Instituto Panamericano de Ingeniería Naval
Instituto Pan-americano de Engenharía Naval
Pan-american Institute of Naval Engineering

XI CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERIA NAVAL,
TRANSPORTE MARITIMO E INGENIERIA PORTUARIA.

UNION A FLOTE DE UN NUEVO DIQUE DE CARENA DE TSAKOS INDUSTRIAS NAVALES S.A.

PAPER N° 5

Ing. JULIO CESAR VILLAR
Jefe de Taller y Oficina Técnica
TSAKOS INDUSTRIAS NAVALES S.A.
MONTEVIDEO - URUGUAY

UNION A FLOTE DE UN NUEVO DIQUE DE CARENA DE TSAKOS INDUSTRIAS NAVALES S.A.

1) Introduccion

En el marco del proyecto que la empresa ha implementado relativo a la renovacion de sus instalaciones, ocupa una posicion relevante la adquisicion de un nuevo dique flotante. La misma se concreto en junio de 1988 siendo las caracteristicas fundamentales del mismo: eslora 200 mts., manga interior 33 mtrs., capacidad de levante 20.000 toneladas, 2 gruas de 10 y 15 toneladas respectivamente.

2) Definir Transporte del nuevo Dique a Montevideo

El dique adquirido se encontraba en Alemania, por lo cual el tema a abordar inmediatamente fue definir su transporte a Montevideo.

A) Transporte del dique flotando, remolcado

A estos efectos se solicito el asesoramiento del Germanische Lloyd's; su informe concluia que para que dicho remolque fuera seguro, debia realizarse una considerable obra de refuerzo estructural del dique. Evaluado el costo de la misma, se debio desechar esta alternativa por su elevado valor.

B) Transporte del dique en seco, sobre una barcaza sumergible

Realizadas las consultas pertienentes, a nivel de las empresas transportadoras que disponen barcazas de este tipo, se concluyo que no existia barcaza del tamaño y capacidad suficiente para realizar el mencionado servicio.

C) Transporte del dique, previo corte del mismo, en dos mitades, cada una de ellas sobre una barcaza sumergible.

Existen en el mercado barcazas como para realizar este transporte correctamente, razon por la cual, esta fue la alternativa elegida.

3) Corte del Dique en dos partes

Definido como vimos, el metodo de transporte hasta Montevideo, el punto siguiente fue determinar como se realizaria el corte del dique en dos partes. A estos efectos se solicito el asesoramiento del Germanische Lloyd's y del propietario anterior del dique Ross Industrie GmbH. Debido a la disposicion interna de tableros electricos, transformadores, bombas de incendio, cañerias de control, etc, el corte propuesto como el mas viable para afectar lo menos posible dichos equipos es como se detalla en el dibujo 1.

Para realizar el corte se varo el dique en un dique flotante de la capacidad requerida; se realizo un control de flexiones de ambos diques verificando que ambos se encontraran con ''cero'' flexion y en esas condiciones mediante un nivel optico se marcaron 20 puntos coplanares sobre las paredes interiores verticales de nuestro dique.
Una vez efectuado el corte - previo montaje de las estructuras de refuerzo propuestas por el Germanische Lloyd's para soportar los voladizos resultantes de dicho corte- se realizo un nuevo control de la coplanaridad de dichos 20 puntos, para verificar la permanencia de la correcta alineacion de ambas partes. Estos marcos permitirian -una vez realizada la aproximacion de ambas partes previamente a su soldadura- controlar que el dique se estaba uniendo en identica posicion a la original. (ver dibujo 2)

4) Transporte del nuevo Dique a Montevideo

Realizadas las maniobras de ubicacion de ambas partes del dique sobre sus respectivas barcazas sumergibles, se produce su salida desde Hamburgo a Montevideo, arrastradas por potentes remolcadores. Luego de soportar importantes temporales en la zona del Golfo de Vizcaya, se consuma su arribo a Montevideo el dia 6/10/88 la primera de ellas y el dia 14/10/88 la segunda. (ver dibujo 0)

5) Procedimiento de union de ambas partes del Dique

Para realizar esta delicada union -sin precedentes en nuestro pais- se solicito el apoyo del Lloyd's Register of Shipping, el cual a traves de su oficina en Hamburgo nos brindo el asesoramiento requerido. Todo el proceso de union pues, se realizo siguiendo el esquema propuesto por dicha Sociedad de Clasificacion, la cual a traves de su ''surveyor'' autorizado residente en Montevideo controlo la ejecucion de los trabajos paso a paso, para finalmente conceder la autorizacion de botadura, que se efectuo el 4/12/88.-

6) Retiro de estructuras en voladizo correspondientes a cubierta de seguridad y superior

Debido a la forma del corte, al realizar el mismo se originaron dos estructuras en voladizo, correspondientes a las cubiertas de seguridad y superior de ambas bandas, de 22 mts. de longitud unitaria y un peso de aproximadamente 90 tons. c/u. Para neutralizar los esfuerzos que dichas estructuras originaban sobre el resto del dique, previamente a realizar el corte, se instalaron importantes reguerzos de perfiles, propuestos por el Germanische Lloyd's. La intensidad de los temporales que debieron soportar las barcazas durante su viaje a Montevideo, al navegar en la zona del Golfo de Vizcaya, fue tal que, a pesar de dichos refuerzos, los modulos en voladizo sufrieron un considerable descenso. Mediciones realizadas a su arribo a nuestra ciudad determinaron que, en un extremo, el descenso llegaba hasta 150 mm respecto a su posicion en el momento inmediatamente posterior al corte. (ver dibujo 3).
Evidentemente, un descenso de ese orden, impedia una aproximacion correcta y segura de ambas partes a unir. Frente a esta situacion se evaluaron muchas alternativas; finalmente la unica segura, que involucraba acciones sobre las cuales se mantenia siempre un control adecuado, fue cortar y retirar dichas estructuras en voladizo, depositar las mismas sobre el muelle, repararlas adecuadamente y volverlas a instalar sobre el dique ya unido definitivamente. Estos trabajos, no previstos inicialmente en el procedimiento propuesto por el Lloyd's Register of Shipping, se desarrollaron con la aprobacion de dicho organismo y en forma paralela a la union propiamente dicha.

7) Union de ambas partes del Dique

A) Amarre de barcazas

La Administracion Nacional de Puertos del Uruguay destino para uso exclusivo de Tsakos Industrias Navales S.A., para los trabajos de union de ambas partes de su nuevo dique flotante, los muelles 8 y 9 del Puerto de Montevideo, con una longitud total conjunta de 300 mts.
A lo largo de esos muelles, separadas aproximadamente 50 mts., y en la posicion relativa correcta -popa con popa- para realizar la union, se amarraron ambas barcazas sumergibles a su arribo a Montevideo. (ver dibujo 4)

Por razones de seguridad durante el remolque, el extremo cortado de cada una de las partes del dique, se hallaba a una distancia de la popa de su respectiva barcaza de unos 5 metros hacia su interior, asegurado por tacos fabricados de perfiles I y planchuelas, soldados a la cubierta de las barcazas.

B) Preparacion de bordes de una de las secciones a unir

El tipo de chaflan a usar en los bordes a soldar, de acuerdo a los requerimientos del Lloyd's Register of Shipping, fue de V Simple con un angulo de 60 grados, orientado hacia el exterior de los tanques, siempre que ello fuera posible, previendose realizar soldadura de ambos lados.

A esos efectos se procedio a la preparacion minuciosa de todos los bordes de una de las secciones a unir, la cual serviria de plantilla para realizar el mismo tipo de preparacion en la otra seccion a unir.

La preparacion de los bordes se realizo mediante el trazado, marcado, corte oxiacetilenico y amolado final por disco abrasivo, de acuerdo al angulo y calidad superficial requerido, para todos los bordes a unir (fondo, cubierta principal, paredes laterales exteriores e interiores, mamparos y refuerzos).
Esta operacion fue comenzada apenas arribado el dique a los efectos de usufructuar el facil acceso a todos los bordes desde

la cubierta de la barcaza, mientras la parte de dique considerada apoyaba en toda su longitud sobre la misma.

C) Inmersion de barcazas y ubicacion de las partes del dique en la posicion de union definitiva.

La posicion relativa de cada parte del dique sobre su respectiva barcaza, a los efectos de proceder a la soldadura definitiva, debia ser con su extremo a soldar aproximadamente 5 metros en voladizo hacia el exterior de la popa de su barcaza.
En esas condiciones, con las dos partes en posicion de soldeo, quedaba un espacio de unos 10 metros de ancho entre ambas popas, al cual se podia acceder comodamente por balsa para instalar andamios, sobre los cuales realizar la soldadura sobre cabeza de union. El francobordo de las barcazas requerido para estas tareas debia ser del orden de 2,60 metros, para asegurar un trabajo comodo de los soldadores.(ver dibujo 5)

A los efectos de ubicar las partes a unir en la posicion mencionada se realizo la siguiente maniobra para cada una de las barcazas

a) Desmontaje de todos los anclajes que aseguraban el dique sobre la barcaza.
b) Montaje de los nuevos anclajes (topes) sobre la barcaza, de acuerdo a la futura ubicacion del dique sobre la misma.
c) Amarre del dique a la proa de la barcaza sumergible mediante cabos de tendido adecuado y numero suficiente.
d) Retiro de la barcaza del muelle, mediante remolcadores, hasta una zona con profundidad suficiente para realizar la inmersion de la misma.
e) Inmersion de la barcaza, con pronunciado apopamiento, para permitir la flotacion del dique.
f) Corrimiento del dique mediante remolcadores, hasta alcanzar la posicion deseada, prevista por los nuevos topes.
g) Emersion de la barcaza con el dique en su posicion definitiva.
h) Retorno de la barcaza al muelle.
i) Inmersion de la barcaza hasta alcanzar el francobordo deseado (aproximadametne 2,60 metros).

D) Instalacion de guias de alineacion

En Hamburgo, antes de proceder al corte, se instalaron dos dispositivos macho-hembra a ambos lados del mismo, propuestos por el Germanische Lloyd's, fabricados en chapa de hierro, y con pernos guia de 100 mm. de diametro. Su funcion seria permitir verificar, en primera instancia, que la aproximacion de ambas partes a unir se estaba realizando respetando la posicion original previa al corte. (ver dibujo 7)

Por su parte el Lloyd's Register of Shipping preveia en este punto las siguientes acciones:

a) instalacion de una guia central en V, macho-hembra, montada cada parte de la misma en la cubierta principal de cada mitad a unir, fabricada en perfiles I de gran tamaño. (ver dibujo 8a)
b) instalacion de 4 guias suplementarias de menor tamaño: 2 en la cubierta principal de la parte con guia V macho y 2 en las paredes laterales interiores de la parte con guia V hembra. (ver dibujo 8)
c) mediante el adecuado trimado de las barcazas llevar la parte de dique con guia V macho en la cubierta principal, a tener dicha cubierta 10 cms. por encima de la misma cubierta en la otra mitad.

Este sistema de guias y disposicion de barcazas, permitiria la aproximacion cuasi centrada y alineada de las mismas hasta tener los bordes a soldar separados solo 10 cms.; en esas condiciones se procederia al amarrado de ambas partes entre si, para luego realizar el centrado, alineacion y nivelación definitiva, mediante el uso de aparejos de cadena y el adecuado lastrado de las barcazas.

Hasta aqui las recomendaciones de la Sociedad de Clasificacion, las cuales se cumplieron estrictamente.
En efecto, se instalaron las mencionadas guias, y se montaron ademas, 6 cancamos en cada mitad de dique, a 1 m. del borde a soldar, sobre los cuales aparejos de cadena en posicion perpendicular y oblicua al corte, permitirian realizar movimientos en ambas direcciones para obtener la alineacion definitiva.

E) Aproximacion de ambs barcazas, dejando las secciones a unir separadas 10 cms. y realizar union provisoria

Previamente a esta operacion se retiraron ambos voladizos (ver dibujo 6). El tema se desarrolla aparte -numeral 8- para mantener la continuidad de exposicion.
De acuerdo a la cuidadosa preparacion efectuada, la aproximacion de ambas barcazas se realizo exitosamente en aproximadamente 1 hora, presentadose casi totalmente alineadas ya en primera instancia, lo cual se comprobo verificando la coplanaridad de los 20 puntos marcados en Hamburgo. Los pequeños ajustes requeridos se efectuaron modificando el lastre de los tanques de las barcazas.-

La maniobra se realizo dando un cabo desde el guinche principal de una de las barcazas, ubicado en su proa, hasta una bita existente proxima a la seccion a soldar, en la cubierta principal del dique correspondiente a la otra barcaza.
Realizada la aproximacion primaria, se amarraron ambas partes, usando cabos dados a bitas -2 en cada mitad- como la citada anteriormente. En esas condiciones, se instalaron los aparejos de cadena sobre los cancamos previstos a tales efectos, efectuandose la alineacion definitiva, combinada con la nivelacion de ambas cubiertas. Para asegurar la constancia de la separacion deseada de 10 cms. entre los bordes a soldar, se intercalaron dos tacos de madera dura del espesor requerido entre los lados macho-hembra de la guia central en V.- Analogo procedimiento se aplico en dos juegos de topes frontales, proximos a las paredes laterales interiores, instalados en ambas secciones del dique. Con los tacos de madera en su lugar, se tesaron los aparejos para inmovilizar relativamente ambas partes del dique. Conseguido esto, se soldaron las guias sobre las respectivas cubiertas y paredes laterales, a los efectos de dejar definitivamente unidas las partes -en esta instancia provisoria- y poder realizar la preparacion final de los bordes a soldar.-

F) Preparacion de bordes de la otra seccion a unir, tomando como referencia la ya realizada

Una vez concluida la maniobra anterior, que se concentro fundamentalmente en la presentacion de ambas cubiertas principales, se procedio de analoga forma para presentar adecuadamente fondos, mamparos y paredes laterales, mediante el uso de aparejos de cadena para aquellos y ''diablos de atraque'' para los 2 ultimos.

Finalmente todos los bordes de las secciones a soldar estaban

razonablemente presentados uno frente a otro, como para trazar uno tomando como referencia el otro.

En esta etapa se procedio a arenar todas las chapas y bordes a soldar, en una faja de 150 mm por lado contigua a cada borde. El trazado se realizo deslizando una punta de trazar tomando como referencia los bordes de la seccion ya preparada, y trazando las chapas de la seccion cuyos bordes se debian preparar. Por ultimo como es usual, se marcaron, cortaron y amolaron convenientemente dichos bordes, respetando los angulos de chaflan previstos.

G) Retiro de anclajes provisorios y aproximacion final a 3 mm, instalando anclajes definitivos

Con ambas secciones a soldar con sus bordes perfectamente chaflanados, se procedio a la remocion de todas las soldaduras realizadas sobre las guias de alineacion y centrado, que mantenian vinculadas rigidamente las partes.
A los efectos de asegurar una luz constante de 3 mm. entre los bordes a soldar en toda su extension, se apoyaron en los planos horizontales -cubierta principal y fondo- escuadras de lados desiguales de planchuela de hierro de 1/8'' de espesor por 3/4'' de ancho, con su lado mayor sobre dichos planos y su lado menor verticalmente y hacia abajo, sobre los bordes. (ver dibujo 9).
En esas condiciones se alivio ligeramente la tension de los aparejos de cadena, para permitir la remocion de los tacos de madera dura que mantenian todavia, la separacion de 10 cms. entre bordes.
Extraidos dichos tacos, se accionaron rapidamente y al unisono todos los aparejos instalados para aproximar definitivamente las partes hasta que hicieran tope firmemente sobre las escuadras de planchuela mencionadas anteriormente.

Para asegurar la permanencia de la posicion obtenida, se soldaron varios perfiles a ambos lados de la union, transversalmente a la misma.

Finalmente para obtener la coplanaridad de los dos bordes a unir se instalaron los consabidos ''diablos de atraque'' en toda la extension de la union a soldar, en la manera usual.

H) Realizacion de la union soldada aplicando procedimiento previsto por el Lloyd's Register of Shipping.

El procedimiento aconsejado fue el siguiente:

a) En las uniones horizontales -cubierta principal y fondo- realizar la primer pasada -de raiz- en posicion sobrecabeza.
b) Amolar dicho cordon del lado opuesto la de su aplicacion, hasta obtener una superficie perfectamente sana, libre de porosidades e inclusiones. Esta operacion elimina la mayor parte del material aportado, proclive a tener defectos por la posicion en que se realizo su aplicacion. De este modo, el cordon de raiz remanente, realizado sobre cabeza, es minimo y hace solamente las veces de respaldo.
c) Aplicar el no. suficiente de pasadas en posicion plana, requeridos para rellenar convenientemente el volumen entre bordes.
d) Cuidar de limpiar cuidadosamente mediante percusion o amolado el metal aportado en cada pasada, antes de aplicar la siguiente.
e) Usar electrodos basicos, de bajo hidrogeno.
f) Para las uniones verticales aplicar procedimiento usual con soldadura de ambos lados.

g) el trimado de las barcazas al comenzar la soldadura debe ser tal que el dique en su conjunto presente un quebranto de 20 mm en la seccion a soldar, para compensar la deformacion que inducira el proceso de soldeo.

h) Durante dicho proceso se debera controlar sistematicamente la alineacion de las partes mediante la verificacion de la coplanaridad de los 20 puntos de referencia.

i) La secuencia de soldeo sera: cubierta principal, fondo, paredes laterales interiores, paredes laterales exteriores, mamparos y estructura de los tanques.

j) Realizar controles radiograficos de las soldaduras

Hasta aqui las recomendaciones del registro, las cuales se cumplieron estrictamente. Como datos y acciones aportados por el Astillero digamos que:

- El electrodo usado fue E 7018 - diam= 4 mm.

- El no. de pasadas de relleno, en posicion plano, fue 3.-
- Para asegurar una adecuada terminacion y calidad a las uniones horizontales, fundamentalmente a la del fondo, por razones obvias, se aplico una pasada adicional sobre cabeza en el exterior del fondo y en el interior de la cubierta principal (cielo de tanques). Esta pasada adicional no estaba prevista en el procedimiento del Registro.

B) Retiro, reparacion y montaje de estructuras en voladizo correspondientes a cubiertas de seguridad y superior

A) Retiro de estructura en voladiza

Definido su retiro como la unica alternativa confiable para realizar la union de ambas partes correctamente, fue necesario planificar cuidadosamente la maniobra correspondiente. El plan aplicado fue el siguiente:

a) Calculo del peso individual y la ubicacion relativa de chapa, estructura, tableros y equipos presentes en el interior del bulto a izar, a los efectos de definir: - su peso total
- coordenadas de su centro de gravedad.

b) Definicion de los puntos de izado del bulto (4), en funcion de la ubicacion de dicho centro y de la distribucion de la estructura longitudinal y transversal presente en el interior de la cubierta superior (en el voladizo de babor, ademas, de la presencia de la cabina de comando del dique sobre dicha cubierta).

c) Instalacion de una estructura de refuerzo en el interior de la cubierta superior, soldada a la misma y a las paredes laterales, sobre dichos puntos de izado, cuando la estructura propia era insuficiente para soportar los esfuerzos originados por la suspension del bulto.

d) Diseño, fabricacion e instalacion sobre cubierta de 4 cancamos por voladizo donde asegurar los cables de acero a emplear en la maniobra. Los cancamos considerados se diseñaron con una base

considerable - 500 x 250 mm - a los efectos de distribuir adecuadamente los esfuerzos sobre la cubierta mediante la soldadura a la misma en todo su perimetro.

e) Diseño y fabricacion de un separador para los cables de acero, en el caso del voladizo de babor, a los efectos de preservar la cabina de comando del dique.

f) Coordinacion con la grua flotante de la Administracion Nacional de Puertos con capacidad de 200 toneladas, la realizacion de la maniobra, asi como la seleccion de eslingas y grilletes a emplear en la misma, fundamentalmente la longitud de aquellas -dentro de las de diametro admisible- a los efectos de que el gancho de la grua se ubicara sobre la vertical por el centro de gravedad del bulto, para permitir su suspension horizontal. Este ultimo aspecto tambien se considero en la definicion de la ubicacion de los puntos de izado oportunamente descrita.

g) Definicion de la seccion donde se efectuaria el corte, en funcion de las zonas afectadas por flexion en paredes laterales y cubierta de seguridad, asi como de la posicion de los cuadernas maestras y cabina de comando. Trazado y marcado del perimetro de corte asi definido, con los cortes verticales ligeramente conicos para facilitar su montaje futuro. (ver dibujo 10)

i) Apertura de ventanas en las zonas laterales y piso de los bultos a retirar, en posiciones tales que permitieran alcanzar los perfiles de refuerzo instalados en Alemania a instancias del Germanische Lloyd's, para realizar su corte y desvincular totalmente los voladizos del resto del dique.

j) Instalacion de maniobras de retenida sobre los tensores de perfil de los voladizos, para mantenerlos en posicion una vez que su extremo superior fuera cortado. (ver dibujo 11)

k) Instalacion de grillete y eslinga hasta el nivel del mar, en dicho extremo superior de cada tensor -realizada a traves de una de las ventanas del punto i)- para permitir sostener c/tensor del gancho de la grua flotante y proceder al corte de su extremo inferior, luego de retiradas las estructuras en voladizo.(ver dibujo 11)

l) Realizacion de la maniobra propiamente dicha consistente en:
- presentacion de la grua flotante.
- armado de maniobra de izado (grilletes, eslingas y separador)

- grua flotante en tension (aprox. 90 tons.)
- realizacion de corte oxiacetilenico en perimetro marcado en cubierta de seguridad, cubierta superior y paredes laterales y en estructuras de perfiles de refuerzo.
- remocion del voladizo.
- ubicacion del voladizo en muelle sobre cama de picaderos nivelada, para proceder a su reparacion definitiva.

Este plan se aplico estrictamente en ambas maniobras realizadas -1 para cada voladizo-, las cuales se realizaron exitosamente sin contratiempo alguno.

B) Reparacion en muelle de estructuras en voladizo

Con ambos voladizos en tierra, se procedio a su reparacion en forma paralela a los trabajos de union propiamente dichos, que se detallaron en el numeral 7) anterior.
La reparacion consistio en la sustitucion de las zonas de chapa de paredes y cubierta de seguridad, averiados por la flexion experimentada por la estructura en voladizo durante el transporte del dique. Fue un trabajo tipico de cambio de chapa y estructura, sin caracteristicas dignas de mayor destaque.

El punto que si merece un comentario explicito es el nuevo corte realizado en la pollera de chapa del voladizo, a los efectos de lograr una perfecta alineacion de las secciones extremas del bulto con las correspondientes secciones en el dique, asi como para asegurar la nivelacion y alineacion de las cubiertas superiores en toda su extension (incluida la zona perteneciente a los voladizos retirados al muelle). Este ultimo punto es particularmente critico, en lo que se refiere a los rieles montados en las cubiertas superiores de ambas bandas, sobre los cuales deslizan las gruas propias del dique.

Este punto quedara mejor explicado y seguramente sera mejor entendido, una vez que se detalle el siguiente tema.

C) Instalacion de 4 perfiles I (360 x 300 m) sobre los cortes horizontales del dique correpondientes a ambos voladizos

De cara a la operacion de instalar nuevamente los voladizos,

de el hueco formado en el dique luego de unir ambas partes, surgian varias interrogantes a saber:

a) las chapas correspondientes de las paredes verticales interiores y exteriores en el dique y en los voladizos, presentaban ciertas ondulaciones, y seguramente habian experimentado movimientos no despreciables durante su transporte a Montevideo. Mas aun, al remover los voladizos del dique, las referencias originales quedaron eliminadas. Todo esto hacia preveer dificultades de alineacion importantes al pretender montar ambos voladizos.

b) aunque no existeria desalineacion alguna, el unico apoyo de los bultos a ser instalados -de 90 toneladas de peso c/u- seria el espesor de chapa de las paredes interiores y exteriores: 14 mm por pared. Evidentemente, la precision extrema requerida en la maniobra y la peligrosa estabilidad resultante, señalaban la necesidad de buscar una solucion mas confiable.

En efecto, una superficie horizontal intermedia que absorbiera las desalineaciones y proporcionara un apoyo seguro a las estructuras en voladizos, solucionaria ambos problemas. Si ademas, tuviese el espesor suficiente como para permitir compensar un corte en la pollera de chapa de los voladizos, trazado de acuerdo a un relevamiento de las dimensiones reales del hueco originado en el dique, seria la solucion ideal.

Esto se consiguio del siguiente modo:

a) Realizacion de un nuevo corte horizontal en las dos paredes de chapa de cada hueco original en el dique, 150 mm aproximadamente por debajo del existente y aproximadamente horizontal.

b) Instalacion -previo montaje de mensulas de apoyo- en cada una de las paredes laterales del hueco del dique, de un perfil I (360 x 300 mm) con alma en posicion vertical, apoyado con una de sus alas sobre dicha pared. Estos perfiles absorben las desalineaciones y brindan la superficie de apoyo horizontal requerida. (ver dibujos 12 y 13)
Ademas, su altura -360 mm- mayor que el descenso del corte en las paredes laterales -150 mm-, nos deja 210 mm de margen para realizar el corte necesario en la pollera inferior de chapa de

los voladizos.

c) Soldadura en angulo de ambos lados de los 4 perfiles I a las paredes laterales del dique.

d) Tendido de un alambre de piano tensado con aparejo, a nivel de la cubierta de seguridad en el hueco del dique, y relevamiento cada 10 cms. de la altura de dicho alambre sobre los perfiles I, para cada una de las 4 paredes laterales. (ver dibujo 14)

e) Transporte de dichas medidas a sus correspondientes paredes en los voladizos y corte oxiacetilenico de la pollera inferior de chapa de los mismos de acuerdo al trazado resultante. (ver dibujo 15)

D) Montaje y soldadura de voladizos en los huecos originados al unir el dique

Concluidos los trabajos reseñados en el apartado anterior solo restaba instalar nuevamente los voladizos en su alojamiento definitivo. Contando nuevamente con el apoyo de la grua flotante de 200 toneladas de capacidad, se realizaron exitosamente ambas maniobras. Como detalle destacable, digamos que se trataba de insertar un bulto de dimensiones globales 22 x 2,7 x 4 metros, de 90 toneladas de peso, en un hueco practicamente de iguales dimensiones, con huelgos no mayores a los 5 mm por lado. Evidentemente, no era una tarea sencilla y merced a la sensibilidad de la grua flotante y pericia de su operador pudo concretarse satisfactoriamente.

Una vez con los voladizos en su lugar, apoyados en los perfiles I mencionados anteriormente, se procedio mediante el uso de aparejos de cadena a su alineacion definitiva, a los efectos de proceder a soldar sus paredes verticales y cubiertas horizontales, con sus correspondientes del dique.

Especial enfasis se aplico en asegurar una correcta alineacion de los rieles de las gruas montados sobre ambas cubiertas superiores.
Finalmente se realizo la soldadura definitiva, aplicando los mismos procedimientos que en la union detallada en 5) y 7) G).

9) Realizacion de trabajos paralelos en gruas, cañerias valvulas, instalacion electrica y trabajos de recuperacion de superficies.

A) Gruas

Para reducir los costos de seguros, a los efectos de realizar el transporte del dique a Montevideo las gruas del mismo se desmontaron de su emplazamiento natural sobre las cubiertas superiores de ambas bandas, y se depositaron sobre la cubierta principal de una de las partes.

Cada grua fue desmontada en dos conjuntos: torre y pluma respectivamente. Apenas arribado el dique a Montevideo se comenzo un trabajo exhaustivo de mantenimiento a saber:

a) rasqueteado y pintado
b) desmontaje y mantenimiento de motores electricos
c) sustitucion de componentes electricos deteriorados: cables, contactores, resistencias de arranque, contactos, llaves, etc.
d) relevamiento general del circuito electrico
e) inspeccion de pastecas y cables de acero,
f) preparacion para realizar las maniobras de izado y montaje las cuales se concretaron con el dique ya botado.

B) Cañerias

a) Completar y remodelar instalaciones existentes para asegurar un adecuado suministro y distribucion de: agua de mar para circulacion, agua de mar para incendio, agua dulce, aire comprimido.

b) Corte y reconexion de todas las cañerias de servicios y de instrumentacion, afectadas durante la remocion de las estructuras en voladizo.

c) Calibracion de todos los medidores de nivel de agua de tanques.

C) Valvulas

a) Desarme e inspeccion general de las 12 valvulas de toma de mar, diam=600 mm; esmerilado de todos los asientos y armado.

b) Reconstruccion de las 12 rejillas exteriores correspondientes a las citadas valvulas.

c) Desarme e inspeccion general de las 30 valvulas de tanques, diam=300 mm; cambio de asientos cuando fue necesario, esmerilado de todos los restantes y armado.

D) Instalacion Electrica

a) Relevamiento general de la instalacion electrica del dique.

b) Inspeccion, desmontaje, mantenimiento general (incluyendo cambio de aceite) y montaje del transformador general del dique 6.000/500 V.

c) Inspeccion, desmontaje, mantenimiento general (incluyendo cambio de aceite) y montaje de varios transformadores de 500 V a tensiones menores, para suministro a buques, soldaduras electricas e iluminacion.

d) Identificacion total de todas las llaves presentes en el Tablero General del Dique.

e) Mantenimiento y puesta en marcha del generador de emergencia 125 Kva, 500 V.

f) Control y reparacion de todos los elementos electricos que comandan la operacion de las valvulas de tanques.

g) Sustitucion de cables de alta y baja tension deteriorados.

h) Corte y reconexion de todos los cables afectados durante la remocion de las estructuras en voladizo.

E) Recuperacion de superficies

Se realizo rasqueteado y pintado total de las paredes interiores del dique, su superestructura y casilleria.

10) Botadura del Dique

Se realizo el 4/12/88, en una maniobra que comenzo a la hora 05.00 y se prolongo hasta la hora 17.30.-

La descripcion esquematica de la misma es la siguiente:

A) Retiro de las barcazas del muelle mediante remolcadores, hasta una zona con la profundidad suficiente para realizar la botadura.

B) Amarre de las barcazas a bitas del muelle mediante cabos de longitud suficiente.

C) Comenzar hundimiento de ambas barcazas simultaneamente, 10 cms por vez, procediendo a controlar francobordo de barcazas y flexion y torsion del dique al finalizar cada descenso.

D) El control de francobordo se realizo con dos lanchas -una por banda- que recorrian las barcazas de popa a proa leyendo 3 reglas graduadas en centimetros, instaladas a popa, centro y proa de cada banda del dique, con el cero a nivel del fondo del mismo.

E) El control de flexion y torsion se realizo mediante lecturas de un nivel optico sobre una escala graduada montada sobre crujia en la seccion central del dique, y mediante lecturas sobre un sistema de 8 puntos coplanares marcados sobre las paredes interiores del dique.
Durante toda la maniobra la flexion no supero los 3,3 cms. y la torsion fue practicamente despreciable.
Todas las lecturas de francobordos, flexiones y torsiones eran comunicadas por radio a una mesa central de maniobra, desde donde se comandaba el lastrado y deslastrado de los tanques de las barcazas.

F) El dique quedo totalmente a flote sobre las 17.30 horas con un francobordo de 2,50 m y una flexion de 2 cms.

11) Montaje de las gruas

Una vez botado el dique el 4/12/88, los trabajos pendientes de mayor importancia, a los efectos de proceder a su emplazamiento definitivo, eran el montaje y puesta en marcha de sus dos gruas.

A) Grua de 15 tons - banda de estribor

a)
Maniobra de montaje de la torre, de 60 tons. de peso sobre los rieles de la cubierta superior; esta maniobra realizada por la grua flotante de la Administracion Nacional de Puertos, fue relativamente simple, sin mayores exigencias de peso y altura.

b)
Maniobra de montaje del conjunto cabina-pluma, de 120 tons. de peso, sobre la torre ya instalada sobre los respectivos rieles. Esta maniobra fue particularmente critica en lo que se refiere a altura, ya que la altura necesaria para realizar el montaje era solo 500 mm menor que la maxima altura disponible por la grua flotante de la Administracion Nacional de Puertos (39,6 mts). Ademas, debido a la ausencia en el pais de elementos de maniobra adecuados y a la necesidad de disponer de la mayor altura util para el bulto a izar, se proyecto y construyo en nuestro taller una estructura de perfiles especialmente adaptada al gancho de la grua de la Administracion Nacional de Puertos y a los puntos de izado del conjunto cabina-pluma. Fue necesario por ultimo, sumergir el dique a un francobordo de aproximadamente 200 mm ya que solo en esas condiciones se disponia de la altura suficiente. Esto implico tener en correcta operacion generador de emergencia, bombas de achique y valvulas de tanques.

c)
Control general de su instalacion electrica y puesta en marcha. En particular los movimientos de pluma y gancho estuvieron operando para la maniobra de izado del conjunto cabina-pluma, ya que el mismo debia elevarse perfectamente horizontal para permitir su acoplamiento con la torre. Ello solo era posible con la pluma en determinado angulo y con determinado peso suspendido del gancho.

d)
Soldadura y reacondicionamiento general de los rieles en la zona de soldadura de los voladizos.

B) Grua de 10 tons. - banda de babor

a) Preparacion de la torre, a los efectos de su maniobra de izado consistente en:

a)1 - y retiro de contrapeso de hormigon de 30 tons., ya que el peso de la torre (210 tons.) superaba la maxima capacidad de la grua flotante de la Administracion Nacional de Puertos (200 tons.).

a)2 - Retiro por dicha grua flotante, de bastidor superior de torre, que resultara averiado durante las maniobras en Hamburgo. Trasladar el mismo al Taller, reparar, y/o fabricar partes afectadas, trasladar al dique para su ajuste sobre cabina de pluma, mecanizado final y montaje por la misma grua flotante.

b) Maniobra de montaje de la torre preparada, de 180 tons. de peso, sobre los rieles de la cubierta superior. Esta maniobra fue tambien particularmente critica, ya que el peso a izar era practicamente el maximo admisible para la grua flotante. Se debio recurrir al apoyo de A.N.C.A.P. y U.T.E que proporcionaron elementos de maniobra unicos en el pais. Consecuentemente, de acuerdo a los puntos de izado del bulto, se diseño y construyo en nuestro Taller una estructura de perfiles especialmente adaptada al gancho de la grua de la Administracion Nacional de Puertos.

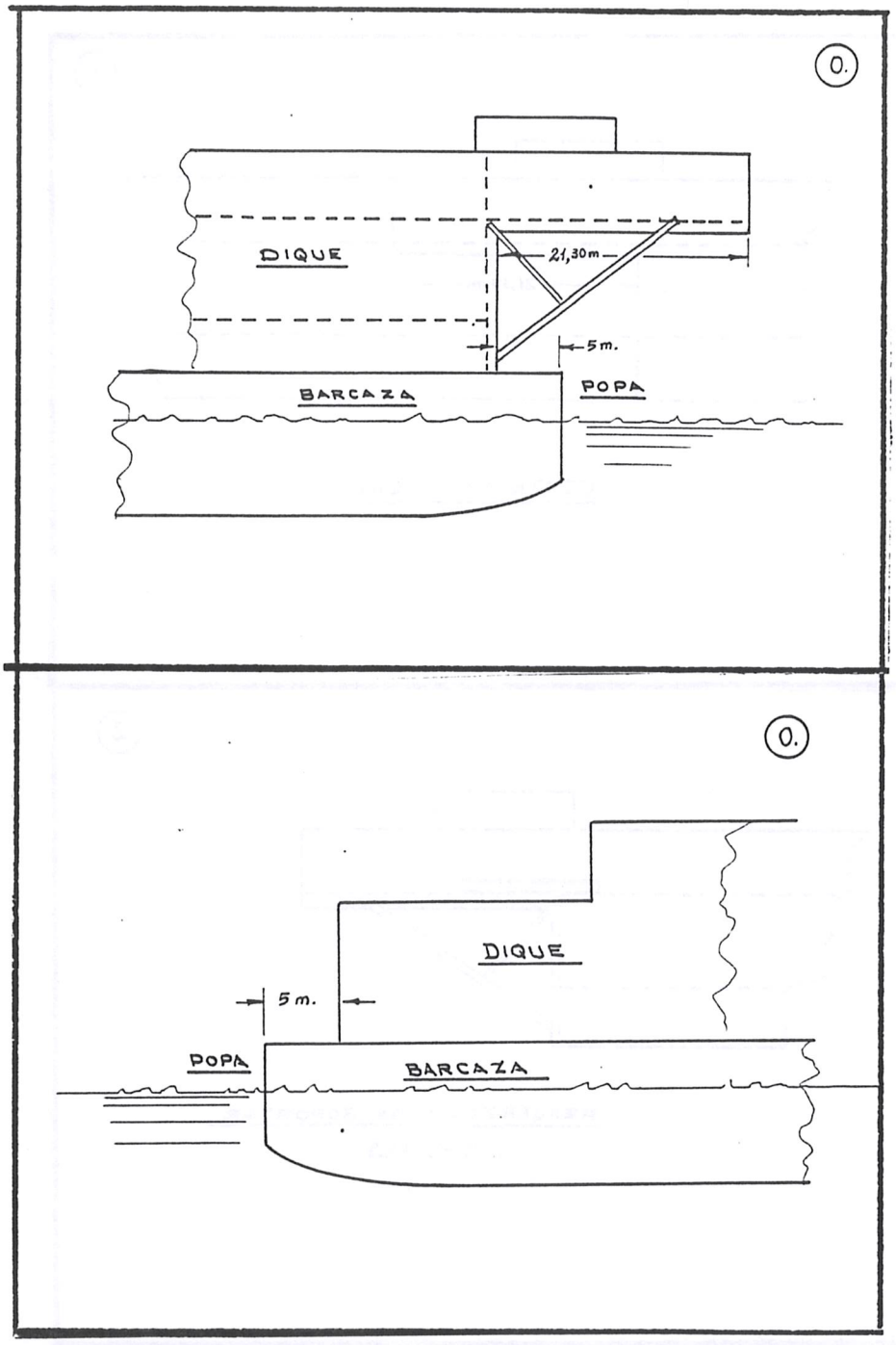
c) Maniobra de montaje de la pluma, de 20 tons. de peso, y su ajuste mediante 4 pernos al bastidor superior reparado, mencionado en B)a)2.-

d) Soldadura y reacondicionamiento general de los rieles en la zona de soldadura de los voladizos.

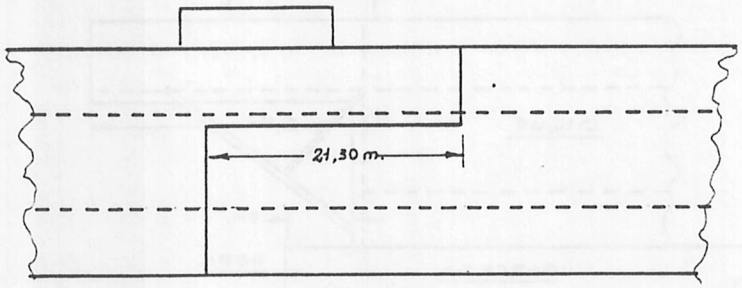
12) Conclusion

El dique ya unido, flotando, con sus gruas instaladas, su instalacion electrica reconstruida, sus valvulas y bombas operando correctamente y las conexiones para sus suministros realizadas, se traslado y fondeo en su emplazamiento definitivo, apenas finalizado el dragado de su fosa.

Conectados sus suministros e instalados sus accesos, comenzo a operar durante la 1er. semana de febrero/89. A la fecha, con 7 meses de exitosa operacion, se ha comprobado la bondad de los trabajos reseñados en el presente trabajo.

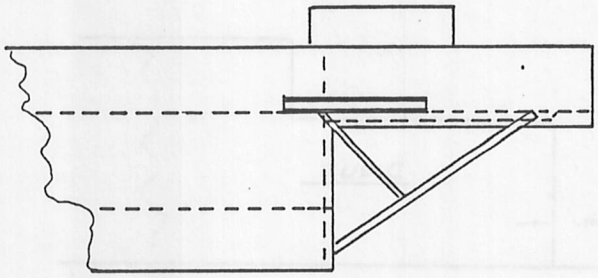

0.
DIQUE
21,30m
5m.
BARCAZA
POPA
0.
DIQUE
5m.
POPA
BARCAZA

(1)

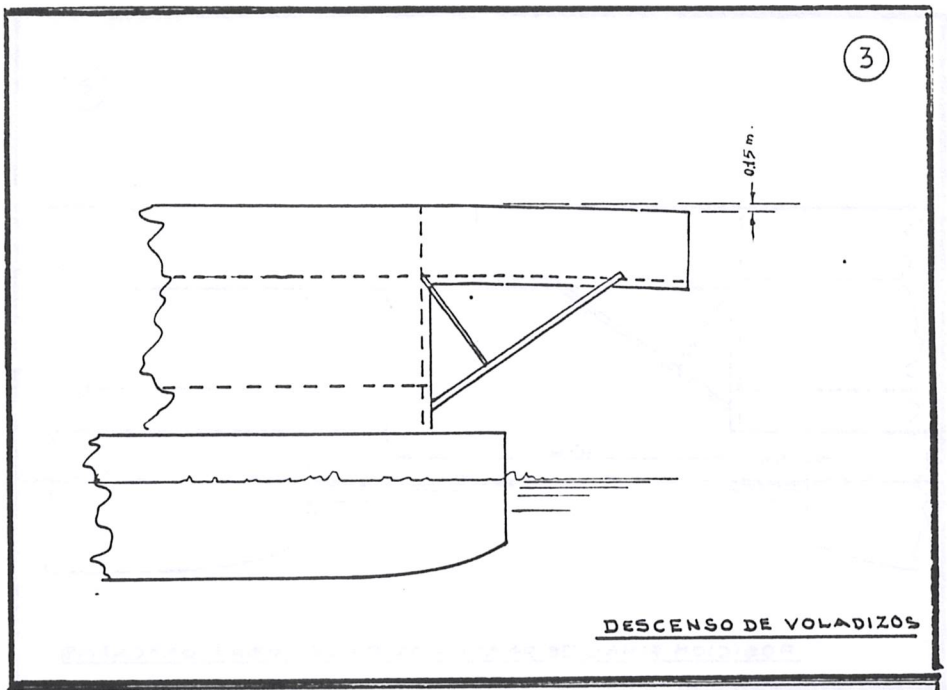


CORTE DEL DIQUE

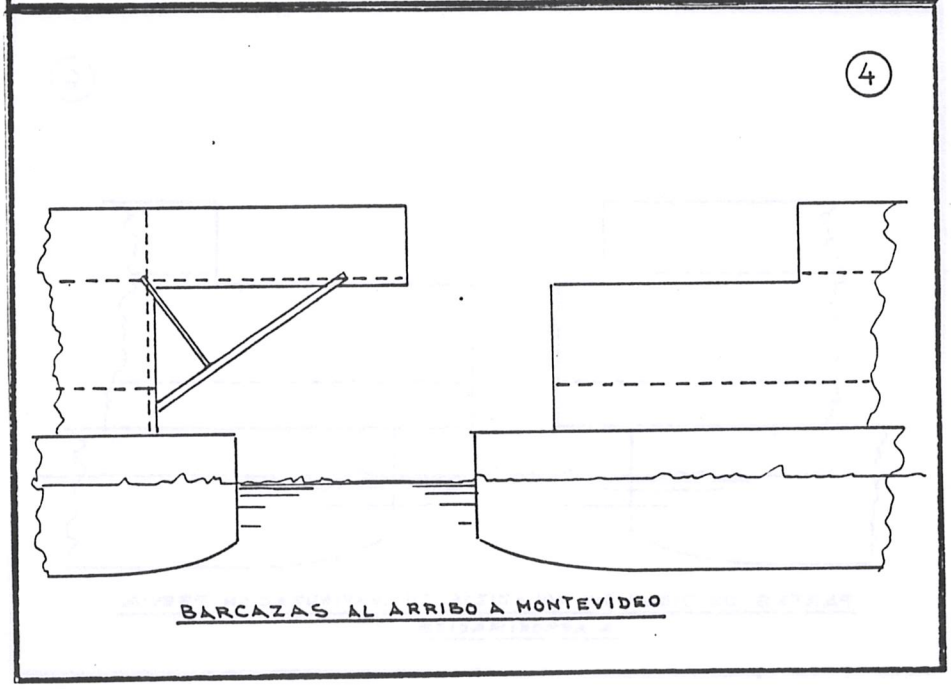
(2)



REFUERZOS PARA SOPORTAR VOLADIZOS

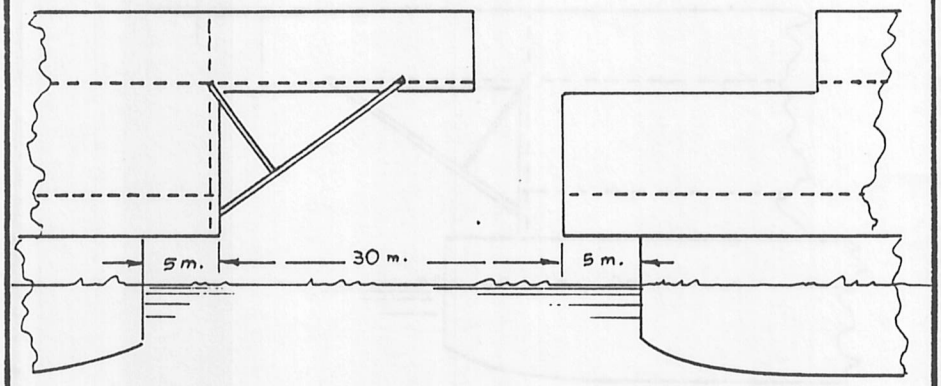


DESCENSO DE VOLADIZOS



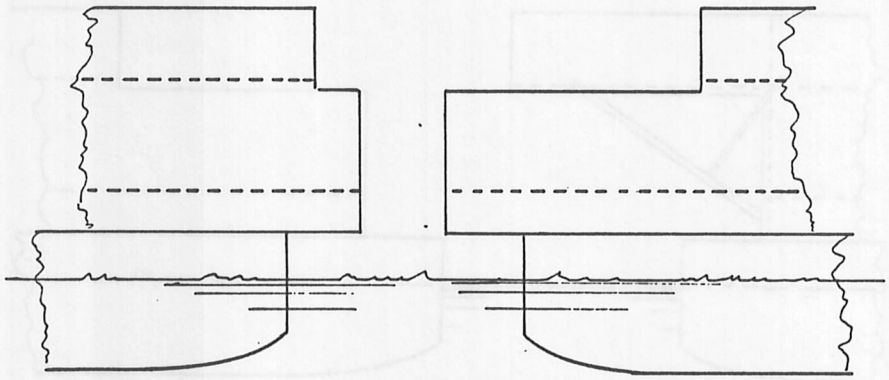
BARCAZAS AL ARRIBO A MONTEVIDEO

(5)



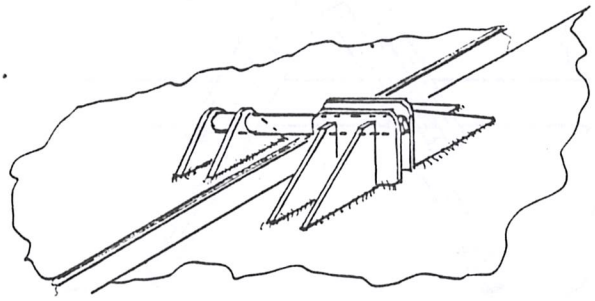
POSICION FINAL DE PARTES DE DIQUE SOBRE BARCAZAS

(6.)



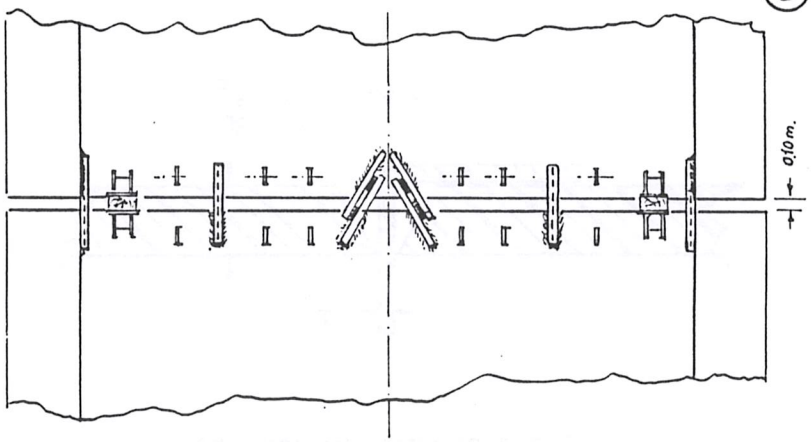
PARTES DE DIQUE SIN VOLADIZOS, EN CONFIGURACION PREVIA A APROXIMACION

(7)



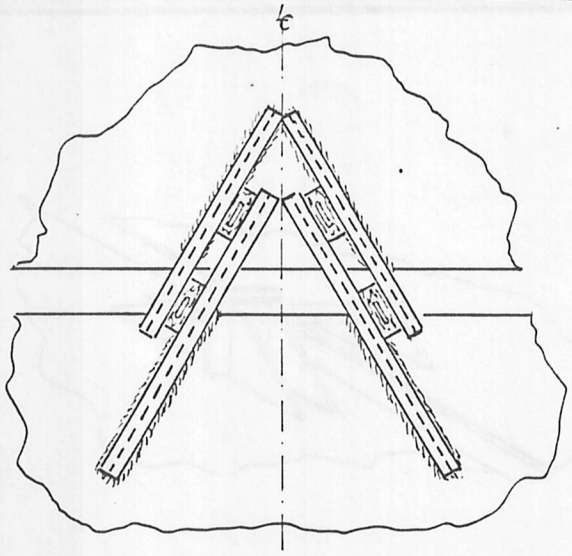
GUIAS MACHO/HEMBRA INSTALADAS ANTES DEL CORTE

(8)



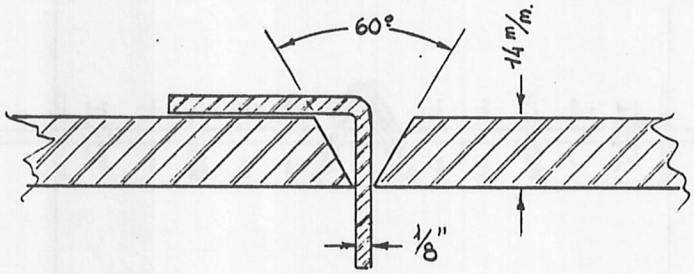
VISTA GENERAL DE GUIAS DE ALINEACION

(8a)



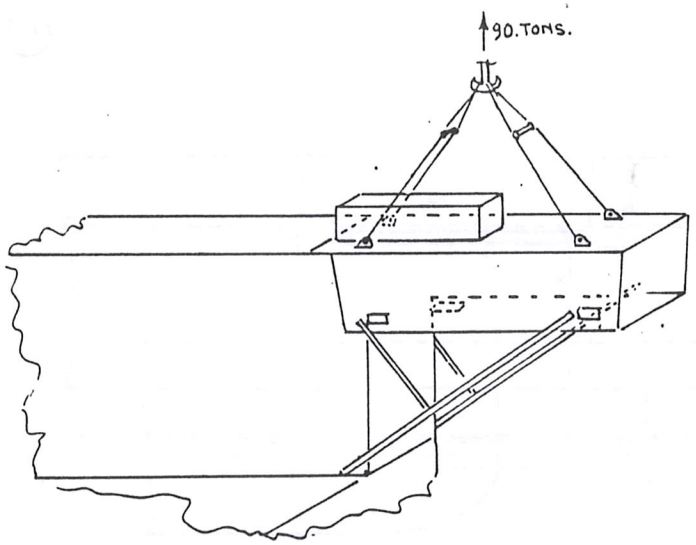
GUIAS V MACHO/HEMBRA (L.R.S.)

(9)



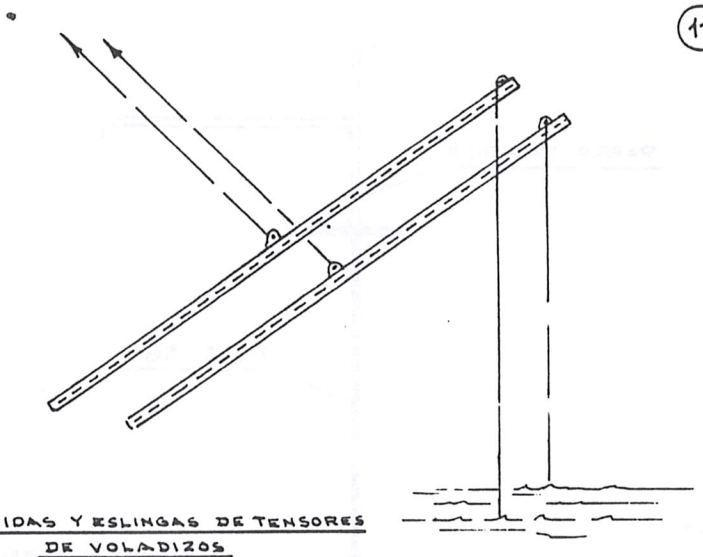
TOPES DE APROXIMACION FINAL

(10)



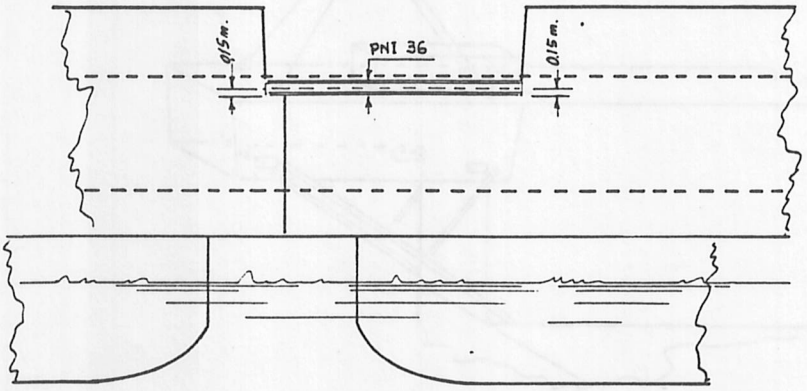
MANIOBRA RETIRO VOLADIZOS

(11)



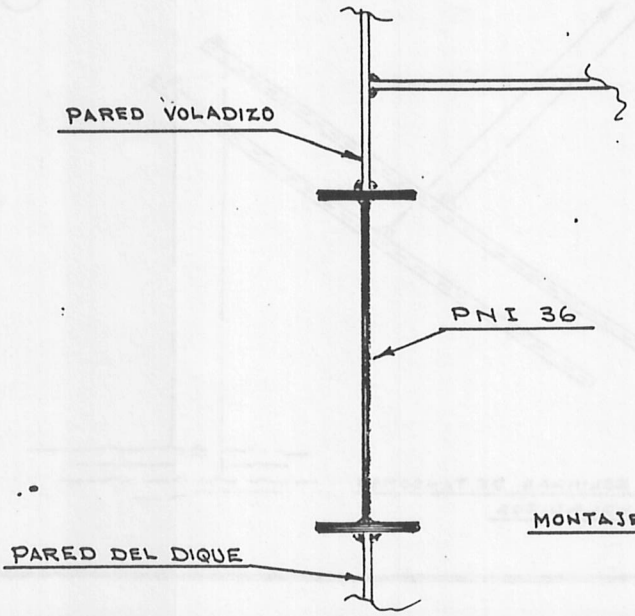
RETENIDAS Y ESLINGAS DE TENSORES DE VOLADIZOS

(12)

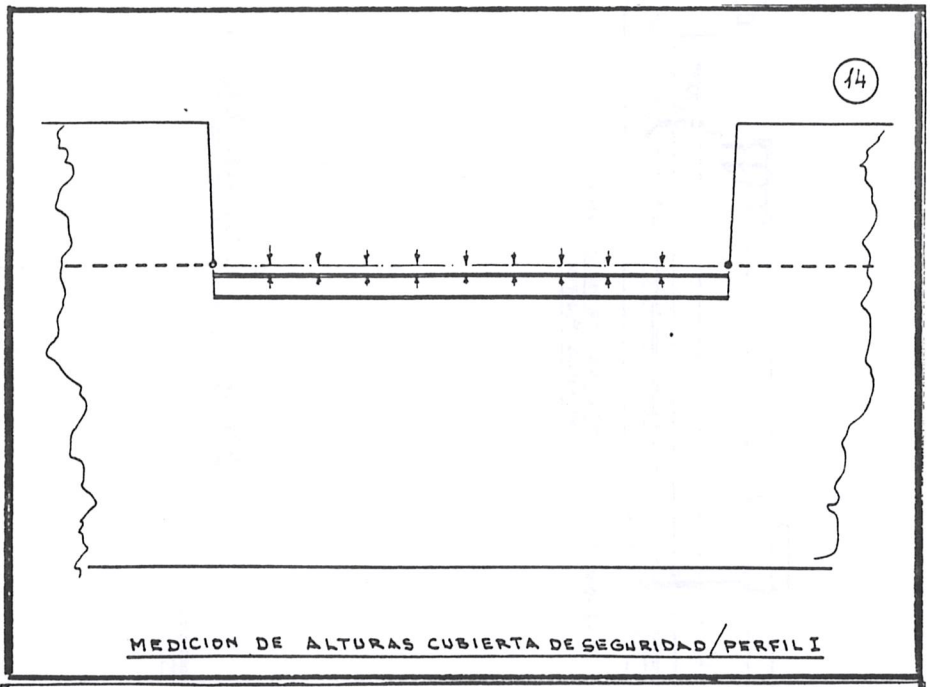


DIQUE UNIDO SIN VOLADIZOS CON PERFILES I INSTALADOS

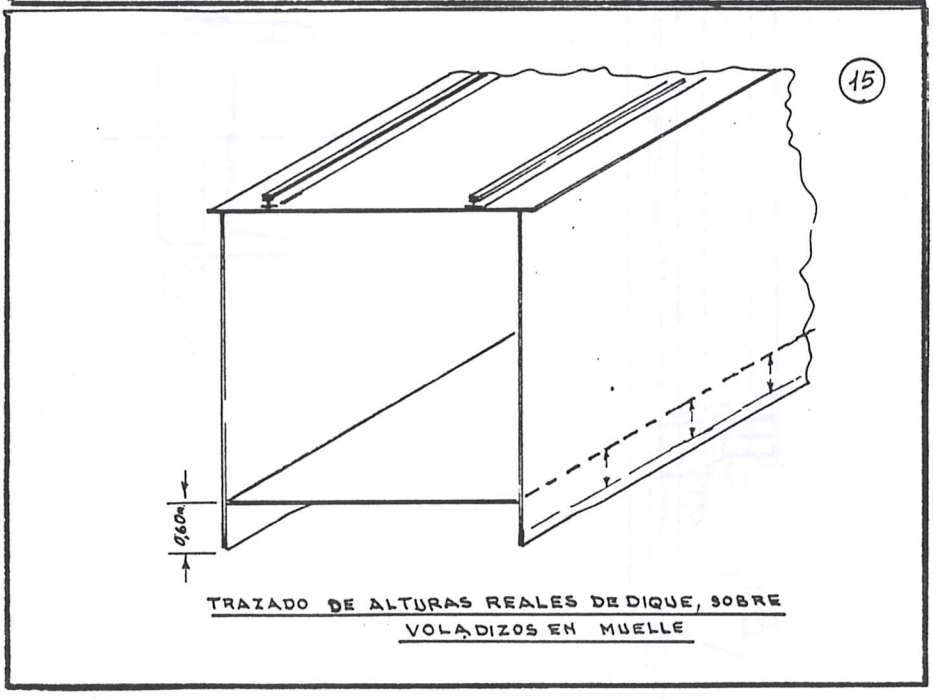
(13)



MONTAJE PERFILES I

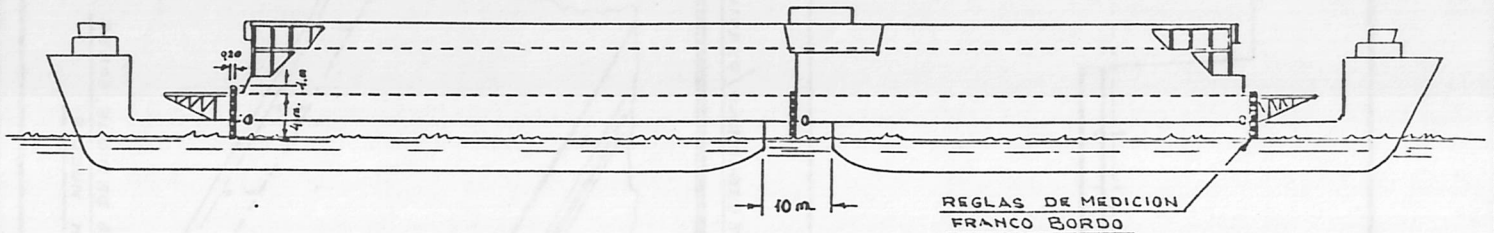


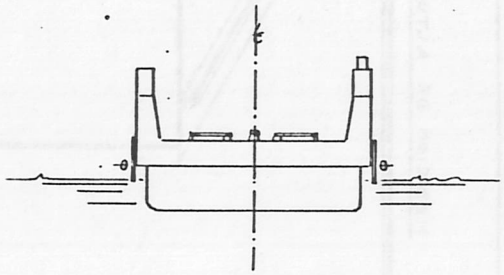
MEDICION DE ALTURAS CUBIERTA DE SEGURIDAD/PERFIL I



TRAZADO DE ALTURAS REALES DE DIQUE, SOBRE VOLADIZOS EN MUELLE

75





MANIOBRA BOTADURA