

# COMPUERTA CORREDIZA 'E' DIQUE N°2

## BASE NAVAL PUERTO BELGRANO

### 1. DESCRIPCIÓN GENERAL

La **Compuerta Corrediza** ha sido construida en acero de media tensión grado A de uso naval.

La misma consta de un área en forma de trapecio, base menor de 35,725 m, base mayor de 42,970 m, una altura de 16,20 m y una profundidad de 7 m.

Seis válvulas esclusas, cada una con un área 1,15 m x 1,585 m, integran el sistema de inundación del Dique. Conformada desde su base con un compartimiento en libre comunicación con el mar en cuya parte inferior se ubica el lastre fijo (piezas de acero fundido) distribuido simétricamente.

A partir del nivel lindante con el extremo superior del compartimiento mencionado se disponen a cada lado los tanques de lastre, hacia el centro las cámaras donde se ubican cada uno de los accionamientos de las válvulas de inundación del Dique y en el centro la antecámara o cámara intermedia.

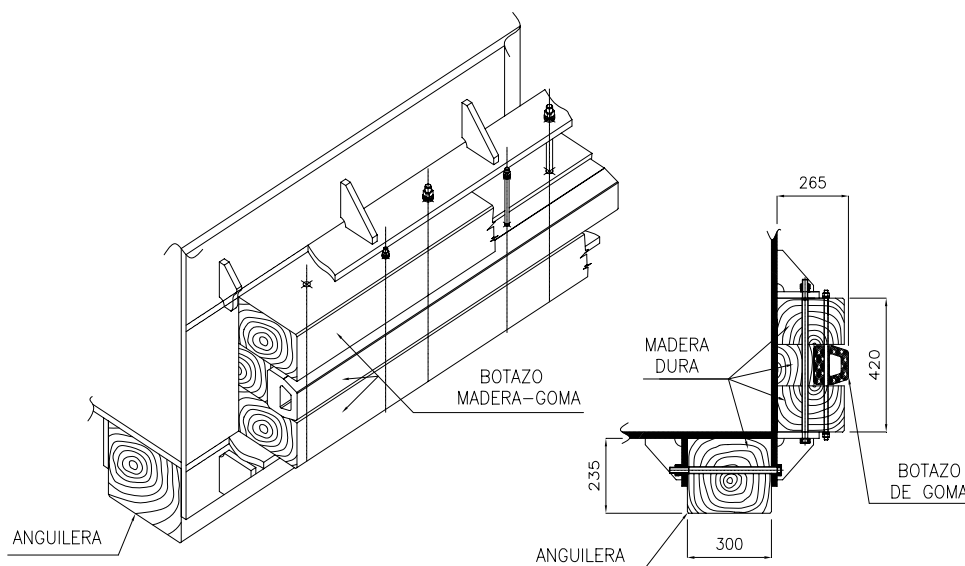
En la parte superior de la **Compuerta Corrediza** lindante con los compartimientos mencionados en el párrafo anterior se dispone de un compartimiento en libre comunicación con el mar y en su extremo superior una cubierta o pasarela que permite circular con seguridad desde un lado al otro del Dique N° 2 y desde la cual se puede ingresar a la antecámara a través de un conducto de acceso vertical.

Asimismo cuenta con los siguientes elementos:

- Dos anguileras para su deslizamiento durante la apertura y cierre, en correspondencia con las ubicadas en la estructura de piedra. Construidas en madera dura, de sección rectangular de 300 mm y 235 mm, fijadas a la **Compuerta Corrediza** mediante dos perfiles ángulos de 100x100x10 mm y tirafondos.
- El lado de la **Compuerta Corrediza** que da al Dique dispone de un botazo de madera dura el cual tiene inserto, en el centro de su sección transversal y extendido en toda su longitud, un botazo de goma. Esta innovación propuesta por la Gerencia Técnica del ARS y aprobada por la ARMADA tiene por finalidad mejorar aún más el sello contra la pared de piedra, respecto del botazo íntegramente de madera definido por la ARMADA en su anexo técnico de contrato.

El lado de la **Compuerta Corrediza** que da a la Dársena tiene un botazo íntegramente de madera dura. Ambos botazos de sección rectangular de 420 mm y 265 mm, están ubicados en el extremo inferior y laterales de la **Compuerta Corrediza** acorde a lo indicado en la DISPOSICIÓN GENERAL.

A continuación se presenta una perspectiva y corte transversal del botazo de madera-goma y anguilera.

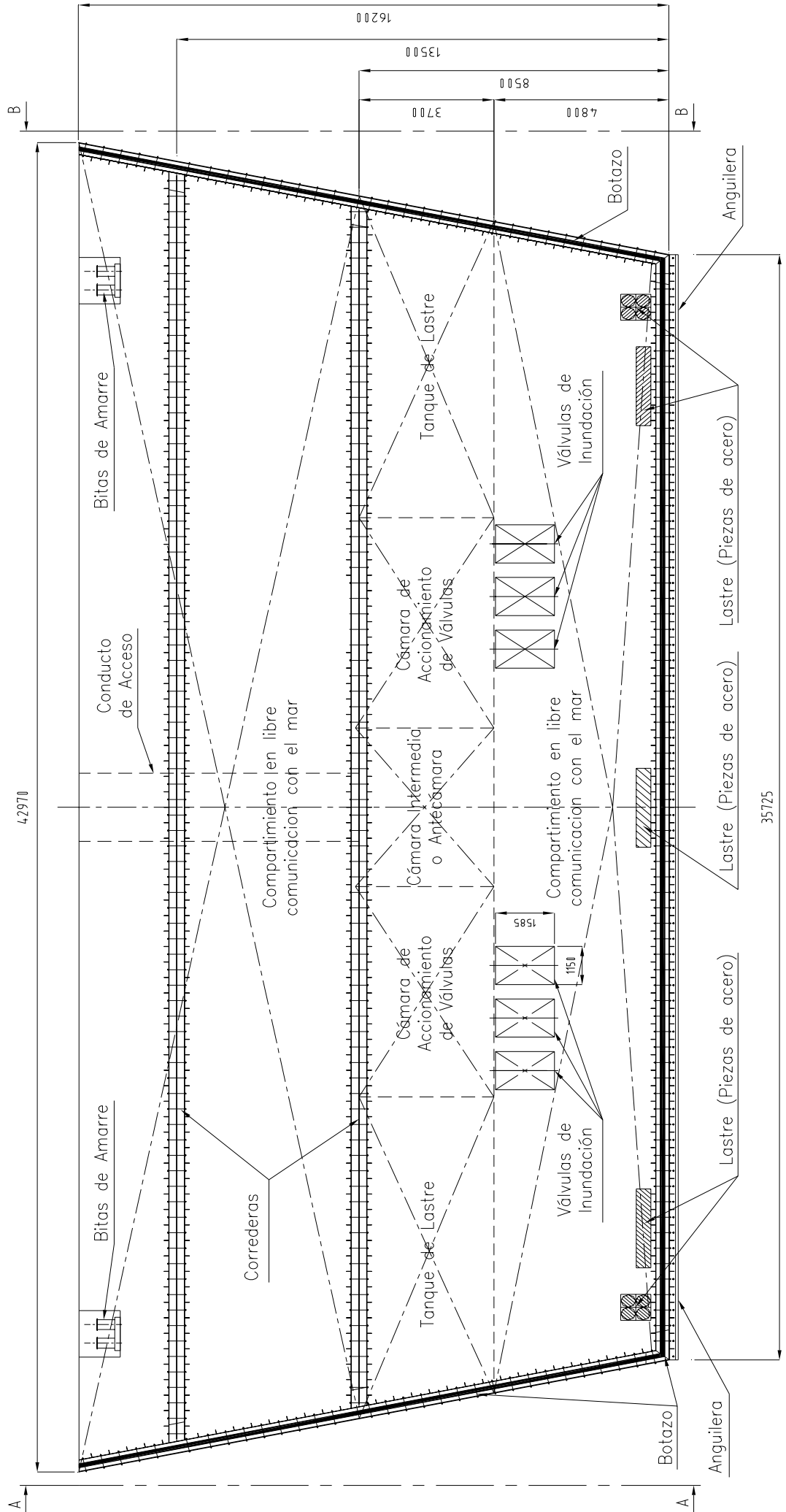


- Dos correderas en la cara que da al Dique y otras dos iguales en la cara que da a la Dársena, cuya función es mantener la alineación de la **Compuerta Corrediza** durante las maniobras de apertura y cierre del Dique. Construidas en madera dura, de sección rectangular de 420 mm de base y 265 mm de altura, ubicadas a 8500 mm y a 13500 mm de la base de la **Compuerta Corrediza**.
- El lateral correspondiente al receso donde se introduce la **Compuerta Corrediza** cuando se encuentra abierta (cámara de receso), tiene instalado el dispositivo de enganche con el carro tractor, el cual se montará durante el alistamiento final de la **Compuerta Corrediza** en el Base Naval de Puerto Belgrano.

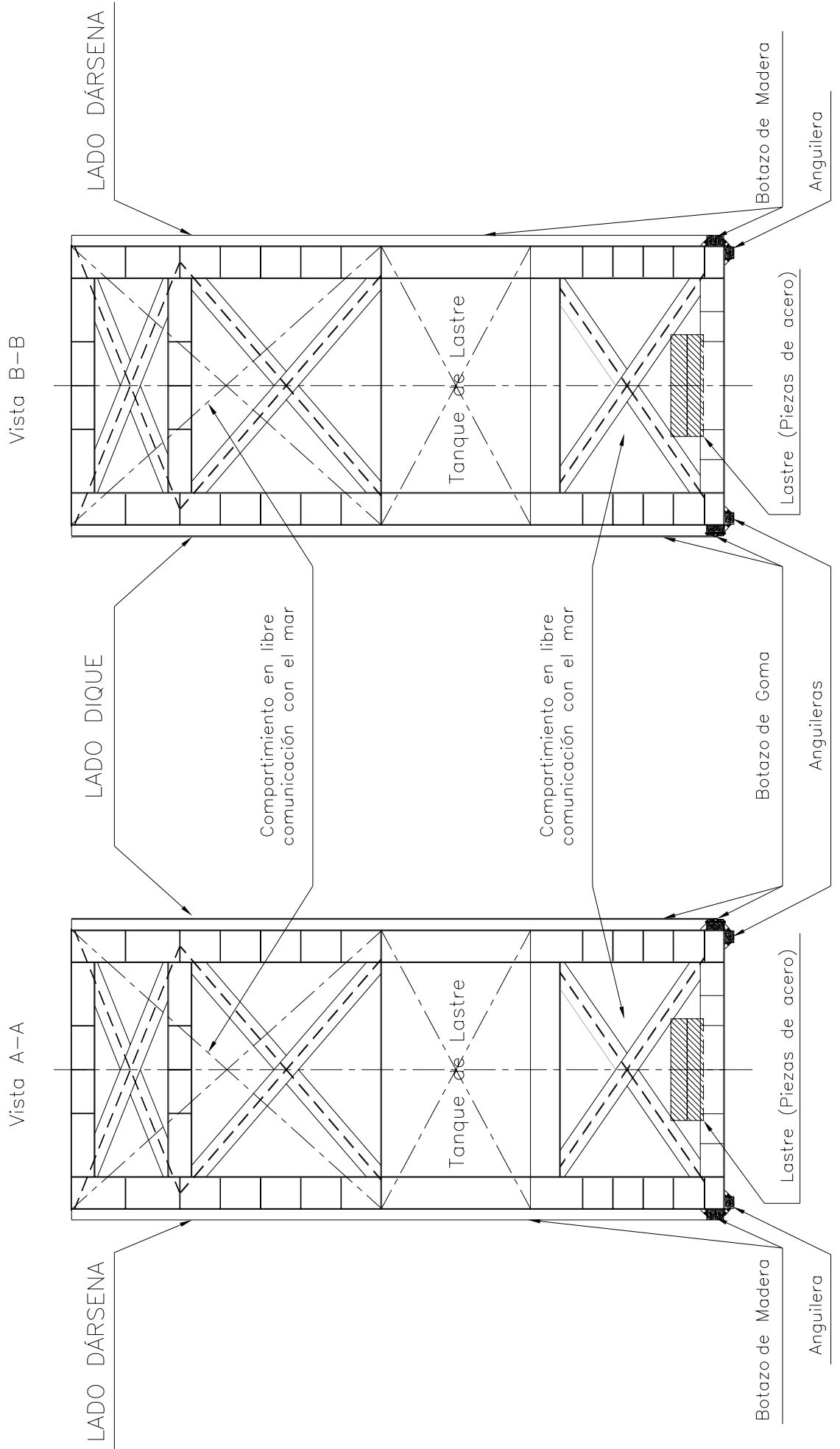
A fin de clarificar la descripción expresada anteriormente se presenta seguidamente la disposición general de la **Compuerta Corrediza**.

# COMPUERTA CORREDIZA

## DISPOSICIÓN GENERAL



## VISTAS LATERALES



## 2. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA COMPUERTA CORREDIZA

Mientras el Dique está abierto la **Compuerta Corrediza** está alojada en su cámara de receso.

Para cerrar el Dique se acciona el carro tractor, vinculado a la **Compuerta Corrediza**, el cual la tracciona y permite su traslado, hasta la posición de cierre. En esta acción la **Compuerta Corrediza** a través de sus dos anguileras de madera desliza sobre las dispuestas en el fondo del Dique.

Con la **Compuerta Corrediza** en esta posición y con el Dique totalmente inundado, se procede a cerrar los seis canales de inundación para impedir u obturar la comunicación entre la Dársena y el Dique. En esta situación se procede a vaciar el Dique y lentamente se observa a ambos lados de la **Compuerta Corrediza** el incremento de la diferencia de nivel de agua entre la Dársena y el Dique. Esta condición determina que se acreciente la diferencia entre los estados de carga derivados de las columnas hidrostáticas y en consecuencia se genere una presión resultante que lleva a la **Compuerta Corrediza** a apoyar y sellar el botazo de goma contra la pared de piedra del Dique.

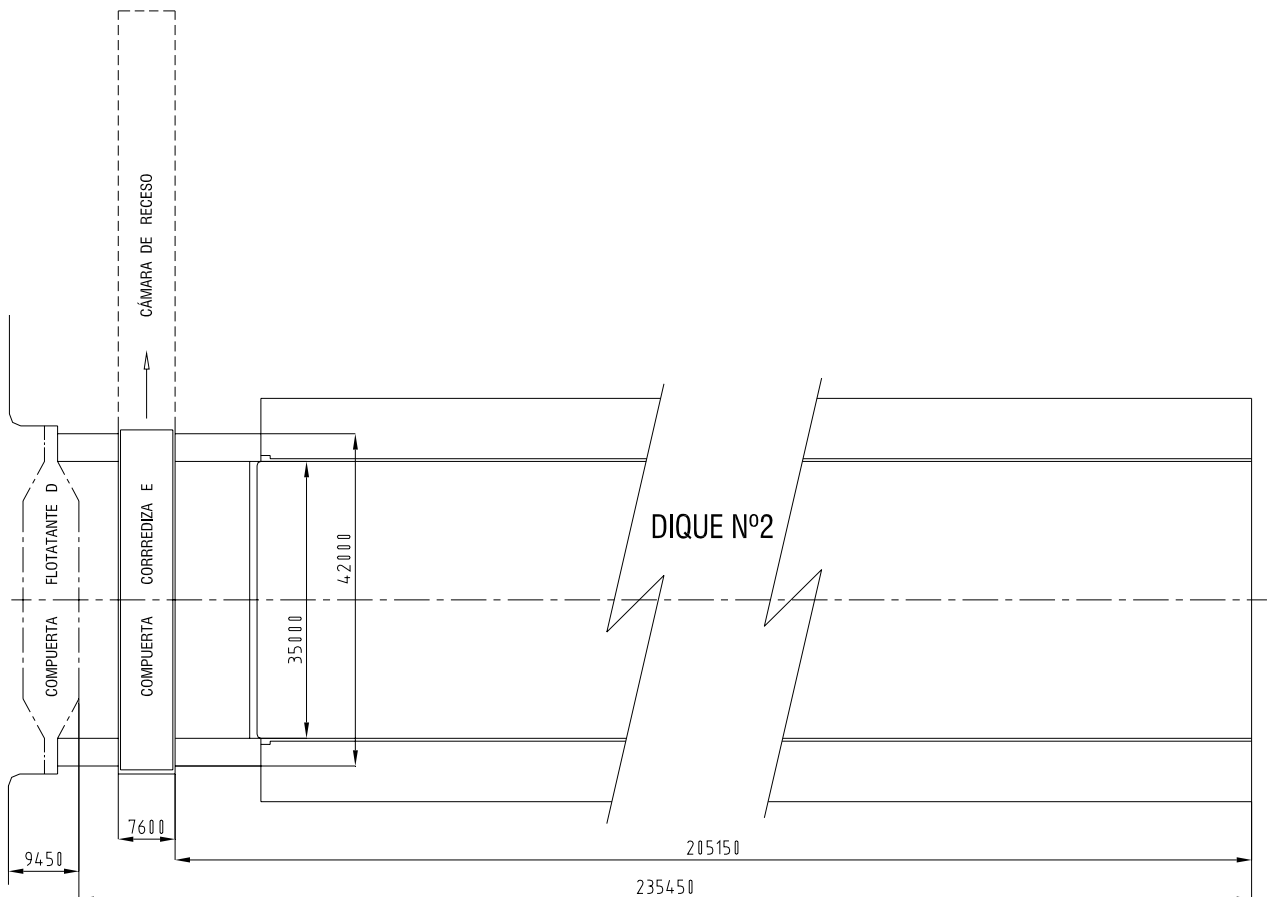
Cuando se requiere inundar el Dique, se abren gradualmente las seis válvulas que lo comunican con la Dársena, de modo que ingresará agua a este último hasta que ambos niveles a cada lado de la **Compuerta Corrediza** se igualen.

Posteriormente se acciona el carro tractor el cual la traslada la **Compuerta Corrediza** hasta la cámara de receso y en esta situación el Dique tiene libre comunicación con la Dársena.

En forma periódica la **Compuerta Corrediza** es puesta a seco en Dique a fin de realizarle los carenados y/o reparaciones que requiera. Para ello es necesario colocar la **Compuerta Flotante** en su posición de trabajo, obturando la entrada al Dique, cuya disposición se indica en el esquema detallado a continuación. Luego se hace funcionar el carro tractor colocando la **Compuerta Corrediza** en su posición de cierre con los seis canales de inundación abiertos. Se desvincula el carro tractor y se vacían totalmente los tanques de lastre ubicados a cada lado de las cámaras de válvulas.

Durante la maniobra de deslastro de los mencionados tanques la **Compuerta Corrediza** comenzará a disminuir su calado hasta un nivel correspondiente a los tanques de lastre totalmente vacíos y en tal situación ha de flotar en condición estable para permitir su traslado.

En esta condición a flote se traslada la **Compuerta Corrediza** hasta el lugar donde ha de ser puesta a seco para su carenado. Para reinstalarla se procederá en el sentido inverso.



### 3. MODIFICACIONES PUNTUALES AL DISEÑO

#### a) Disposición General y Estabilidad

La concepción final de diseño de la **Compuerta Corrediza** difiere en algunos aspectos respecto a lo descrito por la ARMADA en su anexo técnico del contrato, los cuales se detallan a continuación

En su anexo técnico (apéndice I y III) la ARMADA definía que la Compuerta Corrediza debía estar conformada desde su base por un compartimiento estanco sin comunicación con el mar el cual alojaba en su parte inferior cemento masivo como lastre fijo. Este último aspecto en el diseño era de complicada materialización acorde al arreglo de ubicación y posición que debía tener la **Compuerta Corrediza** durante su construcción en la Grada N° 2 del ARS.

Ante esta situación la Gerencia Técnica del ARS diseñó una concepción diferente en el esquema de la **Compuerta Corrediza**, aprobado por la ARMADA, que consistió en:

- Incrementar la altura del Compartimiento de la parte inferior de la Compuerta Corrediza en el cual se aloja el lastre fijo, y ser además dicho Compartimiento de libre comunicación con el mar.
- Modificación dimensional de los Tanques de Lastre, Cámaras de Válvulas y Antecámara.
- Menor cantidad en peso de lastre fijo, conformado en este caso por piezas de acero fundido.

Los aspectos de diseño mencionados resultaron del análisis de diferentes configuraciones que debían cumplir con los requerimientos que exigía la ARMADA en cuanto a la ausencia de flotabilidad en su posición operativa o de trabajo con los tanques de lastre al 100% de su capacidad y por otra parte flotabilidad con un determinado calado en condición estable con los tanques de lastre totalmente vacíos.

#### b) Sistema de Inundación

El sistema de inundación del Dique está configurado por seis válvulas esclusas de sección rectangular distribuidas según lo indicado en el ítem '1' DISPOSICIÓN GENERAL.

Acorde a la especificación técnica básica definida por la ARMADA en su anexo técnico del contrato (cantidad de válvulas, dimensiones aproximadas, tipo de accionamiento), el área de Mecánica del ARS desarrolló el proyecto que consistió en la ingeniería de detalle de la estructura, cuerpo de la válvula, sistema de mando, transmisión, mecanismos y otros elementos necesaria en la elaboración final de los planos constructivos para su posterior fabricación, prueba e instalación en la **Compuerta Corrediza**.

### 4. OPERACIÓN DE LANZAMIENTO Y REMOLQUE

Hemos mencionado en el ítem '3.a' que la **Compuerta Corrediza** durante su construcción en la Grada N° 2 del ARS debió ser ubicada en una posición que posibilitara una efectiva disposición de los elementos necesarios para la operación de lanzamiento acorde con la configuración geométrica de la Grada y además una distribución del apuntalamiento de los bloques adecuada y compatible entre puntos consistentes de la estructura de la **Compuerta Corrediza** y los de la estructura de la Grada.

No obstante, en la referida posición se observó que en la operación de lanzamiento la **Compuerta Corrediza** desarrollaría un movimiento de guiñada (con el riesgo que ello implicaba) durante su deslizamiento al entrar en contacto con el agua atento que en dicha posición la **Compuerta Corrediza** presentaba asimetría geométrica (en virtud de su forma trapezoidal) respecto al plano de crujía de la Grada como se observa en el esquema siguiente. En consecuencia se diseñó una estructura externa a la misma vinculada solamente en su extremo superior y a la cual se le asoció una pantalla a fin de reducir a un mínimo el efecto de guiñada mencionado (Fotos 1 y 2).

Otro aspecto a resaltar en las tareas previas al lanzamiento fue el montaje de mamparos en los extremos de aquellos compartimientos mencionados en el ítem '1', que acorde a diseño son de libre comunicación con el mar. Así como muestra la Foto 3 se procedió a cerrar, estancar el compartimiento en cuya parte inferior se ubica el lastre fijo (piezas de acero fundido) y cerrar, estancar y posteriormente llenar parcialmente con lastre segregado el otro compartimiento en razón de la distribución asimétrica de pesos respecto al plano de crujía que presenta la **Compuerta Corrediza** en su posición en la Grada. El objetivo fue obtener un cuerpo flotante en condición estable y adrizado finalizada la etapa de deslizamiento en su entrada al agua en la operación de lanzamiento.

Respecto a la operación de remolque de la **Compuerta Corrediza** hasta la Dársena de la Base Naval Pto. Belgrano debemos mencionar primeramente que la condición de cuerpo flotante estable y adrizado expresada en el párrafo anterior aseguraba un buen comportamiento marino en su navegación hasta la referida Dársena y en segundo término fue la necesidad de instalar elementos temporarios como ser, bitas para remolque, plataforma para estiba de elementos de remolque y protecciones del botazo de goma en virtud de la presencia de cadenas vinculadas a las bitas que conjuntamente con la placa delta, cabo y cable conformaban los elementos del arreglo de la línea de remolque (Fotos 5, 6 y 7).

### DISPOSICIÓN COMPUERTA CORREDIZA EN GRADA Nº2

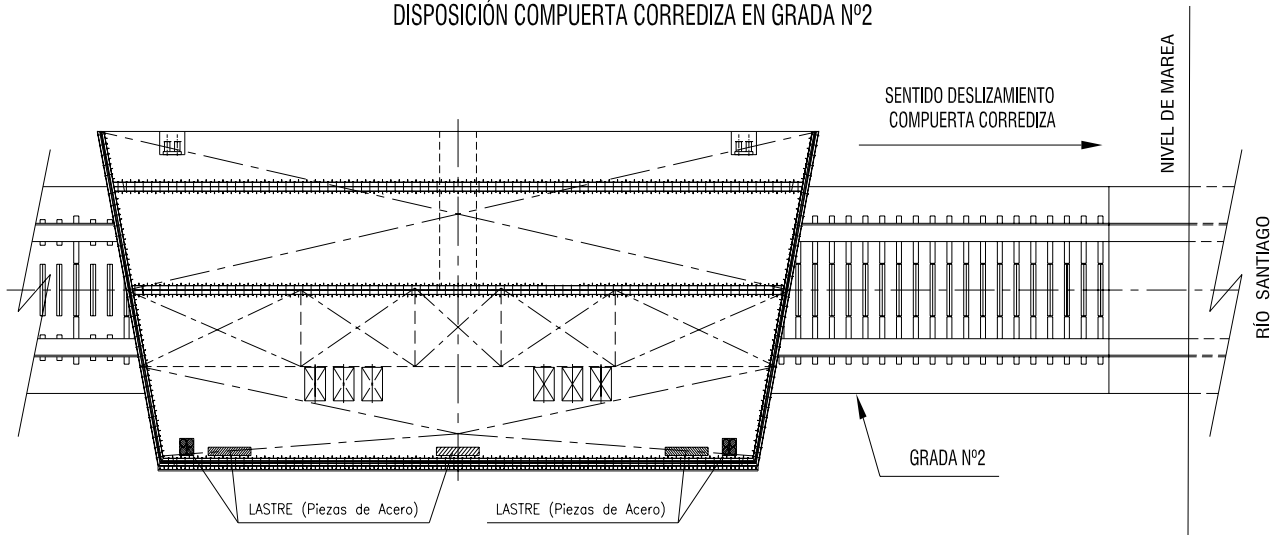


Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

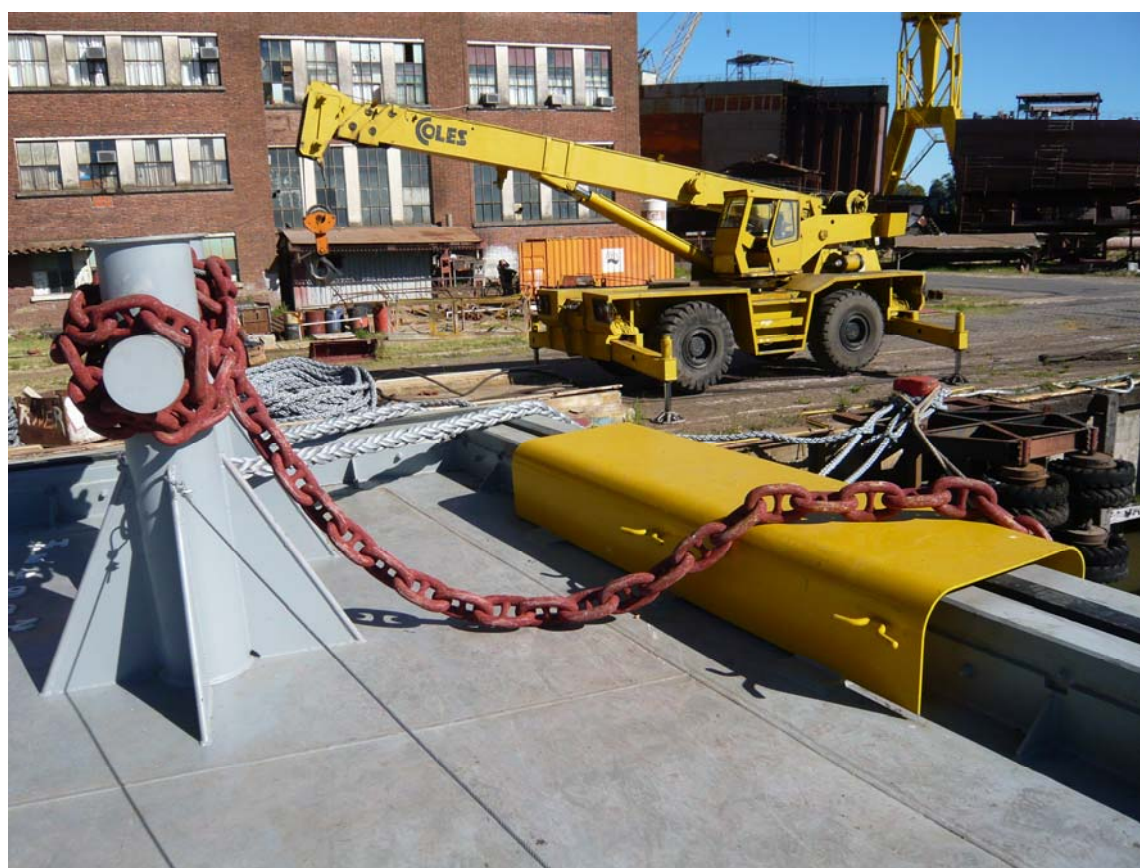


Foto 5



Foto 6



Foto 7

## 5. MANIOBRA DE TRANSVASE E INUNDACIÓN HASTA SU POSICIÓN OPERATIVA

Con la **Compuerta Corrediza** en el muelle de la Dársena de la Base Naval Pto. Belgrano, amarrada en la posición en la que fue remolcada, y una vez finalizada la obra civil en el DIQUE N°2 de la referida Base Naval, se procederá a realizar oportunamente la maniobra de transvase e inundación hasta que la **Compuerta Corrediza** flote en su posición operativa.

La idea conceptual inicial del proceso de transvase e inundación continuó con la comprobación del efecto de inclinación esperado al simular dicho proceso en un modelo de la **Compuerta Corrediza** desarrollado en un software CAD de aplicación naval.

Dicha maniobra consiste esencialmente en transferir por gravedad la totalidad del líquido del compartimiento parcialmente lastrado al compartimiento donde se aloja el lastre fijo (piezas de acero fundido) mediante la apertura de válvulas de comando manual dispuestas en una tubería externa de interconexión entre ambos compartimientos (Foto 3), e inundar dicho compartimiento hasta completar el 100% de su capacidad accionando las válvulas de comando manual (Foto 4). En consecuencia durante el proceso de transvase e inundación la **Compuerta Corrediza** incrementará progresivamente su inclinación hasta alcanzar 90 grados respecto de la condición inicial adrizado.

La sucesión alternada de las etapas de transvase e inundación tienen una determinada secuencia y duración que han sido obtenidas de la prueba de un modelo físico a escala efectuada en el ARS.

Aplicando el concepto de leyes de semejanza se construyó un modelo en acrílico y acero en escala (1-50) de modo de representar la geometría de la **Compuerta Corrediza** así como también su peso, verificado con una celda de carga eléctrica de 20 kg, y la posición de su centro de gravedad.

De las distintas alternativas ensayadas resultó que la condición inicial adrizado, correspondiente a los tanques de lastre llenos al 100% de su capacidad y el compartimiento lindante con los tanques de lastre en el nivel 8500 parcialmente lleno al 23% de su capacidad, implica la menor cantidad de alternancia de etapas de transvase e inundación y menor tiempo total acumulado hasta alcanzar la posición operativa correspondiente a un ángulo de 90 grados respecto de su posición inicial.

Seguidamente presentamos imágenes de la prueba del modelo a escala observando en la Foto 8 la condición de flotación adrizada correspondiente al inicio de la maniobra y en las imágenes sucesivas los ángulos de inclinación correspondiente a los cambios de etapas (transvase o inundación) hasta obtener la posición final requerida.

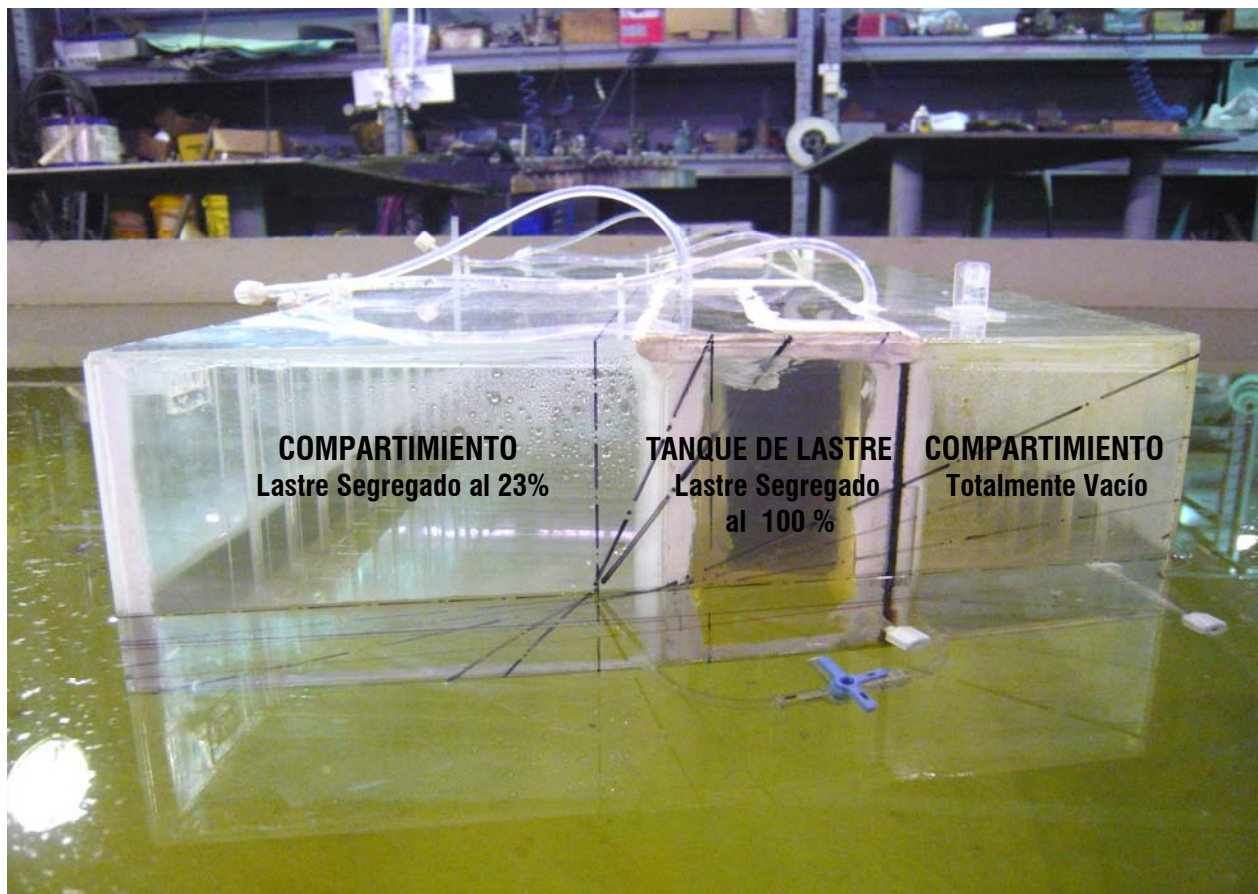


Foto 8

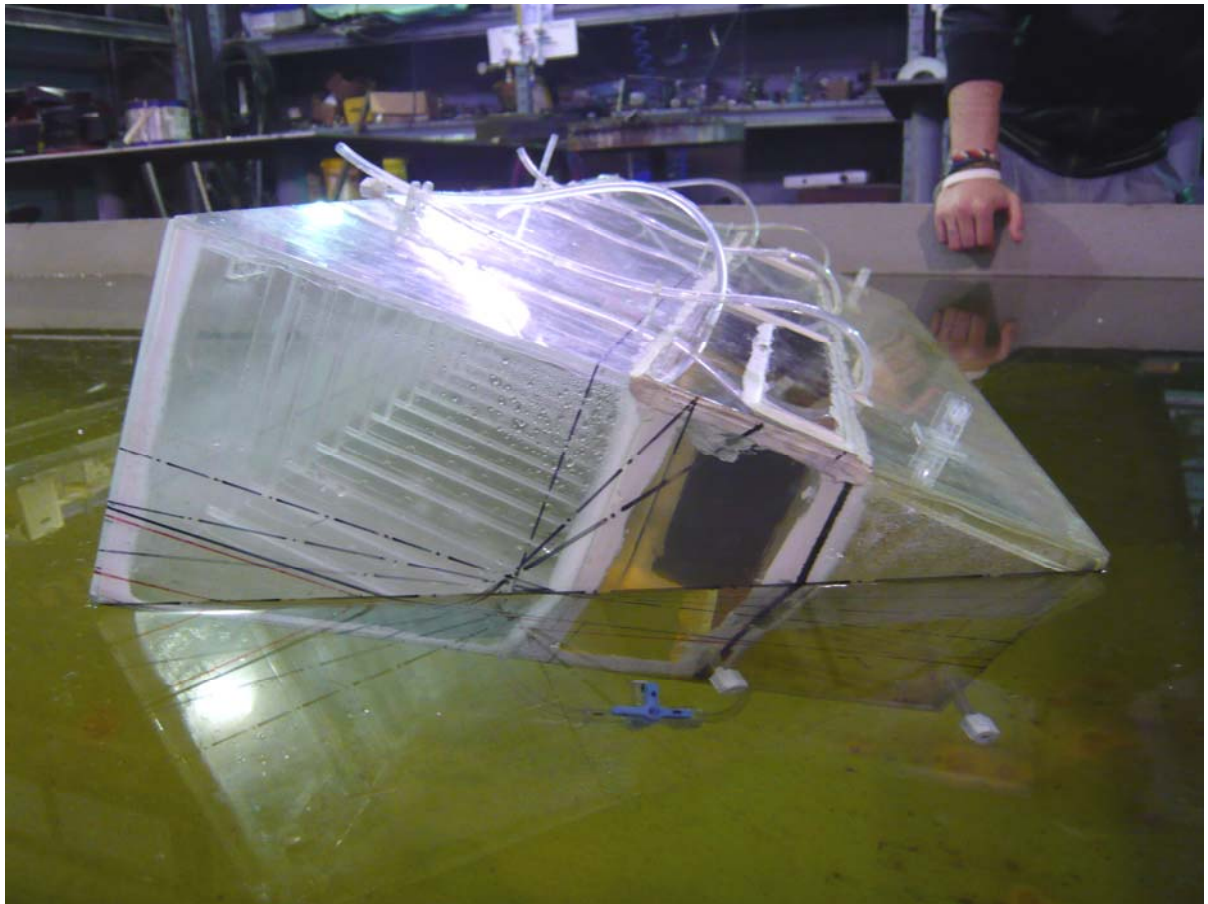


Foto 9

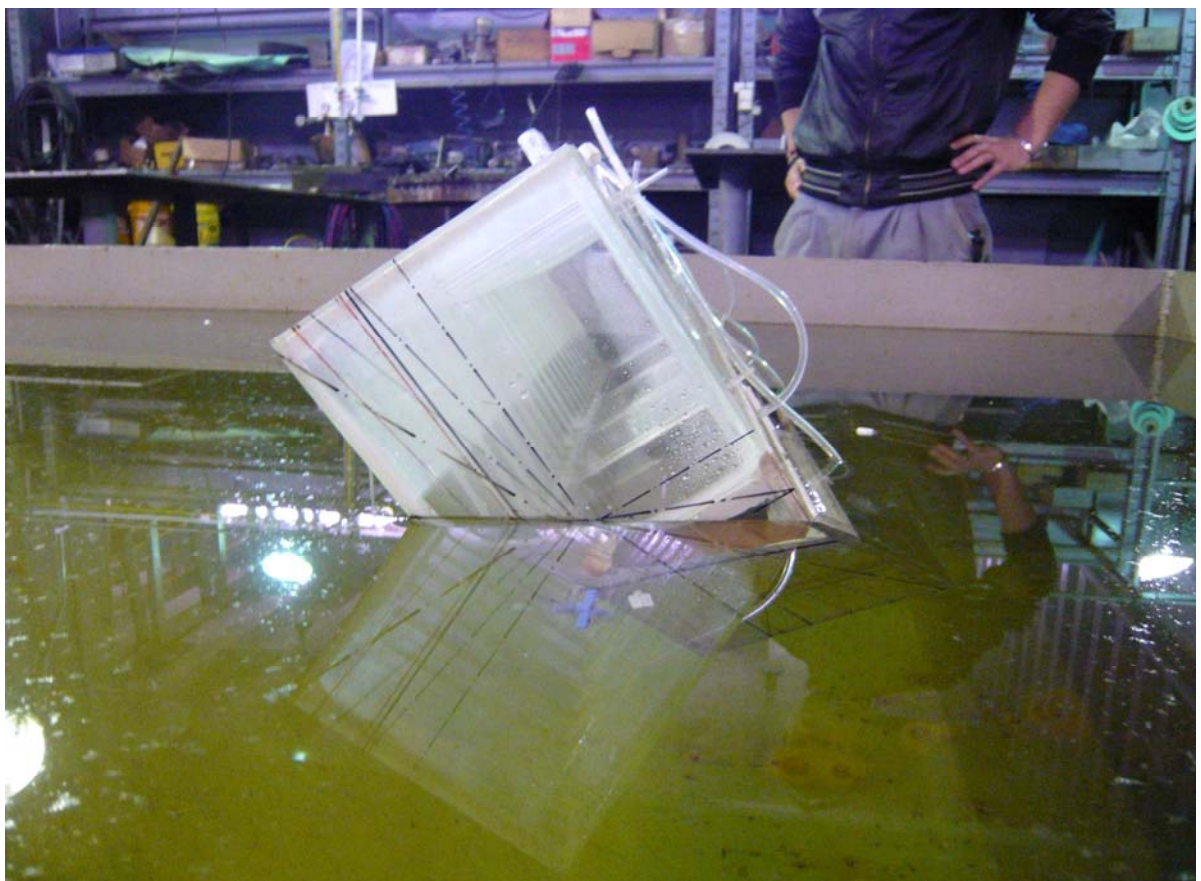


Foto 10

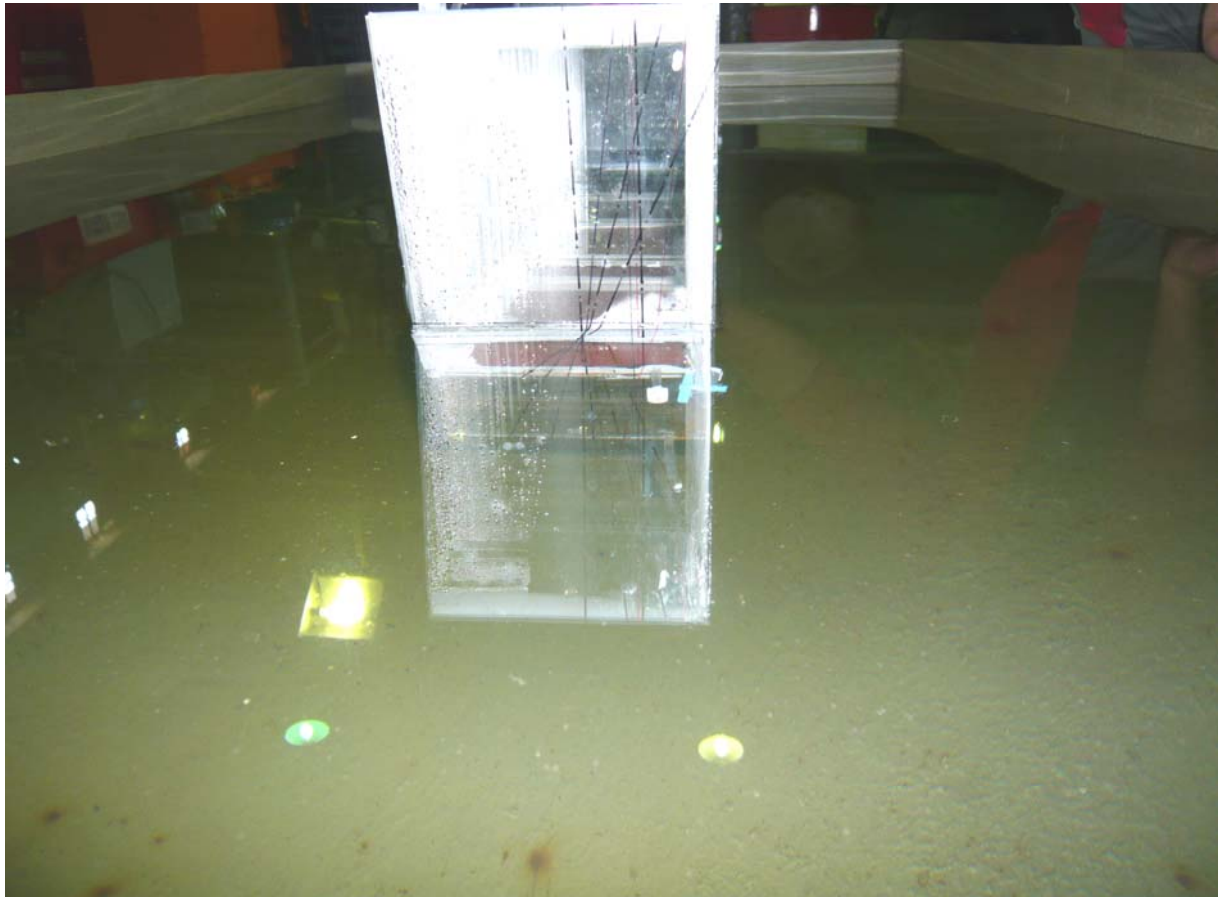


Foto 11

Ensenada Pcia. Buenos Aires, Abril de 2011

HORACIO FOGLIA  
Ing. Naval – Mat.CPIN: 782  
Gerencia Técnica  
ASTILERO RIO SANTIAGO