pilote y enganchándola a la corredera de la guía, con lo cual queda listo para proceder a dar los primeros golpes del hincado del pilote. Estos primeros golpes tienen que ser suaves soltando la masa desde una altura de 50cm para lograr que el pilote penetre verticalmente en el suelo suave del fondo marino, luego se repite el procedimiento hasta que desde esta altura no se observe que el pilote penetra, luego iniciaremos el proceso de hinca soltando la masa desde aproximadamente 4m de altura sobre la cabeza del pilote, la altura está determinada en función a la capacidad de carga para lo cual está diseñado el pilote, el procedimiento indicado podemos apreciar en la foto N° 27.



FOTO N° 27: Hincado de pilotes verticales.



FOTO N° 28: Control de hinca mediante marcas cada 10.cm.

Control de hincado.- En el proceso de hincado existen dos controles:

El control de la verticalidad, el cual se puede controlar mediante un teodolito colocado en tierra firme con la visual en el retículo del lente longitudinal al eje del pilote con lo que el topógrafo verificará que el pilote baje verticalmente. En caso de tener una ligera desviación deberá pararse el hincado y deberá proceder a extraer el pilote antes de que se siga hincando y repetir el proceso anterior para volver a poner en su eje vertical y reiniciar el proceso de hincado. Generalmente usamos dos teodolitos para el control de la verticalidad debido a que debemos cuidar la verticalidad en un plano horizontal en al menos en dos direcciones para tener la seguridad de la verticalidad de ingreso en el suelo del pilote.

El control de hinca debido al empotramiento, se basa que en el proceso de fabricación del pilote, lo marcamos a través de medidas centímetro a centímetro desde el nivel superior del falso puente hacia la cabeza del pilote como si fuera una regla métrica, de tal manera que cada 10 cm tenga una marca mayor. Este procedimiento se puede apreciar en la foto N° 23 y 28. En este caso una vez iniciado la hinca se controlará el número de golpes cada 10 cm con lo cual esta ingresando el pilote, cuya plantilla se muestra en el cuadro N° 02 de la hinca de un pilote, hasta encontrar el rechazo correspondiente. Esto nos permite controlar la longitud de empotramiento del pilote en el suelo y el rechazo para lo que ha sido diseñado dicho pilote, entendiéndose por rechazo a una tanda de golpes que deberán repetirse tres veces consecutivamente para proceder a parar la hinca.

4.4 HINCADO DE PILOTES INCLINADOS (CONTROL DE HINCA)

Para el caso de los pilotes inclinados de nuestro proyecto, estamos utilizando rieles de 90 lb/yd de acuerdo a las especificaciones técnicas y los cálculos efectuados por el calculista. Estamos procediendo a la hincada después de que el pilote ha sido izado y colocado en el punto de su hincado, se coloca el pilote inclinado en el ángulo adecuado que da como dato el calculista para absorber los esfuerzos horizontales de la estructura y colocando el castillo de hincado con una masa de caída libre en forma paralela al eje del pilote inclinado y en la posición correcta de hincada tal como el pilote vertical. Se procede a dar inicio a la hincada llevando la masa hacia la parte superior de la corredera en la guía de hincado del castillo y soltándola en un inicio desde una altura de 1m para que el pilote inclinado penetre en el suelo blando del fondo marino, hasta encontrar algo de resistencia para que al hincarlo con la caída de 4m aproximadamente no se desvíe de su eje y no cambie su dirección debido al proceso de hincado, el procedimiento indicado podemos apreciar en la foto N° 29.



FOTO N° 29: Hincado de pilotes inclinados.

Control de hincado.- Se lleva el control de la inclinación del pilote a través de la construcción de una escuadra que controla la inclinación en base al ángulo diseñado para el pilote inclinando, se controla indirectamente la inclinación en base al control de la verticalidad de la cara perpendicular de la escuadra. En caso que el ángulo de inclinación de hincado cambie para mayor o menor se

deberá parar el hincado, proceder a retirar el pilote y reiniciar el proceso de hinca.

El control de hinca debido al empotramiento, se basa que en el proceso de fabricación del pilote, lo marcamos a través de medidas centímetro a centímetro desde el nivel superior del falso puente hacia la cabeza del pilote como si fuera una regla métrica de tal manera que cada 10 cm tenga una marca mayor. En este caso una vez iniciado la hinca se controlara el número de golpes cada 10 cm con lo cual esta ingresando el pilote, cuya plantilla se muestra en el cuadro N° 02 de la hinca de un pilote, hasta encontrar el rechazo correspondiente esto nos permite controlar la longitud de empotramiento del pilote en el suelo y el rechazo para el cual ha sido diseñado dicho pilote, entendiéndose por rechazo a una tanda de golpes que deberán repetirse tres veces consecutivamente para proceder a parar la hinca.

4.5 DESCABEZADO DE PILOTES

Una vez terminado el hincado del pilote el cual ya alcanzó su rechazo, habiendo corrido los niveles determinando el fondo de viga, procedemos al descabezado del pilote para dejarlo a una longitud tal, que dicho pilote quede empotrado 15cm en el concreto de la viga longitudinal y transversal. Se realiza el descabezado con un equipo de oxicorte para cortar en forma perpendicular al eje del pilote.



FOTO N° 30: Descabezado de pilotes.



FOTO N° 31: Descabezado de pilotes.



FOTO N° 32: Descabezado de pilotes.

El resto de pilote sobrante se llevará al almacén para que nos sirva, en caso que a un pilote al momento de la hinca quede por debajo del fondo de viga al alcanzar el rechazo. Este procedimiento podemos observarlo en la foto N° 30, 31 y 32.

CAPITULO V

FUNDAS DE PROTECCION EN PVC

Las fundas de protección de PVC son tubos utilizados normalmente para instalaciones de desagüe que cumplen las mismas especificaciones para obras de saneamiento, no necesita ser tubería pesada, debido a que no hay presión mas que la presión del concreto para protección del pilote.

5.1 HINCADO DE LAS FUNDAS DE PROTECCIÓN EN PVC

Una vez terminada la hinca del pilote de acero y habiéndose descabezado el pilote se procede a la fabricación de la funda de PVC uniendo dos o más tubos según sea la profundidad en cada caso.

Dicha funda la hincamos primero con pequeños golpes con una comba de 16 libras colocándole en la parte superior un cuartón de 4x8x20" para no dañar el filo superior del tubo, esto es hasta atravesar el fango o la zona blanda del fondo marino, una vez que se encuentra la resistencia del suelo se deja de dar golpes de esta manera y se procede a hincar con el jets de agua a través de una bomba de presión generando el movimiento en las arenas del fondo marino y con una llave cadena haciendo girar el tubo para que baje hasta la profundidad de diseño, con un empotramiento mínimo de 1.80m. Para que la separación entre el tubo de acero y el tubo de PVC que sirve de funda tenga la misma medida, al pilote se han soldado unas guías de fierro de ½" de espesor por una 4" de largo separadas cada 2.0m, el izado de las fundas de protección se pueden apreciar en la foto N° 33.



FOTO N° 33: Izado de las fundas de tubo PVC.

5.2 VACIADO DE PARTE INTERNA DE PILOTES DE TUBO DE ACERO

Una vez terminada la hinca del pilote y de la funda, procedemos al vaciado de la parte interna del pilote con concreto de $f'c=175\text{Kg/cm}^2$ el cual se aplica de la siguiente manera:

Primero extraemos el agua total del pilote procediendo al vaciado a través de una bomba de trasegado de concreto, hasta el nivel de la colocación de los elementos de transmisión de esfuerzos de los pilotes hacia las vigas de la estructura.

5.3 VACIADO DE LAS FUNDAS DE PVC. (MÉTODO DEL DESPLAZAMIENTO)

Limpiamos el fondo con una bomba de alta presión en todo el anillo que queda entre el pilote y la funda de protección para que quede libre, de esta manera podemos proceder al vaciado del concreto en el espacio entre el pilote y funda concreto $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

El método del desplazamiento se puede dar a través de tener una tubería llena de concreto con un tapón de PVC en la punta inferior conectada a la manguera de la bomba de inyección de concreto la cual una vez llena de concreto llega hasta el fondo de la funda cuyo tapón debido a la presión vuela quedando

perdido en el fondo y sobre el cual va cayendo el concreto, se va aumentando el concreto el cual va subiendo desplazando al agua dado a su mayor peso específico y se va subiendo cada 60cm aproximadamente sacando nuestro tubo inicial 40cm quedando la boca de la tubería siempre embebida de concreto este procedimiento se repite "n" veces hasta alcanzar que el concreto salga por el borde superior de la funda.

Para realizar el vibrado utilizamos el mismo pilote con un vibrador de 2" de cabeza pegada en el tubo de acero, transmitimos la vibración hacia el fondo marino a cada 1.50m de vaciado de concreto para asegurarnos de que no quede cangrejas.

CAPITULO VI

ELEMENTOS DE TRANSMISION DE ESFUERZOS

Son las barras de acero corrugado de $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$, las cuales transmiten las cargas de la estructura hacia el pilote dándole elasticidad a la unión pilote-viga.

6.1 PREPARACIÓN DE LAS BARRAS DE TRANSMISIÓN DE ESFUERZOS

Estas barras se preparan con una espiral o estribo de 3/8" colocados para unir dichas barras en forma concéntrica y distribuidas uniformemente equidistantes en el círculo formado por dicho espiral o dicho estribo, se le realiza un dobléz en "L" de aproximadamente 15cm, que esta va a servir de empotramiento en la estructura de la viga, en la foto N° 30 y 34 se puede apreciar la barra ya concluida y lista para su instalación.



FOTO N° 34: Preparación de las barras de transmisión de esfuerzos.

6.2 INSTALACIÓN DE LAS BARRAS DE TRANSMISIÓN DE ESFUERZOS

Una vez vaciado la parte interior del concreto de protección del pilote cuando el concreto esta completamente fresco se incrustan en aproximadamente 1.50m y se le vibra un poco dándole la altura a la cual van a quedar, considerando que el vaciado de los elementos de transmisión de esfuerzos se realiza en conjunto con el vaciado de la estructura superior con concreto $f'_c=280\text{Kg/cm}^2$, la foto N° 35 y 36 nos muestra la barra de transmisión de esfuerzo ya instalada.



FOTO N° 35: Instalación de las barras de transmisión de esfuerzos.



FOTO N° 36: Instalación de las barras de transmisión de esfuerzos.

CAPITULO VII

OBRAS DE CONCRETO ARMADO

Las estructuras superiores se vaciarán in situ siguiendo las normas para el vaciado del concreto de acuerdo a los planos estructurales y el concreto especificado.

7.1 ENCOFRADO DE PUENTE, CABEZO Y EMBARCADEROS

En nuestro caso el muelle está dividido en 3 partes: El puente que consta de dos tramos, el cabezo, el embarcadero del lado derecho y el embarcadero del lado izquierdo cuya plataforma es el área social, como el proceso es repetitivo vamos a describir para cada caso en forma general particularizando de que elemento se trata.

7.1.1 ENCOFRADO DE VIGAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.

En el caso del encofrado de las vigas longitudinales y transversales, vamos a proceder a describir como sigue.



FOTO N° 37: Colocación de rieles tipo "H" que servirán para soportar el peso del encofrado, acero y concreto fresco al momento del vaciado.

Una vez concluido el hincado de los pilotes, habiendo colocado la funda de PVC,

colocado los elementos de transmisión de esfuerzos, procedemos a realizar el encofrado valiéndonos de las abrazaderas cuyo nivel se encuentra a 5" por debajo del fondo de viga terminado debido a que atraviesan las soleras y la tabla que constituyen el fondo de viga a nivel de encofrado. Para poder colocar las tapas laterales de la viga longitudinal y transversal se coloca una serie de soleras pequeñas considerando 30 cm a cada lado del ancho de viga para que puedan ser colgadas y puedan arriostrarse en forma perpendicular al fondo de viga. Para colgar el encofrado utilizamos dos rieles de 1.60m de longitud soldados a una de las caras del pilote sobre el cual colocamos otro riel o una viga "H" capaz de soportar el peso del encofrado del acero y el concreto vaciado cuando esta en estado fresco, colgando las soleras según foto N° 37 mostrado colgados con fierro de 3/8" que son soldados en su extremos superior sobre dicho riel o viga "H".

El número de puntos de colgado se calcula en base a la resistencia a la tracción del acero, para nuestro caso la resistencia de tracción del acero de 3/8" es mayor de 3tn. En la parte exterior se cuelga directamente hacia la viga "H" o riel y en la parte interior donde va la losa se colocan unos tubos pasadores por donde se introducen el acero de 3/8" para que llegue al riel o viga "H" para que puedan ser soldados.

7.1.2 ENCOFRADO DE LOSAS.

Una vez concluido con el encofrado de las vigas longitudinales y transversales que abrasan como mínimo a cuatro pilotes, se procede al encofrado de la losa, mediante una serie de soleras espaciadas cada 40 cm apoyadas por el medio mediante unos puntales o soleras en un ángulo tal, que intercepte a las caras del encofrado de la viga longitudinal o transversal, una vez concluido esta parte se entabla la parte superior tal como se puede apreciar en la foto N°. 38.



FOTO N° 38: Colocación del encofrado de losas.

7.1.3 ENCOFRADO DE VIGAS DE ARRIOSTRE EN PILOTES VERTICALES.

En el caso de las vigas de arriostre el encofrado comienza con una solera de 6"x12"x24' normalmente de pino Oregón americano colocados transversalmente, que van suspendidas mediante un fierro de acero de 3/8" que va colgado de la parte superior del pilote de acero tal como se puede apreciar en la foto N° 39, estas soportarán todas las cargas del encofrado, emparrillado y el concreto fresco. Se colocan las caras laterales las mismas que deben tener igual altura en ambos lados tal como se puede apreciar en la foto N° 40.



FOTO N° 39: Armado de las vigas de arriostre.



FOTO N° 40: Armado de las vigas de arriostre.

7.1.4 ENCOFRADO DE NÚCLEOS.

Una vez hincado los pilotes del núcleo que se colocan para nuestro caso en la plataforma baja, se consideraron 05 núcleos debido a la cercanía del fondo de la viga con el nivel de alta marea, teniéndose en cuenta que en la máxima marea considerada en un año esta plataforma algunas veces iba hacer levantada por la subpresión del agua, por lo tanto se consideró en el diseño pilotes a tracción.

El núcleo lleva el espesor exactamente igual que las vigas transversales y longitudinales adyacente a donde se instaló dicho núcleo, el encofrado es exactamente igual como si fuese una viga transversal o longitudinal con la diferencia que no tiene ninguna cara como se puede observar en las fotos N° 41, 42 y 43.



FOTO N° 41: Ubicación de los núcleos.



FOTO N° 42: Encofrado de los núcleos.



FOTO N° 43: Vista final de los núcleos.

7.2 COLOCADO DE ACERO EN GENERAL

Las fotos N° 44, 45 y 46 muestran la colocación del acero tanto en vigas transversales, longitudinales, losas y todo elemento de concreto armado que puede ser vaciado



FOTO N° 44: Colocación de acero en las vigas longitudinales.



FOTO N° 45: Colocación de acero en las vigas longitudinales, transversales y losa.



FOTO N° 46: Colocación de acero en la losa.

7.3 VACIADO DE CONCRETO EN GENERAL

Una vez realizado el encofrado y colocado de acero en general tanto en vigas transversales, longitudinales, losas y todo elemento estructural, se procede a realizar en vaciado de concreto. Generalmente se utiliza concreto premezclado buscando una mejor trabajabilidad y además este puede llegar a lugares inaccesibles sin realizar una rampa de acceso, estos detalles se pueden observar en las fotos N° 47, 48, 49, 50, 51, 52 y 53. Se utiliza un concreto de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ utilizando cemento tipo V por su alta resistencia a las sales y sulfatos, por cada 7m^3 de concreto se extraen 04 probetas como testigo para verificar su resistencia a la compresión simple, la rotura de estos testigos se realizan de la siguiente manera: 01 a los 07 días, 01 a los 14 días y las dos restantes a los 28 días.



FOTO N° 47: Vaciado de concreto en las losa de la plataforma de servicios



FOTO N° 48: Vaciado de concreto en las vigas de arriestre.



FOTO N° 49 Vaciado de concreto en vigas longitudinales, transversales y losa en la zona del cabezo del muelle



FOTO N° 50: Vaciado de concreto en vigas longitudinales, transversales y losa en la zona del cabezo del muelle.



FOTO N° 51: Vaciado de concreto en las vigas de arriostre.



FOTO N° 52: Terminado de vaciar en las vigas de arriostre.

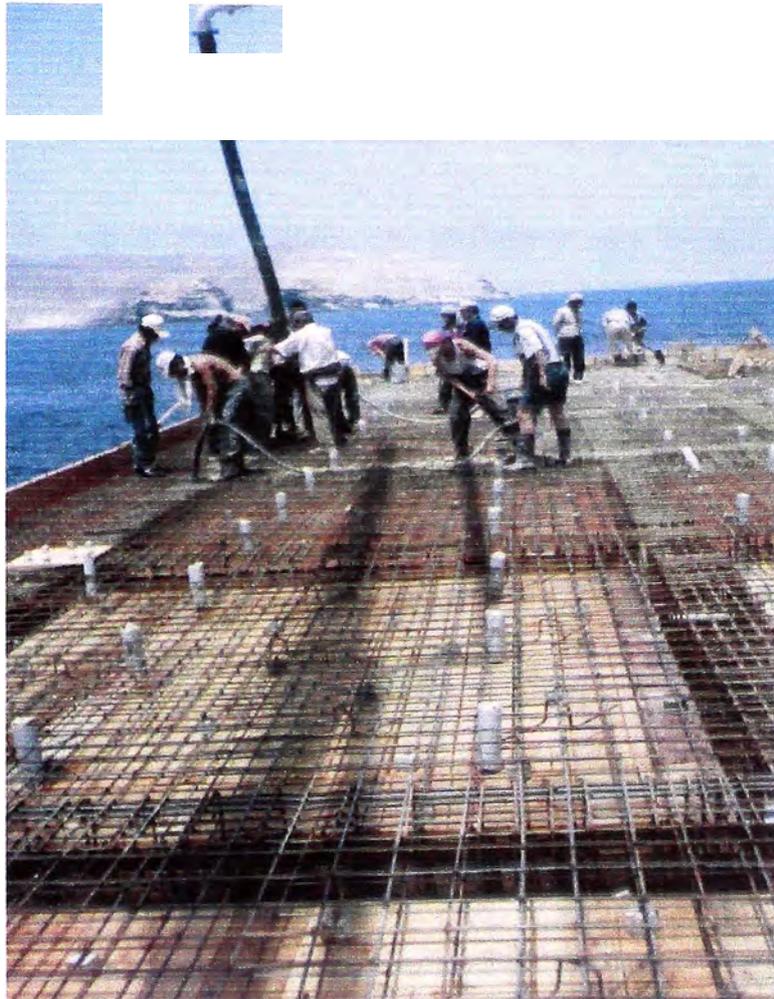


FOTO N° 53: Vaciado de concreto en vigas longitudinales, transversales y losa en la zona del cabezo del muelle.

7.4 DESENCOFRADO DE PUENTE, CABEZO Y EMBARCADEROS

Se inicia una vez que el concreto ha alcanzado su resistencia a los 07 días empezamos sacando las abrazaderas, desprendiendo las soleras del fondo de viga, cortando las barras de acero que suspendida el encofrado para que queden sueltos los tabloncillos, después procedemos a sacar las soleras, a continuación las tablas, luego aflojamos los parantes de apoyo de la solera de las losas y desencoframos las soleras que soportan las losas y luego las tablas de las losas y a continuación desprendemos los costados de las vigas. Este procedimiento es repetitivo para todo el muelle en general.

CAPITULO VIII

INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS

Las instalaciones electromecánicas se realizaron en forma paralela con la construcción de los tramos a través de los cuales iban empotradas las tuberías para la instalación de los motores de la grúa puente de acuerdo al diseño proyectado.

8.1 CONSTRUCCIÓN DE GRÚA PUENTE.

Se inicia la construcción de la guía puente en base a los planos estructurales teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

Se compraron las planchas de 1/2" de acero naval, se realizó el replanteo sobre las mismas y se procedió al corte de cada una de las piezas que conforman tanto las vigas en voladizo como las vigas empotradas que constituyen el marco de refuerzo hacia las cuatro columnas de tubo cuadrado de acuerdo a como se pueden observar en la foto N° 54.



FOTO N° 54 Preparación de la viga para la grúa puente.

Dichas columnas con sus respectivos tirantes fijos a la plataforma del muelle se construyeron también en el taller y fueron trasladados y montados en su posición

que actualmente ocupan. Estas columnas fueron fijadas al tablero del muelle a través de pernos de 1 ½" de espesor y 16" de largo que abrazan al dado de concreto que se diseñó especialmente para recibir dicha estructura.

Luego se arenó completamente todas las piezas y se pintó con pintura anticorrosiva y dos manos de pintura epóxica para el acabado.

Se consideró en el diseño traer los motores de Alemania para el funcionamiento de dicha grúa puente los cuales fueron probados en el lugar de origen antes de ser embarcados hacia el Perú.

8.2 MONTAJE DE GRÚA PUENTE

Una vez culminada la fabricación de todos los elementos que constituyen la grúa puente se procedió al montaje respectivo, utilizando una grúa de 15 toneladas la cual realizó el izaje de las columnas para instalarlas exactamente en los puntos en que habían quedado las bases para recibir dicha estructura, se apuntaló y se procedió a empernar en su base hasta dejarlas completamente verticales.

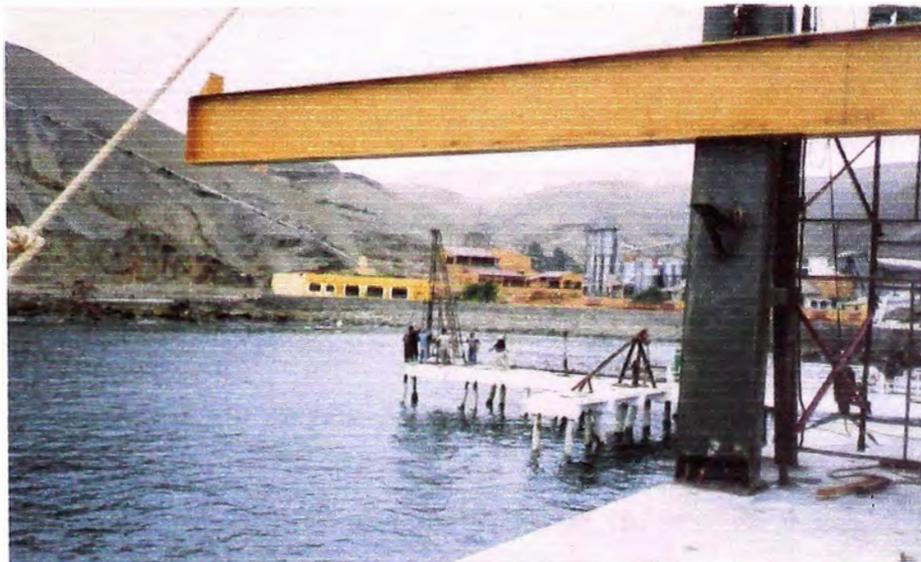


FOTO N° 55: Montaje de la viga puente.



FOTO N° 56: Montaje de la viga puente.



FOTO N° 57: Montaje de grúa puente.

Luego se procedió al montaje de las vigas que tiene el cantilever el cual sirve de guía para que la plataforma corrediza de la grúa puente pueda calzar exactamente con su juego respectivo de 1" perpendicular a cada viga, una vez fijada la viga corredera en su posición de trabajo se montó las vigas de arriostre soldándolos perfectamente de tal manera que quedaron perpendiculares a las vigas en cantilever culminando así su montaje respectivo y luego realizar las pruebas de carga con embarcaciones hasta de 40 toneladas de peso. Dichas pruebas se realizaron también durante 2 días consecutivos dejando dicha embarcación levantada 2m sobre la superficie del agua y midiendo el diferencial en la viga en voladizo no existiendo deformación alguna, el cual se constató su horizontalidad con el retículo del teodolito, se muestran algunas vistas del montaje de la grúa puente en las fotos N° 55, 56, 57, 58 y 59



FOTO N° 58: Montaje de grúa puente.



FOTO N° 59: Montaje de grúa puente

CAPITULO IX

INSTALACIONES ELECTRICAS, SANITARIAS y ACABADOS

El proyecto integral de las Instalaciones Eléctricas y Sanitarias se ha desarrollado en base a los planos de Arquitectura y Estructuras y las Disposiciones del Código Nacional de Electricidad y del Reglamento Nacional de Edificaciones.

9.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE ESTAS PARTIDAS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Instalaciones Eléctricas

Las instalaciones eléctricas son todas aquellas instalaciones para los cuales se ha dejado entubado a través de los sardineles tanto para las tomas de fuerza como para las luces de todo el muelle, en las especificaciones técnicas del capítulo X se dan al detalle las principales partidas.

Instalaciones Sanitarias

Las instalaciones sanitarias para el caso de nuestro muelle reconsideraron instalaciones de agua dulce, instalaciones de agua salada, instalaciones sanitarias de tuberías de petróleo y gasolina, en este caso también se han considerado en el capítulo X las especificaciones técnicas más importantes.

La foto N° 60 y 61 se puede observar la colocación de las tuberías de instalaciones sanitarias de agua dulce y agua salada.

Acabados

Los acabados se realizaron en base a los planos arquitectónicos los cuales lo podemos apreciar completamente en la maqueta que presentamos al final de la presente exposición y se puede observar en la foto N° 62.



FOTO N° 60: Vista de las instalaciones sanitarias de agua dulce y agua salada.



FOTO N° 61: Vista de las instalaciones sanitarias de agua dulce y agua salada



FOTO N° 62: Vista de los Acabados y del muelle terminado.

CAPITULO X

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Se presenta las especificaciones técnicas de las partidas más importantes del proceso constructivo en el muelle El Poseidón. Estas son:

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

ESPECIFICACIONES GENERALES

Esta partida comprende el suministro, ejecución y colocación de las formas de madera y/o metal necesarias para el vaciado del concreto de los diferentes elementos que conforman las estructuras y el retiro del encofrado. Este encofrado corresponde tanto a los laterales, centrales y transversales, según tipo de junta de construcción.

MATERIALES

Se podrán emplear encofrados de madera o metal. Los alambres que se empleen para amarrar los encofrados, no deberán atravesar las caras de concreto que queden expuestas en la obra terminada. En general, se deberá unir los encofrados por medio de pernos que pueden ser retirados posteriormente.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos en tal forma que resista plenamente, sin deformarse, al empuje del concreto al momento del vaciado. Las juntas de unión serán calafateadas, a fin de impedir la fuga de la lechada de cemento, debiendo cubrirse con cintas de material adhesivo para evitar la formación de rebabas. Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies inferiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero. Previamente, deberá verificar la absoluta limpieza de los encofrados, debiendo extraerse cualquier elemento extraño que se encuentre dentro de los mismos.

Antes de efectuarse los vaciados de concreto, el ingeniero inspeccionará los encofrados con el fin de aprobarlos, prestando especial atención al recubrimiento

del acero de refuerzo, los amarres los arriostres y el calafateo. Los orificios que dejen los pernos de sujeción deberán ser llenados con mortero, una vez retirados estos. Algunos plazos de desencofrado son:

Costados de losas de techos	24 horas
Fondos de losas de techo	21 días
Sardineles	24 horas

En el caso de utilizarse acelerantes, previa autorización del Ingeniero Inspector, los plazos podrán reducirse de acuerdo al tipo y proporción del acelerante que se emplee. En todo caso, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo a las pruebas de resistencia efectuadas en muestras. Todo encofrado, para volver a ser usado, no deberá presentar alabeos ni deformaciones y deberá ser limpiado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente. Los encofrados deberán ser ejecutados de tal manera de obtener las formas, niveles, alineamientos y dimensiones requeridos por los planos.

Los encofrados serán herméticos a fin de evitar la pérdida de lechada, adecuadamente arriostros y unidos entre sí a fin de mantener su posición y forma. Las tolerancias admisibles en el concreto terminado son las siguientes:
En la sección de cualquier elemento (5 mm. a 10 mm.)

ENCOFRADO DE SUPERFICIE NO VISIBLES

Los encofrados de superficie no visibles pueden ser contruidos con madera en bruto, pero sus juntas deberán ser convenientemente calafateadas para evitar fuga de la pasta.

ENCOFRADO DE SUPERFICIE VISIBLES

Los encofrados de superficies visibles son del tipo caravista, serán hechos de madera cepillada, planchas duras o fibras prensadas, madera machihembrada aparejada y cepillada, o metal. Las juntas de unión deberán ser calafateadas de modo de no permitir la fuga de la pasta. En la superficie en contacto con el concreto, las juntas deberán ser cubiertas con cintas aprobadas por el Ingeniero Inspector.

CONCRETO $f_c = 175$ y 210 Kg/cm^2 **ESPECIFICACIONES GENERALES**

Esta sección comprende el tipo de concreto, compuesto de cemento Pórtland Tipo V, agregados finos, gruesos y agua, preparados y construidos de acuerdo a las especificaciones.

Para estructuras mayores, el contratista deberá preparar las mezclas de prueba como solicite el Ingeniero Inspector antes de mezclar y vaciar el concreto. Los agregados, cemento y agua deberán preferentemente ser proporcionados por peso. Pero el Supervisor puede permitir proporción en volumen.

Clase	Resistencia Límite a la Comprensión 28 días Kg/cm^2 .	Tamaño	Mínimo Cemento Bls/m^3 .	Máximo Agua L/b. Cem.	Asentamiento o AASHTO Vibrado	C-143 sin vibrar cms.
A	245	1"	12	20.3	3	10
B	210	1 1/2"	9.5	22.7	3	8
C	175	2"	8	26.5	3	6
D	140	2 1/2"	7	26.5	3	
E	100	3"	5	29.7	3	

CEMENTO

El cemento a usar será el cemento Pórtland, tipo V, de acuerdo a la clasificación usada en USA, que cumpla con la norma NTP 334.090 (ASTM C 595); normalmente este cemento se expende en bolsas de 42.50 Kg. ó 94 libras por bolsa; el peso del cemento en bolsas no debe tener una variación (+ o -) del 1% del peso indicado.

No se permitirá el uso del cemento a granel. El Supervisor de obra inspeccionará la toma de muestras correspondientes de acuerdo a las normas ASTM-C-150, para otorgar la correspondiente aprobación o rechazo.

En términos generales el cemento a usarse no deberá tener grumos, por lo que deberá protegerse debidamente ya sea en bolsas o en silos en forma tal que no sea afectado por la humedad producida por el ambiente o precipitación fluviales.

El Ingeniero Inspector de obra controlará el muestreo de acuerdo a las indicaciones o normas ASTM-C-150 y su envió a laboratorios especializados para la realización de las pruebas físicas en forma periódica e indicada en dichas normas.

AGUA

El agua que se empleará en la mezcla será fresca, limpia y potable, libre de sustancias perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos y otras sustancias que pueden perjudicar al concreto o al acero. Tampoco debe obtener partículas de carbón, humus ni fibras vegetales. Podrá usar agua de pozo siempre y cuando cumpla con las condiciones antes mencionadas y que no sea "Dura" o sulfatada.

AGREGADO

El porcentaje total de arena en la mezcla pueda variar entre 30 y 45% de tal manera que se obtenga la resistencia deseada en el concreto para el trabajo que se requiera. El agregado grueso puede ser piedra partida o grava limpia libre de películas de arcilla plástica en su superficie y provenientes de rocas que no se encuentra en proceso de descomposición.

El tamaño máximo de agregados será de 1 ½" para el concreto armado del elemento del espesor reducido o cuando exista gran densidad de armadura; se podrá disminuir el tamaño del agregado siempre que se obtenga una buena trabajabilidad y que se cumpla con el "Slump" o asentamiento requerido y que la resistencia del concreto que se obtenga sea la indicada en los planos.

En general el tamaño del agregado tendrá una medida tal que se mayor de 1/5 de la medida más pequeña entre los costados interiores de la forma, dentro de las cuales se verterá el concreto y mayor de 1/3 del peralte de las losas; a los ¾" del mínimo espacio libre entre barras individuales de refuerzo o entre grupos de barras.

MEZCLADO DE CONCRETO

Antes del preparado del concreto, el equipo para el mezclado estará perfectamente limpio, el agua de los depósitos del equipo mezclado estará

perfectamente limpio y fresco. El equipo de mezclado deberá estar en perfectas condiciones mecánicas de funcionamiento, y deberá girar a la velocidad recomendada por el fabricante y el mezclado se continuará por lo menos durante minuto y medio, después que todos los materiales estén en el tambor para mezclado de una yarda cúbica de capacidad. Se incrementará en 15 segundos por cada media yarda cúbica o fracción de ella. También se usará concreto pre mezclado que previamente el supervisor verificará la trabajabilidad del concreto antes de proceder a su colocación.

TRANSPORTE DE CONCRETO

El concreto deberá ser transportado al final del depósito ó colocación tan pronto como sea posible, por métodos que prevengan la segregación o pérdida de ingredientes y en tal forma que se asegure que el concreto que se va a depositar en las formas sea de la calidad requerida.

"Los buggies" que se usen en el transporte deben ser trasladados sobre superficies planas y estarán dotados con llantas de jebe en perfectas condiciones de uso.

COLOCACIÓN DEL CONCRETO

El concreto se colocará tan cerca como sea posible de su posición final, evitando la segregación debida a manipuleos ó movimientos excesivos; el vaciado se hará a velocidad a tal forma que el concreto se conserve todo el tiempo en estado plástico y fluya fácilmente entre los intersticios de las varillas conformadas dentro de los encofrados. No se depositará en la estructura de concreto que se haya endurecido parcialmente, ó que esté contaminado por sustancias extrañas, ni se volverá a mezclar a menos que el Inspector de obra otorgue su aprobación. Antes de proceder a la colocación del concreto, deberá haberse concluido el trabajo de encofrado convenientemente y haber contado con la correspondiente aprobación de la Inspección.

La velocidad del vaciado deberá ser de tal manera que el concreto colocado se conserve en estado plástico y se integre con el concreto que se esté colocando, especialmente en el vaciado entre barras de refuerzo.

CONSOLIDACIÓN DEL CONCRETO

La consolidación se hará mediante vibradores, los que deben funcionar a la velocidad mínima recomendada por el fabricante. El Supervisor vigilará de modo que la operación de vibración del concreto tome solamente el tiempo suficiente para su adecuada consolidación, el cual se manifiesta cuando una delgada película de mortero aparece en la superficie del concreto y todavía se alcanza a ver el agregado grueso rodeado de mortero.

La velocidad del vaciado del concreto no será mayor que la velocidad de vibración, de tal manera que el concreto que se va colocando pueda consolidarse correctamente. El vibrado deberá garantizar el total embebido del concreto en todas las barras del refuerzo, cubriendo en su descarga todas las esquinas y anclajes, como sujetadores, etc. y se elimina todo el aire de tal manera que no se produzca "cangrejera" y vacío de tipo panal de abeja, ni planos débiles. El período para cada punto de aplicación del vibrador será de 5 a 15 segundos de tiempo. Se deberán tener vibradores de reserva y se deberá seguir las recomendaciones del ACI-306 y ACI-605 para proteger el concreto en condiciones ambientales adversas.

CURADO DEL CONCRETO

Para poder garantizar la resistencia requerida del concreto, se deberá mantener húmedos los elementos de concreto por lo menos siete días. En elementos horizontales se deberán preparar arroceras con arena, con la finalidad de preservar el agua en el elemento y se realice un adecuado curado. En elementos verticales, se usarán mantas, las cuales deberán de permanecer húmedas durante el periodo de curado.

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO

Para efectos de control de calidad de obra en plena ejecución, el Contratista deberá en coordinación con el Inspector, efectuar la toma testigos o muestras de la calidad de concreto, de acuerdo al siguiente criterio:

El periodo de rotura es de una muestra a los 07, 14 y 28 días, reiterando que cada muestra consta de 03 testigos. El Supervisor podrá disponer de acuerdo a

criterio y a las condiciones de trabajo, el incremento o supresión de la toma de muestras y los ensayos de resistencia a la compresión.

Para efectos de control de calidad de obra, se ha considerado además que el Contratista efectúe por medio de un laboratorio de debida acreditación autorizada por el Inspector, el Diseño de Mezclas para conseguir el óptimo de la calidad del concreto con las características de los materiales a utilizarse, como los agregados y el cemento. Si en el transcurso de la obra se optase por el cambio de cualquiera de los componentes de materiales de concreto, el Inspector deberá exigir al Contratista un nuevo Diseño de Mezclas.

ACERO CORRUGADO $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$

ESPECIFICACIONES GENERALES

Se debe considerar, detallar, fabricar o instalar todos los elementos de acero de refuerzo necesario, para completar las estructuras de concreto armado. Los planos indican las cantidades y tipos de refuerzo que requieren en las diversas estructuras. Las verdaderas longitudes, formas y cantidades de varillas, se indican en los planos. Para los efectos de llevar a cabo este trabajo, se debe tener en cuenta el establecer las medidas de seguridad y protección, tanto para el personal de la construcción, así como para las personas y público en general

MATERIALES

Todas las varillas de refuerzos serán corrugadas de acuerdo a las especificaciones ASTM-A-305 y se conformarán a los requisitos que las especificaciones ASTM-A-15 para varillas de acero como refuerzo del concreto.

Las varillas para el refuerzo de concreto estructural deberán ser de acuerdo a los requisitos de AASHO designación M-31 y deberán ser de formas de acuerdo con AASHO M-137 en lo que respecta a las varillas N° 110 conforme a las especificaciones del acero producido por el Perú. El acero deberá tener un límite de fluencia de 4200 Kg/cm². (Grado 60) según las indicaciones de los planos.

Se usarán fierro de construcción corrugado de Sider Perú y/o Acero Arequipa de grado 60, sólo se usará fierro de construcción importado si tiene certificado confiable de sus cantidades físico-técnico, previa aprobación del Inspector.

EMPLEO Y COLOCACIÓN

Los aceros de refuerzos serán colocados según las indicaciones de los planos. Las diferencias entre las varillas se consideran medidas, entre los ejes de las mismas. Antes de la colocación de las varillas serán limpiadas de las eventuales incrustaciones o de cualquier material extraño que puede afectar el buen contacto con hierro – concreto.

Los refuerzos se colocarán en obra, se anclarán y fijarán de manera que no se desplacen o deformen durante el vaciado y vibrado. Las barras deben ser adaptadas en todas las intersecciones. Los recubrimientos libres indicados en los planos deberán ser logrados por medios separados de concreto o cualquier otro medio aprobado por el Supervisor. Antes del vaciado, el Supervisor deberá aprobar la armadura colocada.

SOLDADURA

Para los trabajos de soldadura se debe emplear un electrodo de bajo hidrógeno de norma AWS 80XX, donde el material de aporte (electrodo) debe tener como mínimo 60,000 lb/plg² de punto de fluencia. El proyecto contempla el uso de electrodo de Norma AWS 8018-G, conocido con el nombre de tenacito 80, el cual supera las condiciones mecánicas descritas en la norma AWS D1.4., y que exige la norma ASTM A 706 para soldar barras corrugadas.

PINTURA

Las fundas de PVC y las barandas, serán pintadas con dos manos de anticorrosivo epóxico Zinc Clad 7 ó similar de cualquier otro fabricante. Las especificaciones técnicas del material figuran en las hojas de información técnica del fabricante. Cada mano será de color diferente a fin de controlar su aplicación.

Después de haberse terminado el montaje de la baranda, se les dará dos manos de pintura de acabado a toda la baranda: Postes y Pasamanos.

Los materiales de pintado serán productos estándar de un fabricante de pinturas con experiencias en la protección anticorrosiva del tipo equipamiento suministrado.

Cada mano de pintura estará libre de gotas, burbujas, ondas, hundimientos y marcas dejadas por el aplicador y deberá esperarse que se seque, antes que se apliquen capas sucesivas a menos que sea especificado lo contrario por el fabricante de la pintura.

El contratista presentará a la Supervisión para su aprobación los detalles completos de la preparación, tipos de material, métodos y secuencias que propone cumplir con los requerimientos de protección.

Todos los pigmentos, pinturas e imprimantes, serán entregados en taller o en obra, en depósitos sellados y envasados por el fabricante. Serán estrictamente observadas las instrucciones de fabricación para la preparación de las superficies y aplicación de todas las manos de pintura.

La aplicación de la pintura nunca será ejecutada bajo condiciones tales que el polvo, arena, etc., puedan asentarse sobre la película de pintura fresca.

Limpieza, se debe eliminar todo vestigio de óxido, suciedad, pinturas extrañas, grasas y otros materiales extraños.

Las superficies limpias deberán ser pintadas el mismo día, a menos que la supervisión autorice hacerlo al día siguiente, previa verificación de que la superficie este libre de óxido, polvo o cualquier otro material extraño.

El Supervisor deberá aprobar la colocación de la pintura previa verificación de la superficie metálica, después de la limpieza. Se podrá aplicar pintura, con brochas y/o pistola a presión del aire y cuando la superficie este libre de humedad, polvo, suciedad, grasa y materiales nocivos que puedan afectar la adherencia de la pintura con la superficie metálica.

El Supervisor deberá verificar permanentemente el espesor de la película de pintura en estado fresco y seco, siendo para la pintura anticorrosiva 4.0mm de espesor y para esmalte 3.0mm de espesor.

SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIAS PVC

Para Tuberías de Agua Potable: Norma NTP-ISO 4422. Bajo ningún concepto proponer material o equipo que no cumpla por los menos, con las Normas ISO.

La Supervisión deberá verificar la calidad de las tuberías, requiriendo al contratista las pruebas y certificados de calidad necesarios antes de uso.

SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO

Tomar toda precaución para evitar cualquier daño a la tubería durante su transporte y su entrega hasta el lugar de la obra.

Tener extremo cuidado al cargar y descargar la tubería y sus accesorios.

Trabajar lentamente utilizando deslizadores (rampas) o equipo mecánico apropiado, y mantener la tubería bajo perfecto control en todo momento.

Por ninguna circunstancia permitir que la tubería se caiga, choque, arrastre, empuje o mueva de modo que se dañe la tubería.

Si durante el proceso de transporte, manipuleo, o tendido, se daña cualquier tubería o su acoplamiento, reemplazar o reparar la tubería.

En caso de almacenamiento de la tubería en almacén, se debe prever un bloqueo apropiado. Obtener la aprobación para el tipo de bloqueo y colocación de estacas, así como para el método de instalación. Almacenar la tubería sobre un piso nivelado, colocando cuñas o estacas para bloquearlas de modo que no rueden.

Almacenar las empaquetaduras para juntas de tubería, en un lugar fresco y protegerlas de la luz, luz solar, calor, aceite o la grasa hasta que sean instaladas. No utilizar empaquetaduras que muestren signos de rajaduras, efecto del clima u otro deterioro. No utilizar material de empaquetadura almacenado por más de seis meses sin la debida aprobación.

CLASE DE LAS TUBERÍAS

Las diferentes clases de tuberías y sus diámetros se indican en los planos. El contratista deberá de presentar los certificados de calidad de todos los materiales a utilizar tuberías, válvulas, accesorios, etc.

LUBRICANTE

El lubricante a utilizarse en la instalación de las líneas de agua, deberá ser previamente aprobado por la supervisión, no permitiéndose emplear jabón, grasas de animales, etc., que puedan contener bacteria, que dañen la calidad del anillo.

ACCESORIOS Y OTROS

CODO PVC UF Ø 90 MM. X 22.5°, 45° y 90°

Son accesorios de PVC con uniones flexibles para redes exteriores. Se deberá garantizar en el momento de las pruebas hidráulicas correspondientes el que no existan fugas en los empalmes.

Los materiales deberán cumplir todas las Normas ITINTEC del caso, garantizándose su vida útil y debidamente aprobadas por la Supervisión. La Supervisión deberá verificar la calidad de los accesorios, requiriendo al contratista las pruebas y certificados de calidad.

CONDUCTORES Y TUBERIAS

Serán de cobre electrolítico con una conductividad del 99% a 20°C. Las características mecánicas y eléctricas deberán ser aprobadas según las normas de fabricación ASTM B3 B8.

El aislamiento y protección de los conductores dependerá del lugar, tipo de servicio y forma de instalación según norma VDE-0250.

Los conductores tipo TW y THW serán para una tensión de servicio de 600V y una temperatura de operación de 60°C.

En la instalación se emplearán tuberías de PVC-SAP y conduit. La tubería PVC-SAP (Estándar Americano Pesado) para todas las instalaciones internas,

empotradas en techo, pared o piso; los accesorios para estos tubos serán uniones o copla del mismo tipo de estos y todas las cajas.

CAJAS

Todas las cajas para salidas de artefactos de iluminación, cajas de pase, interruptores, tomacorrientes, serán de fierro galvanizado, cuyas características son:

Para salida de iluminación en techo o pared (octogonal de 100mm)

Para interruptores y tomacorrientes (rectangulares de 50x100mm)

Cajas de pase y salidas especiales (cuadradas de 100mm)

Las cajas de empalme o de traspaso hasta donde llegan tuberías de 35mm de diámetro de más, serán fabricadas especialmente de plancha de fierro galvanizado de 2.8mm de espesor para cajas de hasta 300x300mm. Las tapas serán empernadas del mismo material.

Todas las salidas para derivaciones, cambios de dirección y/o empalmes de energía en instalaciones de superficie, se harán con cajas conduit de aluminio fundido con tapa tipo conduit.

TABLEROS DE DISTRIBUCION

Estarán formados por:

Gabinete metálico

Interruptores termo magnéticos

La caja será del tipo empotrado en pared construida de fierro galvanizado de 1/16" de espesor, debiendo traer huecos ciegos de acuerdo con los alimentadores.

El marco y tapa con chapa serna del mismo material que la caja con su respectiva llave y se pintara de gris oscuro. La tapa debe llevar un relieve marcando la denominación tablero p.e. TD-1.

Las barra serán de cobre electrolítica de 99.9% de conductividad

Interruptor General	Barras
30-60-100 Amp	200A
150-200-400 Amp	500A
500-600-600 Amp	1000A

Traerán barras para conectar la diferente toma de tierra de todos los circuitos y la toma de tierra general de los alimentadores.

INTERRUPTORES

Serán automáticos contra sobrecargas y cortos circuitos, intercambiables de tal forma que puedan ser removidos sin tocar los adyacentes. Deben tener contactos de presión accionados por tornillos para recibir los conectores; los contactos serán de aleación de plata.

El mecanismo de disparo debe ser de "Abertura Libre" de tal forma que no pueda ser reforzado a conectarse mientras subsistan las condiciones de corto circuito. Llevaran claramente marcadas las palabras OFF y ON.

POSTES

Serán de concreto armado centrifugado o de concreto pre tensado con las mismas características de los centrifugados:

Postes de 12.00m./200/120/285

Postes de 8.00m./200/120/240

Los postes se empotrarán en un 10% de su longitud total Y se cimentarán con mezcla de concreto 1:3:5. El enlace entre el cortocircuito y la luminaria será con cable extraflexible de 2x2.5 mm². No se permiten empalmes en este tramo.

Los fusibles a usarse en los postes serán del tipo "C" - 15 Amp.

EMPALMES Y PUNTAS MUERTAS

Para la unión de cables entre sí, se emplearán moldes de plástico, sea para los empalmes derechos o para las derivaciones en "T", con un sistema de fácil unión

para asegurar un cierre hermético y bolsas de resina epóxica aislante.

Los empalmes de los conductores en general se efectuarán con manguitos estañados con conectores a presión. La cubierta del cable en los puntos sobre los cuales se ajustarán los extremos del molde plástico se encintará con cinta aislante ó con masilla aislante eléctrica

CONCLUSIONES

El proceso constructivo de muelles con pilotes enfundados vaciados in situ, aplicación muelle “El Poseidón” es un proyecto viable en nuestro país, de acuerdo a los estudios hidro-oceanográficos, geotécnicos, diseño estructural y análisis de costos unitarios, utilizando un método constructivo simple y efectivo.

Este sistema constructivo permite realizar muelles vaciados in situ a bajo costo y a cualquier profundidad sea a mar abierto o zona abrigada, utilizando equipos livianos de fácil transporte y así llegar a zonas inaccesibles para los equipos pesados cuyas obras de acceso serían muy costosas.

Según los resultados del análisis económico comparativo entre el diseño de muelles con pilotes enfundados vaciados in situ versus el diseño de muelles con elementos y estructuras prefabricados, hay un ahorro significativo que merece un mayor análisis en lo que corresponde a la parte de costos.

Este método constructivo esta basado en las normas existentes tanto nacionales como internacionales de pilotes enfundados vaciados in situ, evidenciado en el muelle “El Poseidón”, construido en el año 1993.

Los pilotes enfundados vaciados in situ no han sufrido corrosión ni deterioro alguno a pesar de los años de uso, lo que representa un ahorro en el costo de mantenimiento de este tipo de muelle.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que para la realización de toda obra portuaria sea necesario realizar un buen estudio Hidro-oceanográfico, Geotécnico y de Impacto Ambiental.

Se recomienda la utilización de este sistema para el caso de aguas poco profundas con costos que pueden llegar a ser cuatro veces más baratos que el proceso prefabricado y es mucho más veloz la construcción y la puesta en operación de este tipo de proyecto con el sistema que estamos planteando.

Se recomienda vaciar las fundas con una tremie o una bomba de inyección de concreto siguiendo el proceso de vaciado por el método del desplazamiento.

Se recomienda que una vez que se tenga la carga admisible de trabajo del pilote, diseñar al propio martillo de caída libre para la hinca.

Se recomienda hincar primero los pilotes verticales y luego los pilotes inclinados, alternando 2 inclinados por 1 vertical, y así utilizar el falso puente antes del encofrado y de esta manera maximizar la utilización de la grúa de hincado.

Se recomienda hacer la prueba de carga en un pilote aislado pero dentro del eje principal del muelle; porque se pueden hincar pilotes a cada lado y en caso de producirse la falla, seguir hincando hasta alcanzar el rechazo diseñado.

Se recomienda el uso de cemento tipo V, para todas las estructuras que se encuentran bajo agua de mar.

Se recomienda la construcción de dolphins (estructuras que sirven como amarrar los barcos) de atraque para disminuir la carga de impacto de una embarcación, contra las defensas del muelle.

BIBLIOGRAFIA

CASTILLO ARISTONDO RODOLFO, "MANUAL BASICO DEL INGENIERO RESIDENTE EN EDIFICACIONES", 3ra EDICION, Lima, 1995

DELGADO CONTRERAS GENARO, "DISEÑO DE ENCOFRADOS", Ultima Edición, lima, 1995

JIMENEZ CARDOZA VICTOR ANDRES, "PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS, PRESUPUESTOS, PROGRAMACIONES Y PROCESO COMPARATIVO PROYECTO VS OBRA", Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Lima, 1998

LEVANO CAVERO FANNY VICTORIA, "METODOLOGIA CONSTRUCTIVA DEL MUELLE DE CONCHAN UBICADO EN MAR ABIERTO", Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Lima, 1997

MERRIT FREDERICK, "MANUAL DEL INGENIERO CIVIL", Editorial Mcgraw Hill, México, 1976

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, "REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES", Lima, 2006

PEÑA FUENTES MARIO, "INFORME DE OBRA MUELLE ARTESANAL DE SALAVERRY", Lima, 1996

REGAL ALBERTO, "PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS", Ultima Edición, Lima, 1993