

# Hormigón Armado

## Aplicado a Estructuras Navales

---

Magister Diseño Náutico y Marítimo  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso  
Escuela de Arquitectura  
Profesor Guía : Arq. Boris Guerrero.  
Alumnos: Ingrid Ávila Barbera, Miguel Ángel Oviedo Parra

# Introducción

---

Uno de los materiales más usados en la construcción es el hormigón. Este se presenta en una gran variedad, dependiendo de los requerimientos de la estructura en proyección. Dentro de esta variedad se encuentra el hormigón sumergido.

Este es un hormigón que debe mantenerse inerte a las características del ambiente en el cual se encuentra, esto significa que tanto el cemento como sus aditivos y agregados no deben reaccionar con ningún elemento presente en el agua. Además debe ser impermeable para que las armaduras no sufran corrosión.



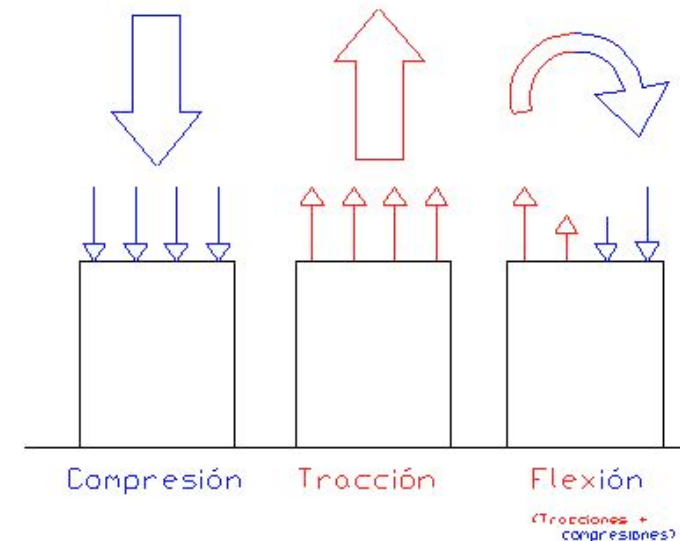
# Introducción

---

La técnica constructiva del hormigón armado, consiste en la utilización de hormigón reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras.

El hormigón armado es de amplio uso en la construcción siendo utilizado en edificios de todo tipo, caminos, puentes, presas, túneles, obras industriales y también en obras marítimas.

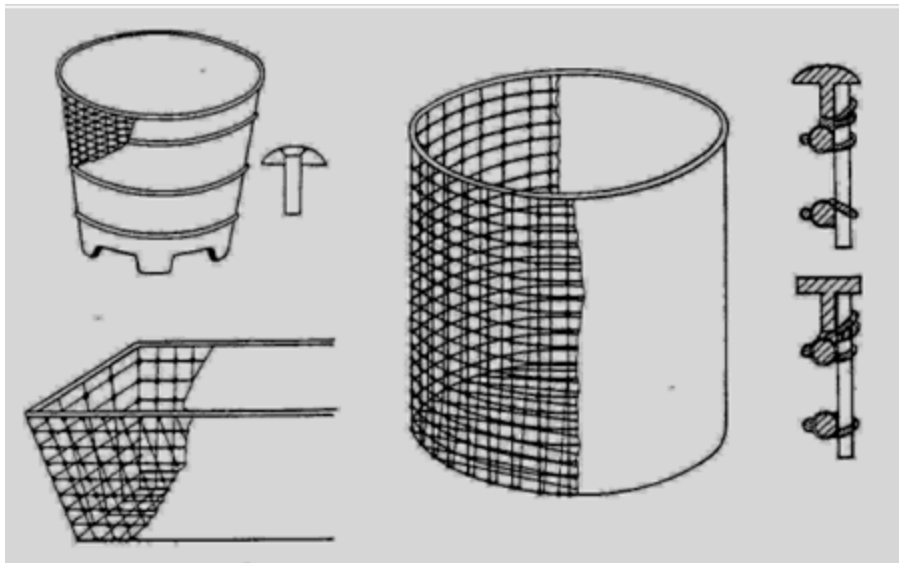
La utilización de acero cumple la misión de transmitir los esfuerzos de tracción y cortante a los que esta sometida la estructura. El hormigón tiene gran resistencia a la compresión pero su resistencia a tracción es pequeña.



# Introducción

---

El uso de hormigón armado es relativamente reciente. la primera patente se debe al jardinero parisino Joseph Monier que lo usó en 1868, primero para usos relacionados con recipientes de jardinería, y más tarde para su uso en vigas y otras estructuras en obras de ferrocarriles.



# Introducción

---

## Características del hormigón armado

- El coeficiente de dilatación del hormigón es similar al del acero, siendo despreciables las tensiones internas por cambios de temperatura.
- Cuando el hormigón fragua se contrae y presiona fuertemente las barras de acero, creando además fuerte adherencia química. Las barras, o fibras, suelen tener resaltes en su superficie, llamadas *estrías*, que favorecen la adherencia física con el hormigón.
- Por último, el pH alcalino del cemento produce la pasivación del acero, fenómeno que ayuda a protegerlo de la corrosión.
- El hormigón que rodea a las barras de acero genera un fenómeno de confinamiento que impide su pandeo, optimizando su empleo estructural.



# Introducción

---

## Nomenclatura de las armaduras

**Amarra :** Nombre genérico dado a una barra o alambre individual o continuo, que abraza y confina la armadura longitudinal, doblada en forma de círculo, rectángulo, u otra forma poligonal, sin esquinas.

**Armadura Principal:** Es aquella requerida para absorber los esfuerzos externos inducidos en los elementos de hormigón armado.

**Armadura Secundaria:** Es toda aquella armadura destinada a confinar en forma adecuada la armadura principal en el hormigón.

**Barras de Repartición:** En general, son aquellas barras destinadas a mantener el distanciamiento y el adecuado funcionamiento de las barras principales en las losas de hormigón armado.



# Introducción

---

## Nomenclatura de las armaduras

**Barras de Retracción:** Son aquellas barras instaladas en las losas donde la armadura por flexión tiene un sólo sentido. Se instalan en ángulo recto con respecto a la armadura principal y se distribuyen uniformemente, con una separación no mayor a 3 veces el espesor de la losa o menor a 50 cm entre sí, con el objeto de reducir y controlar las grietas que se producen debido a la retracción durante el proceso de fraguado del hormigón, y para resistir los esfuerzos generados por los cambios de temperatura.

**Cerco:** Es una amarra cerrada o doblada continua. Una amarra cerrada puede estar constituida por varios elementos de refuerzo con ganchos sísmicos en cada extremo. Una amarra doblada continua debe tener un gancho sísmico en cada extremo.

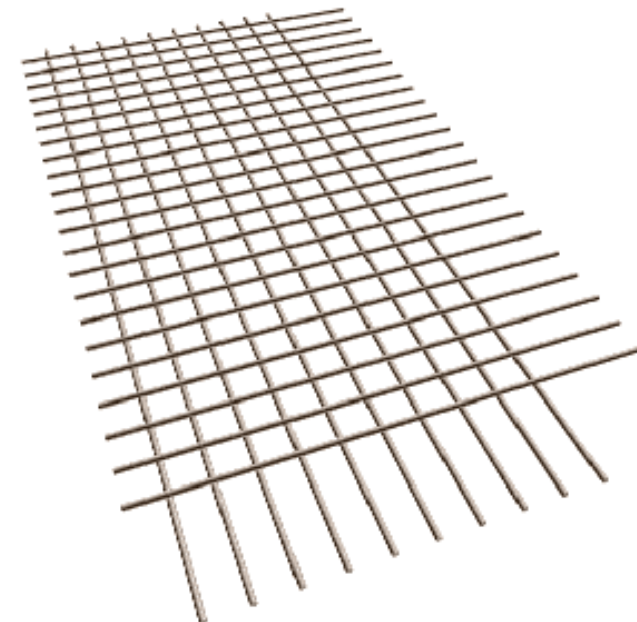
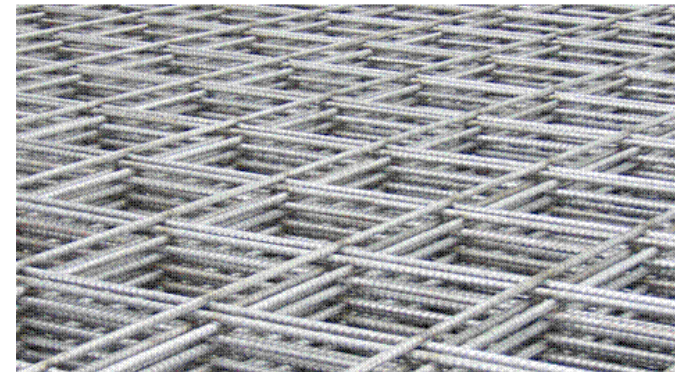


# Introducción

---

## Nomenclatura de las armaduras

**Estribo:** Armadura abierta o cerrada empleada para resistir esfuerzos de corte y de torsión, en un elemento estructural; por lo general, barras, alambres o malla electrosoldada de alambre (liso o estriado), ya sea sin dobleces o doblados, en forma de L, de U o de formas rectangulares, y situados perpendicularmente o en ángulo, con respecto a la armadura longitudinal. El término estribo se aplica, normalmente, a la armadura transversal de elementos sujetos a flexión y el término amarra a los que están en elementos sujetos a compresión.





# Introducción

---

## Nomenclatura de las armaduras

Gancho Sísmico: Gancho de un estribo, cerco o *traba*, con un dobléz de  $135^\circ$  y con una extensión de 6 veces el diámetro (pero no menor a 75 mm) que enlaza la armadura longitudinal y se proyecta hacia el interior del estribo o cerco.

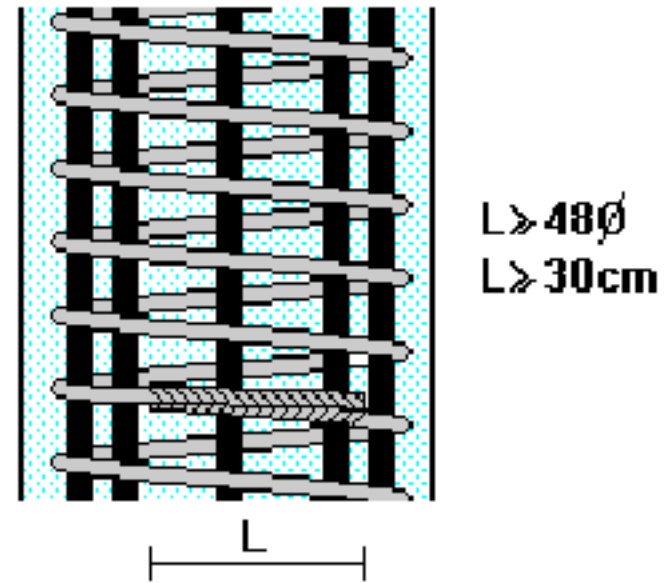
Traba: Barra continua con un gancho sísmico en un extremo, y un gancho no menor de  $90^\circ$ , con una extensión mínima de 6 veces el diámetro en el otro extremo. Los ganchos deben enlazar barras longitudinales periféricas. Los ganchos de  $90^\circ$  de dos trabas transversales consecutivas que enlacen las mismas barras longitudinales, deben quedar con los extremos alternados.

# Introducción

---

## Nomenclatura de las armaduras

Zuncho: Amarra continua enrollada en forma de hélice cilíndrica empleada en elementos sometidos a esfuerzos de compresión que sirven para confinar la armadura longitudinal de una columna y la porción de las barras dobladas de la viga como anclaje en la columna. El espaciamiento libre entre espirales debe ser uniforme y alineado, no mayor a 80 mm ni menor a 25 mm entre sí. Para elementos hormigonados en obra, el diámetro de los zunchos no deben ser menor que 10 m.



# Hormigon Sumergido

---

# Aplicaciones

---

## Puerto Valparaíso



# Aplicaciones

---

## Muelle Tongoy



# Aplicaciones

---

## Rampa Pargua



# Aplicaciones

---

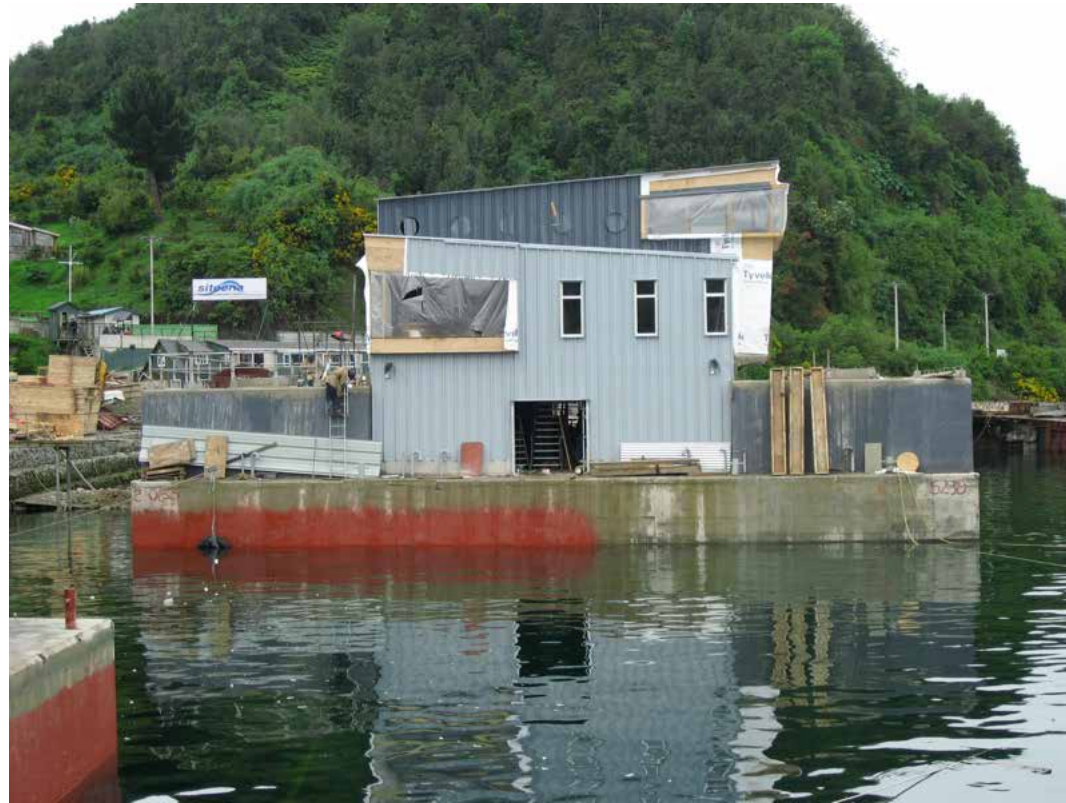
## Plataforma Sealand



# Aplicaciones

---

## Pontones Flotantes





# Durabilidad

---

## Sumergido

Un buen hormigón sumergido en agua marina, incrementa su resistencia con el paso del tiempo, también, la sumersión minimiza los cambios de temperatura, disminuyendo la velocidad y dimensión de las expansiones y contracciones, evitando el agrietamiento, la erosión, el descascaramiento y por ende la corrosión.

Pero por otro lado, la permeabilidad que posee el hormigón, permite que el agua comience a penetrar, ya sea por diferencia de presión o por capilaridad.

Cuando el hormigón no está sumergido totalmente, el agua es continuamente evaporada de la superficie del hormigón que sobresale del nivel del agua, generando así un constante hidratamiento, lo que dependiendo del grado de saturación del hormigón va a generar acumulaciones de sal en diferentes zonas. El oxígeno que entra con el aire, se disuelve en el agua en forma diferencial, siendo su concentración menor en algunas zonas y el grado de saturación es mayor, generando pilas galvánicas.

# El Agua como Medio

## Constitución Química

Los constituyentes primarios del agua marina son los iones de cloro, sodio, magnesio, calcio y potasio y su mayor función la cumplen como un buen electrólito entre metales disimiles y entre concentración de sal y acero. Como el pH del agua marina, es de alrededor de 8, y la corrosión de la armadura ocurre con un pH por debajo de 11, la alcalinidad debe ser suplida por cemento.

Composición de **solutos** sólidos del agua de mar, cada uno expresado como porcentaje del total

Aniones		Cationes	
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	55,29	Sodio (Na <sup>+</sup> )	30,75
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	7,75	Magnesio (Mg <sup>++</sup> )	3,70
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0,41	Calcio (Ca <sup>++</sup> )	1,18
Bromuro (Br <sup>-</sup> )	0,19	Potasio (K <sup>+</sup> )	1,14
Flúor (F <sup>-</sup> )	0,0037	Estroncio (Sr <sup>++</sup> )	0,022
<b>Molécula no disociada</b>		Ácido bórico (H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	0,076

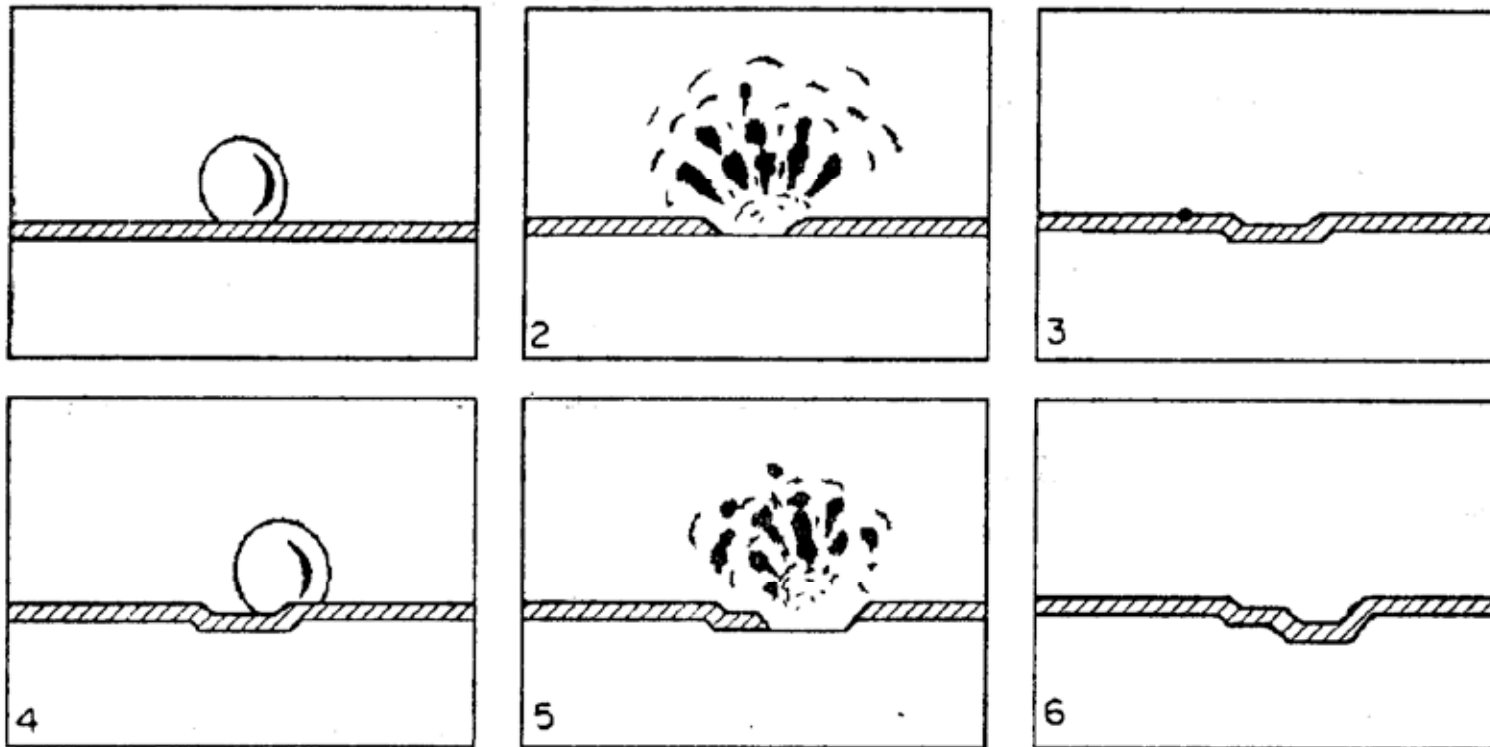
### Algunos valores comunes del pH

Sustancia/Disolución	pH
Disolución de HCl 1 M	0,0
Jugo gástrico	1,5
Zumo de limón	2,4
Refresco de cola	2,5
Vinagre	2,9
Zumo de naranja o manzana	3,0
Cerveza	4,5
Café	5,0
Té	5,5
Lluvia ácida	< 5,6
Saliva (pacientes con cáncer)	4,5 a 5,7
Orina	5,5-6,5
Leche	6,5
Agua pura	7,0
Saliva humana	6,5 a 7,4
Sangre	7,35 a 7,45
Agua de mar	8,0
Jabón de manos	9,0 a 10,0
Amoníaco	11,5
Hipoclorito de sodio	12,5
Hidróxido sódico	13,5

# Gases Disueltos y Atrapados en el Cemento

---

Los gases disueltos de importancia en el hormigón son anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ), oxígeno ( $\text{O}_2$ ), vapor de agua y aire. Estos gases sumados a los disueltos en el agua son un contribuyente a la erosión del hormigón por cavitación, que ocurre en zonas de azota viento.



# Presión

---

Al rededor de los 60m de profundidad, el hormigón mejora en todas sus cualidades.

Se ha sugerido que a profundidades muy altas se podría obtener hormigones con resistencias a la compresión de 500 kg/cm<sup>2</sup> o más.

En el caso de hormigón bajo el ambiente marino se ha llegado a profundidades de 50m por colado y a 90m por inyección, teniendo resultados excelentes.

# Temperatura

---

Las propiedades del hormigón generalmente mejoran a bajas temperaturas, ya que la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad son inversamente proporcionales a este factor.

Como efecto dañino habría que nombrar que en las aguas tropicales los ataques químicos y electroquímicos son más severos por el aumento de temperatura.



# Organismos Marinos

---

Los más perjudiciales para las estructuras de hormigón se encuentran en el grupo de los sésiles y el fouling (suciedad). Este último se adhiere a las paredes de las superficies flotantes, aumentando su espesor y por ende el peso total de la estructura.



# Organismos Marinos

---

Los organismos sésiles, como picorocos, piure, cholgas, etc. producen un efecto similar al del fouling, pero más dañino, porque el tamaño de estos es mayor.



Además se considera como efecto contrario el deterioro que sufren las paredes de la estructura cada vez que estos organismos son retirados.

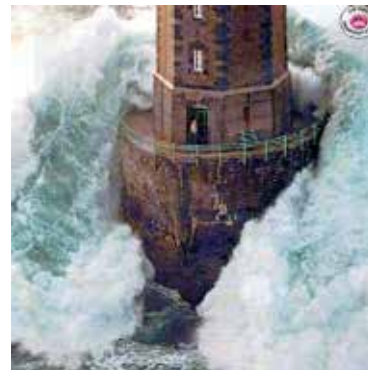
# Movimientos del Agua

---

Los movimientos de agua transportan: arena grava y hielo que son causantes de abrasión.

La salpicadura de las olas deposita sal sobre las líneas de marea causando puentes galvánicos.

Si la estructura se ha agrietado, el golpe de las olas , al tapar y destapar aleatoriamente cualquiera de ellas produce bruscos cambios de presión que va aumentando el volumen de la grieta.





# Los Efectos de las Mareas

---

- Presiones horizontales en varias direcciones.
- Fuerzas verticales descendentes, que tienden a modificar el fondo marino donde se apoya la estructura.
- Fuerzas cortantes ascendentes, que levantan la cresta de la ola y tienden a seccionar salientes de la estructura.
- Acciones hidrodinámica por transmisión de la energía cinética contenida en el volumen de agua.
- Oscilaciones verticales y horizontales en la estructura, debido a las fuerzas de inercia.
- Succiones y presiones radiales en los orificios de la estructura.
- Impactos causados por el arrastre de objetos flotantes.
- Flexiones.

# Determinaciones de diseño y dosificación

---

- **Abrasión:** Terminaciones muy lisas con maquinaria especializada. Un curado apropiado producirá superficies antiabrasivas y el uso de moldajes metálicos vibratorios.
- **Cavitación:** Se puede minimizar con un diseño hidrodinámico que alise o llene las zonas expuestas a corrientes rápidas.
- **Organismos marinos:** Se utiliza un hormigón de superficie densa y dura.
- **Ataque químico:** La impermeabilidad es el mejor medio de protección, cementos con bajo contenido de Aluminio Tricálcico ( $\text{Ca}_3\text{Al}$ ), máximo 8% hace al hormigón más resistente a los sulfatos.

# Tecnología de los Hormigones Marítimos

---

- **Diseño de Hormigones:** Comprende la correcta determinación cuantitativa de los componentes del mismo.
- **Agregados pétreos:** Constituye la porción mayor de la dosificación y debe estar limpia de materia orgánica, sustancias solubles, elementos blandos, etc. El ideal es que sean redondos o cúbicos.
- **Agua de amasado:** Debe ser potable y en aguas tropicales en el porcentaje aceptable de cloruro de magnesio del 1%. Según NCh 163 limita el contenido de cloruro a  $0,250 \text{ kg/m}^3$

# Tecnología de los Hormigones Marítimos

---

- **Aire Incorporado:** Es esencial ya que permite una mayor plasticidad.

Los beneficios que pueden obtenerse del uso de aire incorporado, son:

- a. Disminución de contenido de arena en un volumen absoluto igual al del aire incorporado.
- b. Disminución del agua de amasado sin pérdida de asentamiento.
- c. Mejoría de la trabajabilidad y disminución de la relación agua cemento.
- d. Las burbujas permiten un mejor acabado superficial, además actúan como válvulas de absorción de presiones internas y como freno de penetración salina.

# Tecnología de los Hormigones Marítimos

---

- **Aditivos:** generalmente se usa los reductores de agua, los retardadores y plastificantes.

ADITIVO	CARACTERÍSTICA
Sikament FF-86	Es un producto sintético que produce en el hormigón una consistencia superfluida o permite trabajar con una fuerte reducción de agua de amasado. No contiene cloruros, no es tóxico, cáustico ni inflamable. Este aditivo es absorbido por las partículas de cemento confiriéndoles una carga eléctrica negativa produciendo su separación, permitiendo con esto una hidratación completa de los granos de cemento, sin efectos secundarios.
Sikament NF	Es un aditivo superfluidificante y reductor de agua de alta capacidad que produce en el hormigón una consistencia superfluida o permite trabajar con una fuerte reducción de agua de amasado.
Sika Ferrogard 901	Es un aditivo inhibidor de la corrosión de las armaduras de acero insertas en el hormigón armado. Mediante su acción se aumenta considerablemente la vida útil de los elementos de construcción de hormigón armado. Es una combinación de inhibidores orgánicos e inorgánicos. Este aditivo forma una película protectora sobre la superficie del acero e impide la disolución del metal, protegiendo especialmente sobre la acción de cloruros.

# Tecnología de los Hormigones Marítimos

---

Sikacrete W	Es un aditivo en polvo compuesto por microsílíce (Silica Fume) de alta calidad y aditivos especiales que, adicionado a la mezcla de hormigón o mortero, disminuye el lavado del cemento en el vaciado de la mezcla bajo agua. No contiene cloruros y puede utilizarse en hormigones y morteros en conjunto con un superplastificante para obtener la fluidez necesaria para la colocación del hormigón.
Sikacrete 950	Es un aditivo basado en microsílíce de alta pureza que, combinado con un superplastificante, produce máxima resistencia mecánica, alta impermeabilidad y alta durabilidad del hormigón. En la mezcla fresca se produce una lata cohesión, una reducción de exudación y una mejor trabajabilidad.
Fro Be	Es un aditivo el elaborado a base de agente tensoactivo, ligeramente más viscoso que el agua, que adicionado al hormigón, genera microburbujas que se reparten uniformemente. Además permite un aumento en la trabajabilidad y/o disminución del agua de amasado, reduce la segregación, reduce la exudación e incrementa la cohesión interna de la masa del hormigón.

# Tecnología de los Hormigones Marítimos

---

- **Armaduras:** Deberán estar bien distribuidas para reducir el tamaño de cualquier fisura o grieta que pueda ser causada por la retracción u otras causas.
- **Cemento:** Es preferible un alto contenido de cemento, un mínimo de 425 kg/m<sup>3</sup>. La razón agua-cemento, deberá ser lo más baja posible. Se recomienda un 0,4 a 0,05. En cuanto a la cantidad de cemento , , se deberá tener un moderado cantidad de Ca<sub>3</sub>Al (8%), un bajo contenido alcalino ( de 0,6% de Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O. Pueden aceptarse cementos con aditivos como **puzolana** y escorias.

# Tecnología de los Hormigones Marítimos

---

Se denomina puzolana a una fina ceniza volcánica que se extiende principalmente en la región del Lazio y la Campania, su nombre deriva de la localidad de Pozzuoli, en las proximidades de Nápoles. Posteriormente se ha generalizado a las cenizas volcánicas en otros lugares.

Mezclada con cal (en la relación de 2 a 1) se comporta como el cemento puzolánico, y permite la preparación de una buena mezcla en grado de fraguar incluso bajo agua.



*Puerto de Cosa en el mar Tirreno*



# Tecnología de los Hormigones Marítimos

---

Algunos cementos utilizados:

- a. **Portland:** sin agregados, es el producto que se obtiene de la pulverización de una mezcla de clínquer y sulfato de calcio con agua (yeso hidratado).
- b. **Siderúrgico:** En base a ceniza de carbón proveniente de las centrales termoeléctricas, escoria de fundiciones o residuos obtenidos calentando el cuarzo. Estos componentes son introducidos entre el 35 hasta el 80%. El porcentaje de estos materiales puede ser particularmente elevado, siendo que se origina a partir de silicatos, es un material potencialmente hidráulico.
- c. **Con Agregado A:** Es el producto que se obtiene de la molienda conjunta con clínquer, agregado tipo A y yeso. El agregado tipo A es una mezcla de sustancias, compuestas por un material cálcico-arcilloso que ha sido calcinado a temperaturas superiores a 900°C, y otros materiales a base de óxidos de silicio, aluminio y hierro.

# Tecnología de los Hormigones Marítimos

---

d. **Puzolámico:** Es el producto que se obtiene de la molienda conjunta de clínquer, puzolana y yeso.

e. **Cemento hidráulico:** El cemento hidráulico recibe su nombre porque al igual que el Pórtland tiene la propiedad de poder fraguar bajo el agua. Se obtiene a partir de materiales calcáreos y de arcilla y ofrece una gran resistencia.

- **Dosificación y curado:**

- a. Ocupar un método de dosificación (ASCII)

- b. Asentamiento de Cono (trabajabilidad) alto, de 15 a 18 cm.

- c. La razón agua -cemento máxima será de 0,4, ya que el cemento para su hidratación necesita alrededor de  $\frac{1}{4}$  de su peso en agua.

- d. Cantidad de Agua, alrededor de 200L/m<sup>3</sup>.

- e. Cantidad de Cemento entre 400 y 600 kg/m<sup>3</sup>.

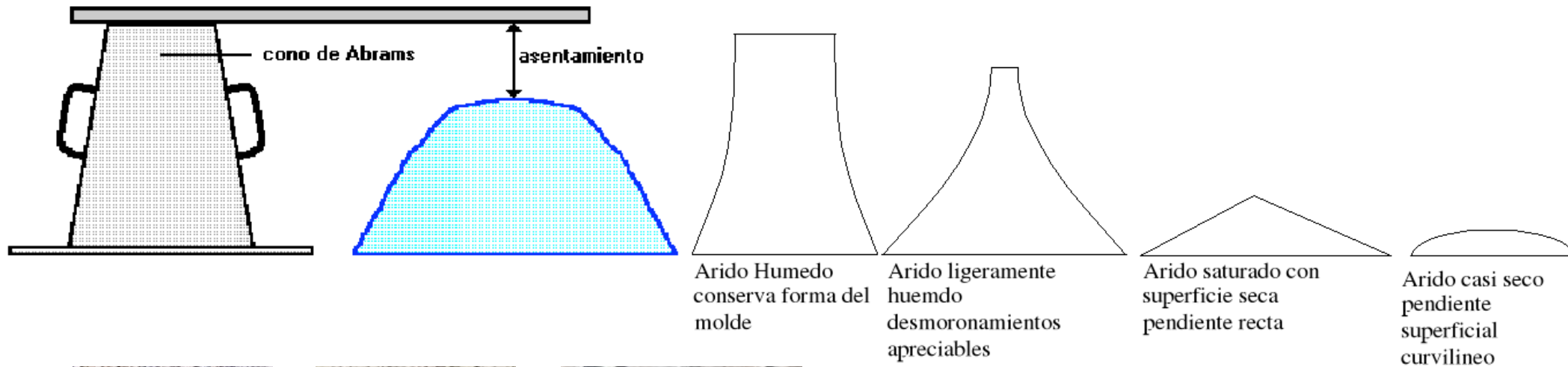
- f. Uso de Aire.

# Tecnología de los Hormigones Marítimos

---

g. Cantidad de Aridos y finos serán los calculados para cada obra.

h. Consolidación y curado, ya que no se puede vibrar ni apisonarse, solo se podrá golpear suavemente con combo de madera



# Tipos de Hormigones Marítimos

---

- **Hormigón pesado:** aquel que tenga un peso específico superior a  $3,7 \text{ ton/m}^3$ . El hormigón convencional pesa  $2,4 \text{ ton/m}^3$ . Esto sirve para obras de anclaje y de profundidades. Además de tetrápodos y elementos de protección prefabricados.

La magnetita es el material pesado más comúnmente usado pero limita el uso de sulfatos para prevenir la corrosión. Otros agregados pesados son: Ilmenita, Limonita, Barita y desfunde de hierro.



# Tipos de Hormigones Marítimos

---

- **Hormigón Liviano:** aquel que tenga un peso específico inferior a  $2 \text{ ton/m}^3$ . y se utiliza en obras submarinas en que se requiere un aumento de boyantes. Es el que se utiliza en las estructuras flotantes. Es de dos tipos básicos:
  1. Hormigón Liviano Estructural: se consigue con agregados livianos, añadiendo espuma o suprimiendo los áridos finos. Tiene un peso unitario de  $1,7 \text{ ton/m}^3$  y una resistencia sobre  $250 \text{ kg/cm}^2$ .
  2. Hormigón Liviano Celular: es aquel que tiene una multitud de burbujas provocadas por aditivos aireantes o expansivo. Su peso específico va de  $1,3$  a  $1,5 \text{ ton/m}^3$ . Como es muy poroso debe ser cubierto por un cemento normal.
- **Hormigón Ciclópeo:** Este hormigón se estructura en base a rocas de la localidad unidas entre sí por medio de hormigón Tremie, para formar una gran masa submarina de gravedad. Se usan rocas de  $0,6 \text{ ton}$  y con un diámetro no menor de  $40 \text{ cm}$ . El resultado es  $40\%$  hormigón  $60\%$  roca.

# Técnicas de Hormigonado Marítimos

---

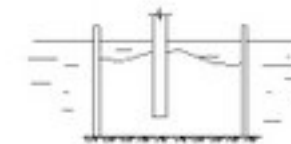
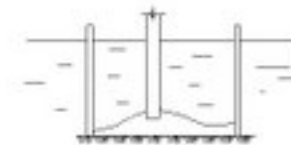
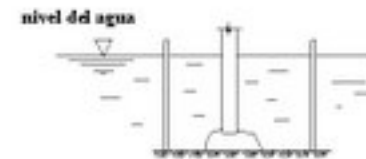
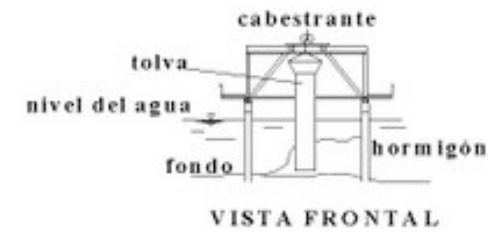
Muchas estructuras marítimas pueden ser construidas en base a elementos prefabricados de hormigón, con cada elemento fabricado de modo convencional, por lo que la faena marítima se reduce al montaje. Otras estructuras, mediante el uso de elementos de servicio, pueden ser construidas en el aire, sobre el agua. El hormigonado sumergido es requerido en ciertas estructuras que deben ser construidas en el lugar, bajo la superficie del agua.

---

## Hormigón Tremie (Tubo-Tolva)

Este proceso consiste en colocar el hormigón en obra, por medio de un tubo, cuyo extremo inferior queda siempre embebido en el hormigón fresco, de modo que el lavado y segregación son sustancialmente prevennidos.

Se puede sugerir la siguiente dosificación:



# Técnicas de Hormigonado Marítimos

---

## DOSIFICACIÓN PARA HORMIGÓN BOMBEADO

Agregado Grueso	Use un tamaño máximo de 2cm. para propósitos generales.  Use un tamaño de 3.8 cm., para grandes masas y gravilla, para juntas y reparaciones, evite el uso de áridos de partículas alargadas y de aristas vivas.
Agregado Fino	Use de 42 a 45% de arena.
Cemento	Use una mezcla rica de 425 a 600 (kg/m <sup>3</sup> )
Asentamiento de Cono	Use de 15 a 20 cm.
Aditivos	Use aditivos plastificantes e incorporadores de aire, con el objeto de reducir la segregación, formación de exudación y punto de hidratación.



# Técnicas de Hormigonado Marítimos

---

## **Hormigón Ensacado**

Este método se usa para construir muretes o plataformas bajo el agua o para formar la base de una cimentación, ej. Muros de muelles o malecones, siempre la arista más cargada descansa sobre un murete de hormigón en sacos, que transmite los esfuerzos a un fondo de cimentación satisfactorio, descansando el resto, sobre un macizo de escollera. Similar método, se ha usado para sellar juntas, soportar o proteger del oleaje y corriente a elementos prefabricados o tuberías submarinas, en orden de prevenir movimientos dando soporte y protección. Dos métodos son usados para ensacar el hormigón: En el primero, la mezcla de hormigón seco es ensacada; se llena hasta la mitad y se cierra, luego es sumergido por medio de pallets y es colocado en obra por un buzo. El cemento se va hidratando, según el agua va penetrando.

# Técnicas de Hormigonado Marítimos

---

Este método tiene la ventaja de que el tiempo de manipulación y colocación no es crítico, pero la hidratación es baja y el saco puede ser dislocado por las olas y/o corrientes, antes que haya fraguado. La adherencia entre sacos adyacentes puede no ser buena y el cemento puede no ser distribuido uniformemente en la mezcla. En el otro método, se usa un hormigón con un asentamiento de cono bajo, y de estado plástico; los sacos a usar pueden ser de arpillera o yute, deben ser flexibles para que formen un cuerpo entre sí y no deben llenarse completamente (hasta  $2/3$  de su capacidad), la arpillera deberá estar escardada, y la tela empapada con una lechada muy clara antes de recibir el hormigón. El saco una vez cerrado, puede envolverse en una malla galvanizada de 2 mm y trama 5 cm.

# Técnicas de Hormigonado Marítimos

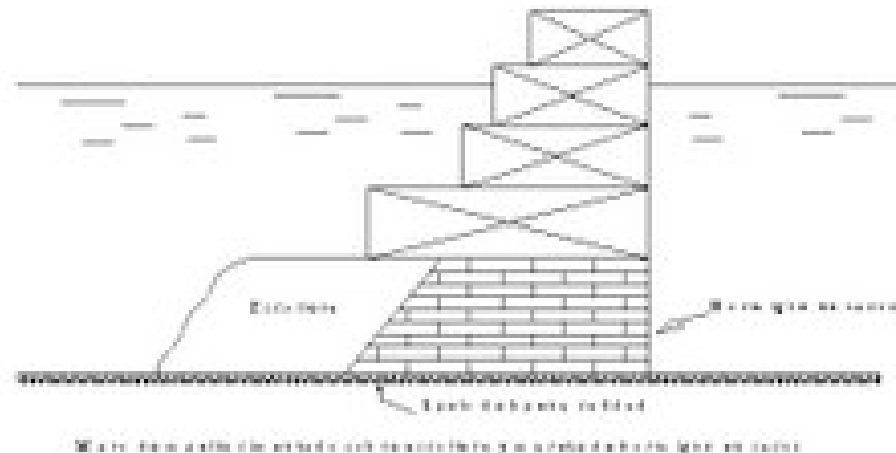
---

**Muro de muelle, en base a Hormigón en sacos.** Los sacos se sumergen en pallets y envueltos en una funda (manga de polietileno, del doble de diámetro que los sacos y con sus dos extremos abiertos). Luego un buzo sostiene el saco en posición y el otro extrae la funda. Una pareja de buzos puede colocar en obra de 250 a 300 sacos en un día (con un promedio de profundidad de 10 m.). Con este método, se puede lograr una muy buena adherencia con el fin de obtener una obra monolítica, se asegura una total hidratación y la calidad general del hormigón puede ser controlada. Cuando se trata de sellar juntas en que no se requiera adherencia, el hormigón puede ser colocado en bolsas de polietileno de alta densidad, para prevenir cualquier lavado de éste. A veces, para el mejoramiento de fondos, se han sumergido mediante grúas, grandes bolsas que contenían varios metros cúbicos de hormigón.

# Técnicas de Hormigonado Marítimos

---

Una variante de este método, son los “salchichones de fondo”, que se emplean como asientos de malecones y rompeolas, son de hasta 25 m de largo y 1,5 m de diámetro; se preparan en cajones flotantes o pontones que los llevan de la obra al punto de inmersión, en donde se sumergen abriendo el fondo de aquellos. Los salchichones se rellenan de hormigón y se cosen al borde del pontón. Como el hormigón de relleno es plástico, los salchichones se amoldan a las desigualdades del fondo, lo que se ayuda por medio de la labor de buzos. Con dosis suficientes de cemento, las capas de salchichones sueldan entre sí, formando una obra monolítica.



# Técnicas de Hormigonado Marítimos

---

**Hormigón en cubas:** Esta técnica se aplica en profundidades de agua superiores a 80 cm. El hormigón atraviesa la capa de agua en una cuba perfectamente estanca, que se hace bajar lentamente, mediante cabestrante o grúa hasta llegar al macizo a hormigonar. La cuba se deposita sobre el macizo y un buzo la abre, elevándose después suavemente para que el hormigón fluya en agua tranquila.

# Técnicas de Hormigonado Marítimos

---

**Inyecciones sumergidas de mortero ativado.** Por este proceso, se construye directamente dentro del moldaje, el hormigón, in situ, con grandes ventajas cuando es necesario una buena adherencia y alta resistencia. Se ocupa cuando se trata de construir un hormigón en masa sumergido, reparaciones de estructuras submarinas, relleno de pilas, sellado y unión de estructuras submarinas, recubrimiento y protección de tuberías submarinas, plataformas submarinas de faros y petrolíferas y anclajes submarinos. El hormigón in situ, que es el obtenido por medio de una inyección de mortero, se define como una mezcla de granulometría discontinua, obtenida partiendo de un esqueleto de áridos gruesos colocados en obra previamente, cuyos huecos se rellenan después, mediante la inyección de mortero activado. El porcentaje de huecos es, en general, del orden del 45 a 50% para permitir la penetración del mortero, y el tamaño máximo de los áridos, alcanza de 8 a 10 veces, la de los granos más gruesos de la arena del mortero.

# Técnicas de Hormigonado Marítimos

---

- a. Admitir bastante agua para que el mortero sea bastante fluido (35 a 40% de peso del cemento).
- b. Que no contenga demasiada agua, pues no tendría lugar el fraguado trixotrópico y habría segregación de la arena.
- c.- Las dosificaciones de cemento respecto a la arena s/c y respecto al agua a/c deben estudiarse con gran cuidado, ya que una insuficiencia de cemento, incluso ligera, puede evitar el fraguado trixotrópico del mortero. Los procedimientos de activación empleados, actúan sobre la floculación y conducen a una suspensión peptizada y estabilizada comparable, salvo en el tamaño de los granos, a una suspensión coloidal. Este tipo de suspensión, es análogo al de la sangre en circulación. Lo mismo que la sangre en reposo, cuando el mortero coloidal deja de moverse, pierde progresivamente su electrización granular y se gelifica según un mecanismo, llamado fraguado trixotrópico. Este fraguado, permite evitar segregación de la arena y del cemento, antes de que comience a actuar el fraguado químico de hidratación.

# Técnicas de Hormigonado Marítimos

---

En general en el caso de hormigonado submarino, se debe tener en cuenta que el mayor de los problemas que se genera es el lavado del hormigón fresco. Por ello que se debe tener en cuenta la debida dosificación del hormigón y una correcta forma de hormigonar y se debe considerar:

- a. Estado del Mar
- b. Técnica a utilizar
- c. Moldaje



# Puerto Montt

---



# La Empresa

---

## Ubicación

Chiniquihue km 8,  
Puerto Montt



# La Empresa

---

## Tecnología

Según la presentación que hace Sitecna S.A. en su pagina web el fin es lograr cascos con un diseño estructural, resistente y a costos razonables, disminución del tiempo de fabricación y el peso del aparato.

Para eso toman las siguientes medidas:

- Realizan el calculo estructural de los artefactos utilizando software.
- Experiencia de 20 años de la empresa.
- Las recomendaciones del código ACI 318-2002 (Diseño de hormigón armado).
- Disminución del grado de los hormigones en las partes del casco que así lo permitan.
- Optimización de la geometría y disminución de los espesores en las partes del casco que el análisis estructural así lo permitan.

# La Empresa

---

## Tecnología

- Empleo de acero de construcción A 63-42 H.
- Sustitución de la estructura metálica de la habitabilidad por una mesa horizontal o estructura soportante de hormigón armado, que sirve de base para la construcción de dicha habitabilidad.
- Sustitución de la estructura metálica de las tapas de los silos por una similar en hormigón armado.

---

# Secuencia Constructiva

## Sitecna Ferrosur



Primera Etapa Constructiva  
Superficie para elaboración de Pontones



Segunda Etapa  
Enfierradura



Segunda Etapa  
y estructuras de cañerías y Cadenas





Segunda Etapa  
Enfierradura para estructura de silos



Tercera Etapa  
Estructura de la Habitabilidad



Cabestrantes



Cuarta Etapa  
Faenas en la Habitabilidad Flotante interior y exterior de la obra



Voladizos  
Mantenimiento del Aseo de la obra, acopio y retiro de escombros



Terminaciones y revestimientos exteriores



Terminaciones y revestimientos interiores



Ventanas Termopanel  
Cubierta Zinc Alum prepintado al Horno

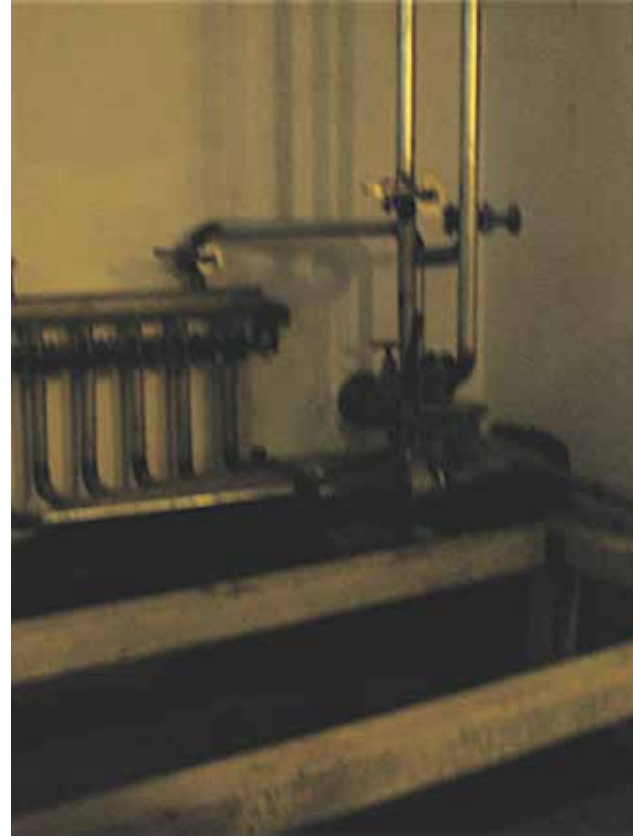




Quinta Etapa  
Construcciones en etapa de terminación y recepción



Elementos de Carácter Naval  
Cañerías - Bitas - Puertas estancas



Enfriamiento de Motores - Generadores - Bombas de Achique

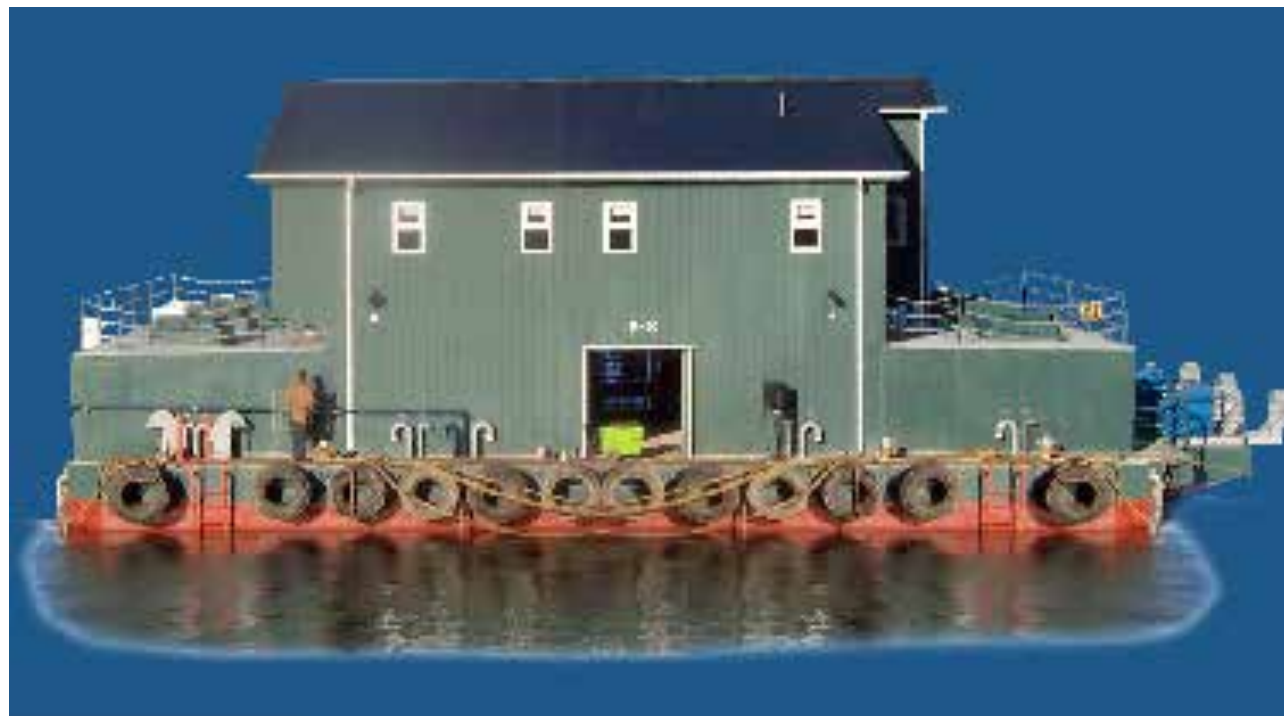
---

Resultado  
Sitecna Ferrosur

Plataforma 220  
Eslora: 18 m  
Manga 13,6 m  
Habitabilidad: 150 m<sup>2</sup>  
Capacidad de carga: 220



Plataforma 180  
Eslora: 18 m  
Manga 13,6 m  
Habitabilidad: 103 m<sup>2</sup>  
Capacidad de carga: 120



Plataforma 180  
Eslora: 18 m  
Manga 13,6 m  
Habitabilidad: 50 m<sup>2</sup>  
Capacidad de carga: 200



