

1. – INTRODUCCION

1.1. – PANORAMA DEL MAR

En el mar, como acostumbran decir el científico y el hombre de tierra adentro; en el mar, según la forma más general de la " gente de mar ", se dan cita todas las ciencias y muchas y muy complicadas técnicas especiales.

Como en este medio inmenso, al que se le atribuyen 361.476.259 km² de la superficie total de nuestro planeta, viene desarrollándose desde mucho antes de las primeras noticias históricas una intensa actividad humana, lo vemos convertido en el escenario de incesantes luchas por un dominio de la tierra.

Además, supone el mejor y más expedito camino para la expansión y acercamiento de los pueblos y aunque la mar no tenga caminos visibles, es una vía de comunicación natural en sus propósitos de intercambio, que permitirá la fusión de las culturas en un superior, razón ésta, la más noble en la teoría de las relaciones humanas.

1.1.2. – EL HOMBRE ANTE LA MAR

Para lograr su conquista, el hombre se ha ido acercando poco a poco, según lo exigía su audacia y las condiciones de " su mar " y antes de que aparecieran trazadas las rutas principales de la tierra, los caminos del agua, dulce primero y salada después, ya estaban abiertos a la longitud humana: La balsa precedió al carro.

Una vez conseguido el descenso por los ríos y luego, las temerosas navegaciones de cabo a cabo, el hombre se halló en poder de un instrumento, la forma ideal del vehículo que nunca más habrá de abandonar; el no la ha inventado, sino que se ha contentado con imitarla; copiándola, con cañas, de la forma de la carena que le ofrecen las aves marinas o bien, de la forma fusiforme de los peces; luego calafatea las costuras, tapándolas simplemente con hierbas y algas y las embadurna con la pez que la tierra suda. Más tarde, inventa el hacha, así ya es capaz de partir los troncos de los árboles, obteniendo vigas y tablas.

La conquista del mar, empieza por el reconocimiento de los grandes golfos interiores. No queda ningún testimonio seguro acerca de las explotaciones del Golfo de Omán, del Pérsico o del Mar Rojo. En aquellos tiempos, el hombre se contentaba con relatar y contar la historia, desvaneciéndose sus datos sin dejar rastro alguno. Sin embargo, durante la guerra de Troya surgen los primeros faros en las costas del mar Arábigo, los sacerdotes se entregan al culto del fuego, que no debe extinguirse jamás. Así cada uno de estos faros, se convierte en un templo, en el que se enseña el arte sagrado de conducir las naves y marcar su ruta en el cielo.

Al anclar a sus píes, con sus barcos cargados con especias, marfil y oro procedentes de la India y del Golfo Pérsico los marinos aportaban su saber, enriquecido día a día, con observaciones sobre el régimen de los vientos y los caprichos de los mares navegados.

Los hombres de mar, describen y señalan las situaciones de las ensenadas y promontorios. Pro su parte, los sacerdotes anotan, confortan, deducen y establecen las reglas de solidaridad que regulan la vida del cielo y del mar y saben discernir entre lo fantástico y lo posible. A menudo parten de las leyendas puras para buscar la verdad y así ésta se revela luego, más pletórica de maravillas que la más maravillosa de las leyendas.

Esta conquista se desarrolla simultáneamente en todos los mares litorales, desde el extremo Oriente hasta el Golfo de Finlandia, en todas las partes donde el clima permite instalarse al hombre; sobre todo, el Mediterráneo Euroafricano adquiere un sentido prodigioso.

Los campamentos al borde de las ensenadas, en donde se pasa la noche se convierten en puertos y éstos, a su

vez, en ciudades, que se nutren de los productos del mar. El azar, en escalas voluntarias o forzadas; los ha hecho arribar a tierras que han de ser sometidas; así se organizan los convoyes, que han de reptar a lo largo de las costas, desde el norte de Africa hasta el sur de Europa. Establecen colonias con los deportados o los aventureros, crean puertos, almacenan las mercaderías enviadas por la metrópoli y llevan hasta ella, las riquezas de las colonias.

Los griegos heredan la experiencia dejada por los Fenicios y la emplean con un espíritu más generoso, más universal, que tiende a enriquecer la inteligencia.

Piteas descubre la interminable noche polar, que describe y explica con tal rigor en él calculo, que ninguno de sus datos se ha podido discutir. Con tal éxito, termina la era del pequeño cabotaje, de las rectaciones inquietas a lo largo de las costas, con las escales cotidianas para pasar la noche. Se extingue para siempre el temor que la mar infundía a los navegantes, cuando los llevaba a el horizonte de la tierra, en la que depositaban su confianza. Los marinos se atreven a adentrarse por muchas vías en las alturas de la mar.

Durante dos largos años una flota fenicia, armada por Neco, estuvo ausente del mundo. Al recalar en el Mediterraneo Oriental llevaba un periplo de mas de veinte mil kilometros. Había dado la vuelta a Africa, dejando sus muertos en las orillas. Después de este emocionante y cruel viaje, el hombre tuvo que esperar otros 2000 años hasta que Vasco de Gama, osara doblar el cabo de Buena Esperanza. Hannon parte de Cartago, aborda francamente el océano y alcanza el Golfo de Guinea, sin tocar la costa; hace jornada de 12 días. Nearco, un cretence inteligente, repatría de la india un ejercito de Alejandro; Descubre el dominio de los Monzones y mantiene bajo el gobierno de este viento, por espacio de un mes, una importante flota de cerca de 200 navíos.

En esta febril conquista del mar, toma parte todo cuanto posee el Mediterráneo, lo mismo en su Metrópoli, que en sus colonias: filósofos, sabios, historiadores y poetas.

Las observaciones de los pilotos llevan a pitagoras a deducir la esfericidad del planeta (S.VI AC). Doscientos años después, Aristóteles y plantón confirmaron su tesis y un siglo mas adelante Eratóstenes, la midió; Le calculo a la circunferencia de la tierra, 40200 kilómetros, en un alarde de creatividad matemática, que aun fulgura con pasmosa elegancia (hoy 23 siglos después, por medio de satélites, se le asignan 40075 kilómetros; erró apenas por 125 kilómetros); se aprende a dibujar las cartas de navegación, a efectuar sondeos, a determinar las coordenadas, a determinar por observaciones astronomicas las distancias recorridas, a saber aprovecharse de esas fuerzas oscuras de los vientos, mareas y corrientes prolongando, mediante rutas marinas bien establecidas, las inciertas vías terrestres que recorren sin cesar las ricas caravanas. Una nave cualquiera, es capaz de albergar la carga de 100 camellos y transportarlas a una velocidad, que los conocimientos de los vientos, permite prever. Se impone ya la realidad, que los caminos del mar que no exigen nada para su sostén, son más barato.

Con los mismos tanteos usados por el Empirismo y los mismos impulsos por la intuición, la tierra completa y perfecciona el armamento natural que la mar a dado a sus costas. El orgullo de los reyes y de las repúblicas consiste en crear puertos y abrigos, construir muelles, levantar escolleras, dragar los pasos edificar depósitos. Por todas partes, desde el mar negro hasta las columnas de hercules y más allá todavía, los puertos y los faros se han multiplicado en esta era gloriosa de la antigüedad. Entonces, el hombre mediterráneo, liberado de su rústico barniz por el mar, no conciba ya una ciudad litoral en la que no se armonizara el paisaje terrestre con el marino.

Los muelles están contruidos de hormigones sumergidos, vitrubio (88–26 AC) en su obra de arquitectura trata con bastante atención esta técnica y señala que ya era bastante antigua en esa época, pues había sido heredada de los Griegos. Normalmente, los muelles están pavimentados con bloques de mármol, a su vez sujetos con ganchos de metal (Bronce); de este mismo metal son todos los herrajes que prestan servicios de amarre (vitas, camcamos, orinqueas, arancos, etc.,) y los faros, sé hierguen con altas torres de gran nobleza en

sus severas líneas y extienden hacia la mar fuentes de bronce esculpido, donde el fuego por la noche y el humo, durante el día, hacen señas y guían a los barcos.

Con la paz romana, se interrumpe la conquista del océano, empresa que exige independencia, espíritu de curiosidad, gusto por lo incierto y tantas otras virtudes que roma gran terrateniente, constituida por campesinos armados, no puede tolerar. Sintiendo incapaz de dominar el mar (ayuna de todas esas cualidades), se limita a ponerle cerco al mare Nostrum .

Al incendiar la biblioteca de Alejandría, siniestro que duro 6 mese, roma aniquila el maravilloso edificio de los conocimientos del mar, piadosamente elaborado y construido, como obra sagrada, a lo largo de 10 siglos.

El impulso se quebró, será necesario esperar 15 siglos para reanudar la conquista del océano. Cuando vuelve a surgir en la mente de los europeos el viejo sueño, es necesario redescubrir el dominio marino y así renacen los primitivos terrores, las creencias en los abismos mas allá del horizonte, las corrientes de fuego, los mares de sangre ardiente, vigilados por los monstruos del Apocalipsis. Así, los europeos han de volver a estudiar el cielo, olvidando que pitagoras (6 siglos AC) lo había sondeado con exactitud matemática – Génova, Venecia y otras ciudades – estados son feudatarias del mar.

El material por excelencia usado en las obras marítimas durante este largo periodo (hasta comienzo del siglo XIX) fue la madera, en todos los tipos y formas.

Una vez renacido Europa, en pleno siglo XV, la conquista de los mares se acelera y marcha a pasos agigantados; portugueses y españoles se lanzan al dominio del océano y tropiezan con tierras inesperadas, cuyos cabos mayores no tardan en doblar y dejar atrás.

La ciencia rehace el camino perdido, redescubre la preciosa armonía, que existe entre un cielo y el trozo de mar correspondiente a la tierra, a quien mantiene en perpetua esterilidad o cuyas riquezas protege.

La historia reanuda su ciclo: Las metrópolis entregan su sangre más vigorosa, enviándolas a las tierras nuevas, que una vez arraigada allí; favorece el crecimiento del país recién conquistado, el cual no tarda en dirigirse en rival de su madre, hasta emanciparse de ella.

Este inexorable destino histórico lo impone el mar, que ofrece a todos los hombres su fortuna, sin reconocer fronteras arbitrarias.

Los pabellones de todos los países marítimos del mundo, toman parte de esta incesante exploración de los más recónditos parajes del océano.

La unidad de este, impone la de los equipos conquistadores, la solidaridad humana ha sustituido la estrecha concepción de las patrias particulares, que dominaba de antaño los descubrimientos. Durante el siglo XIX, se completa la conquista del océano

El marino se hace sabio y el sabio se aficiona al mar. Así, braza a braza, milla a milla, la mar quedara sometida en absoluto al dominio del hombre

RAFAEL QUEZADA ITURRIZAGASTEGUI

Santiago, mayo de 1989. –

PROGRAMAS DEL CURSO DE OBRAS MARITIMAS

1. – INTRODUCCION

- Panorama del mar. El hombre la mar.
- Hitos importantes en la historia del hormigón
- La mar cuna de ciencias, oceanografía básica
- Definiciones de obras
- listado de puertos comerciales más importantes
- catastros de obras portuarias
- Costo de O.P. por unidad de longitud
- Historia de las O.P. en Chile.

2. – Estudios Preliminares

2.1– Génesis de una obra marítima y offshore

2.2– Estudios económicos de factibilidad

2.3– Anteproyecto

2.4– Estudios de terreno; levantamiento topográfico, levantamiento Batimétrico, sondaje geológico Estudios de agitación, vientos mareas, corrientes olas, régimen litoral

Falta escribir

OCEANOLOGIA BASICA

1.2– **La mar, cuna de todas las ciencias**

1. – INTRODUCCION

El mar, simplemente así, un título tan corto como grande, con la austera sencillez que la mar imprime a la gente que por ella va, que en ella vive y muere.

Cuan breve es el nombre, cuantos conceptos científicos y humanos comprenden. Muchos y de una grandiosidad sobrecogedora.

El mar presenta temas bastisimos e inagotables; Inspira al artista, despierta pasiones sublimes en el más rudo mar inerte. La mar es cuna de todas las ciencias, pues allí se dan sita todos las sitas generales y muchas y complicadas técnicas especiales. Empieza a concretarse con la ayuda de la geografía y la estudia particularmente otra ciencia bastante joven, pero de una amplitud excepcional: La oceanología.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer esta ciencia apasionante, que es la ocanología, tanto en su carácter multidisciplinario, como en sus definiciones, de modo de cooperar con un pequeño grano de arena, para formar la conciencia marítima, que tanta falta no hace.

LA OCEANOLOGIA

Definición; es la ciencia multidisciplinaria, cuyo campo de acción es el estudio del mar en todos sus aspectos; para dicho estudio, se reconocen 4 especialidades básicas; Oceanología física, química, geológica y biológica.

A continuación pasaremos a analizar cada una de estas especialidades:

2.1– **Oceanología física**

Su campo de acción es el estudio, observación, canalización y proyección de todos los fenómenos físicos, (vale decir, que no cambian la constitución molecular) que ocurren en el mar.

Para su estudio, se distinguen los siguientes capítulos o ramas:

2.1.1– El mar y la atmósfera; que comprende la meteorología que estudia la temperatura, humedad y presión atmosférica.

Los vientos y su medición, ciclones y tifones. Las nubes y las precipitaciones y el ciclo del agua de la naturaleza y las acciones reciprocas entre el agua y el mar, es decir, la influencia de los océanos sobre el clima y la influencia del mar sobre el tiempo.

Los vientos y su medición, ciclones y tifones. Las nubes y las precipitaciones y el ciclo del agua de la naturaleza y las acciones reciprocas entre el agua y el mar es decir la influencia de los océanos sobre el clima y la influencia sobre el mar sobre el tiempo.

2.1.2. – MOVIMIENTO DEL MAR

Es el estudio de las corrientes, olas y mareas. Respecto a las corrientes, se preocupa sobre su clasificación, ya que pueden ser aperiodicas, de densidad, de deriva de pendientes y periódicas. Además, estudia las repercusiones sobre el clima y las consecuencias litorales y lo más importante, la utilización de energía de las corrientes.

El estudio del oleaje, se preocupa de analizar, observar y registrar el oleaje; para poder determinar el origen, energía, propagación y previsión del oleaje, con el fin de conocer la influencia del litoral sobre el oleaje y así mismo, la acción del oleaje sobre las costas, y lo más importante, la utilización de la energía del oleaje. Determinación de la Ola de Diseño.

Estudio de las mareas; Comprende la observación y medidas de las mareas, para determinar las mareas en la costa y las corrientes de mareas y su consecuencia. Otros movimientos ondulatorios como ser los Tsunamis u ondas de energías solitarias y el aprovechamiento de las energías de las mareas.

2.1.3. – PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA DE MAR; Es el estudio de:

Equilibrio térmico de los océanos, es decir, la variación de temperatura producida por el tiempo, profundidad, latitud y longitud.

Salinidad y densidad, tanto en la superficie, su distribución y diagramas y temperaturas–salinidad.

Aprovechamiento de la energía térmica de los mares.

Propagación de las ondas sonoras y su aplicación en los sondeos acústicos.

Propagación de las radiaciones luminosas y sus aplicaciones ópticas y en fotografía; además, del estudio de la luz en el ciclo biológico.

Los hielos del mar; Estudia la banca polar y los aisbert y las propiedades físicas del hielo mismo, como ser, punto de fusión, densidad, temperatura y la provisión de agua dulce que significa.

2.1.4. – ESTUDIO DE MAQUETAS A ESCALA DE FUTURAS OBRAS

2.2– OCEONOLOGIA GEOLOGICA

Su campo de acción es el estudio, análisis, sondeos y evaluación de las distintas capas que conforman el subsuelo marino, con el fin de aprovechar las riquezas yacientes.

Para su estudio se habla de:

2.2.1- COSTAS Y FONDOS MARINOS

Que es el estudio del litoral desde el punto de vista de la erosión marina, las costas rocosas, playas y cordones litorales. Análisis de la plataforma continental y estudio de las formas del terreno de fondo oceánico.

2.2.2- DOPOSITOS MARINOS:

Es el estudio del origen de los sedimentos marinos y se clasifican en:

Deposito litorales, como ser ciertos rodados, gravas y arenas, el cieno y la arena calcárea y el cieno calizo.

Depósitos Profundos, como ser arrecifes de coral, etc.

Depósitos subsuelo marino, como ser el petróleo y gas.

2.2.3- INDUSTRIA PETROLIFERA:

En forma muy somera, para la extracción del petróleo, se deben cumplir las siguientes etapas:

Exploración, por medio de satélite y luego por medio de barcos de exploración que están provistos de toma muestras de fondo marino, el geólogo marino, puede preparar un plano geológico; del cual se eligen las zonas de exploración; las cuales se efectúan por medio de plataformas de perforación, en caso de encontrarse petróleo, el pozo se ciega y se reemplaza la plataforma, por una plataforma de producción la cual reabre el pozo, lo infunda y comienza la extracción y el bombeo a tierra del crudo, por medio de un oleoducto; La mayor parte del trabajo, se hace por medio de buzos y fácil es comprender, el gran porcentaje de incertidumbre de las exploraciones y el alto costo de las mismas.

2.3- OCEANOLOGIA QUIMICA

Su campo de acción es el estudio, observación, análisis y proyección de todos los fenómenos que cambian la constitución molecular de sus participantes y que ocurren en el mar. Podemos definirla como el estudio del agua de mar su constitución química y sus aplicaciones industriales.

2.3.1- COMPOSICION DEL AGUA DEL MAR;

Es el estudio de: Cálculo de la salinidad a partir de la clorinidad.

Materiales constituyentes del agua de mar, como ser: Cloruro de Sodio, Magnesio, Potasio, Estroncio, Hierro Manganeseo, Cobre, Sílice, Radio, Carbono, Nitrógeno y Fósforo.

Origen de los elementos disueltos en el agua de mar

Gases disueltos en el agua de mar; Como ser oxígeno, nitrógeno, gas carbónico, ion hidrógeno, variaciones del PH.

Agua de mar artificial.

Corrosión Galvánica y formas y medios de prevenirlas.

2.3.2– INDUSTRIAS QUIMICAS DEL MAR;

Es el estudio de la extracción y aprovechamiento de:

Sal marina, ya sea de salinas o minas de sal.

Magnesio, Potasio, Bromo, Manganeseo y Oro.

2.3.3– PROTECCION CATODICA PARA PREVENIR LA CORROSION PUEDE POR ANODO DE SACRIFICIO O POR CORRIENTE IMPUESTA.

2.4– OCEANOLOGIA BIOLOGICA

Es el estudio de la vida en el mar y podemos hacer la siguiente clasificación:

2.4.1– LA VIDA EN EL MAR ABIERTO (Los seres Pelágicos) y Estudia:

Plantón, tanto vegetal, animal y permanente, también los métodos para la pesca y su estudio.

Los Gigantes de la Fauna Pelágica; Cefalópodos y cetáceos.

Los grandes peces pelágicos; los escualos y sus peces pilotos. Los atunes y sus migraciones, el arenque, el mero, el salmón.

2.4.2– LA VIDA SOBRE LOS FONDOS SUBMARINOS (Seres Ventiscos)

Pinnípedos, como ser focas, morsas, lobos marinos y el resto de los mamíferos anfibios.

Aves marinas, tanto capacitadas para el vuelo, como las gaviotas, cormoranes, alcatraces, etc.. Aves que no pueden volar: pingüinos.

Reptiles, peces y artrópodos; Reptiles: tortugas marinas, peces: congrios; Artrópodos: Los crustáceos.

2.4.3– LA VIDA SOBRE LAS FACIES ROCOSAS:

Como ser los líquenes, algas, lapas, mejillones, los peces de roca y los corales.

2.4.4– LA VIDA DE, LOS FONDOS BLANDOS (arena y limo).

Estudia los vegetales de los fondos blandos, las conchas, las ostras, los gusanos marinos, las esponjas y los peces de la arena.

2.4.5– INDUSTRIA PESQUERA;

Es la tecnología para la extracción y procesamiento de la captura para el consumo humano y alimentación animal.

2.4.6– ACUICULTURA;

Es la siembra o reproducción, cultivo, desarrollo, mejoramiento, extracción y procesamiento de productos

marinos, desarrollados en granjas o factorías marinas.

EL PUERTO DE CARTAGO

En la costa baja y arenosa, con el trabajo de miles de esclavos, se había excavado un gran canal, en forma de corona circular, de un diámetro exterior de 325 metros. A lo largo de la circunferencia externa amurallada se ocultaban 220 dársenas separados.

Una amplia galería de arcos sostenidas por columnas y por muros resguardaba los diques e impedía, completamente que se viera desde el mar o desde la ciudad el interior del puerto. Nadie podía saber lo que ocurría allí adentro si la flota estaba anclada o había salido a una misión.

El Cothon , que significaba La copa , era un islote redondo que formaba el centro de este puerto, y allí se levantaba el alcázar fortificado del Gran Almirante. Con toques de trompetas los oficiales dirigían desde ese lugar, el trabajo de los grupos de obreros y empleados del puerto. Desde la alta torre del alcázar, se podían avistar desde lejos las naves que se aproximaban.

A travez de un estrecho canal, se pasaba del puerto militar al puerto mercantil, el que estaba formado por una dársena rectangular de 426 metros de largo por 324 metros de ancho. Y ambos comunicaban por otro canal, que en casos necesarios, se cerraba rápidamente con cadenas.

5600 años AC, en Yugoslavia.

Recientes excavaciones en los bancos junto al río Danubio en Lepenski- Vir Yugoslavia, indican que los pescadores y cazadores de la Edad de Piedra que vivieron alrededor del año 5600 AC, usaban una forma o especie de hormigón en el piso de sus chozas. El radier o piso descubierto, es de forma trapezoidal, con un agujero en el centro, presumiblemente para hacer fuego; esta construido por la compactación de una capa de hormigón de 25 cm., Espesor, sobre una base de yeso compactado (anhidrita). Los análisis muestran que una caliza roja, que se encuentra a mas de 300 kilómetros de distancia, fue mezclada con arena grava y agua para producir el más antiguo hormigón que se conoce.

- 180 años AC. Los Romanos usan el hormigón.

Un hormigón sobre la base de cemento natural fue usado el año 180 AC, para la construcción del sistema o red o alcantarillado de la ciudad de Roma, la llamada Cloaca Máxima . Un hormigón hecho con puzolana o cemento hidráulico fue desarrollado por los Romanos alrededor del año 75 AC. Fue primero en la edificación del teatro de Pompeya, en el año 55 AC, y en los baños públicos de Roma en el año 27 AC. El cemento era una mezcla de cal, unas cenizas volcánicas rojas, con un contenido alto de sílice y alúmina, que se extraían cerca de pozzuoli, Italia, de aquí el nombre, cemento puzolanico, que a diferencia de los usados anteriormente, este podía fraguar y endurecerse bajo el agua.

- 100 años DC. Se Revoluciona la Construcción.

Alrededor del siglo I DC, el cemento de cal y puzolana había revolucionado el arte de construir, pues hasta ese momento los grandes muros, pisos y cielos, eran considerados elementos o entidades separadas e independientes entre sí, que se amarraban, solo al ponerse en obra, (tal como se hubiesen sido de madera).

PUERTOS DE CESARIA MARITIMA

El rey... supero a la naturaleza .

Escribió el historiador Judío Flavio Josefo. Clave para el éxito para la construcción del puerto, fue un cuerpo

de buzos profesionales capaces de bucear a apnea hasta los 30 metros. En este caso solamente trabajaban en profundidades de 3 a 4 metros, ya que los antiguos buques tenían muy poco calado (2 metros).

Los bloques de hormigón pesaban 50 toneladas y estaba contruidos en base de un moldaje de madera de paredes dobles, que eran contruidos en la playa, desde donde se remolcaban desde su posición, sobre una fundación de rocas colocadas en el fondo de arena, un mortero hidráulico se colocaba en la doble pared perimetral del moldaje. Los trabajadores llevaban el hormigón en canastos. Una vez terminado el hormigonado se llenaba con piedras.

Con el hormigón de cemento puzolamico, una estructura monolítica fue posible y por consiguiente nuevas formas de construcción y de estructura, fueron descubiertas y desarrolladas: Arcos, Bóvedas, Cúpulas, Domos y muros más delgados o de menor espesor.

El coliseo Romano, fue edificado por Vespaciano y Tito, alrededor del año 80 DC, fue construido con un hormigón liviano, se uso cemento puzolamico y piedras pómez chancadas, como agregado grueso.

- 200 años DC, La Basílica de Constantino, las fundaciones del edificio del foro y el panteón con su domo de 43 metros de diámetro fueron contruidos por los Romanos en la segunda centuria DC.

Con respecto al Panteón se uso un rango de agregado en el hormigón que oscila de, Basalto pesado en las fundaciones y bajo los muros, hasta piedras pómez en la cúpula del Domo. La estructura entera existe hoy en su forma original, excepto por detalles de ornamentación aplicada.

Los edificios mencionados, se conservan intactos hasta hoy y son considerados los más antiguos contruidos en hormigón.

- 500 años DC. El Ocaso Del Imperio y del Hormigón.

Los Romanos usaron el Hormigón, hasta los confines más lejanos del Imperio, pero al declinar este, las construcciones de hormigón también entraron en un período de decadencia hasta desaparecer totalmente y olvidarse su tecnología, al punto a que todo ha debido ser redescubierto.

- 1121 años DC. Abadía de Reading.

En Inglaterra, el hormigón tiene una reaparición con la invasión de los Normandos del Duque Guillermo el Conquistador.

Una de las primeras estructuras de hormigón contruidos por los Normandos en las Islas Británicas fue la Abadía de Reading, edificada en el año 1121. Los muros estaban cubiertos o enchapados con piedras sillar, que se conserva hasta hoy, protegiendo lo que efectivamente era un esqueleto de hormigón.

Edad Media.

Durante la edad media, el hormigón casi no se uso, mas que nada por desconocimiento de su tecnología; salvo algunos albañiles o maestros constructores de catedrales, que conservaron su conocimiento como un legado secreto propio de un gremio, y solo se uso en las fundaciones de algunas catedrales.

De aquí arrancan de las logias Masónicas (constructores de catedrales). Durante este largo período, los materiales mas enboga, fueron la piedra labrada y la madera.

- Año 1756 Faro de Eddystone

El resurgimiento del hormigón comenzó en 1756, cuando John Smeaton fue comisionado para construir el tercer faro en la roca de Eddystone, en las afueras de Cornwall, Inglaterra.

Smeaton había experimentado con varios métodos de manufacturas del cemento. Probablemente el proceso adoptado fue una mezcla de arcilla, caliza azul de Aberthaw y una puzolana importada de Italia. Según Smeaton este cemento producía un mortero que ... puede igualarse con la mejor piedra machacada de Portland en cuanto a solidez y durabilidad. El se refería a una caliza chancada producida por Portland, Inglaterra y esta es la primera vez, que se asocia el material o el nombre, con el cemento y el hormigón.

- Año 1796. Se patenta el Cemento Romano

Muchos de los cementos usados en el siglo XVIII, fueron desarrollados por casualidad y error, produciéndose muchas fallas y anomalías. El primer cemento hidráulico que resulto ser práctico, fuerte, durable y con apariencia de roca, fue producido y comercializado por James Parker de Northfleet, Inglaterra, que patento lo que se llamaba cemento Romano, en Julio 27 de 1796.

Este cemento natural, descubierto como por accidente era hecho o producido, calcinando tierra de calizas y moliendo el clínker resultante para obtener el cemento. En los primeros días, las piedras eran machacadas por niños, usando cajones con cribas o parrillas para darle un tamaño máximo, luego se llevaban en canastos a un horno vertical (alto horno) combustionado por carbón.

Después de tres días, el producto o clínker o piedras calcinadas, era extraído del alto horno y molido en un trapiche accionado por la fuerza del agua, vientos o caballos. Una tonelada de piedra caliza para producir alrededor de 2 toneladas de cemento y de acuerdo con Parker, una razón agua cemento de 2:5, podía producir el mortero más duro y resistente, en el más corto tiempo. (sic)

El uso más destacado del cemento Romano de Parker, fue como mortero de pega del primer túnel, construido un río navegable; El túnel de albañilería de 400 metros de largo, bajo el río Támesis entre Totherhithe y Wapping se efectuó entre 1825 y 1843.

- Año 1819. En el Canal Erie, se usa Cemento Natural.

El primer granuzo de cemento natural, fue la construcción del canal Erie, que conecta el gran lago con el río Hudson.

Al excavar ciertas porciones o tramo del canal que conectaba a Roma con Ciracusa, se encontró que el material de construcción era una caliza, que contenía alrededor de un 30 % de arcilla.

Sobre la base de este descubrimiento de los arqueólogos y luego de considerable investigación y experimentación, hecha por Canvass White, que era el ingeniero supervisor del proyecto del canal Erie, que había viajado a Inglaterra para estudiar los materiales, construcción y diseños de canales; llego a la conclusión que para producir cemento natural, era preciso tener la piedra con los contenidos de caliza y arcilla indicados y luego, era suficiente con machacarla, calcinarla y molerla. La primera calcinación del material, se efectuó en un gran horno en Sullivan New York, en el invierno de 1818-1919, este cemento producido, fue usado en el canal en el año siguiente.

Canvass White obtuvo una patente para el cemento natural en 1820.

- Año 1824 Es Patentado El Cemento Portland.

Joseph Aspdin, un albañil de Leeds, Inglaterra, obtuvo la patente 5022 en Octubre 21 de 1824, para lo que él, llamaba cemento Portland a causa del parecido de las piedras de dicho lugar.

Del proceso descrito en la petición de patente se hace evidente que ese cemento, no era muy diferente de cualquier otro cemento artificial de su tiempo.

Además, no contenía la proporción necesaria de cal y arcilla, para ser considerado un cemento Portland, según la definición actual y no estaba cochrado a una temperatura lo suficientemente alta (1400 ° C) para producir la clinkerización de los materiales, este último requerimiento fue universalmente reconocido a partir de 1840.

Por lo dicho, este cemento Portland de Aspdin, actualmente se definiría como una cal hidráulica y no como un cemento hidráulico.

Asdin mantenía el proceso de fabricación de su cemento en el más estricto secreto, rodeándole con una aura de magia y misterio, hacia ingresar a la fabrica materiales ficticios, solamente él cargaba el horno y sus trabajadores se limitaban al manipuleo de los materiales, desconociendo el proceso de fabricación. La planta estaba rodeada de muros de 7 metros de alto y solamente se podía ingresar a través de una oficina, en donde se registraba a la gente a la salida.

- Año 1838 Primer pavimento de Hormigón.

A pesar que los primeros caminos pavimentados (adoquines) fueron construidos en los tiempos de los Romanos, el primer pavimento de hormigón, tal como lo conocemos hoy día, apareció en 1838, cuando se construyo la carretera de Londres a Holyhead, Inglaterra. Se uso cemento Romano (de Parker) mezclado con grava y arenas lavadas.

Este pavimento tenia un ancho de 4,5 metros y 15 centímetros de espesor; una capa de piedra labrada fue colocada sobre el pavimento para que sirviera como carpeta de rodado.

- Año 1854. Primera patente del Hormigón Armado.

A pesar de que la idea de reforzar el hormigón por medio de armadura de acero se menciona por primera vez en un libro publicado en 1830, esto no se pudo realizar hasta 1854, cuando William B. Wilkinson, un constructor de Newcastle, Inglaterra, patento un sistema de armaduras para pisos o pavimentos de hormigón que consistía en una parrilla de barras planas de fierro (pleitea) amarradas entre sí por medio de alambre.

Wilkinson, proporcionaba su patente como un material para pavimentos resistentes al fuego.

- Año 1855 Se usa Cemento Portland en el Hormigón

La primera gran obra en la que se uso el cemento Portland en el hormigón, fue alrededor de 1855, en la construcción del rompe olas de la bahía de Cherburgo, Francia.

En la parte de las fundaciones del rompe olas, el cemento Portland, se usan mezclado con el cemento Medina (un cemento tipo Romano). La razón cemento Medina–Portland fue de 4: 1,75.

La siguiente mayor obra en el que se uso el cemento Portland fue en la construcción de la red de Alcantarillado de Londres que se ejecuto entre los años 1859 – 1867.

- Año 1867 Monier Patenta el Hormigón Armado.

Geon Monier, un jardinero Francés, quien populariza el hormigón armado recibió durante mucho tiempo el crédito de ser el primero en usarlo.

Monier, en un comienzo embebía alambres en el hormigón para formar maceteros y jardineras que fueran

fuertes y durables, para sus flores y arboles; Patenta su proceso en 1867 y en la década de 1870, había obtenido patente para la construcción de hormigón armado de tuberías, estanques, pavimentos, etc. En un muy corto tiempo y ayudado por ingenieros, construyo cerca de un ciento de estanques de hormigón armado para agua y gas, ubicados en todas las regiones de Francia.

- Año 1875. El Castillo Ward.

Debido a que su esposa tenia pánico a los incendios William Ward, un ingeniero mecánico, que vivía en Port Chester, Nueva York decidio construir su casa totalmente de Hormigón armado. Diseñada por el Arquitecto Robert Moock, es la primera estructura habitacional construida de hormigón armado y cuando fue terminada en 1875, toda la gente esperaba impactante el inminente colapso de la llamada locura de Ward , pero pasados los años, recibió un nuevo apelativo de castillo Ward, en alusión al estilo arquitectónico.

Sus pisos, muros, tabiques, cielos y losas son todas de hormigón armado, con vigas doble T de 12 cm; 15 cm y 18 cm. , Dé altura y armaduras en barras de 3/8 de diámetro. El peso total en armaduras fue de 26 toneladas. Actualmente esta casa sigue siendo habitada por la familia Wuard.

- Año 1885. Primera Betonera.

Las actuales betoneras, no fueron desarrolladas hasta finales del siglo XIX, cuando Ernest Ransome invento en 1885, la betonera o amasadora de paletas móviles, que eran esencialmente, un barril de madera fijo con una puerta en la base, con un eje vertical donde estaban montadas las paletas y que eran accionadas por un sistema manual y que estaban ubicado en el tope del eje. Las paletas se podían desplazar, en el momento de descargar el hormigón después del amasado. Otra versión que produjo Ransome, tenía el eje con la paleta inclinado. Diez hombres eran necesarios para abrir las bolsas de cemento, acarrear el material y palearlo dentro de la betonera. El tamaño de las palas o paladas que se cargaban en la betonera eran la forma de medir la proporción de las mezclas o dosificaciones.

- Año 1886. Hormigón Pretensado

La primera patente referido al hormigón pretensado, fue obtenida en 1886 por P. H. Jackson, un ingeniero de San Francisco, California.

El proceso patentado, en esencia, era el mismo método usado hoy y según Jackson, servia para hacer arcos y pavimentos de hormigón armado. Lamentablemente el proceso fracasa, a causa de las bajas tensiones del pretensado, que se podía lograr en la época; produciéndose grietas y retracción en el hormigón.

El hormigón pretensado no fue practico ni factible, hasta que E. Freyssinet de Francia, uso alambres de acero de alta resistencia para el pretensado en 1928.

- Año 1900. Betonera de Tambor Rotatorio.

En el año 1900, el mismo Ernest Ransome abandona la fabricación de betoneras fijas con paletas móviles, a favor de la betonera de tambor rotatorio, que consistía en un octógono de madera de 9 metros de largo y un diámetro de 1,2 metros, que rotaba alrededor de un eje inclinado.

Los materiales pasaban a través del tambor rotario en forma continua, evitándose las paradas para cargar y descargar por el extremo superior y descargando por el inferior desplazándose a lo largo del tambor lentamente.

Su primer gran uso, fue en la construcción del ferrocarril subterráneo del New York (1900), fue desarrollada y fabricada por Ransome y T. L. Smith, sobre la base de que tenia gran ventaja sobre los otros tipos de

betoneras en uso ya que proporcionaba un mejor control de la dosificación, evitaba la segregación de los materiales y tenía mayor producción.

- Año 1902. Rascacielos de Hormigón.

El edificio Ingalls en Cincinnati, de 16 pisos y de 70 metros de alto, fue el primer rascacielos construido en hormigón armado y este material fue elegido por su bajo costo con respecto a las estructuras de acero.

Durante la construcción, muchos ingenieros opinaron que la estructura se colapsaría y un editor de la ciudad, paso varias noches reloj en mano esperando que esto sucediera para dar la noticia. Hoy el edificio aun sigue en pie y en servicio.

- Año 1907. Construcción por Montaje.

Robert H. Aiken, fue uno de los primeros constructores, que fabricaron paños de muros de hormigón, sobre superficies horizontales y luego lo pararon y pusieron en posición.

En 1907, construyo un almacén de 21 x 25 mts. , Y de 5 más. , Dé alto; las paredes de 12,5 cm. , Dé espesor fueron fabricados en hormigón armado, sobre una cama de arena y puestas en posición por medio de un derrick.

Después de fabricadas y fraguadas las piezas; incluso los insertos, se montaban por medio de un motor de 5 HP, conectado por correas a un engranaje elevador de tornillo sinfín, que colgaba del derrick que levantaba y ponía en posición las piezas; una vez montada la pared, era asegurada por piezas de mader. Cada pared era fabricada y montada en un lapso de tres días.

- Año 1908. Casa de hormigón Monolítico de Edison.

Ambicionando los medios para que todos los hombres pudieran tener su propio hogar, Thomas Alva Edison,. En diciembre 22 de 1908 patento un sistema de moldes de acero, que servían para conformar paredes, pisos, ventanas, cajón de escaleras, baños, incluyendo tuberías para la red de agua potable, luz eléctrica y alcantarillada, la casa sé hacia en una sola operación de hormigonado, de allí su nombre de monolítica; 112 casas fueron la primera primera gran obra construida por el contratista Charles Ingersoll, hoy se le conoce como Terraza Ingersoll (Union Nueva Yersey). Según este sistema, para cada casa se requerían 500 moldes diferentes secciones y formas, todas intercomunicadas entre sí, para permitir el hormigonado. Un conjunto de moldes tenía un costo de US\$ 1.200. – y sé requerían solamente 6 horas para montar todos los segmentos del complejo molde, y solamente 6 días, para el hormigonado, curado, fraguado y desmolde. Después del desmoldado, una casa completa, desde el piso hasta la cubierta quedaba lista para ser habitada. Lamentablemente, el sueño de hormigón de Edison nunca llega a ser popular.

- Año 1909. Hormigonado Mezclado en Transito.

El primer hormigón cuyo mezclado se efectúo en transito, se uso en Wyoming, USA, y consistía en un cubo de 1,5 m soportado por un solo eje y montado en una carretera tirada por dos caballos, el agua se agregaba desde un pequeño barril montado a cierta altura, el hormigón se amasaba a medida que los caballos trotaban por las calles, tirando al Dromedario , la descarga era manual.

Lo irónico de todo esto, es que los caballos ayudaron a preparar y suministrar el hormigón para un nuevo edificio para garaje de automóviles; ya que fue el auto, mas particularmente el motor y el camión, los que hicieron posible el rápido desarrollo de la industria del hormigón premezclado y también, obviamente, la desaparición de los caballos de caminos.

- Año 1918. Agregados livianos del hormigón.

Después que se uso escoria, como agregado del hormigón en 1890, a comienzo de este siglo se uso la escoria de alto horno, el uso de agregados livianos no se desarrollo mas, hasta que Stephen Haydn de Kansas City, patento en 1918 el uso de materiales sintéticos expandidos.

El primer gran uso de este material, fue en la construcción del buque- tanque de 7500 toneladas Selma b construido en Mobile, Alabama. El hormigón con agregados livianos llega a ser muy popular rápidamente, ya que proveía un gran aislación termo-acustica, era incomburente, disminuía el peso muerto y por lo tanto rebajaba el monto del acero requerido para las armaduras; Todo esto contribuye al uso del hormigón en edificios, cada vez mas altos, en pisos y elementos más livianos.

- Año 1932. Hormigón Bombeado.

El hormigón empujado a través de tuberías por medio de un compresor de aire fue usado en 1909. Las bombas que empujaban el hormigón a través de tuberías de 18, 20 y 25 cm. , Dé diámetro fueron desarrollados en 1932 y podían transportar el hormigón hasta 700 mts. , Dé distancia y por una producción de 40 m/ hora, pero requerían mucho tiempo y preparación, a causa del gran peso de las tuberías, el hormigón debía ser manipulado por medio de buggys o chutes al termino de las líneas, para el hormigonado, ya que estas eran muy difíciles de manipular.

Las bombas pequeñas, de accionamiento hidráulico, con líneas de tuberías livianas y manuales de 8 cm a 10 cm. , Dé diámetro y todo el conjunto, montado en camiones trailers, fueron desarrollado en la década de 1960; El sistema ha llegado a ser tan manuable que permite llegar con las tuberías directamente a los moldajes para el hormigonado.

- Año 1938. Hormigón con Aire Incorporado

En la década de 1930, en Nueva York; sé comenzó a investigar las formas de reducir las grietas y poros en las superficies de los pavimentos de hormigón, para dicho efecto, sé comenzó a investigar con mezclas de cemento (15 % de cemento natural con 85 % de cemento Portland) esta mezcla resulto ser exitosa. El cemento natural usado fue analizado y se encontró trazas de grasa, después de intensos estudios, se determino que esta grasa, era la causa del aire incorporado en forma de burbujas microscópicas, repartidas uniformemente en

zclas de cementos, sujetos a severos ciclos de hielo y deshielo y ambientes salobres y agresivos. Las mezclas usadas fueron cemento portland con un 0,05 % de esterato de aceite de pescado y cemento portland con un 0,05 % de aciet de resina de madera. Los resultados fueron exitosos.

El aire incorporado, demostró ser un ingrediente efectivo contra el hielo y la disposición de sales y se aumento la impermeabilidad y la adherencia con las armaduras.

De este modo, en 1940, la ASTM, desarrollaba y publicaba las especificaciones para el aire incorporado.

Así, hoy en día, los aditivos incorporadores de aire, han llegado a ser un requerimiento común, para todos los hormigones marinos.

- Año 1939. Embarcaciones de Ferrocemento.

El mortero de cemento, reforzado por medio de una armadura de malla de alambres, fue usado primero por el francés Joseph Lambot, en 1848, para la construcción de dos lanchones. La técnica permaneció largo tiempo abandonada, sin desarrollarse y totalmente desconocida; hasta que en 1939, el notable Arquitecto e Ingeniero

Italiano Pier Luigi Nervi, redescubrió y promocionó este mortero de cemento arena, reforzado con armaduras compuestas por barras de pequeño diámetro, montadas sobre mallas de alambre, dándole un nuevo nombre, Ferro-cemento.

Cuatro años más tarde, en 1943; construyó tres pequeños buques para la armada Italiana; estos patrulleros resultaron bastante buenos, lo que promocionó bastante el material llegando a ser hoy, uno de los más populares, para la construcción de embarcaciones pequeñas en países como Inglaterra, Australia e Italia.

Después de la guerra, Nervi fue pionero, en el uso de Ferro-cemento, en elementos estructurales arquitectónicos prefabricados, como ser las bóvedas cascaras.

En Chile, en la década de 1920, para la construcción del muelle de Quintero, se usaron dos lanchones de mortero (según la técnica de Lambot) para el transporte de rocas, desde la cantera a la obra. Finalizada la obra, estos lanchones se hundieron y aun permanecen a pique, a la cuadra del varadero de Isesa.

- Año 1950. Aditivo Reductor de Agua.
- Año 1964. Hormigón Reforzado con Fibras de Acero.

Es un hormigón al que se le ha adicionado ex-profeso en toda su masa, una cierta proporción de fibras de acero relativamente finas y cortas.

Estas fibras de acero, proveen al hormigón de resistencia al impacto, fatiga y abrasión, además, inhiben la formación de grietas.

Las fibras son de dimensiones que oscilan entre 0,025 a 0,75 mm. , Dé diámetro y longitudes que oscilan entre 1,9 a 7,5 cm. , El monto de fibras a adicionar es de un 2 % en volumen.

- Año 1970. Aditivo Superplastificante.
- Año 1975. Hormigón reforzado con fibras de plástico.

Este sistema se desarrolló en Suiza y consiste en agregar a la masa de hormigón, fibras de polipropileno en la proporción de 0,96 kg./m³, las propiedades, dimensiones y funciones son las mismas que al agregar fibras de acero.

TERMINOLOGIA MARITIMA

ACERO, PREPARACION Y LIMPIEZA PARA PINTAR

Diversos institutos han establecido normas, las conocidas es la del STEEL STRUCTURAL PAINTING COUNCIL SSPC (USA) y la equivalencia con las normas ICHA, son las siguientes:

METODO	SSPC	ICHA
Limpieza con solventes	SP-1	Limpieza con solvente
Limpieza manual	SP-2	Limpieza Manual
Limpieza motriz	SP-3	Limpieza Motriz
Limpieza con llama y Escobillado	SP-4	Limpieza con llama
Chorro abrasivo metal blanco	SP-5	Arenado grado 1
Chorro Abrasivo comercial	SP-6	Arenado grado 2
Chorro Abrasivo Brush Off	SP-7	Arenado 3

Decapado	SP-8	Decapado
Exposición ambiental- Chorro Abrasivo	SP-9	-----
Chorro Abrasivo casi blanco	SP-10	Arenado grado 4

ARRASTRADERO

Astillero, atracadero.

BASES ADMINISTRATIVAS

Documento que regula el contrato y en el cual se especifica la manera de resolver situación a futuro, como son aumentos de obra, disminución de obras, garantías, termino anticipado del contrato, etc.

BERMA

Franja de 1,5 m, de ancho y largo igual al perímetro de la obra, se ubica al pie de la misma.

BORDA COSTERO DEL LITORAL

BOTADERO

BOYARIN

BOYAS

BORDA DE

Arista exterior del coronamiento del muro.

BUZO COMERCIAL

Buzo que posee esta categoría, acreditada mediante una matricula otorgada por DIRECTEMAR. Son los únicos autorizados para trabajar en faenas submarinas.

CAPITANIA DE PUERTO

CAÑERIAS

CALADO

Distancia vertical máxima, entre la quilla de una embarcación y la superficie del agua; variable con la carga embarcada.

CALADO AUTORIZADO

Máximo calado, conque la autoridad marítima permite el atraque normal de un barco de sitio.

CONCESION DE PLAYA Y FONDO DE MAR

Autorización de uso de una porción de playa y fondo de mar, por una cantidad de tiempo determinada. Se materializa por medio de un Decreto Supremo del Ministerio de Defensa. Subsecretaría de Marina.

CONTRATO DE CONSTRUCCION

Acuerdo protocolizado, en el cual dos personas naturales o jurídicas, se obligan para construir una obra. Una, el mandante, financiara la obra. La otra, el contratista, ejecutara la obra.

CONTRATO DE. TIPOS DE

Pueden ser de tres tipos:

- **SUMA ALZADA**, en este caso el contratista ejecutara la obra, por una suma determinada de dinero.
- **SERIE DE PRECIOS**, en este caso el contratista ejecutara la obra por los valores pactados, en los precios unitarios de cada partida del presupuesto y en el monto de los valores cubicados, una vez ejecutadas las partidas.
- **ADMINISTRACION DELEGADA**, en este caso el contratista recluta al personal, compra los materiales y arrienda el equipo a nombre del mandante a cambio de un honorario.

CORTE SUBMARINO – OXIARC

Sistemas de corte, en que se ocupa electrodos tubulares revestidos con cerámica, una porta electrodo aislado y provisto de manguera y mando de oxígeno. La energía es corriente continua, una vez establecido el arco se forma una campana de oxígeno para producir el corte del metal.

CORROSION

Fenómeno galvánico, que afecta al acero en ambiente marino. En que el agua de mar actúa como electrolito y una zona de la estructura se torna catódica a través del electrolito. Esta transferencia de electrones da inicio a la desintegración del acero.

CORROSION. SISTEMAS DE PROTECCION

Son de tres tipos:

- **PROTECCION ACTIVA**, por medio de ánodos de sacrificio. En la estructura a proteger se colocan ánodos de zinc (100% pureza), que se desintegran en un periodo de, vida útil predeterminado en el diseño del sistema.
- **PROTECCION PASIVA**, consiste en un recubrimiento de masilla epoxica o una pintura con propiedades especifica (ej. , Antifouling). Estos sistemas también se deben diseñar y especificar.
- **RECAMBIO DE ELEMENTOS**, cuando la destrucción o desintegración, esta muy avanzada, se diseña este sistema o una combinación entre ellos.

CRIADERO ARTIFICIAL

CRIADERO ARTIFICIAL FLOTANTE

CHAZA

DARSENA

DEFENSA

DERROCAMIENTO

Extracción de roca natural o enrocados artificiales, por medio de faenas submarinas.

DIQUE

Muro o terraplén, hecho para interceptar las aguas.

DIQUE FLOTANTE

Artefacto naval que consiste en una estructura rectangular provisto de dos paredes laterales, que puede sumergirse a voluntad, inundando los estanques de las paredes y fondo. Cuando el fondo del dique esta mas abajo que la quilla del barco, empieza a subir y al hacerlo, lleva adentro al buque que hay que reparar.

DIQUE DE MAREA

Son contruidos en sitios con gran amplitud de marea y son estas, las que se colocan al buque en la encamada, lo que dejan en seco y luego, lo hacen flotar nuevamente.

DIQUE SECO

Rebaje rectangular, cubierto de mampostería, que se cierra por el lado del mar, por medio de la compuerta-buque . El buque entra al dique cuando esta lleno de agua, se cierra la compuerta y por medio de bombas, se vacía el agua y el dique queda seco, con el buque montado en la encamada en donde descansara la quilla, completándose con vigas laterales, que van de los costados a las paredes del dique y se llaman picaderos. Para sacar el barco a flote, se abre la compuerta y ya puede salir el buque.

DIRECTEMAR

Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de la Armada.

DOCUMENTO CERO

Cotización de las futuras obras, que contiene la información necesaria para redactar el contrato de construcción.

DOLOS

Elemento prefabricados de hormigón tiene la forma de una doble T o H, con una de sus ramas girada 90° respecto de la otra. Tienen el mismo uso que los tetrapodos Los vientos y su medición, ciclones y tifones. Las nubes y las precipitaciones y el ciclo del agua de la naturaleza y las acciones reciprocan entre el agua y el mar es decir la influencia de los océanos sobre el clima y la influencia sobre el mar sobre el tiempo.

2.1.2. – MOVIMIENTO DEL MAR

Es el estudio de las corrientes, olas y mareas. Respecto a las corrientes, se preocupa sobre su clasificación, ya que pueden ser aperiodicas, de densidad, de deriva de pendientes y periódicas. Además, estudia las repercusiones sobre el clima y las consecuencias litorales y lo más importante, la utilización de energia de las corrientes.

El estudio del oleaje, se preocupa de analizar, observar y registrar el oleaje; para poder determinar el origen, energía, propagación y previsión del oleaje, con el fin de conocer la influencia del litoral sobre el oleaje y así mismo, la acción del oleaje sobre las costas, y lo más importante, la utilización de la energía del oleaje. Determinación de la Ola de Diseño.

Estudio de las mareas; Comprende la observación y medidas de las mareas, para determinar las mareas en la costa y las corrientes de mareas y su consecuencia. Otros movimientos ondulatorios como ser los Tsunamis u ondas de energías solitarias y el aprovechamiento de las energías de las mareas.

2.1.3. – PROPIEDADES FISICAS DEL AGUA DE MAR;

Es el estudio de:

Equilibrio térmico de los océanos, es decir, la variación de temperatura producida por el tiempo, profundidad, latitud y longitud.

Salinidad y densidad, tanto en la superficie, su distribución y diagramas y temperaturas – salinidad.

Aprovechamiento de la energía térmica de los mares.

Propagación de las ondas sonoras y su aplicación en los sondeos acústicos.

Propagación de las radiaciones luminosas y sus aplicaciones ópticas y en fotografía; además, del estudio de la luz en el ciclo biológico.

Los hielos del mar; Estudia la banca polar y los aisbert y las propiedades físicas del hielo mismo, como ser, punto de fusión, densidad, temperatura y la provisión de agua dulce que significa.

2.1.4. – ESTUDIO DE MAQUETAS A ESCALA DE FUTURAS OBRAS

2.2– OCEONOLOGIA GEOLOGICA

Su campo de acción es el estudio, análisis, sondeos y evaluación de las distintas capas que conforman el subsuelo marino, con el fin de aprovechar las riquezas yacientes.

Para su estudio se habla de:

2.2.1– COSTAS Y FONDOS MARINOS:

Que es el estudio del litoral desde el punto de vista de la erosión marina, las costas rocosas, playas y cordones litorales. Análisis de la plataforma continental y estudio de las formas del terreno de fondo oceánico.

2.2.2– DOPOSITOS MARINOS:

Es el estudio del origen de los sedimentos marinos y se clasifican en:

Deposito litorales, como ser ciertos rodados, gravas y arenas, el cieno y la arena calcárea y el cieno calizo.

Depósitos Profundos, como ser arrecifes de coral, etc.

Depósitos subsuelo marino, como ser el petróleo y gas.

2.2.3– INDUSTRIA PETROLIFERA:

En forma muy somera, para la extracción del petróleo, se deben cumplir las siguientes etapas:

Exploración, por medio de satélite y luego por medio de barcos de exploración que están provistos de toma

muestras de fondo marino, el geólogo marino, puede preparar un plano geológico; del cual se eligen las zonas de exploración; las cuales son efectuadas por medio de plataformas de perforación, en caso de encontrarse petróleo, el pozo se ciega y se reemplaza la plataforma, por una plataforma de producción la cual reabre el pozo, lo infunda y comienza la extracción y el bombeo a tierra del crudo, por medio de un oleoducto; la mayor parte del trabajo, se hace por medio de busos y fácil es comprender, el gran porcentaje de incertidumbre de las exploraciones y el alto costo de las mismas.

2.3- OCEANOLOGIA QUIMICA

Su campo de acción es el estudio, observación, análisis y proyección de todos los fenómenos que cambian la constitución molecular de sus participantes y que ocurren en el mar. Podemos definirla como el estudio del agua de mar su constitución química y sus aplicaciones industriales.

2.3.1- COMPOSICION DEL AGUA DEL MAR;

Es el estudio de:

Calculo de la salinidad a partir de la clorinidad.

Materiales constituyentes del agua de mar, como ser: Cloruro de Sodio, Magnesio, Potasio, Estroncio, Hierro Manganeseo, Cobre, Sílice, Radio, Carbono, Nitrógeno y Fósforo.

Origen de los elementos disueltos en el agua de mar

Gases disueltos en el agua de mar; Como ser oxígeno, nitrógeno, gas carbónico, ion hidrogeno, variaciones del PH.

Agua de mar artificial.

Corrosión Galvánica y formas y medios de prevenirlas.

2.3.2- INDUSTRIAS QUIMICAS DEL MAR;

Es el estudio de la extracción y aprovechamiento de:

Sal marina, ya sea de salinas o minas de sal.

Magnesio, Potasio, Bromo, Manganeseo y Oro.

2.3.3- PROTECCION CATODICA PARA PREVENIR LA CORROSION PUEDE POR ANODO DE SACRIFICIO O POR CORRIENTE IMPUESTA.

2.4- OCEANOLOGIA BIOLOGICA

Es el estudio de la vida en el mar y podemos hacer la siguiente clasificación:

2.4.1- LA VIDA EN EL MAR ABIERTO (Los seres Pelágicos) y Estudia:

Plantón, tanto vegetal, animal y permanente, también los métodos para la pesca y su estudio.

Los Gigantes de la Fauna Pelágica; Cefalopodos y cetaceos.

Los grandes peces pelágicos; los escualos y sus peces pilotos. Los atunes y sus migraciones, el arenque, el mero, el salmón.

2.4.2– LA VIDA SOBRE LOS FONDOS SUBMARINOS (Seres Ventiscos)

Pinnipedos, como ser focas, morsas, lobos marinos y el resto de los mamíferos anfibios.

Aves marinas, tanto capacitadas para el vuelo, como las gaviotas, cormoranes, alcatraces, etc.. Aves que no pueden volar: pingüinos.

Reptiles, peces y artrópodos; Reptiles: tortugas marinas, peces: congrios; Artropodos: Los crustaceos.

2.4.3– LA VIDA SOBRE LAS FACIES ROCOSAS:

Como ser los líquenes, algas, lapas, mejillones, los peces de roca y los corales.

2.4.4 LA VIDA DE, LOS FONDOS BLANDOS (arena y limo).

Estudia los vegetales de los fondos blandos, las conchas, las ostras, los gusanos marinos, las esponjas y los peces de la arena.

2.4.5– INDUSTRIA PESQUERA;

Es la tecnología para la extracción y procesamiento de la captura para el consumo humano y alimentación animal.

2.4.6– ACUICULTURA;

Es la siembra o reproducción, cultivo, desarrollo, mejoramiento, extracción y procesamiento de productos marinos, desarrollados en granjas o factorías marinas.

EL PUERTO DE CARTAGO

En la costa baja y arenosa, con el trabajo de miles de esclavos, se había excavado un gran canal, en forma de corona circular, de un diámetro exterior de 325 metros. A lo largo de la circunferencia externa amurallada se ocultaban 220 dársenas separados.

Una amplia galería de arcos sostenidas por columnas y por muros resguardaba los diques e impedía, completamente que se viera desde el mar o desde la ciudad el interior del puerto. Nadie podía saber lo que ocurría allí adentro si la flota estaba anclada o había salido a una mistó.

El Cothon , que significaba La copa , era un islote redondo que formaba el centro de este puerto, y allí se levantaba el alcázar fortificado del Gran Almirante. Con toques de trompetas los oficiales dirigían desde ese lugar, el trabajo de los grupos de obreros y empleados del puerto. Desde la alta torre del alcázar, se podían avistar desde lejos las naves que se aproximaban.

A traves de un estrecho canal, se pasaba del puerto militar al puerto mercantil, el que estaba formado por una dársena rectangular de 426 metros de largo por 324 metros de ancho. Y ambos comunicaban por otro canal, que en casos necesarios, se cerraba rápidamente con cadenas.

5600 años AC, en Yugoslavia.

Recientes excavaciones en los bancos junto al río Danubio en Lepenski– Vir Yugoslavia, indican que los pescadores y cazadores de la Edad de Piedra que vivieron alrededor del año 5600 AC, usaban una forma o especie de hormigón en el piso de sus chozas. El radier o piso descubierto, es de forma trapezoidal, con un agujero en el centro, presumiblemente para hacer fuego; Esta construido por la compactación de una capa de hormigón de 25 cm. , Espesor, sobre una base de yeso compactado (anhidrita). Los análisis muestran que una caliza roja, que se encuentra a mas de 300 kilómetros de distancia, fue mezclada con arena grava y agua para producir él más antiguo hormigón que se conoce.

- 180 años AC. Los Romanos usan el hormigón.

Un hormigón sobre la base de cemento natural fue usado el año 180 AC, para la construcción del sistema o red o alcantarillado de la ciudad de Roma, la llamada Cloaca Máxima . Un hormigón hecho con puzolana o cemento hidráulico fue desarrollado por los Romanos alrededor del año 75 AC. Fue primero en la edificación del teatro de Pompeya, en el año 55 AC, y en los baños públicos de Roma en el año 27 AC. El cemento era una mezcla de cal, unas cenizas volcánicas rojas, con un contenido alto de sílice y almunia, que se extraían cerca de pozzuoli, Italia, de aquí el nombre, cemento puzolanico, que a diferencia de los usados anteriormente, este podía fraguar y endurecerse bajo el agua.

- 100 años DC. Se Revoluciona la Construcción.

Alrededor del siglo I DC, el cemento de cal y puzolana había revolucionado el arte de construir, pues hasta ese momento los grandes muros, pisos y cielos, eran considerados elementos o entidades separadas e independientes entre sí, que se amarraban, solo al ponerse en obra, (tal como se hubiesen sido de madera).

PUERTOS DE CESARIA MARITIMA

El rey... supero a la naturaleza .

Escribió el historiador Judío F

cadadas en el fondo de arena, un mortero hidráulico se colocaba en la doble pared perimetral del moldaje. Los trabajadores llevaban el hormigón en canastos. Una vez terminado el hormigonado se llenaba con piedras.

Con el hormigón de cemento puzolamico, una estructura monolítica fue posible y por consiguiente nuevas formas de construcción y de estructura, fueron descubiertas y desarrolladas: Arcos, Bovedas, Cupulas, Domos y muros más delgados o de menor espesor.

El coliseo Romano, fue edificado por Vespaciano y Tito, alrededor del año 80 DC, fue construido con un hormigón liviano, se uso cemento puzolamico y piedras pómez chancadas, como agregado grueso.

- 200 años DC, La Basílica de Constantino, las fundaciones del edificio del foro y el panteón con su domo de 43 metros de diámetro fueron construidos por los Romanos en la segunda centuria DC.

Con respecto al Panteón se uso un rango de agregado en el hormigón que oscila de, Basalto pesado en las fundaciones y bajo los muros, hasta piedras pómez en la cúpula del Domo. La estructura entera existe hoy en su forma original, excepto por detalles de ornamentación aplicada.

Los edificios mencionados, se conservan intactos hasta hoy y son considerados los más antiguos construidos en hormigón.

- 500 años DC. El Ocaso Del Imperio y del Hormigón.

Los Romanos usaron el Hormigón, hasta los confines más lejanos del Imperio, pero al declinar este, las construcciones de hormigón también entraron en un período de decadencia hasta desaparecer totalmente y olvidarse su tecnología, al punto a que todo ha debido ser redescubierto.

- 1121 años DC. Abadía de Reading.

En Inglaterra, el hormigón tiene una reaparición con la invasión de los Normandos del Duque Guillermo el Conquistador.

Una de las primeras estructuras de hormigón construidos por los Normandos en las Islas Británicas fue la Abadía de Reading, edificada en el año 1121. Los muros estaban cubiertos o enchapados con piedras sillar, que se conserva hasta hoy, protegiendo lo que efectivamente era un esqueleto de hormigón.

Edad Media.

Durante la edad media, el hormigón casi no se usó, más que nada por desconocimiento de su tecnología; salvo algunos albañiles o maestros constructores de catedrales, que conservaron su conocimiento como un legado secreto propio de un gremio, y solo se usó en las fundaciones de algunas catedrales.

De aquí arrancan de las logias Masónicas (constructores de catedrales). Durante este largo período, los materiales más en boga, fueron la piedra labrada y la madera.

- Año 1756 Faro de Eddystone

El resurgimiento del hormigón comenzó en 1756, cuando John Smeaton fue comisionado para construir el tercer faro en la roca de Eddystone, en las afueras de Cornwall, Inglaterra.

Smeaton había experimentado con varios métodos de manufacturas del cemento. Probablemente el proceso adoptado fue una mezcla de arcilla, caliza azul de Aberthaw y una puzolana importada de Italia. Según Smeaton este cemento producía un mortero que ... puede igualarse con la mejor piedra machacada de Portland en cuanto a solidez y durabilidad. El se refería a una caliza chancada producida por Portland, Inglaterra y esta es la primera vez, que se asocia el material o el nombre, con el cemento y el hormigón.

- Año 1796. Se patenta el Cemento Romano

Muchos de los cementos usados en el siglo XVIII, fueron desarrollados por casualidad y error, produciéndose muchas fallas y anomalías. El primer cemento hidráulico que resultó ser práctico, fuerte, durable y con apariencia de roca, fue producido y comercializado por James Parker de Northfleet, Inglaterra, que patentó lo que se llamaba cemento Romano, en julio 27 de 1796.

Este cemento natural, descubierto como por accidente era hecho o producido, calcinando tierra de calizas y moliendo el clínker resultante para obtener el cemento. En los primeros días, las piedras eran machacadas por niños, usando cajones con cribas o parrillas para darle un tamaño máximo, luego se llevaban en canastos a un horno vertical (alto horno) combustionado por carbón.

Después de tres días, el producto o clínker o piedras calcinadas, era extraído del alto horno y molido en un trapiche accionado por la fuerza del agua, vientos o caballos. Una tonelada de piedra caliza para producir alrededor de 2 toneladas de cemento y de acuerdo con Parker, una razón agua cemento de 2:5, podía producir el mortero más duro y resistente, en el más corto tiempo. (sic)

El uso más destacado del cemento Romano de Parker, fue como mortero de pega del primer túnel, construido un río navegable; el túnel de albañilería de 400 metros de largo, bajo el río Támesis entre Totherhithe y

Wapping se efectuó entre 1825 y 1843.

- Año 1819. En el Canal Erie, se usa Cemento Natural.

El primer granuzo de cemento natural, fue la construcción del canal Erie, que conecta el gran lago con el río Hudson.

Al excavar ciertas porciones o tramo del canal que conectaba a Roma con Siracusa, se encontró que el material de construcción era una caliza, que contenía alrededor de un 30 % de arcilla.

En base a este descubrimiento de los arqueólogos y luego de considerable investigación y experimentación, hecha por Canvass White, que era el ingeniero supervisor del proyecto del canal Erie, que había viajado a Inglaterra para estudiar los materiales, construcción y diseños de canales; llegó a la conclusión que para producir cemento natural, era preciso tener la piedra con los contenidos de caliza y arcilla indicados y luego, era suficiente con machacarla, calcinarla y molerla. La primera calcinación del material, se efectuó en un gran horno en Sullivan New York, en el invierno de 1818–1819, este cemento producido, fue usado en el canal en el año siguiente.

Canvass White obtuvo una patente para el cemento natural en 1820.

- Año 1824 Es Patentado El Cemento Portland.

Joseph Aspdin, un albañil de Leeds, Inglaterra, obtuvo la patente 5022 en Octubre 21 de 1824, para lo que él, llamaba cemento Portland a causa del parecido de las piedras de dicho lugar.

Del proceso descrito en la petición de patente se hace evidente que ese cemento, no era muy diferente de cualquier otro cemento artificial de su tiempo.

Además, no contenía la proporción necesaria de cal y arcilla, para ser considerado un cemento Portland, según la definición actual y no estaba cocido a una temperatura lo suficientemente alta (1400 ° C) para producir la clinkerización de los materiales, este último requerimiento fue universalmente reconocido a partir de 1840.

Por lo dicho, este cemento Portland de Aspdin, actualmente se definiría como una cal hidráulica y no como un cemento hidráulico.

Asdin mantenía el proceso de fabricación de su cemento en el más estricto secreto, rodeándolo con una aura de magia y misterio, hacía ingresar a la fábrica materiales ficticios, solamente él cargaba el horno y sus trabajadores se limitaban al manipuleo de los materiales, desconociendo el proceso de fabricación. La planta estaba rodeada de muros de 7 metros de alto y solamente se podía ingresar a través de una oficina, en donde se registraba a la gente a la salida.

- Año 1838 Primer pavimento de Hormigón.

A pesar que los primeros caminos pavimentados (adoquines) fueron construidos en los tiempos de los Romanos, el primer pavimento de hormigón, tal como lo conocemos hoy día, apareció en 1838, cuando se construyó la carretera de Londres a Holyhead, Inglaterra. Se usó cemento Romano (de Parker) mezclado con grava y arenas lavadas.

Este pavimento tenía un ancho de 4,5 metros y 15 centímetros de espesor; una capa de piedra labrada fue colocada sobre el pavimento para que sirviera como carpeta de rodado.

- Año 1854. Primera patente del Hormigón Armado.

A pesar de que la idea de reforzar el hormigón por medio de armadura de acero se menciono por primera vez en un libro publicado en 1830, esto no se pudo realizar hasta 1854, cuando William B. Wilkinson, un constructor de Newcastle, Inglaterra, patento un sistema de armaduras para pisos o pavimentos de hormigón que consistía en una parrilla de barras planas de fierro (pletina) amarradas entre si por medio de alambre.

Wilkinson, proporcionaba su patente como un material para pavimentos resistentes al fuego.

- Año 1855 Se usa Cemento Portland en el Hormigón

La primera gran obra en la que se uso el cemento Portland en el hormigón, fue alrededor de 1855, en la construcción del rompe olas de la bahía de Cherburgo, Francia.

En la parte de las fundaciones del rompe olas, el cemento Portland, se uso mezclado con el cemento medina (un cemento tipo Romano). La razón cemento Medina–Portland fue de 4 : 1,75.

La siguiente mayor obra en el que se uso el cemento Portland fue en la construcción de la red de Alcantarillado de Londres que se ejecuto entre los años 1859 – 1867.

- Año 1867 Monier Patenta el Hormigón Armado.

Gean Monier, un jardinero Frances, quien populariso el hormigón armado recibio durante mucho tiempo el credito de ser el primero en usarlo.

Monier, en un comienzo embebía alambres en el hormigón para formar maceteros y jardineras que fueran fuertes y durables, para sus flores y arboles; patento su proceso en 1867 y en la decada de 1870, habia obtenido patente para la construcción de hormigón armado de tuberías, estanques, pavimentos, etc.. En un muy corto tiempo y ayudado por ingenieros, construyo cerca de un ciento de estanques de hormigón armado para agua y gas, ubicados en todas las regiones de Francia.

- Año 1875. El Castillo Ward.

Debido a que su esposa tenia panico a los incendios William Ward, un ingeniero mecanico, que vivia en Port Chester, Nueva York decidio construir su casa totalmente de Hormigón armado. Diseñada por el Arquitecto Robert Moock, es la primera estructura habitacional construida de hormigón armado y cuando fue terminada en 1875, toda la gente esperaba impactante el inminente colapso de la llamada locura de Ward , pero pasados los años, recibio un nuevo apelativo de castillo Ward, en alusión al estilo arquitectonico.

Sus pisos, muros, tabiques, cielos y losas son todas de hormigón armado, con vigas doble T de 12 cm,; 15 cm y 18 cm., de altura y armaduras en barras de 3/8 de diametro. El peso total en armaduras fue de 26 toneladas. Actualmente esta casa sigue siendo habitada por la familia Wuard.

- Año 1885. Primera Betonera.

Las actuales betoneras, no fueron desarrolladas hasta finales del siglo XIX, cuando Ernest Ransome invento en 1885, la betonera o amasadora de paletas moviles, que era esencialmente, un barril de madera fijo con una puerta en la base, con un eje vertical donde estaban montadas las paletas y que eran accionadas por un sistema manual y que estaban ubicado en el tope del eje. Las paletas se podian desplazar, en el momento de descargar el hormigón despues del amasado. Otra versión que produjo Ransome, tenía el eje con la paleta inclinado. Diez hombres eran necesarios para abrir las bolsas de cemento, acarrear el material y palearlo dentro de la betonera. El tamaño de las palas o paladas que se cargaban en la betonera eran la forma de medir la proporción de las mezclas o dosificaciones.

- Año 1886. Hormigón Pretensado

La primera patente referido al hormigón pretensado, fue obtenida en 1886 por P. H. Jackson, un ingeniero de San Francisco, California.

El proceso patentado, en esencia, era el mismo metodo usado hoy y según Jackson, servia para hacer arcos y pavimentos de hormigón armado. Lamentablemente el proceso fracaso, a causa de las bajas tensiones del pretensado, que se podia lograr en la epoca; produciendose grietas y retracción en el hormigón.

El hormigón pretensado no fue practico ni factible, hasta que E. Freyssinet de Francia, uso alambres de acero de alta resistencia para el pretensado en 1928.

- Año 1900. Betonera de Tambor Rotatorio.

En el año 1900, el mismo Ernest Ransome abandona la fabricación de betoneras fijas con paletas moviles, a favor de la betonera de tambor rotatorio, que consistia en un octogono de madera de 9 metros de largo y un diametro de 1,2 metros, que rotaba alrededor de un eje inclinado.

Los materiales pasaban a travez del tambor rotario en forma continua, evitandose las paradas para cargar y descargar por el extremo superior y descargarndo por el inferior desplazandose a lo argo del tambor lentamente.

Su primer gran uso, fue en la construcción del ferrocarril subterraneo del New York (1900), fue desarrollada y fabricada por Ransome y T. L. Smith, en base a que tenia gran ventaja sobre los otros tipos de betoneras en uso ya que proporcionaba un mejor control de la dosificación, evitaba la segregación de los materiales y tenia mayor producción.

- Año 1902. Rascacielos de Hormigón.

El edificio Ingalls en Cincinnati, de 16 pisos y de 70 metros de alto, fue el primer rascacielos construido en hormigón armado y este material fue elegido por su bajo costo con respecto a las estructuras de acero.

Durante la construcción, muchos ingenieros opinaron que la estructura se colapsaria y un editor de la ciudad, paso varias noches reloj en mano esperando que esto sucediera para dar la noticia. Hoy el edificio aun sigue en pie y en servicio.

- Año 1907. Construcción por Montaje.

Robert H. Aiken, fue uno de los primeros constructores, que fabricaron paños de muros de hormigón, sobre superficies horizontales y luego lo pararon y pusieron en posición.

En 1907, construyo un almacen de 21 x 25 mts., y de 5 mts., de alto; las paredes de 12,5 cms., de espesor fueron fabricados en hormigón armado, sobre una cama de arena y puestas en posición por medio de un derrick.

Despues de fabricadas y fraguadas las piezas; incluso los insertos, se montaban por medio de un motor de 5 Hp, conectado por correas a un engranaje elevador de tornillo sinfín, que colgaba del derrick que levantaba y ponía en posición las piezas; una vez montada la pared, era asegurada por piezas de mader. Cada pared era fabricada y montada en un lapso de tres dias.

- Año 1908. Casa de hormigón Monolitico de Edison.

Ambicionando los medios para que todos los hombres pudieran tener su propio hogar, Thomas Alva Edison, En diciembre 22 de 1908 patento un sistema de moldes de acero, que servían para conformar paredes, pisos, ventanas, cajón de escaleras, baños, incluyendo tuberías para la red de agua potable, luz eléctrica y alcantarillado, la casa se hacía en una sola operación de hormigonado, de allí su nombre de monolítica; 112 casas fueron la primera gran obra construida por el constratista Charles Ingersoll, hoy se le conoce como Terraza Ingersoll (Union Nueva Jersey). Según este sistema, para cada casa se requerían 500 moldes diferentes secciones y formas, todas intercomunicadas entre sí, para permitir el hormigonado. Un conjunto de moldes tenía un costo de US\$ 1.200.- y se requerían solamente 6 horas para montar todos los segmentos del complejo molde, y solamente 6 días, para el hormigonado, curado, fraguado y desmolde. Después del desmoldado, una casa completa, desde el piso hasta la cubierta quedaba lista para ser habitada. Lamentablemente, el sueño de hormigón de Edison nunca llegó a ser popular.

- Año 1909. Hormigonado Mezclado en Transito.

El primer hormigón cuyo mezclado se efectuó en tránsito, se usó en Wyoming, USA, y consistía en un cubo de 1,5 m soportado por un solo eje y montado en una carreta tirada por dos caballos, el agua se agregaba desde un pequeño barril montado a cierta altura, el hormigón se amasaba a medida que los caballos trotaban por las calles, tirando al Dromedario, la descarga era manual.

Lo irónico de todo esto, es que los caballos ayudaron a preparar y suministrar el hormigón para un nuevo edificio para garaje de automóviles; ya que fue el auto, más particularmente el motor y el camión, los que hicieron posible el rápido desarrollo de la industria del hormigón premezclado y también, obviamente, la desaparición de los caballos de caminos.

- Año 1918. Agregados livianos del hormigón.

Después que se usó escoria, como agregado del hormigón en 1890, a comienzo de este siglo se usó la escoria de alto horno, el uso de agregados livianos no se desarrolló más, hasta que Stephen Hayden de Kansas City, patentó en 1918 el uso de materiales sintéticos expandidos.

El primer gran uso de este material, fue en la construcción del buque- tanque de 7500 toneladas Selma b construido en Mobile, Alabama. El hormigón con agregados livianos llegó a ser muy popular rápidamente, ya que proveía una gran aislación termo-acústica, era incombustible, disminuía el peso muerto y por lo tanto rebajaba el monto del acero requerido para las armaduras; todo esto contribuyó al uso del hormigón en edificios, cada vez más altos, en pisos y elementos más livianos.

- Año 1932. Hormigon Bombeado.

El hormigón empujado a través de tuberías por medio de un compresor de aire fue usado en 1909. Las bombas que empujaban el hormigón a través de tuberías de 18, 20 y 25 cms., de diámetro fueron desarrolladas en 1932 y podían transportar el hormigón hasta 700 mts., de distancia y por una producción de 40 m/ hora, pero requerían mucho tiempo y preparación, a causa del gran peso de las tuberías, el hormigón debía ser manipulado por medio de buggys o chutes al término de las líneas, para el hormigonado, ya que estas eran muy difíciles de manipular.

Las bombas pequeñas, de accionamiento hidráulico, con líneas de tuberías livianas y manuales de 8 cm a 10 cm., de diámetro y todo el conjunto, montado en camiones trailers, fueron desarrollados en la década de 1960; el sistema ha llegado a ser tan manuable que permite llegar con las tuberías directamente a los moldajes para el hormigonado.

- Año 1938. Hormigon con Aire Incorporado

En la década de 1930, en Nueva York; se comenzó a investigar las formas de reducir las grietas y poros en las superficies de los pavimentos de hormigón, para dicho efecto, se comenzó a investigar con mezclas de cemento (

y el estearato de calcio impuro, eran también productores de corpúsculos o burbujas de aire incorporado al hormigón.

Basados en estos casuales y curiosos descubrimientos, acerca del aire incorporado, la United Atlas Cement Co. En 1938, comenzó sus investigaciones con pavimentos experimentales, hechos con diferentes mezclas de cementos, sujetos a severos ciclos de hielo y deshielo y ambientes salobres y agresivos. Las mezclas usadas fueron cemento portland con un 0,05 % de estearato de aceite de pescado y cemento portland con un 0,05 % de acetato de resina de madera. Los resultados fueron exitosos.

El aire incorporado, demostró ser un ingrediente efectivo contra el hielo y la disposición de sales y se aumentó la impermeabilidad y la adherencia con las armaduras.

De este modo, en 1940, la ASTM, desarrollaba y publicaba las especificaciones para el aire incorporado.

Así, hoy en día, los aditivos incorporadores de aire, han llegado a ser un requerimiento común, para todos los hormigones marinos.

- Año 1939. Embarcaciones de Ferrocemento.

El mortero de cemento, reforzado por medio de una armadura de malla de alambres, fue usado primero por el francés Joseph Lambot, en 1848, para la construcción de dos lanchones. La técnica permaneció largo tiempo abandonada, sin desarrollarse y totalmente desconocida; hasta que en 1939, el notable Arquitecto e Ingeniero Italiano Pier Luigi Nervi, redescubrió y promocionó este mortero de cemento arena, reforzado con armaduras compuestas por barras de pequeño diámetro, montadas sobre mallas de alambre, dándole un nuevo nombre, Ferro-cemento.

Cuatro años más tarde, en 1943; construyó tres pequeños botes para la armada Italiana; estos patrulleros resultaron bastante buenos, lo que promocionó bastante el material llegando a ser hoy, uno de los más populares, para la construcción de embarcaciones pequeñas en países como Inglaterra, Australia e Italia.

Después de la guerra, Nervi fue pionero, en el uso de Ferro-cemento, en elementos estructurales arquitectónicos prefabricados, como ser las bóvedas cascaras.

En Chile, en la década de 1920, para la construcción del muelle de Quintero, se usaron dos lanchones de mortero (según la técnica de Lambot) para el transporte de rocas, desde la cantera a la obra. Finalizada la obra, estos lanchones se hundieron y aun permanecen a pique, a la cuadra del varadero de Isesa.

- Año 1950. Aditivo Reductor de Agua.
- Año 1964. Hormigón Reforzado con Fibras de Acero.

Es un hormigón al que se le ha adicionado ex-prototipo en toda su masa, una cierta proporción de fibras de acero relativamente finas y cortas.

Estas fibras de acero, proveen al hormigón de resistencia al impacto, fatiga y abrasión, además, inhiben la formación de grietas.

Las fibras son de dimensiones que oscilan entre 0,025 a 0,75 mm., de diámetro y longitudes que oscilan entre

1,9 a 7,5 cm., el monto de fibras a adicionar es de un 2 % en volumen.

- Año 1970. Aditivo Superplastificante.
- Año 1975. Hormigon reforzado con fibras de plastico.

Este sistema se desarrollo en Suiza y consiste en agregar a la masa de hormigón, fibras de polipropileno en la proporción de 0,96 kg/m³, las propiedades , dimensiones y funciones son las mismas que al agrgar fibras de acero.

TERMINOLOGIA MARITIMA

ACERO, PREPARACION Y LIMPIEZA PARA PINTAR

Diversos institutos han establecido normas, las conocidas es la del STEEL STRUCTURAL PINTING COUNCIL SSPC (USA) y la equivalencia con las normas ICHA, son las siguientes:

METODO	SSPC	ICHA
Limpieza con solventes	SP-1	Limpieza con solvente
Limpieza manual	SP-2	Limpieza Manual
Limpieza motriz	SP-3	Limpieza Motriz
Limpieza con llama y Escobillado	SP-4	Limpieza con llama
Chorro abrasivo metal blanco	SP-5	Arenado grado 1
Chorro Abrasivo comercial	SP-6	Arenado grado 2
Chorro Abrasivo Brush Off	SP-7	Arenado 3
Decapado	SP-8	Decapado
Exposicion ambiental- Chorro Abrasivo	SP-9	-----
Chorro Abrasivo casi blanco	SP-10	Arenado grado 4

ARRASTRADERO

Astillero, atracadero.

BASES ADMINISTRATIVAS

Documento que regula el contrato y en el cual se especifica la manera de resolver situacion a futuro, como son aumentos de obra, disminucion de obras, garantias, termino anticipado del contrato, etc.

BERMA

Franja de 1,5 m., de ancho y largo igual al perimetro de la obra, se ubica al pie de la misma.

BORDA COSTERO DEL LITORAL

BOTADERO

BOYARIN

BOYAS

BORDA DE

Arista exterior del coronamiento del muro.

BUZO COMERCIAL

Buzo que posee esta categoría, acreditada mediante una matrícula otorgada por DIRECTEMAR. Son los únicos autorizados para trabajar en faenas submarinas.

CAPITANIA DE PUERTO

CAÑERIAS

CALADO

Distancia vertical máxima, entre la quilla de una embarcación y la superficie del agua; variable con la carga embarcada.

CALADO AUTORIZADO

Máximo calado, con que la autoridad marítima permite el atraque normal de un barco de sitio.

CONCESION DE PLAYA Y FONDO DE MAR

Autorización de uso de una porción de playa y fondo de mar, por una cantidad de tiempo determinada. Se materializa por medio de un Decreto Supremo del Ministerio de Defensa. Subsecretaría de Marina.

CONTRATO DE CONSTRUCCION

Acuerdo protocolizado, en el cual dos personas naturales o jurídicas, se obligan para construir una obra. Una, el mandante, financiará la obra. La otra, el contratista, ejecutará la obra.

CONTRATO DE . TIPOS DE

Pueden ser de tres tipos:

- **SUMA ALZADA**, en este caso el contratista ejecutará la obra, por una suma determinada de dinero.
- **SERIE DE PRECIOS**, en este caso el contratista ejecutará la obra por los valores pactados, en los precios unitarios de cada partida del presupuesto y en el monto de los valores cubiertos, una vez ejecutadas las partidas.
- **ADMINISTRACION DELEGADA**, en este caso el contratista recluta al personal, compra los materiales y arrienda el equipo a nombre del mandante a cambio de un honorario.

CORTE SUBMARINO – OXIARC

Sistemas de corte, en que se ocupa electrodos tubulares revestidos con cerámica, un porta electrodo aislado y provisto de manguera y mando de oxígeno. La energía es corriente continua, una vez establecido el arco se forma una campana de oxígeno para producir el corte del metal.

CORROSION

Fenómeno galvánico, que afecta al acero en ambiente marino. En que el agua de mar actúa como electrolito y

una zona de la estructura se torna catodica a traves del electrolito. Esta transferencia de electrones da inicio a la desintegración del acero.

CORROSION. SISTEMAS DE PROTECCION

Son de tres tipos:

- **PROTECCION ACTIVA**, por medio de anodos de sacrificio. En la estructura a proteger se colocan anodos de zinc (100% pureza), que se desintegran en un periodo de, vida util predeterminado en el diseño del sistema.
- **PROTECCION PASIVA**, consiste en un recubrimiento de masilla epoxica o una pintura con propiedades especifica (ej., Antifouling). Estos sistemas tambien se deben diseñar y especificar.
- **RECAMBIO DE ELEMENTOS**, cuando la destruccion o desintegracion, esta muy avanzada, se diseña este sistema o una combinación entre ellos.

CRIADERO ARTIFICIAL

CRIADERO ARTIFICIAL FLOTANTE

CHAZA

DARSENA

DEFENSA

DERROCAMIENTO

Extraccion de roca natural o enrocados artificiales, por medio de faenas submarinas.

DIQUE

Muro o terraplen, hecho para interceptar las aguas.

DIQUE FLOTANTE

Artefacto naval que consioste en una estructura rectangular provisto de dos paredes laterales, que puede sumergirse a voluntad, inundando los estanques de las paredes y fondo. Cuando el fondo del dique esta mas abajo que la quilla del barco, empieza a subir y al hacerlo, lleva adentro al buque que hay que reparar.

DIQUE DE MAREA

Son contruidos en sitios con gran amplitud de marea y son estas, las que se colocan al buque en la encamada, lo que dejan en seco y luego, lom hacen flotar nuevamente.

DIQUE SECO

Rebaje rectangular, cubierto de mamposteria, que se cierra por el lado del mar, por medio de la compuerta-buque . El buque entra al dique cuando esta lleno de agua, se cierra la compuerta y por medio de bombas, se vacia el agua y el dique queda seco, con el buque montado en la encamada en donde descansara la quilla, completandose con vigas laterales, que van de los costados a las paredes del dique y se llaman picaderos. Para sacar el barco a flote, se abre la compuerta y ya puede salir el buque.

DIRECTEMAR

Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de la Armada.

DOCUMENTO CERO

Cotización de las futuras obras, que contiene la información necesaria para redactar el contrato de construcción.

DOLOS

Elemento prefabricados de hormigón tiene la forma de una doble T o H, con una de sus ramas girada 90° respecto de la otra. Tienen el mismo uso que los tetrapodos.

DOP

Dirección de Obras Portuarias, dependiente del MOP. Órgano rector y normalizador en lo que a obras de protección y regularización de litorales se refiere.

DRAGADO

Obra marítima, en la que mediante barcos adecuados, llamados DRAGAS, se retira el material de embarcamiento de los puertos, con el fin de recuperar el calado de diseño, estas obras se denominan DRAGADO DE CONSTRUCCIÓN.

Cuando se retira el material de embarcamiento, para adecuar el fondo para las fundaciones de una futura obra, se denomina DRAGADO DE CONSTRUCCIÓN.

DRAGA EDUARDO ERLANDSEN

Draga con cabezal cortador, estacionaria, opera con gangiles.

DRAGA ERNESTO PINTO LAGARRIGUE

Draga de succión en marcha, autopropulsada con una cantara de 700 m³, descarga por el fondo.

DRAGA JORGE LIRA ORREGO.

Draga de cachos o cangilones, estacionaria, opera con gangiles para transportar el material a botadero.

DUQUE DE ALBA

(Dolphin, en inglés). Estructura de amarre y defensa para naves, se instalan como islas, separadas de la costa a la cual sirven. Están constituidos fundamentalmente por un haz de pilotes, unidos en su extremo superior por un dado de hormigón en el cual se instala una bita y una defensa.

EMBARCACION MENOR

EMBARCADERO

Dispositivo destinado al embarque, desembarque de personas o efectos, de botes o naves pequeñas. Pueden ser independientes o formar parte de un muelle, en este caso se le llama CHAZA; fundamentalmente están

constituidos por escalas.

ESCOLLERA

Obra formada por varias capas de rocas, la capa superior o coraza, puede estar constituida por rocas de gran tamaño o elementos prefabricados de hormigon. Su fin es servir de base a muelles o proteger otra obra, contra la accion del oleaje o corrientes.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Documento redactado de acuerdo con el presupuesto y en el cual se detallan las partidas, sus alcances, materiales, formas de medicion y de pago, etc.

ESPIGON

Obra maciza que se construye en las costas o margenes de los rios, con direccion oblicua o perpendicular a la corriente, con el fin de provocar la sedimentacion del material que transportan y evitar la erosion.

ESTUDIO DE MAQUETA

Representacion a escala de la obra, incluso el tiempo, por lo cual tres meses de estudio, equivalen a 20 o 30 años de tiempo real, según la escala elegida.

.

DOP

Dirección de Obras Portuarias, dependiente del MOP. Organo rector y normalizador en lo que a obras de protección y regularización de litorales se refiere.

DRAGADO

Obra marítima, en la que mediante barcos adecuados, llamados DRAGAS, se retira el material de embarcamiento de los puertos, con el fin de recuperar el calado de diseño, estas obras se denominan DRAGADO DE CONSTRUCCION.

Cuando se retira el material de embarcamiento, para adecuar el fondo para las fundaciones de una futura obra, se denomina DRAGADO DE CONSTUCCION.

DRAGA EDUARDO ERLANDSEN

Draga con cabezal cortador, estacionaria, opera con gánguiles.

DRAGA ERNESTO PINTO LAGARRIGUE

Draga de succión en marcha, autopropulsada con una cantara de 700 m3, descarga por el fondo.

DRAGA JORGE LIRA ORREGO.

Draga de capachos o cangilones, estacionaria, opera con gánguiles para transportar el material a botadero.

DUQUE DE ALBA

(Dolphin, en ingles). Estructura de amarre y defensa para naves, se instalan como islas, separadas de la costa a la cual sirven. Están constituidos fundamentalmente por un haz de pilotes, unidos en su extremo superior por un dado de hormigón en el cual se instala una bita y una defensa.

EMBARCACION MENOR

EMBARCADERO

Dispositivo destinado al embarque, desembarque de personas o efectos, de botes o naves pequeñas. Pueden ser independientes o formar parte de un muelle, en este caso se le llama CHAZA; fundamentalmente están constituidos por escalas.

ESCOLLERA

Obra formada por varias capas de rocas, la capa superior o coraza, puede estar constituida por rocas de gran tamaño o elementos prefabricados de hormigón. Su fin es servir de base a muelles o proteger otra obra, contra la acción del oleaje o corrientes.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Documento redactado de acuerdo con el presupuesto y en el cual se detallan las partidas, sus alcances, materiales, formas de medición y de pago, etc.

ESPIGON

Obra maciza que se construye en las costas o márgenes de los ríos, con dirección oblicua o perpendicular a la corriente, con el fin de provocar la sedimentación del material que transportan y evitar la erosión.

ESTUDIO DE MAQUETA

Representación a escala de la obra, incluso el tiempo, por lo cual tres meses de estudio, equivalen a 20 o 30 años de tiempo real, según la escala elegida.

SEGUNDA PARTE.

OBRAS DE RIEGO.

CAPITULO 1.- CONCEPTO DE AFOROS.

1.1.- Concepto de Aforo.

Se denomina aforo al calculo necesario para conocer un caudal Q. Puede ser motivo de aforo el caudal que circula en un arroyo, manantial, pozo, canal, etc.

En síntesis, siempre dependerá este caudal de la sección de salida del agua y de la velocidad media de la misma.

Según los casos particulares de cada una de estas fuentes, el aforo podrá efectuarse de distinta forma; por ejemplo, en una fuente de caída libre del agua, lo mas practico e idóneo es disponer de un recipiente de capacidad conocida, y cronometrar el tiempo que tarda en llenarse.

Efectuada esta operación varias veces, se tomara la media. Si dividimos el volumen por el tiempo empleado

en llenarse, en segundos, obtendremos el caudal Q/s.

1.2.– Aforo de Pozos.

Para aforar el agua de un pozo se precisa un grupo moto-bomba, el cual trabajara hasta dejar el pozo agotado. A partir de aquí se tendrá en cuenta el tiempo transcurrido hasta que adquiera el agua su nivel normal. Entonces se procede a extraer nuevamente el agua, cubicándose su volumen.

El calculo es elemental: Si suponemos que necesito dos horas para su total restablecimiento, y el agua extraída es de 4 m³, el caudal Q/s será:

Una hora = 3.600 segundos

Si en 3.600 segundos se extraen 2.000 litros

en un segundo se extraerán X litros.

$X = 2.000 : 3.600 = 0,55$ litros.

1.3.– Aforo de un Canal o Acequia.

Para aforar el caudal de agua que circula por un canal o acequia, se emplean principalmente dos sistemas. Cuando no es necesaria una gran exactitud en el resultado por interesar solo el conocimiento aproximado del caudal, este puede obtenerse de la siguiente forma:

Se escoge un trozo de acequia cuya sección no haya sido muy erosionada y este lo mas uniforme posible de fondo y caras laterales. Este trozo puede ser de cinco metros. Se calcula previamente la sección de la lamina de agua en el comienzo de estos cinco metros, en el centro y en el final, tomando después la media de estas tres secciones. Supongamos que esta sección media es de 0,07 m², por lo que el agua contenida en un metro lineal de acequia será de 0,070 m³, igual a 70 litros.

Con un flotador (trozo pequeño de madera o corcho), se ve, reloj en mano, el tiempo empleado por el flotador en recorrer los cinco metros. Esta operación se hace tres o cuatro veces, tomándose luego la media del tiempo invertido, el cual supondremos que ha sido de 40 segundos. De donde para recorrer un metro habrá invertido: $40 : 5 = 8$ segundos.

Velocidad = $1 : 8 = 0,12$ m/s

$Q = 0,12 * 70 = 8,40$ l/s

Pero como toda el agua que circula no lo hace a la misma velocidad, se ha establecido el coeficiente de reducción = 0,8 por lo que $Q = 8,40 * 0,80 = 6,72$ litros por segundo.

FIGURA 1

fig. 106 – pag 203

1.4.– Medición de la Velocidad Media del Agua en Canales, Arroyos, est.

Toda la masa de agua que circula por un canal, acequia, arroyo, etc., como ya se ha dicho, no se desliza a la misma velocidad. Esto es debido al roce del agua con las paredes laterales y del fondo.

Para conocer las distintas velocidades habría de medirse esta en varios puntos de su masa, como muestra la figura 1 A anotamos con los números 1 al 11.

Estas velocidades, simétricas en la parte izquierda del canal, nos permitirían trazar las llamadas curvas isotacas o isotaquias, como se representa en la figura 1 B y 1 C, lo cual consiste en unir los puntos por donde el agua circula a la misma velocidad.

En los arroyos y acequias de tierra cuyo fondo y laterales son generalmente desiguales, será necesario tomar las velocidades en mas puntos, tanto en profundidad como también en toda la sección transversal, siendo por regla general las curvas irregulares y asimétricas.

De todas estas velocidades habría de tomarse una, proporcional al volumen de agua afectado, para determinar así la velocidad media.

Sea en la figura 1 B:

CUADRO 1

	Velocidad	Superficie	Volumen
	(m/s)	(m2)	(m3)
1°	1.50	0.015	0.0225
2°	1.40	0.040	0.0560
3°	1.30	0.072	0.0936
4°	1.20	0.064	0.0786
5°	1.10	0.033	0.0363
	Totales	0.224	0.2870

La velocidad media seria:

$$V = \frac{0.2870}{0.224} = 1.281 \text{ m/s}$$

$$0.224$$

$$Q = 1.28 * 0.224 = 0.287 \text{ m}^3/\text{s}$$

Al efectuar cálculos con una velocidad tomada solamente en el punto uno, que es donde el agua va a mas velocidad, y que es donde normalmente se hacen las mediciones en aquellos casos en que no es necesaria gran precisión, hay que tener en cuenta el coeficiente de reducción, de que ya se ha hablado, el cual, después de innumerable cálculos y pruebas, se ha establecido en 0,80 para todos los casos, y de no aplicarlo, el error seria bastante sensible.

Por ejemplo, la velocidad en el punto 1 = 1,50 m/s

$$\text{Sección del canal} = 0,224 \text{ m}^2$$

$$Q = 0.224 * 1.5 = 0.336 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0.336 * 0.80 = 0.269 \text{ m}^3/\text{s}$$

En el primer caso:

$Q = 0.336 - 0.287 = 0.049 \text{ m}^3/\text{s}$, sobrepasa en 49 l/s a la realidad.

En el segundo caso:

$Q = 0.287 - 0.269 = 0.018 \text{ m}^3/\text{s}$, se queda solo en 18 l/s menos que la realidad.

Lo que incluso en casos en que no sea necesaria gran precisión, de efectuar una sola medida de velocidad, es conveniente y recomendable efectuarla por un lateral, números 4 o 7, y de ser posible en el 5 u 8, donde la velocidad media es mas real.

1.4.1.- Molinete.

Para determinar la velocidad de una corriente, también se emplea el molinete hidráulico, que consiste en un eje en el que hay fijas varias aspas, las cuales giran al impulso de la corriente donde se ha introducido.

Estos giros o revoluciones indicaran, según la relación conocida experimentalmente para cada aparato, la velocidad de agua, velocidad que ira a un registrador donde se efectuaran las lecturas.

Otros modelos están dispuestos de forma que cada X numero de vueltas suene un dispositivo, con lo que, contando los sonidos en un determinado numero de segundos, pueda ser determinada la velocidad.

No deben hacerse mediciones en corrientes de menos de 10 cm/s, porque a estas pequeñas velocidades pierden mucho de su precisión esta clase de aparatos.

1.5.- Vertederos.

Toman el nombre de vertederos o almenaras, las aberturas cuyo lado superior, vértice o montera, falta, o es superior al nivel del liquido en el deposito o embalse. Al borde inferior, que es horizontal, se le llama solera, umbral o asiento.

El vertedero puede ser completo o incompleto, según que el umbral sea superior o inferior al nivel del liquido en el mas bajo de los depósitos que por el comunican.

FIGURA 2

figura 107 – pag 206

Para los aforos que requieren mayor exactitud en el calculo del caudal, se utilizan estas almenaras o vertederos, de los cuales existen diversos tipos, y cada uno precisa de su formula particular.

Los vertederos han de ser de lamina metálica dina, o de madera, paro estos, que pueden ser de unos 20 mm de espesor, han de estar cortados en bisel (figura 2).

la altura de medición h no debe ser en ningún caso inferior a 0,02 metros, ya que bajando de este limite se darán errores de cierta consideración.

1.5.1.- Vertederos Libres o Incompletos.

En estos vertederos, representado en la figura 3:

$$Q = m l k \sqrt{2g H}$$

Siendo Q = caudal en m³/s

l = ancho del vertedero.

L = ancho del canal.

m = coeficiente de reducción.

h = altura del agua sobre la cresta del vertedero, medida aguas arriba de la inflexión del agua en el canal.

H = altura del agua en el canal.

CUADRO 2

COEFICIENTE DE REDUCCION m EN VERTEDEROS LIBRES O INCOMPLETOS

l / L	m	l / L	m
1.00	0.443	0.60	0.416
.090	0.438	0.50	0.10
0.80	0.31	0.40	0.405

Ejemplo: En un canal de 0,80 metros de anchura, donde se coloca un vertedero de 0,40 metros de base, y la altura h es de 0,20 metros sobre la cresta del vertedero; si la altura del agua en el canal es de 0,50 metros, tendremos:

$$l = \frac{0,4}{0,8} = 0,50 \quad m = 0,41$$

$$L \text{ 0,8}$$

$$Q = 0,41 * 0,40 * 0,20 * 19,62 * 0,50 = 0,102 \text{ m}^3/\text{s}$$

(la notación H de la figura 3 corresponde a la formula de Rehbock, que a continuación exponemos; h es común a ambas formulas)

FIGURA 3

figura 108 – pag 207

Formula de Rehbock

Esta formula, de gran interés por ser muy exactos los resultados, es la que sigue:

$$Q = b * h * (0,003 + 1,794 + 0,23 \frac{h}{L})$$

H

en la que b = base del vertedero en metros.

h = altura del agua sobre la cresta del vertedero.

H = altura de la arista o cresta del vertedero desde el fondo del canal (fig. 3)

Para casos de aforos de poca precisión, esta formula se simplifica en:

$$Q = 1,9 b \sqrt{h^3}$$

debiendo es este caso ser $h < 0,8 H$

1.5.2.– Vertedero Trapecial Cipolletti.

En este vertedero de sección trapecial se precisan varias circunstancias:

h = no menor de 8 centímetros.

h = no mayor de 60 centímetros.

h = no mayor de 0,25 a 0,33 de L .

FIGURA 4

figura 109 – pag 208

La sección tipo para corregir la contracción se representa en la figura 4.

$$Q = 1,86 L h^{3/2}$$

TABLA 1

AFOROS CALCULADOS

(Q en l/s de un vertedero libre de base = 1.00 metro.)

tabla xxxv – pag 209

1.6.– Aforo Simplificado.

Un sistema sencillo de aforo y de aceptable precisión es el que sigue: Con chapa de 3 o 4 milímetros de grueso, y cuyo ancho puede ser variable, según el aforo que haya de hacerse, se coloca a través del canal o acequia algunos momentos hasta que la salida del liquido sea uniforme.

FIGURA 5

figura 110 – pag 210

Se procede con gran precisión a medir la altura h de la lamina de agua (figura 5), y se opera con la tabla 1.

Si suponemos que la altura h de la lamina de agua es de 0,20 metros, y que el ancho del vertedero es de 0,40, tendremos que, según la tabla, para $h = 0,20$; $q = 161,00$

$$Q = 161,00 * 0,40 = 64,40 \text{ l/s}$$

1.6.1.– Vertederos Completos de Pared Delgada.

En estos vertederos completos de pared delgada se emplea la formula de Weisbach, donde

$$Q = \frac{2}{3} b h^{3/2} \sqrt{2gH}$$

3

y la altura h ha de medirse al menos a un metro del vertedero; de medirla sobre este, se hace $h = 1,25$ veces la altura de la lamina de agua.

También para esta formula puede emplearse para el valor de :

$$\frac{b}{h} = 1 ; C = 0,65 \quad \frac{b}{h} = 3 ; C = 0,62$$

h

$$\frac{b}{h} = 6 ; C = 0,59$$

h

TABLA 2

GASTO DE UN VERTEDERO

tabla xxxvi – pag 211

TABLA 3

VALORES DEL COEFICIENTE 2/3 EN LOS VERTEDEROS COMPLETOS DE CONTRACCION PERFECTA.

tabla xxxvii – pag 212

1.6.2.– Vertederos Completos de Pared Gruesa.

Prácticamente, si el vertedero no esta cortado en bisel, y si están redondeadas las aristas, la contracción es muy pequeña y tiene poca influencia, pero es preferible el bisel o bien la lamina metálica fina. En caso contrario, pared gruesa.

$$Q = 0,57 F^{3/2} \sqrt{2gH}$$

Si por lo antes anotado se observan anomalías de contracción, interviene el coeficiente m , que es la relación de las superficies del vertedero y del canal, medida a la distancia de la caída en que el caudal Q es constante, y

$$Q = \frac{2}{3} F^{3/2} \sqrt{2gH} \text{ o } Q = m F^{3/2} \sqrt{2gH}$$

Siendo $m = (1 + 1,718 \frac{m^2}{m^2})$ si el ancho del vertedero es menor que el del caudal; y $m = (1,041 + 0,3693 \frac{m^2}{m^2})$.

TABLA 3

VALORES DE m Y CON RELACION A m

tabla xxxviii – pag 213

Pero esta formula solo es apta para aquellos casos en que la velocidad aguas arriba es nula, y bastante apreciable aguas abajo del vertedero.

Si el agua llega con cierta velocidad, ya apreciable, la sección de salida estaría dividida en dos; una formando vertedero completo y de altura $H - h$, y otra de vertedero incompleto, con altura h y diferencia de nivel $H - h$, según los valores del coeficiente m para la formula:

$$Q = m l h \sqrt{2g (H - h)}$$

TABLA 4

VALORES DEL COEFICIENTE m

Tabla xxxix – pag 213

1.7.- Aforo de Tuberías.

Para estos aforos, si las tuberías son de gran diámetro, se emplean contadores especiales. En las de diámetros pequeños pueden emplearse contadores normales, o bien aplicando el sistema de un recipiente de capacidad conocida cronometrando el tiempo empleado en su llenado.

1.8.- Estaciones de Aforo para Ríos, Arroyos, ect.

Estas estaciones de aforo, que generalmente son fijas, han de instalarse en lugares en que el cauce sea lo mas recto posible, así como que el perfil transversal sea sensiblemente uniforme.

La velocidad en el lugar de la estación de aforo no debe ser muy rápida, ni excesivamente lenta, pudiéndose fijar entre 0,10 y 2,00 metros por segundo.

Todo esto puede lograrse perfilando los taludes y dragando o rellenando fondos hasta lograr mas uniformidad.

Habrà de levantarse un plano topográfico de una zona de unos 2.000 metros de longitud, instalándose la estación en el punto medio. Se trazara también un plano del perfil longitudinal del cauce, así como perfiles transversales a tramos mas o menos largos según la irregularidad del fondo del cauce.

FIGURA 6

Figura 111 – pag 214

También se dispondrá de un plano topográfico de la cuenca del río con los afluentes y demás datos de interés por tener relación con el agua.

Será necesario construir o montar una estructura que, en síntesis, es una viga o pasarela que atraviesa el cauce a una altura que la deje fuera de peligro en las grandes avenidas.

Sobre esta estructura se marcaran desde cero metros hasta el total de anchura que tenga el río, siendo estas marcas de una separación proporcional a esta anchura, y con arreglo a los datos del siguiente cuadro:

CUADRO 3

Pag 215

Si los fondos son muy irregulares, estas marcas podrán hacerse con menos separación, o aumentarlas en el caso contrario.

Con todos estos datos se obtiene una perfecta cubicación del agua, cuya altura la medirá una escala vertical, o bien se medirá en el momento oportuno al tomar los demás datos para el aforo. El conjunto de esta instalación queda representado en la figura 6.

Colocado un operador en cada punto, y con el molinete a una profundidad conocida, podrá obtenerse la velocidad en cada punto de la sección, lo que permitirá que sean trazadas las curvas isótacas para el calculo de la velocidad media.

1.8.– Limnigrafo.

Este aparato (figura 7) hace un registro automático, dejando dibujado un grafico de las variaciones del nivel de agua, lo que permite poder calcular por medio de él, el volumen o caudal del agua que circula.

FIGURA 7

Pag 216

Consta de un flotador unido a una varilla, la cual, al subir o bajar el nivel del agua, hace funcionar un dispositivo que transmite a una hoja de papel este cambio.

Por lo general, este mecanismo reduce automáticamente este movimiento a una escala determinada. La hoja de papel gira accionada por un mecanismo de relojería, y estas, marcadas por horas, permite conocer en cada una, el movimiento habido.

Hay aparatos para un funcionamiento de días, de semanas, e incluso meses, sin tener que ser tocados en su cuerda de funcionamiento.

1.8.1.– Instalación del Limnigrafo.

Se construye un pozo de planta circular de un metro de diámetro, el cual esta en comunicación con el río por dos o tres tubos de unos 10 cm. de diámetro como mínimo, y cuyos extremos van provistos de sendas rejillas para impedir la entrada en ellos de materiales que puedan atorarlos.

La boca del pozo queda cubierta por una caseta en la que se instala el aparato. Dentro del pozo se coloca la escalera vertical para conocer en todo momento la altura del agua en el río, así como el flotador que ha de transmitir los cambios de nivel al registrador (figura 8).

Para la limpieza de los tubos, si estos son taponados por los arrastres, se emplea agua a presión, o bien introduciendo varillas metálicas que se van alargando por la unión de varias por cualquier sistema mecánico, como manguitos roscados, pletinas atornilladas, etc., ya que, teniendo el pozo un metro de diámetro, seria imposible introducir estas piezas si fueran de mayor longitud.

Los materiales a emplear en esta construcción pueden ser diversos, pero estando la obra sometida constantemente a grandes humedades, es aconsejable que se construya con hormigón, pudiendo, no obstante, construirse con fabrica de ladrillo y mortero de cemento las paredes de la caseta.

Los tubos es recomendable que sean metálicos.

FIGURA 8

CAPITULO II.- CAPTACION Y ELEVACION DE AGUAS

2.1.- Encauzamiento.

El encauzamiento consiste en rectificar el cauce de un río o arroyo cuando su corriente ha ido erosionando las márgenes produciendo daños de consideración y se hace aconsejable la obra.

Para rectificar un cauce se fijan previamente las nuevas orillas, procurando en lo posible que, por lo menos, una de ellas coincida con la natural.

Se harán obras longitudinales de defensa, o bien obras transversales que provoquen el atarquinamiento de las zonas que se juzguen convenientes para lograr aguas mansas y limpias.

Las traviesas, como se denominan estas obras transversales, están dispuestas perpendiculares a la corriente del río, y pueden ser desbordables o no, según su altura sea inferior o superior a las grandes avenidas.

2.1.1.- Espigones.

La mas característica de estas obras son las denominadas espigones, los cuales pueden ser: normales, inclinantes y declinantes (figura 1).

Esta denominación depende de que el espigon sea perpendicular o inclinado respecto a la corriente, y su misión es provocar el ya mencionado atarquinamiento, para lo que resultan más eficaces las declinantes.

Al espigon (figura2) se le denominan sus distintas partes como se indica en esta figura. El morro deberá estar muy bien constituido, máxime cuando incluso es estiaje queda dañado, por lo que es conveniente un revestimiento. Para lograr una mejor constitución de los mismos se adopta la sección de la figura 3.

La disposición de espigones han de hacerse en ambas márgenes, de forma que se crucen en el centro del río.

No deben construirse en tramos curvos y será conveniente que los espigones formen rombos con la orilla, originando una circulación de agua como se indica en la figura 4.

FOTO 1

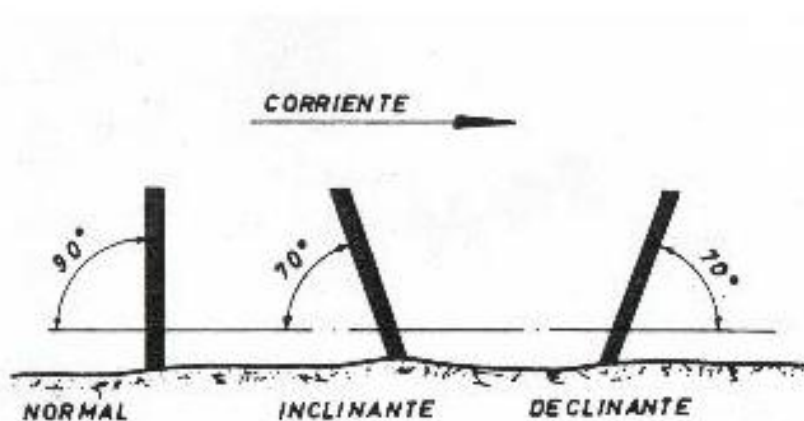


FOTO 2

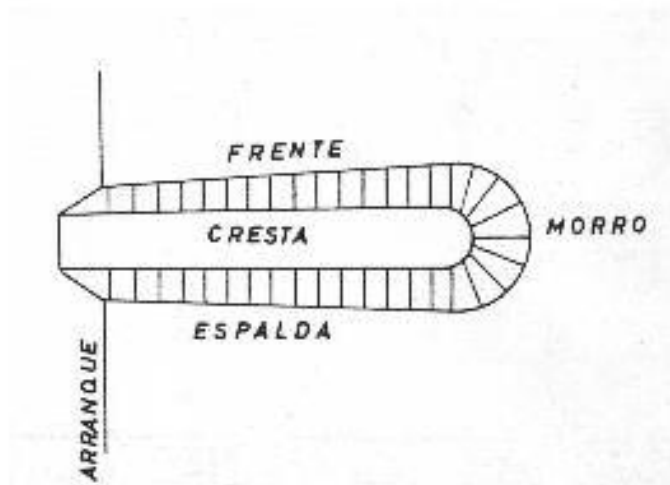


FOTO 3

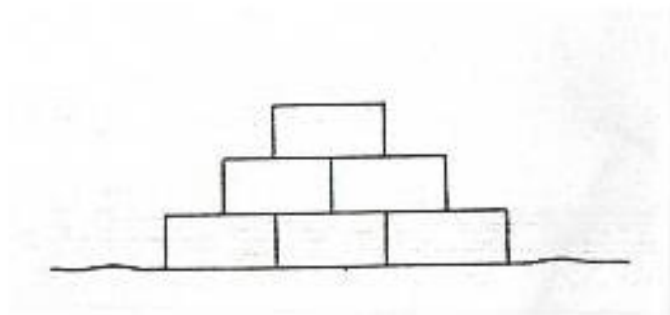
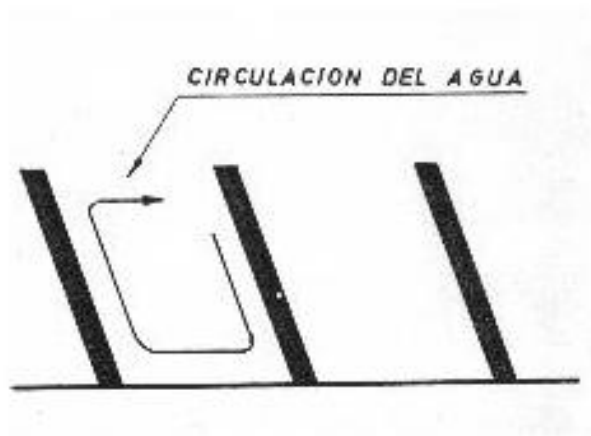


FOTO 4



2.2.- Árboles de Ribera.

Estas plantaciones, aisladas, o combinadas con obras de defensa, tienen gran importancia.

Generalmente, se emplean en estas plantaciones el álamo blanco o negro, eucaliptos, chopo, sauce, etc. Todos ellos harán el mismo trabajo de consolidar las tierras con sus raíces, evitando las erosiones. El escoger una especie arbórea u otra dependerá, sobre todo, del clima. Se acostumbra a plantar a tresbolillo o a marco real.

2.3.- Erosiones.

La erosión es uno de los grandes problemas que plantea el agua, sean fluviales o pluviales. Hasta aquí hemos visto las ocasionadas por las primeras y el modo de evitar en lo posible sus desastrosos efectos.

En aquellos terrenos de cultivo de grandes pendientes y aun medianas, donde no son verdaderamente ríos los que lo atraviesan, sino barrancos mas o menos profundos, o vaguadas mas o menos amplias, también existe el grave problema de la erosión, para los que se emplean diversas técnicas que alivian en parte sus efectos.

2.3.1.- Plantaciones a nivel.

Para evitar en lo posible estas erosiones se procede a las plantaciones de árboles, frutales o madereros, según lugar o clima, a curvas de nivel a la equidistancia más conveniente, o bien sin guardar esta equidistancia.

FIGURA 5

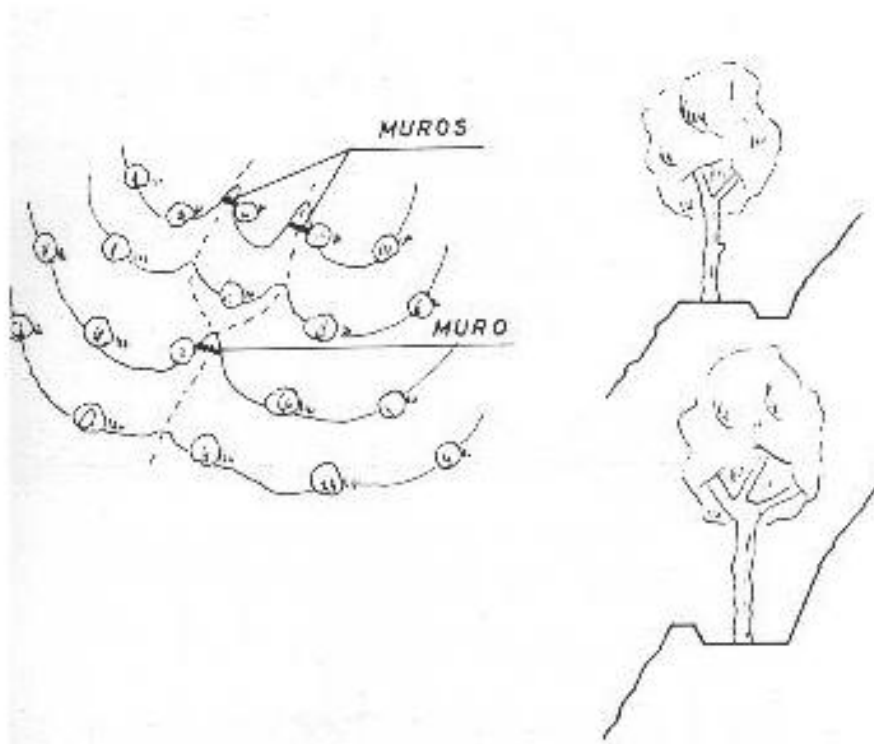
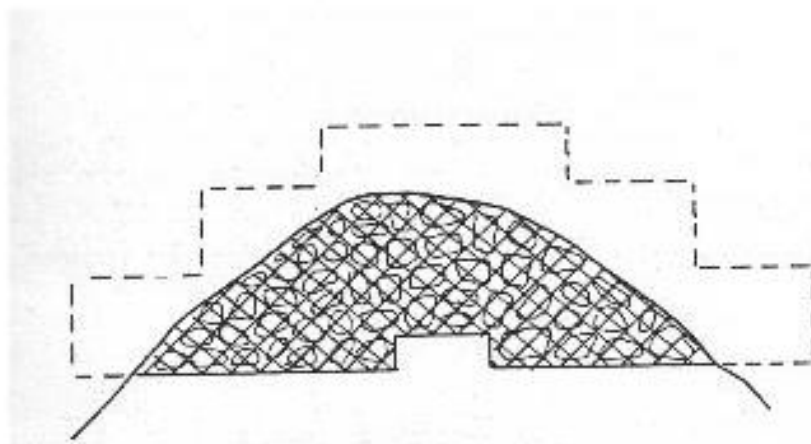


FOTO 6



Se han marcado puntos a distancias prudenciales con el auxilio del nivel y miras, construyendo, por así decirlo, cada curva de nivel sobre el terreno. Estas curvas se transformaran en zanjas hasta de 0,80 metros de profundidad, o bien se transformaran en plataformas de uno a dos metros de anchura. Tanto empleando uno como otro sistema, sobre estas obras se plantan los árboles, que con sus raíces fijaran las tierras, y el agua que baja por la ladera lo hará escalonadamente, por lo que perderá velocidad y el arrastre de tierras será prácticamente nulo.

Esta combinación de ambas obras: plantaciones y zanjas o plantaciones y plataformas puede verse en la figura 5.

En los barrancos, a trechos mas o menos largos, según la pendiente, se construirán con gaviones muros transversales o pequeñas presas que evitaren o eliminaran casi totalmente la erosión (figura 6).

2.4.– Obras en Terrenos Pantanosos.

En terrenos pantanosos, charcas, etc., las obras pueden tener distinta finalidad. Bien sea para aprovechamientos de agua, o bien para secar el lugar con el fin de utilizarlo para otros destinos, no obstante, el agua de allí sacada puede ser utilizada en algún otro paraje.

2.4.1.– Drenaje.

La obra mas característica en estos terrenos es el drenaje. Puede construirse de distintas formas pero, esencialmente, consiste en colocar en una red de zanjas, otros tantos tubos perforados por donde el agua pasara a su interior para ser conducida al lugar que se desee.

En la figura 7 pueden verse distintos tipos. En una zanja, apisonando en su base una capa de grava y cubriéndola con mortero, se colocan luego piedras de gran tamaño, las cuales pueden ser más pequeñas a medida que se va llenando, hasta terminar en tierra o arena (figura 7 A).

Otro sistema es formar, sobre base similar a la anterior, una especie de pequeña galería, la cual se cubre con tierra o arena (figura 7 B).

Existen otros sistemas, como ya se anoto antes, formados por tubos de cerámica perforados por donde entrara el agua para ser conducida (figura 7 C).

2.5.– Captaciones.

A lo largo de estas paginas se han ido desarrollando técnicas de obras para distintos fines. Entre ellas se han mencionado las presas en los ríos, galerías, pozos y drenajes en otros lugares.

Al tratarlas solo como obras a construir, así como su técnica, no se las ha clasificado como captaciones. En este apartado se omiten para evitar su repetición, no obstante, estas obras pueden ser clasificadas como:

- **Presas**, de captación o de elevación.
- **Galerías y pozos**, de captación.
- **Drenajes**, son captaciones, si bien es desecar ciertas zonas.

Otras obras de captación son las de aguas subálveas, de las que nos ocupamos seguidamente.

FIGURA 7

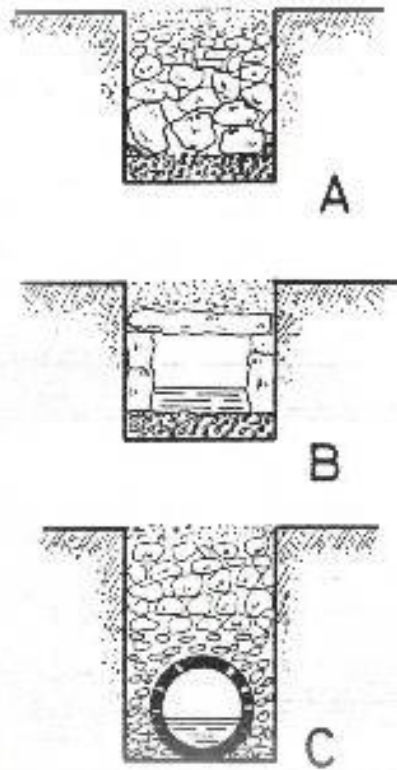
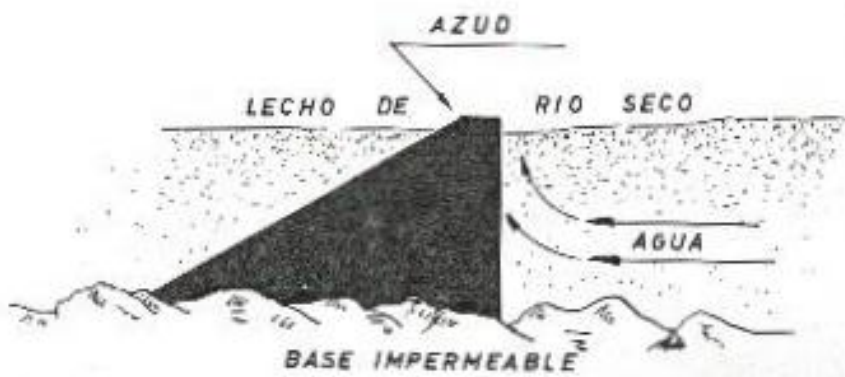


FIGURA 8



2.5.1.- Captación de Aguas Subálveas.

Esta captación se realiza mediante presa, pero de ciertas características. Como su nombre indica, las aguas que se tratan de captar discurren ocultas, y son aquellas que se hallan entre las arenas y piedras del lecho del río, mientras este de la impresión de estar seco.

Esta captación estriba en la construcción de un muro o presa cuya coronación sobresale un poco del nivel de las arenas y su base está asentada en la capa impermeable, de forma que al llegar las aguas a él, subirán hasta alcanzar la coronación, en la que se habrá construido un canal de conducción (figura 8).

2.6.- Norias.

Este antiquísimo sistema de elevación de agua de todos conocido, por lo que sería superfluo detallar, es generalmente accionado por caballerías, si bien otras son accionadas por motores, tanto eléctricos como de explosión.

Existen norias de una o de dos hileras de cangilones, los cuales, en su parte inferior llevan un pequeño orificio para que, al cesar el trabajo, los cangilones que han quedado llenos, se vacíen, evitando las oxidaciones de una constante humedad.

El rendimiento de estos aparatos puede calcularse de la siguiente forma:

n = número de cangilones que se vacían en la unidad de tiempo.

c = capacidad del cangilón.

k = coeficiente de rendimiento teniendo en cuenta las pérdidas por derrames, que ha de tomarse experimentalmente.

Q = caudal elevado en la unidad de tiempo.

$$Q = k * n * c$$

Otra fórmula para el cálculo de rendimiento, denominada fórmula Navier, es como sigue:

$$K = 0,80 * \frac{h}{h + 0,75}$$

$$h + 0,75$$

Siendo h la altura desde el nivel del agua en el pozo hasta la parte más alta del cangilón.

La profundidad del agua para ser extraída por medio de norias no debe ser superior a 7 u 8 metros.

2.7.- Bombas.

Para elevar el agua por medio de bombas, naturalmente accionadas por motores de explosión o eléctricos, las tuberías trabajarán a presión, y como norma fundamental habrá que considerar lo que sigue:

Para un caudal determinado tendremos que, a menor diámetro, necesitaremos más velocidad y esta tubería trabajará a más presión y el motor habrá de ser de mayor potencia, pues también aumentará el rozamiento, ocasionando una pérdida de carga X , que sería equivalente a aumentar la altura a que hay que elevar el agua.

Estos factores juegan, pues, un papel muy importante para calcular la potencia en CV del motor necesario en cada caso determinado.

Como ejemplo para resolver este problema supongamos un caudal $Q = 5$ (l/s), a una altura de 15 metros, con una longitud total de 100 metros de tubo.

Como primer tanteo tomaremos un tubo de 100 mm. de diámetro. La pérdida de carga J en la tabla de la formula de Darcy es:

$$J = 4121,42;$$

Q^2

$$J = 412,42 * 0,0052 = 0,0103 \text{ m. por m/l de tubería.}$$

$$\text{Pérdida total} = 100 * 0,0103 = 1,03 \text{ metros.}$$

La velocidad máxima no deberá ser en ningún caso superior a 1,50 m/s, por lo que seria preferible no pasar de 1,30 m/s para mayor seguridad. En nuestro caso la velocidad es:

$$\text{Sección del tubo} = 0,0078540 * 1,00 = 0,0078540 \text{ m}^3$$

$$Q = 0,005 \text{ m}^3$$

$$\text{Velocidad } V = \frac{0,005}{0,007854} = 0,63 \text{ m/s, por lo que es aceptable.}$$

$$0,007854$$

El calculo de la potencia en CV del motor para lograr el caudal a la velocidad y altura propuesta, será:

$$N_{cv} = \frac{75 * Q * H_m}{b}$$

$$75 * b$$

Siendo: Q = Caudal a elevar en litro / segundo

H_m = Altura manométrica total en metros

= Peso especifico del liquido en Kg/dm³ (en agua = 1,00)

b = Rendimiento mecánico total de la bomba en tanto por litro, (se toma normalmente de 0,50 a 0,80)

$$N_{cv} = \frac{5,00 * 16,03}{75 * 0,70} = 1,5 \text{ CV}$$

$$75 * 0,70$$

A esta potencia será conveniente agregar un 20% por sobrecargas accidentales, como son codos, llaves, etc.

$$1,5 + 20\% = 1,80 = 2 \text{ CV}$$

La altitud del lugar también tiene su influencia, así como la temperatura. La pérdida de carga que habría que aplicar a los cálculos para determinadas altitudes y que habrán de sumarse a la J antes hallada, para las siguientes altitudes que se indican en las Tablas 1 y 2.

TABLA 1

PERDIDA DE CARGA EN ELEVACION DE AGUA POR ALTURA

<u>Altitud</u> <u>en metros</u>	Perdida de Carga en metros	Altitud en metros	Perdida de Carga en metros
0	0,00	1.100	1,330
100	0,125	1.200	1,440
200	0,250	1.300	1,550
300	0,375	1.400	1,660
400	0,500	1.500	1,770
500	0,625	1.600	1,880
600	0,750	1.700	1,990
700	0,870	1.800	2,090
800	0,990	1.900	2,190
900	1,110	2.000	2,290
1.000	1,220	3.000	3,230

TABLA 2

PERDIDA DE CARGA EN ELEVACION DE AGUAS POR TEMPERATURA

<u>Grados</u>	Perdida de Carga m.	Grados	Perdida de Carga m.
10	0,125	30	0,430
15	0,173	40	0,745
20	0,236	50	1,250
25	0,320		

Las bombas, de distintos tipos y marcas, tienen sus características anunciadas por sus fabricantes. No obstante, para el calculo de bombas para elevación de aguas, teniendo en cuenta el numero de revoluciones por minuto, se opera así:

$$ng = 3,65 \, n \, \sqrt{Q}$$

$$H \propto \frac{1}{n^2}$$

Donde n = r. p. m. de la bomba

Q = caudal en m³ /s

H = altura manométrica en metros

Tanto Q como H serán divididos por el numero de rodets de la bomba si ésta tiene mas de uno.

Las características de las bombas son:

Embolo $0 < ng < 40$

Centrifuga lenta $40 < ng < 140$

Centrifuga rápida $140 < n_g < 300$

Helicoidal $300 < n_g < 600$

Helice $600 < n_g < 1800$

En la elevación que nos ocupa tenemos:

$$n_g = 3,65 * 800 * \underline{0,005} = 2.62$$

$15 \frac{3}{4}$

Y según las características dadas, ira bien una bomba centrifuga rápida con una motor de 2 CV.

2.8.- Instalación de Motores en Pozos.

Esta instalación se efectúa construyendo una galería oblicua que va desde la mitad aproximadamente de la profundidad del pozo, hasta el exterior. Puede ser de bóveda de medio punto de hormigón, apoyada en estribos o paredes laterales de ladrillo o mampostería y terminada en una plataforma donde se instala el grupo moto-bomba (figura 9), pudiendo deducirse el conjunto de la figura 10.

Los cálculos correspondientes al grupo moto-bomba son similares a los ya descritos, no ofreciendo ninguna otra particularidad.

FIGURA 9

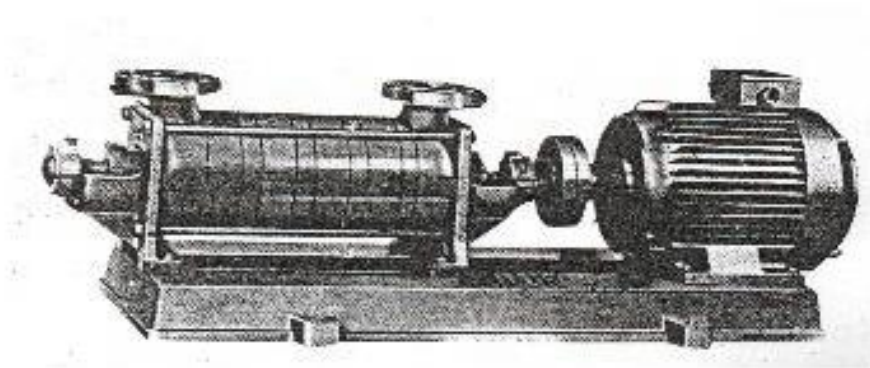
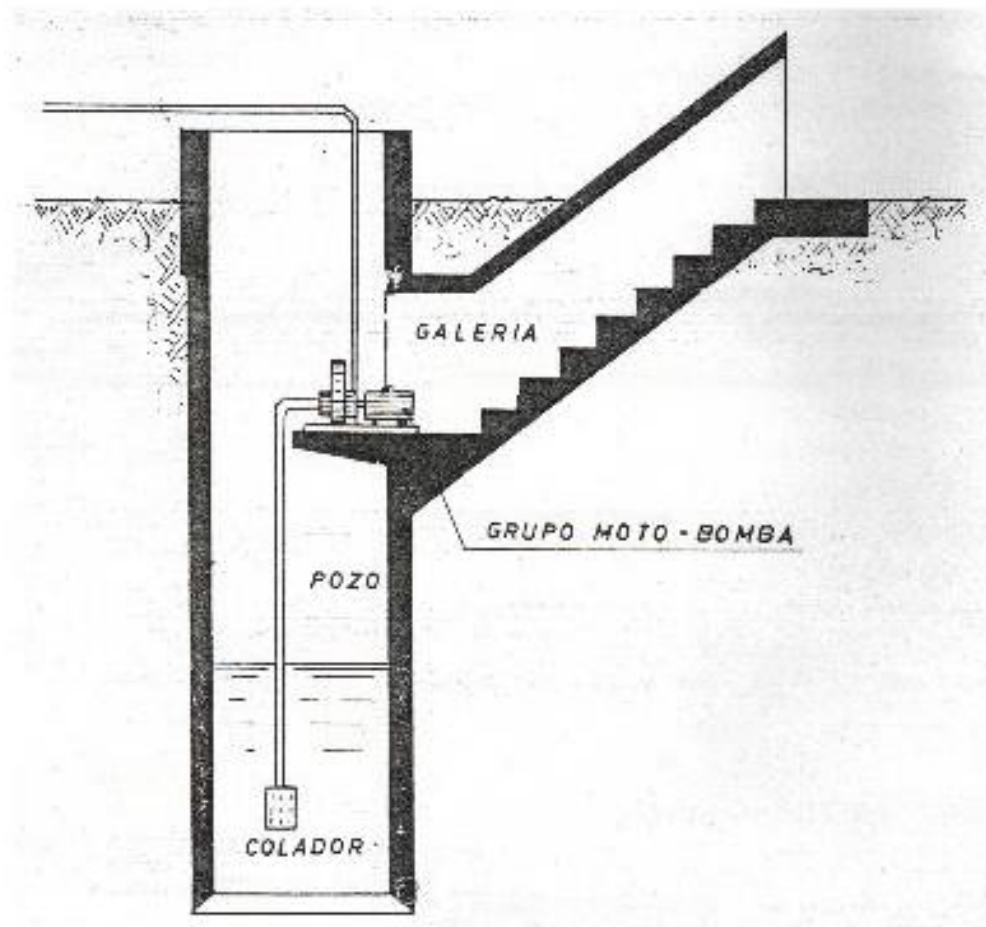


FIGURA 10



2.9.- Motores Naturales.

Se denominan así a los saltos de agua y a los molinos de viento. De los primeros nos ocuparemos al tratar de la utilización del agua como fuerza motriz.

Los molinos de viento, cuya instalación se hace sobre una torre metálica en aquellos lugares en que este elemento natural es asiduo, dan un rendimiento que, naturalmente, depende del viento, ya que, al cesar este, el rendimiento es nulo.

Se instala la torre sobre el pozo, hasta donde baja un árbol de transmisión desde el eje de las palas del molino hasta una bomba, a la que transmite su movimiento para hacerla funcionar.

El gasto de esta instalación puede considerarse nulo, ya que la limpieza y entretenimiento del equipo no requiere grandes inversiones.

Los vientos se clasifican como se indica en la Tabla 3, anotándose también la presión ejercida sobre una superficie, que en este caso son las aspas del molino.

TABLA 3

CLASIFICACION DE VIENTOS

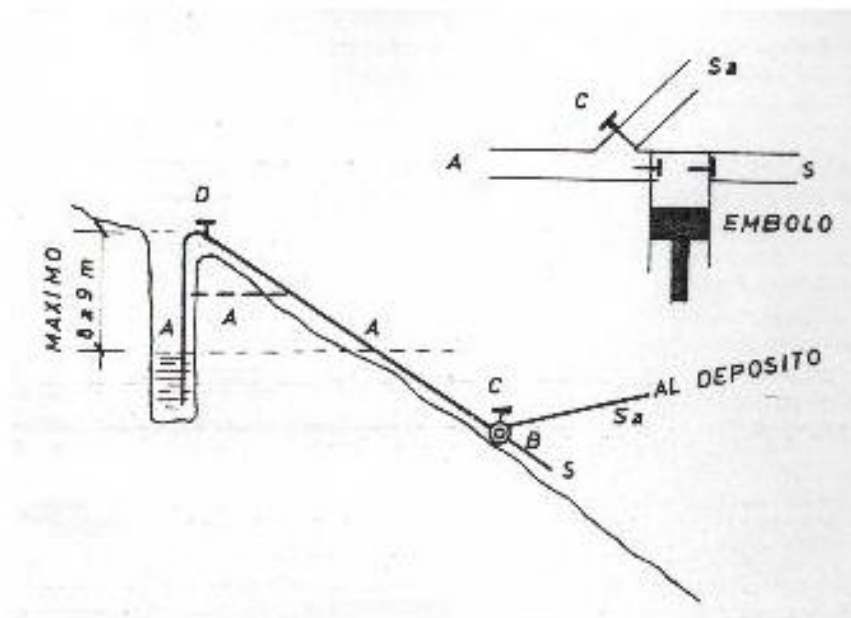
<u>Denominación</u>	<u>Velocidad</u>	<u>Presión por</u>

	en m/s	m2 en Kg
Viento apenas sensible	1	0,14
Brisa ligera	2	0,54
Viento fresco o brisa	4	2,17
Viento frescachón	10	13,50
Viento duro	15	30,50
Viento muy duro	20	54,00
Temporal	24	78,00
Huracán regular	36	176,00

2.10.– Elevación por Sifón.

Puede considerarse como un motor natural. Suele emplearse, sobre todo, en los casos en que un pozo esta a media ladera. Para su instalación se introduce un tubo A en el agua, la cual no debe estar a mas 8 o 9 metros de profundidad (figura 11).

FIGURA 11



Este tubo, que tampoco es conveniente que sea de gran diámetro, doblado al nivel de la boca del pozo ira rasante al terreno hasta que su extremo quede mas bajo que el nivel del agua.

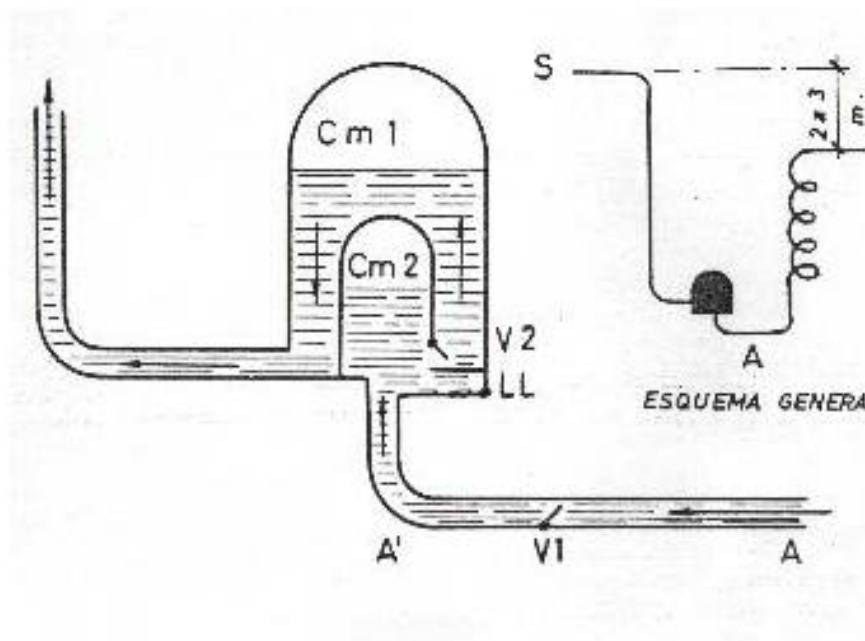
En este extremo se adapta una bomba o descompresor B, accionado por motor. La bomba al funcionar extraerá el aire del tubo, por lo que la presión atmosférica hará subir el agua por la tubería hasta lograr su salida por S (figura 11).

En este momento se hace parar el funcionamiento de la bomba, accionando simultáneamente la llave C, que dirigirá la salida hacia S_a. Puesto en funcionamiento, el sifón trabajara ininterrumpidamente. Y para hacerlo cesar, bastara accionar la llave D, que abrirá un orificio poniendo en comunicación al tubo A con la presión atmosférica, por lo que dejara instantáneamente de funcionar.

Cuando la profundidad del agua esta a mas de 8 o 9 metros, puede ser instalado el tubo A bajo tierra, a fin de

que no rebase esta altura, tal como se ve, a trazos, en la figura 11.

FIGURA 12



2.11.- Ariete Hidráulico.

Este aparato, utilizado para elevar el agua, consta (figura 12) de las distintas piezas y departamentos:

Un tubo A-A', que es la entrada del agua que se va a elevar. La válvula V 1 se opone a la entrada. En LL una llave aspiradora cuya misión es suministrar aire en cada golpe de ariete. V 2 es una segunda válvula que abrirá la presión del agua, pero impedirá el retroceso del líquido.

La cámara Cm 1 es un deposito de aire cuya misión es regular la subida del agua. Otro deposito o cámara de aire Cm 2, tiene por misión amortiguar las sacudidas cuando el aparato funciona. La salida del agua se efectúa por el tubo S.

Su funcionamiento empieza cuando la válvula V 1 esta abierta a la corriente liquida, la cual aumenta progresivamente su velocidad hasta que esta fuerza la cierra y el agua que se encuentra en el tubo A-A', que no puede salir a causa de la presión adquirida por la velocidad, abre ahora la válvula V 2, pasando el agua a la cámara Cm 1 y saliendo por su propio impulso por el tubo S hasta un nivel superior al de llegada.

Al efectuarse este primer proceso, en donde ha desaparecido ya la velocidad, vuelve a cerrarse la válvula V 2 por el propio peso del agua que presiona sobre ella.

Nuevamente la válvula V 1 se abre por su propio peso, iniciándose otra vez la repetición del sistema.

Su rendimiento no es grande, pero tiene a su favor el no tener gastos de entretenimiento ni consumo de energía, por ser automático el proceso.

La altura de elevación para el mejor funcionamiento es de 2 a 3 metros, no debiendo ser inferior a 0,60. Los tubos no han de tener recodos, sino curvas relativamente amplias para no dificultar la circulación. La longitud del tubo de entrada o descenso debe ser de 8 a 15 metros y de ser menor, se curva en espiral hasta alcanzar la longitud requerida.

Cuando la altura de elevación es 8 veces la de la caída, el rendimiento es de un 60 a 70%, disminuyendo este rendimiento a medida que aumenta la citada altura. Es más recomendable poner una serie de estos aparatos, que uno solo cuya potencia sea equivalente a todos ellos juntos. En la tabla 4 puede verse el rendimiento de estos aparatos.

TABLA 4

RENDIMIENTO DE ARIETES HIDRAULICOS

<u>Diámetro de los Tubos</u>		Rendimiento	Altura mínima de salida del agua (m.)		
<u>Alimentación</u>	<u>Descarga</u>				
cm.	cm.	litros por minuto			
3,810	1,905	7 a 20	1,00		
5,080	2,540	20 a 50	0,60		
7,620	3,175	50 a 100	0,60		
10,160	5,080	90 a 200	0,60		
20,320	10,160	400 a 1.000	0,60		
30,480	12,700	1.000 a 2.000	0,60		

Vientos:

El estudio de los vientos tiene más importancia directa, porque los vientos intervienen en la navegación y además es la causa de la formación de las olas. El estudio de los vientos, exige una observación prolongada, por lo menos durante un año entero para conocer la distribución de los vientos en las diversas estaciones y las características principales de ellos. Las observaciones deben hacerse en puntos situados en alto y que se encuentran fuera de la influencia del terreno en la dirección y la violencia del viento; con frecuencia se colocan estaciones de observación en los faros, que se encuentran bien situados para hacerlas.

La intensidad de los vientos, se mide por su velocidad para lo cual se emplean anemómetros que tienen diferentes formas y disposiciones. Los más antiguos se componen de cuatro hemisferios huecos colocados en los extremos en dos brazos perpendiculares, Fig. 10, lo que giran en el sentido de la flecha porque el lado cóncavo presenta mayor resistencia que el convexo y el viento arrastra el aparato en el sentido indicado. La velocidad de los hemisferios es naturalmente menor que la del viento pues éste ejerce un efecto de frenaje en las partes cóncavas; será por eso necesario tasar cada instrumento.

En la práctica, los marinos acostumbran medir la intensidad del viento sirviéndose de escalas, de las cuales la más usada es la de Beaufort, en las cuales el viento se clasifica en números de (0 a 12) según sea el volumen que puede soportar un buque. Por el origen mismo de estas escalas, se comprende que sus indicaciones no pueden tener nada de absoluto; por lo que se refiere a la escala de Beaufort se la ha interpretado de diferentes maneras; la más sencilla de ellas consiste en relacionar la velocidad del viento con el número correspondiente escribiendo que para el número n la velocidad es la suma de todos los números desde 1 hasta n, en millas por hora.

Con la disminución de la importancia de la marina de vela ha dejado de emplearse mucho esa escala, que tiene muchos números y se ha recurrido a otras más sencillas. En Francia, se emplea ahora mucho la escala siguiente, establecida por la Oficina Central de Meteorología, que comprende sólo siete números:

O Calma el humo se escapa verticalmente, o casi, las hojas

de los árboles no se mueven.

$v = 0$ a 0.50 m/seg. presión = 0 a 2 k/m².

1. Brisa ligera viento débil, sensible en las manos o en la cara, mueve ligeramente una bandera, agita las hojas pequeñas.

$v = 0,5$ a 4 m/s. $p = 5$ a 8 K/m².

2 Pequeña brisa suave viento moderado, hace flotar una bandera (flamear), agita las hojas y las ramas chicas de los árboles.

$v = 4$ a 7 m/s. $p = 8$ a 13 K/m².

3 Brisa fresca viento bastante fuerte, agita las ramas gruesas de los árboles.

$v = 7$ a 11 m/s. $p = 13$ a 21 K/m².

4 Buen fresco viento fuerte agita las ramas gruesas y los troncos pequeños.

$v = 11$ a 17 m/s. $p = 21$ a 40 K/m².

5 Gran fresco viento violento, sacude los árboles, quiebra las ramas gruesas y los troncos delgados.

$v = 17$ a 28 m/s. $p = 40$ a 90 k/m².

6 Tempestad, huracán, vuelca las chimeneas, desarraiga los árboles, saca los techos de las casas.

$v = 28$ m/s $p = 90$ a 200 k/m².

Desde luego conviene llamar la atención hacia el significado de la palabra fresco al tratarse del viento, que no tiene relación con la temperatura sino con la fuerza: un viento refresca cuando su fuerza aumenta.

Se ha tratado de relacionar la velocidad de un viento con la presión que ejerce sobre una superficie normal a él; durante muchos años se empleó la relación.

$$p = 0.1 v^2$$

en que p es la presión, en kilogramos por metro cuadrado, y v la velocidad en metros por segundo, pero se vio que la impresión es mayor y se ha reemplazado esa expresión por

$$p = 1/5 \text{ a } 1/8 v^2$$

o bien sólo por $p = 1/5 v^2$

Conviene recordar que en la zona vecina al Ecuador terrestre, zona tropical; el calentamiento del aire es muy intenso y de él resulta una disminución de densidad y de presión y la formación de corrientes ascendentes de aire caliente; como consecuencia de esto, resulta que en esa zona no hay vientos horizontales (zona de las calmas); esta zona tiene de 250 a 1.000 kilómetros de ancho, según la región. Para establecer el equilibrio, en las zonas vecinas se producen vientos dirigidos hacia la zona ecuatorial, que se desvían por efecto de la rotación de la tierra y dan origen a los vientos alisios del NE en el hemisferio norte y del SE en el hemisferio sur. El aire calentado baja, enfriándose, y forma en la parte alta corriente de aire, llamadas contra alisios, y se dirigen desde el SO en el hemisferio Norte y del NO en el hemisferio Sur. Estos vientos son permanentes y son utilizados por la navegación o son un obstáculo para ella en las zonas de calma.

Hay otras causas de formación de vientos que varían con las estaciones, como el calentamiento desigual de las tierras continentales y de los océanos. En el verano las tierras se calientan más y en el invierno se enfrían más que las aguas, de donde pueden resultar vientos hacia tierra en el verano y hacia el mar en invierno. Hay regiones como el Océano Indico, en que estos vientos llegan a tener una importancia muy grande, dada la gran extensión del continente asiático; esos vientos son los monzones, del NE en invierno, que es un viento seco, y del SO en el verano, que producen las lluvias; en las épocas de cambio se producen perturbaciones atmosféricas muy grandes que dan origen a huracanes, muy peligrosos para la navegación y las obras portuarias.

Las variaciones diarias de temperatura producen efectos parecidos a los anteriores, pero de menor importancia por que el calentamiento y el enfriamiento no alcanzan a ser de tanta importancia; ellas dan origen a los vientos del mar hacia tierra en el día y de tierra hacia el mar en la noche y en la mañana. Estos vientos se llaman generalmente brisas polares y con frecuencia son dominadas por los vientos generales de que hemos hablado antes.

Las observaciones hechas en la costa de Chile indican de una manera general vientos reinantes del S y SO; los vientos del norte son accidentales y son los dominantes en la zona central; en el norte del país son en general de mucho menor importancia.

Las perturbaciones de la atmósfera, son general mente ciclónicas; es decir centros de baja presión hacia los cuales converge el viento. El centro del ciclón se traslada con velocidades que son de 18 a 36 km. por hora (de 10 á 20 millas marinas mas o me nos); la velocidad del viento puede llegar a ser muy grande, cuando la pendiente barométrica es considerable. La rotación del viento en los ciclones se efectúa en el sentido de los punteros de un reloj en el hemisferio Sur, en el hemisferio norte es el revés. En nuestras costas las tempestades de esta clase vienen del norte hasta la parte central del país y del sur en la región sur; en Valparaíso, por ejemplo, principian con el viento del NE, que va aumentando fuerza y girando hacia el O, terminan con viento del NO, que después declina poco a poco, duran un día y medio en general. Con frecuencia los mayores perjuicios se producen al final de la tempestad, porque es cuando ceden las amarras o las anclas de los buques, y los atribuyen al viento del NO, pero en realidad el del NE y del N son tan fuertes como aquél.

Mareas:

El fenómeno de las mareas es debido a la acción de los astros, principalmente la luna y el sol, sobre las grandes masas de agua que forman los océanos y los mares de manera que el periodo correspondiente a las variaciones de nivel debe estar ligado al de las variaciones de posición de un punto de la tierra respecto a los astros, y como la luna es el astro más importante a este respecto, el período de las mareas corresponderá al día y al medio día lunar; se deberá observar una alta marea a cada 12 h. 25 m. aproximadamente (medio día

lunar), es decir, que casi todos los días habrá dos altas mareas en las cuales el agua alcanzará niveles diferentes. En la costa de la América del Sur en el Pacífico es así, porque el mar es profundo y la costa poco accidentada; en Europa, dos mareas sucesivas son prácticamente iguales.

La observación de las mareas se hace de diferentes maneras. La más primitiva consiste en colocar una escala de mareas, o sea, una regla graduada, en un punto en que el agua sea lo más tranquila posible y en que sea fácil ver la graduación de la escala que corresponde al nivel del agua, y en hacer lecturas periódicamente, anotándolas en seguida (Limnómetro).

La marea se produce en los océanos, en las grandes masas de agua y se propaga bajo la forma de una onda, que es la resultante de la superposición de una serie de ondas elementales debida a los diferentes elementos astronómicos de los astros. Es necesario por eso tener presente todas las particularidades relacionadas con la propagación de las ondas, cuando se trata de estudios de esta clase; en los cuales tendrán que intervenir cuestiones de derivaciones de ondas y modificaciones de altura y de su largo.

La onda de marea ha sido considerada como onda solitaria, onda única de traslación, pero en realidad difiere de ella en que la onda de marea se propaga en parte encima y en parte debajo del nivel del agua en reposo, es decir que es en parte positiva y en parte negativa, mientras la onda solitaria es de uno u otro signo.

En los golfos en que el ancho va disminuyendo al mismo tiempo que la profundidad, la amplitud de la marea aumenta considerablemente, como se ha observado en numerosos puntos.

Otra causa de modificación de la amplitud de la onda de marea se encuentra en las interferencias que se observan y que se deben a la modificación de la dirección de las ondas por la forma de las costas.

Para estudiar la propagación de las mareas se ha recurrido a la determinación de la hora en que la cresta, o sea el punto más alto de una onda de marea determinada pasa por los diferentes puertos de una costa, es decir, a la determinación de la hora de la alta marea producida por una onda determinada, que corresponde al caso que el sol y la luna se encuentren simultáneamente sobre el ecuador y a sus distancias medias de la tierra, el mismo adoptado para la determinación de la unidad de altura.

En las aplicaciones de la práctica no tienen mucha importancia el origen de la onda de marea que pasa por un puerto, pero sí la tiene el sentido en que se propaga y las características de su propagación en las regiones vecinas. Así por ejemplo, a nosotros nos interesa saber que la onda principal de la marea en la costa de Chile se propaga de norte a sur y conocer la hora en que pasa por los distintos puntos de la costa.

Para estudiar la propagación de la marea se considera la hora que se llama establecimiento del puerto, que es la hora a que se produce la primera marea después de las 12 M. del día de luna nueva en que el sol y la luna se encuentran en el ecuador y a sus distancias medias de la tierra. La hora del establecimiento del puerto puede calcularse, cuando se tienen observaciones de la marea durante un tiempo suficiente.

Corrientes:

En el estudio de la Geografía Física se ha visto que en el mar existen una serie de corrientes, debidas al desigual calentamiento del agua en los océanos y a las grandes evaporaciones que se producen en las zonas ecuatoriales, las que exigen el movimiento de cantidades enormes de agua para restablecer el nivel. Además las grandes corrientes atmosféricas contribuyen a la formación de estas corrientes marinas.

Esas corrientes permiten explicar la enorme diferencia entre el clima templado de Antofagasta y el tropical de Río Janeiro, ciudades que tienen la misma latitud (20°), pero están: refrescada la primera por la corriente de Humbolt y calentada la segunda –por la corriente caliente derivada de la ecuatorial del Atlántico.

El ancho, la profundidad y la velocidad de las corrientes son muy variables. En el Gulf Stream por ejemplo, el ancho varía entre 60 km. y 120 km. la profundidad varia entre 600 y 800 m. y su velocidad alcanza al máximo de 3 a 4 millas por hora en el canal de la Florida.

La propagación de la Marea exige el movimiento de grandes cantidades de agua y de ahí resulta la formación de corrientes, que se dirigen en el sentido de propagación de la marea (corrientes de flujo) o en sentido contrario (corrientes de reflujo). El carácter dominante de estas corrientes de marea es que se manifiestan en toda la profundidad del agua, distinguiéndose en eso de las anteriores, que hemos visto que son superficiales; además la velocidad de las corrientes de marea es muy pequeña en los mares profundos y no son por eso de gran interés práctico. Hay en cambio corrientes derivadas de las grandes corrientes de marea que pueden llegar a alcanzar velocidades considerables, de 2 a 3 millas por hora, cerca de las costas y a veces mucho más.

En la Fig. se representan, en planta, una ribera a lo largo de la cual pasa una corriente y un obstáculo que la interrumpe en parte. Aguas abajo del obstáculo se forma una corriente derivada, circular, que recibe el nombre de revesa, producida por la viscosidad del agua y por la necesidad de reemplazar el agua

de la parte ab, que es arrastrada; por efecto de esta revesa cerca de la orilla el movimiento del agua se verifica en sentido contrario de la corriente principal F. Aguas arriba del obstáculo se produce una corriente secundaria F, a lo largo de él, debida a la necesidad de que continúe el movimiento del agua que venía cerca de la orilla, y en el ángulo mismo, a uno y otro lado habrá una región de agua muerta.

En las costas se producen corrientes de esta clase. En la bahía de Valparaíso se observaban entre A y B corrientes de marea que tenía siempre el mismo sentido. Eso se debe a que la corriente directa se manifiesta en el sentido de propagación de la marea, es decir, de Norte a Sur, la corriente pasa en la orilla en ese mismo sentido; cuando la corriente se invierte y pasa por delante de la bahía de Sur a Norte, se forma la revesa que indica la Fig. y la corriente entre A y B se manifiesta también de Norte a Sur.

Olas:

En efecto más importante del viento se encuentra en las olas, que cuando el viento es fuerte y persistente pueden llegar a tener dimensiones considerables, capaces de producir efectos muy se nos, tanto en la conservación de las obras marítimas como en el movimiento de los materiales que forma la costa.

Cuando no hay viento la superficie del mar es completamente plana y el cielo se refleja en ella como en un espejo; por efecto de su inmovilidad el agua parece densa y espesa, como si fuera aceite. Tan pronto como principia a soplar el viento esa superficie que recibe el nombre de Fetch, parece empañarse, porque se forman pequeñas ondas, que poco a poco van juntándose y dando origen a ondas más grandes, es decir, más altas y largas.

Estas ondas pertenecen al tipo de las llamadas ondas de oscilación, que se encuentran parte encima y parte debajo del nivel del reposo del mar; difieren de las llamadas ondas de traslación en que estas últimas son positivas o negativas, es decir se encuentran enteramente encima o debajo del nivel de reposo.

En las olas se llama cresta la parte alta de la onda y (seno) la parte baja, que forma como un valle, y la ola forma una superficie cilíndrica cuyo corte normal a las generatrices es la línea que indica la forma de la ola. Se llama largo a la distancia $2L$ entre dos crestas sucesivas y altura la diferencia de nivel entre una cresta y el hueco siguiente o anterior.

La ola cilíndrica se observa en el mar, cuando no hay viento y se debe a la propagación de olas producidas en tempestades lejanas.

Se han hecho diversas teorías para establecer el movimiento del agua por efecto de la propagación de las olas,

pero actualmente la mas aceptada es la que se llama teoría trocoidal, según la cual las moléculas describen órbitas cerradas, aunque son circulares, cuando la profundidad es indefinida.

El movimiento del agua se trasmite desde la superficie hasta el fondo y los radios de las órbitas van disminuyendo rápidamente a medida que aumenta la profundidad, según una ley logarítmica.

Si se llama $2h$ la altura de la ola, es evidente que el radio de la órbita de superficie vale h ; el radio a la profundidad z valdrá

$$r = h \cdot e^{-\frac{z}{L}}$$

4

siendo $2L$ el largo de la ola, o sea la distancia entre dos crestas sucesivas, Fig. 1.

Según esta teoría la forma instantánea de la superficie del agua sería una superficie cilíndrica, engendrada por una recta que se mueve paralelamente a si misma, guiada por un trocoide, es decir, que la intersección de la superficie del agua con un plano vertical orientado según el sentido de la propagación de la ola es una trocoide, curva engendrada por un punto interior de un círculo que se mueve rodando sobre una línea recta.

En la Fig. 2 se puede ver que al trasladarse, rodando, la circunferencia de centro C , su punto B (describe una cicloide y su punto A (interior) una curva que tiene un vago parecido con la senoide, pero que es disimétrica; esa curva es una trocoide y cada punto interior describirá una trocoide distinta; en las olas la trocoide correspondiente a la superficie de reposo NR tendrá como altura $2h$ (la altura de la ola) y será igual a $2r$, diámetro de la órbita circular descrita por esa molécula.

La forma de la trocoide es disimétrica respecto al nivel de reposo del agua; la parte situada encima de él es más puntuda y para que el área situada encima sea igual a la situada debajo de ese nivel la parte $O'A$ debe ser mayor que la mitad dh de la altura; la diferencia, o sea, la elevación del centro de las órbitas de superficie sobre el nivel de reposo NR vale:

$$OO' = \frac{h^2}{2L}$$

$2L$

y, si llamamos a la altura de la cresta de la ola encima del nivel de reposo, a valdrá:

$$a = h + \frac{h^2}{2L}$$

$2L$

Cuando las olas se acercan a la ribera, la disminución de profundidad ejerce influencia en la forma de las órbitas, que de circulares se convierten en elípticas, y las condiciones del movimiento experimentan modificaciones considerables y muy interesantes lo que hace que para nuestro punto de vista sean las olas que se propagan en profundidades profundas reducidas las más interesantes.

Régimen Litoral:

El movimiento del mar produce en la costa dos efectos diferentes, que son: en primer lugar ataca los materiales que forman las riberas, provocando su destrucción, y en segundo, transporta estos materiales y los deposita en los puntos en que las velocidades disminuyen. Este efecto del mar se expresa diciendo que los cabos se corren y las ensenadas se llenan.

La destrucción de las costas se produce de manera diferente, según sea la forma que ellas tienen primitivamente. Las costas escarpadas, formadas por montañas mas o menos altas que se encuentran a la orilla del mar, son atacadas al nivel del mar por las olas que gastan lentamente el pié de la montaña, arrastrando los materiales mas o menos sueltos y blandos y dejando en su lugar los que son muy duros, como las rocas. Las montañas en que hay rocas graníticas presentan, por esa razón, un aspecto que a veces es muy pintoresco: los grandes trozos de roca, que han resistido a la acción del agua durante siglos, forman enormes rocas aisladas que emergen del agua y que tienen formas caprichosas que dan a la costa ese aspecto extraño, buscando en todas partes por los turistas y por los pintores; entre las rocas, el mar extiende los materiales que el mar ha arrancado de las montañas y forma playas de arena.

De esta erosión de las montañas que forman la costa resulta la producción de materiales, guijarros producidos por el sílex, arena producida por la destrucción de rocas graníticas, que se quiebran al caer y se muelen, al chocar unos trozos, con otros; hay montañas en que se encuentran mantos de rocas descompuestas, maicillo, que forma arena en grandes cantidades, porque el mar arrastra la parte arcillosa.

Estos materiales, guijarros y arena, a los que se agregan las que arrastran los ríos y llegan hasta el mar, son transportados a lo largo de la costa por las olas y por las corrientes, formando bancos y depósitos en los puntos en que son abundantes y las velocidades son pequeñas, y produciéndose la erosión de la costa cuando domina la acción destructora de las olas y de las corrientes. El estudio de las variaciones que por este motivo se producen en las costas constituye el Régimen Litoral.

Los materiales que forman la parte de la costa que se encuentra en movimiento son los guijarros, la arena y el fango, y su transporte se produce siempre por las mismas causas, pues mientras los guijarros, que son pesados, se mueven en general de una manera periódica, el movimiento de la arena y del fango es casi siempre permanente aunque no uniforme.

La causa del transporte de los materiales a lo largo de la playa se buscó al principio en las corrientes marinas; pero como estudios más generales y más completos demostraron que muchas veces las corrientes toman un origen independiente de las mareas y que también, con frecuencia ese transporte se efectúa en sentido contrario de las corrientes, lo que demostraba que su causa era otra, la que se encuentra en las olas. En realidad las dos causas nombradas producen sus efectos y muchas veces concurren juntas, acentuándolo. Vamos a estudiarlas separadamente.

En primer lugar, cualquiera que sea la causa que produzca el transporte, hay que tener presente que los guijarros y la arena se comportaran de manera muy diferente, pues los guijarros, que son pesados, se mueven rodando sobre el fondo, y que como exige velocidades muy grandes para moverse, su movimiento se debe generalmente a las olas, y a las que tienen cierta violencia; la arena, en cambio, sobre todo si no es gruesa, se pone fácilmente en suspensión en el agua y puede recorrer distancias considerables antes de volver a nuevo al fondo.

Finalmente, si una corriente experimenta un aumento brusco de velocidad puede llegar a ser capaz de producir el arrastre de materiales en masa y origina una socavación, y si lleva los materiales en movimiento y experimenta una disminución rápida de velocidad, la disminución de su capacidad de arrastrar formará una decantación importante que tendrá como consecuencia la formación de un banco local.

Las olas mueven la arena de dos maneras diferentes, según que haya o no movimiento ondulatorio. En las partes en que las profundidades son superiores a las honduras que las olas necesitan para propagarse, es el movimiento ondulatorio el que puede mover la arena, siempre que la velocidad en el fondo sea capaz de hacerlo, en la parte en que la profundidad es menor las olas revientan, el movimiento ondulatorio desaparece y el agua tiene sólo un movimiento de traslación muy fuerte, debido a la masa del agua lanzada por la ola al reventar, esta agua sube la pendiente de la playa ya hasta cierta distancia en que cesa su movimiento y después vuelve hacia atrás con velocidad creciente por efecto de la gravedad.

Conocida ya la manera como se mueven los materiales que forman el fondo submarino y la playa examinaremos los diferentes casos particulares, refiriéndonos a los distintos materiales.

Costas de Guijarros:

La cantidad de guijarros que se mueven en las costas es a veces enorme, por ejemplo, se estima en 10 millones de metros cúbicos la cantidad de guijarros que producen anualmente las costas de Francia y de Inglaterra en el mar de la Mancha. A primera vista parecería que esa cantidad enorme de guijarros son una gran amenaza para los puertos, situados en esa región; pero en realidad no es así, como se ha visto en los casos de Facamp y Harwik.

Como los guijarros son pesados y se necesita velocidades considerables para moverlos, una causa cualquiera capaz de modificar la dirección del movimiento puede detenerlos, como se ha visto en la isla de la Reunión, donde los torrentes echan al mar una cantidad considerable de guijarros, que se mueven, en seguida a lo largo de la costa, bastando cualquier obstáculo para detener su avance, a veces la corriente de los ríos en su desembocadura. A este respecto es interesante recordar que en Inglaterra se designó una comisión que estudió detenidamente esta materia en 1846, a propósito del temor que los guijarros pudieran constituir un peligro para el puerto de Dover, y esa comisión informó que la marcha de los guijarros se detenía cuando se quería.

En muchos casos la fuente productora de guijarros no se encuentra en la costa si no que ellos son arrastrados hacia el mar por los ríos; las variaciones de la forma de la costa son en estos casos análogas a las que hemos visto con la diferencia de que esas variaciones no influyan en la producción de guijarros, es decir, en el aporte de ellas por los ríos. La sucesión de años secos, en que las lluvias no producen grandes avenidas por los ríos y, por consiguiente, en que el arrastre de guijarros es reducido provoca el empobrecimiento de las playas, pues el mar sigue ejecutando el arrastre a costas de los materiales acumulados, los años lluviosos provocan la llegada hasta el mar de grandes cantidades de guijarros, que se acumulan al principio frente a la desembocadura de los ríos y que son movidos después paulatinamente por las olas, provocando el avance de la playa. Una obra artificial hecha en la costa produce en estos casos el mismo efecto que antes, salvo en lo que se refiere al efecto sobre la fuente productora, que es independiente de la forma de la playa.

Costas arenosas:

La arena se mueve, según hemos visto, con mucha facilidad, bastando velocidades relativamente pequeñas para moverla y conservarla en movimiento.

Tanto la arena como los guijarros, cuando se encuentran en movimiento y llegan a un punto en que se interrumpe la costa por un cambio brusco en su dirección, se forma una puntilla submarina, que se va elevando poco a poco hasta llegar a sobresalir.

En el caso de la arena estas puntas llegan a tener mucha importancia y si en la costa hay una bahía, esa punta llega a formar un cordón que la cierra de una manera mas o menos completa.

Al preocuparnos del estudio de las olas vimos que bajo la influencia de la forma de la costa modifican su dirección, girando en torno de los obstáculos que encuentran en su camino, hasta el punto de llegar a romper en la costa en dirección contraria a la que traían, por efecto de esta rotación de las olas se observa a veces la formación de cordones de arena que llegan a tener mucha importancia.

Las desembocaduras de los ríos que con mucha frecuencia se aprovechan para instalar en ellas los puertos, porque proporcionan grandes extensiones de aguas abrigadas naturalmente, presentan muchos ejemplos de la clase de los que nos ocupan, cuando hay en el mar un movimiento considerable de aluviones. La Fig. muestra en (a) la desembocadura de un río normal a la costa; si los aluviones se mueven viniendo de la izquierda a la derecha, en la época en que el caudal del río es reducido forman la puntilla arenosa P, que llega a sobresalir

del agua; cuando vienen las crecidas del río esa puntilla desvía la corriente, la que ataca a la otra ribera arrastrando la arena y dejando la nueva forma abc.

Cuando vuelve la época de pequeño caudal del río vuelve a formar se la puntilla arenosa que avanzará mas que el año anterior, y las crecidas volverán a atacar la ribera derecha, desviando nuevamente la desembocadura en ese sentido, de tal modo que al cabo de un tiempo la desembocadura se hará en el mar de la manera mostrada en b. El traslado de la desembocadura en esa forma es con frecuencia considerable y sólo se detiene, cuando se llega a un punto de la costa en que un obstáculo firme que la corriente no puede socavar, lo impide. En la costa de Chile se encuentran ejemplos de esta clase en los nos Mataquito, que se ha trasladado hacia el norte y del Imperial que se ha movido hacia el sur, fijándose ambas al encontrar un cerro, que se opone a la socavación del río. Más adelante estudiaremos detalladamente las desembocaduras de los ríos y entonces volveremos sobre este punto, al tratar de la formación de las barras que se encuentran en ellas.

El efecto de las obras artificiales sobre la arena movida por el mar es análogo al que producen sobre los guijarros, pero el menor peso de la arena, por efecto del cual es movida por corrientes de mucho menor intensidad, hace que los depósitos se efectúen de una manera mucho más compleja. En la Fig. se ve una playa de arena primitivamente recta, en la cual se construye un rompeolas AB; mientras la longitud de éste no alcanza a sobrepasar la línea neutra, particularmente cuando en el extremo B se encuentra en profundidades reducidas, la arena, que viene de la izquierda, se acumula detrás de la obra rellenando el ángulo y modificando la forma de la playa; una parte de la arena pasará por delante del extremo, y las olas que giran en torno de él la arrastran y forman la puntilla P; por otra parte la reversa que se forma por efecto del rompeolas en la corriente origina el depósito de la arena en el rincón interno en CD.

Cuando la obra se prolonga bastante, su efecto sobre la corriente costanera se traduce en un notable refuerzo de ésta delante del extremo b, debido a la necesidad de mantener el gasto de la corriente, y en la producción de una corriente transversal a lo largo de la parte final del rompeolas, que puede llegar a ser suficiente para producir una socavación del fondo paralelamente al rompeolas; esta corriente choca con la principal y la pérdida de energía consiguiente disminuye la capacidad de transporte y provoca el depósito de arena en F, por otra parte, la inmovilidad relativa del agua en la parte encerrada, por la corriente circular también provoca la formación de otro banco en E. Todos estos depósitos y socavaciones puede observarse en los distintos puertos, dominando unos u otros, según sean las circunstancias.

CAPITULO IV

CONDICIONES FORZADOS O TUBERIAS DE PRESION

4.1 DENOMINACIONES

En estas condiciones, la velocidad no depende de la pendiente como ocurre en los canales, sino de la presión ejercida sobre el agua que circula y del diámetro del tubo que la conduce.

De igual forma, cuando se trató del perfil longitudinal, se dijo que toda la rasante iba en pendiente. En las conducciones forzadas, las tuberías pueden ir tambien en rampas, siempre que no alcancen una altura superior al nivel piezométrico, que es la línea horizontal o inclinada que une los dos extremos de la conducción (ver figura 7, pozos artesianos).

La diferencia entre ambas conducciones es también notoria, por lo que los problemas que atañen a ambos casos son muy distintos. Las denominaciones de los datos a considerar para los cálculos de las conducciones forzadas son :

D: diámetro interior del tubo

S: superficie de la sección interior del tubo

J : pérdida de carga

V : velocidad media

Q: caudal en m³ o litros/segundos

H: diferencia de nivel

4.2 PERDIDA DE CARGA

Se denomina así el desnivel por metro, y queda identificada por la J .

Si H es la diferencia entre los extremos de una conducción, H será la carga total la cual dividida por la longitud L de esta conducción, nos dará J o pérdida de carga unitaria

$$J = H / L$$

Y si, en principio, tenemos que la velocidad $V = Q / S$, deducimos que, conocidas dos de estas cantidades, podrán ser conocidas las otras dos.

Como fórmula general queda determinado por la siguiente expresión:

$$f(v) = \frac{1}{4} * D * J$$

Lo cual se deduce de las anteriores fórmulas, y todo ello aclararemos con un ejemplo:

Si suponemos dos depósitos cuya diferencia de nivel es de H metros, los unimos con una tubería longitudinal L y diámetro D, el agua contenida en la totalidad del tubo será:

$$\frac{D^2}{4} * L = \pi * r^2 * L$$

4

Y el trabajo del agua al pasa un depósito al otro será:

$$\pi * r^2 * L * H * \text{Densidad del líquido (en que en el caso del agua es 1)}.$$

La resistencia por la rigurosidad del tubo es proporcional a la superficie del mismo, multiplicada por la longitud total, por lo que será:

$$\pi * r^2 * L^2 * \text{coeficiente de frotamiento, que denominaremos } f(v).$$

$$f(v) = \frac{D * H}{4} \text{ y } H = J \text{ por lo que}$$

$$\frac{D}{4} * L$$

$$f(v) = \frac{1}{4D} J \text{ y } J = \frac{4f(v)}{D}$$

D

Haciendo $f(v)$ = pérdida dinámica por el coeficiente , tenemos:

$$J = \frac{V^2}{2 g D}$$

$$2 g D$$

4.3 FORMULAS DE CALCULO

Existen diversas fórmulas que nos permiten resolver estos problemas, Como la de Prony, Dupuit, Levy, Flamant, Darcy, Bazin, Ganguillet-Kutter, Weisbach, etc.

Estas fórmulas pueden ser todas útiles empleando sus respectivos coeficientes, ábacos, etc y teniendo en cuenta que, cada una de ellas para unos diámetros de tubo, van mejor que para otros.

En todas estas fórmulas se dan coeficientes para tuberías nuevas y para tuberías usadas. Aunque, por regla general, siempre se emplean tuberías nuevas, para aplicar las fórmulas es aconsejable tomar los coeficientes de las usadas, puesto que transcurrido algún tiempo, las características de rugosidades por incrustaciones serán las de las usadas.

Damos a continuación un resumen de algunas fórmulas de los autores antes citados:

Prony-Dupuit:

$$\frac{1}{4} D = aV + bV^2$$

Siendo $a = 0,0001733$ y $b = 0,000348$

$$\frac{1}{4} DJ = 0,00001733 V + 0,000348 v^2$$

y por ser a tan pequeño se suprime, quedando en:

$$\frac{1}{4} DJ = b V^2$$

Como $V = \frac{Q}{S}$; $V = \frac{4Q}{\pi D^2}$

$$S D^2$$

$$Q = 20 D^5 J$$

Levy

Siendo A un coeficiente que determina para:

Tubos de fundición nuevos = 36,4

Tubos de fundición en servicio = 20,5

La fórmula general es :

$$V = A \frac{D}{(1+3 \frac{D}{J})} * J$$

FIGURA 2

Esta fórmula es más exacta para aquellos diámetros superiores a 800 mm.

Para determinar dos datos cualquiera teniendo los otros dos, puede emplearse el ábaco de Levy (figura 2), calculado según la anterior fórmula.

Por ejemplo, si tenemos para una conducción, obtenidos por cálculo, una pérdida de carga de 0,002 m por m/l, y ha de conducirse un caudal $Q = 300$ l/s, uniremos por medio de una recta estos dos puntos en el ábaco, como a trazos hemos hecho sobre el mismo, y tendremos directamente un diámetro $D = 0,70$ metros, y a una velocidad $V = 0,85$ m/s.

Flamant:

La fórmula general de este autor es la siguiente expresión:

$$J D = \frac{V^2}{R}$$

D

Siendo :

Para tubos de fundición nuevos = 0,00074

Para tubos de fundición en servicio = 0,00092

Para tubos de chapa = 0,0006–062

Bazin :

La fórmula general, transformando y sustituyendo factores o términos, nos da:

$$V = \frac{87}{1 + \frac{R}{D}} - R J = k R J$$

1 + $\frac{R}{D}$

R

De este autor ya se dieron las tablas XVI y XVII al tratar de canales y acequias, conociéndose por ello los valores de Y y B.

Gauguillet y Kütter:

Igual que de la fórmula de Bazin, se dieron detalles de la de estos autores, así como las tablas XX y XXI.

Darcy:

La fórmula general de este autor es como sigue:

$$\frac{1}{4} J D = \left(1 + \frac{R}{D} \right) V^2$$

D

En que para conducciones metálicas : $\lambda = 0,0005$

$$\lambda = 0,0000129$$

en sucesivas transformaciones se llega a :

$$J = \frac{64 \lambda Q^2}{\pi^2 D^5}$$

$$^2 D^5$$

en que $\lambda = \frac{1}{1000} + \frac{0,000129}{D^{1,75}}$ y finalmente $J = \frac{64 \lambda Q^2}{\pi^2 D^5}$

$$D = \sqrt[5]{\frac{64 \lambda Q^2}{\pi^2 J}}$$

Hasta aquí hemos dado las fórmulas simplificadas de más frecuente uso. De entre ellas tomamos para tuberías forzadas la fórmula de Darcy, por ser una de las que más aceptación han tenido siempre, no obstante, habiendo otras varias más modernas.

A continuación presentamos la tabla XXV para la aplicación de la fórmula de Darcy para el cálculo de tuberías metálicas en uso.

CALCULO DE TUBERÍAS METÁLICAS DE USO

Como más comprensible damos unos ejemplos para calcular por medio de la fórmula de Darcy:

Sea un caudal a conducir $Q = 0,200 \text{ m}^3/\text{s} = 200 \text{ l/s}$, y por nivelación directa hallamos que la diferencia de nivel existente entre los puntos extremos es de 1,50 metros. La longitud total de la conducción es de 800 metros.

En principio tenemos que $J = \frac{H}{L}$; $J = \frac{1,50}{800} = 0,00187$ metros por metro lineal de

L 800

conducción.

$$J = \frac{0,00187}{1} = 0,00187$$

$$Q = 0,200$$

Para lo que dan las tablas:

$D = 0,0600$ metros como más aproximado

$$V = \frac{Q}{A} ; \frac{0,200}{0,283} = 0,70 \text{ m/s}$$

$$S = 0,283$$

Las velocidades, clasificadas en laminar o turbulentas, se establecen por el llamado número de Reynolds, el cual viene dado por la fórmula:

$$Re = \frac{V D}{\nu}$$

Y

Este valor limita a las primeras en un número menor de 2000, y para las segundas en un número superior a 2800, siendo Y la viscosidad del agua a distintas temperaturas, las cuales son las que se indican en la tabla XXVI

VISCOSIDAD DEL AGUA A DIFERENTES TEMPERATURAS

En la fórmula general:

$$J = \frac{V^2}{2gD}$$

es un coeficiente de la función del número de Reynolds y de la relación k/D, siendo k la altura media de las asperezas de la tubería, y que son las que se indican en la tabla XXVII.

VALORES DE K EN LA FORMULA DE DARCY

Existen otras fórmulas en que se dividen las tuberías en tres grupos:

Lisas, en que $f = f(Re)$

Rugosas, en que $f = f(k/D)$

Semirugosas, en que $f = f(Re, k/D)$

Continuando con la fórmula de Darcy creemos oportuno incluir un segundo ejemplo, en el que es conocido el caudal $Q = 200$ l/s, y la velocidad antes hallada $V = 0,70$ m/s, para determinar ahora el diámetro D y la pérdida de carga J. (comprobación del ejemplo anterior).

$$\text{Tenemos } S = \frac{Q}{V}; S = \frac{200}{0,70} = 285,71 \text{ m}^2$$

$$V = 0,700$$

$$S = \frac{D^2}{4} = 285,71 \text{ m}^2 \quad D = \sqrt{4 \times 285,71} = 33,94 \text{ m}$$

$$4 \times 3,1416$$

con $D = 0,60$ metros, dan las tablas para $J = 0,044031$

$$Q^2$$

$$J = 0,044031 \times 0,04 = 0,00176124 \text{ metros por metro}$$

Pérdida de carga total:

$$J = 0,00176124 \times 800 = 1,408 \text{ metros}$$

Con lo que queda comprobado, no obstante, notarse cierto desajuste, debido a que el valor 0,0467 hallado en el primer ejemplo, no le corresponde exactamente un diámetro $D = 0,600$ metros.

4.4 PERDIDAS DE CARGA ACCIDENTALES

Hasta ahora hemos proyectado un tubo uniforme y en línea recta, pero existen diversas causas que impiden que este tubo ideal sea factible de ser llevado a la práctica. Y estas causas aumentan las pérdidas de carga en las conducciones, por lo que habrán de ser sumadas a las calculadas por desnivel.

De estas causas exponemos las más frecuentes para así poder efectuar cálculos más completos:

Por aumento de sección en la tubería

$$J = \frac{V^2}{2g} = \left(\frac{A}{A_1} - 1 \right)^2$$

$$2g A_1$$

Para el caso de la figura 84 los mismos valores, reducidos de 1/5 a 1/8 según la conicidad:

VALORES DE PARA VALORES DE L/A

Para válvulas, grifos y compuertas:

$$J = \frac{V^2}{2g} = \left(1,645 \frac{A_1}{A} - 1 \right)^2$$

$$2g A_x$$

Siendo A_1 = sección de la tubería

A_x = sección de paso

V = velocidad del agua en la tubería

Para compuertas rectangulares, figura 85:

Para compuertas cíclicas, figura 86

Para codos en ángulo, figura 87 $J = \frac{V^2}{2g}$

$$2g$$

Para codos en arco de círculo, figura 88

Para una derivación, figura 89

Siendo V en tubo principal y V_1 en tubo derivado:

$$J = \frac{V_1^2}{2g} - \frac{V^2}{2g} + K \frac{V^2}{2g}$$

$$2g \quad 2g$$

Otras pérdidas de carga

Con el uso se van incrustando materias sólidas en los tubos, que llegan a tomar cuerpo y van reduciendo sensiblemente el diámetro de los mismos, por lo que el caudal se va reduciendo proporcionalmente. Como previsión de este hecho, se establece una fórmula derivada de la de Darcy, que queda expresada como sigue:

$$d.D = \frac{2D * d * Q}{5Q * d * D}$$

$$5 Q^2 D$$

Teniendo esto en cuenta para prevenirlo, puede calcularse que una tubería de 60 mm de diámetro con un caudal $Q = 5$ l/s, en algunos años bajará a 3 l/s; diferencia = 2 l/s.

$$d.D = \frac{2 * 60 * 0,002}{5} = 9,6$$

$$5 * 0,0005$$

resultará, pues, que el diámetro primitivo se ha reducido de

$$60,00 - 9,60 = 50,40\text{mm}$$

Otro fórmula de Darcy queda expresada como sigue:

$$J = B \frac{Q^2}{D^5}$$

$$D^5$$

Y aquí interviene el coeficiente de rugosidad B, que para los distintos materiales tiene el valor de :

$$\text{Fibrocemento } B = 0,0016$$

$$\text{Acero en servicio } B = 0,0025$$

$$\text{Fundición en servicio } B = 0,0040$$

4.5 GOLPE DE ARIETE

En el caso de que una tubería que está trabajando normalmente, se le cerrase de repente el paso del agua, se originaría el choque repentino del agua contra la llave que la ha cortado, retrocediendo el agua por el tubo, y a su vez, chocando con el agua que viene a una velocidad X m/s. Este sucesivo choque hacia atrás y hacia delante, produce vibraciones, aumentando la temperatura en el tubo, dilatándolo, e incluso deformándolo, pudiendo llegar a producir su rotura.

En los ejemplos anteriores de las tuberías, si las cerrásemos repentinamente, tendríamos, según la fórmula general

$$A = \frac{L * S}{g} * V^2$$

$$2 g$$

la sobrecarga siguiente debido al llamado golpe de ariete:

$$A = \frac{800 * 0,60 * 1000}{19,62} * 0,49 = 11.987,36 \text{ Kg}$$

$$19,62$$

Compensadores

Para compensar este efecto existen tres procedimientos:

1° Colchón de aire

2° Válvulas compensadoras

3° Chimeneas de equilibrio

El primero consiste en un depósito de aire cuya altura es mayor que la piezométrica del lugar en que está colocado, quedando, por lo tanto, una cámara de aire por encima del nivel del agua en este punto.

Al producirse el golpe de ariete y retroceder el agua, se eleva en este depósito comprimiendo a éste, que a su vez, por expansión, empuja al agua, amortiguando parte del efecto.

El segundo estriba en una válvula que comunica con un desagüe. Esta válvula es accionada por el retroceso del agua, saliendo ésta al desagüe, y cerrándose la válvula al cesar el exceso de presión.

El tercer sistema, que hasta cierto punto es una variante del primero, consta de un tubo o chimenea de gran sección, cuyo extremo superior está abierto y a bastante más altura que el nivel hidrostático, eliminando también gran parte de la presión producida por el golpe de ariete.

4.6.- CALCULO DE SIFONES

Como conducción forzada que es, precisa el cálculo previo de la pérdida de carga o desnivel del agua entre la entrada y la salida del sifón.

Para este cálculo empleamos la fórmula de Weisbach, que establece:

$$J = \frac{V^2}{2g} \left(1 + \frac{L}{4S} + \frac{P}{4D} \right)$$

$$2g \quad 4S$$

Para una sección circular: $\frac{P}{4D} = \frac{L}{4S}$

$$4S \quad D$$

Siendo $\frac{P}{4D} = 0,51$

$$= 0,00144 + \frac{0,01}{L}$$

$$V$$

L = longitud del sifón en metros

P = perímetro de la sección del tubo en metros

S = sección del tubo en m²

V = velocidad del agua en el sifón en m/s

D = diámetro del tubo en metros

Ejemplo

El canal que ya nos ha servido para el cálculo de movimiento de tierras, así como de ejemplo para el cálculo de un caudal Q, y una pendiente I determinadas, nos servirá ahora para proyectar un sifón con los siguientes datos:

Sifón de tubo de hormigón de 1,20 metros de diámetro, y 10 metros de longitud.

$$S = 3,14 * 0,36 = 1,13 \text{ m}^2$$

$$P = 3,14 * 1,20 = 3,77 \text{ m}$$

$$= 0,00144 + \underline{0,01} = 0.011$$

$$1.00$$

$$J = \underline{1}(1+0.51+0.0011*\underline{3.77}*10) = 0.08 \text{ m.}$$

$$\bullet 4.52$$

$$V = \underline{19.62*0.08} = \underline{1.25} = 1.01 \text{ m/s}$$

$$1+0.51+0.011 \text{ 1.23}$$

Comprobación de Q:

$$Q = 1.13*1.01 = 1.1413 \text{ m}^3/\text{s} = 1141.3 \text{ l/s}$$

Para este primer tanteo hemos prescindido de las pérdidas de carga por entrada del agua en el sifón, y por los recodos del mismo.

Como se ve, el diámetro ha sido algo excesivo para un caudal Q = 1.000 l/s que tenemos en el canal, por lo que será necesario efectuar nuevo cálculo.

Para ello, teniendo ya una idea más concreta del diámetro idóneo, efectuaremos un cálculo completo con los datos de las pérdidas de carga por entrada y recodos del sifón.

Estas pérdidas de cargas son:

$$\text{a. - Por entrada de sifón: } J = \underline{V^2} = 0.08$$

$$2g$$

$$\text{b. - Por cada recodo: } J = n V^2$$

Siendo los valores de n los que presentamos en la Tabla XXVIII

ANGULOS DE DESVIACIÓN; VALORES DE n

Puede también calcularse aumentando la longitud total en tres diámetros por cada codo de arco circular.

Como hemos dicho antes, el diámetro de 1.20 metros es excesivo, calcularemos pues, con uno de 0.90 metros

(figura 90) para el que tenemos:

$$S = 3,1416 * 0,20 = 0.63 \text{ m}^2$$

$$P = 3,1416 * 0.90 = 2.82 \text{ m}$$

$$= 0.011$$

$$J = \frac{1}{19.62} (1 + 0.51 + 0.0011 * \frac{2.82^3}{10}) = 0.081 \text{ m}$$

$$\frac{19.62}{2.52}$$

$$a.- J = \frac{0.08 * 1}{19.62} = 0.004 \text{ m}$$

$$\frac{19.62}{2.52}$$

$$b.- J = \frac{0.051 * 1^3}{19.62 * 2} = 0.100 \text{ m}$$

$$\text{Total } J = 0.081 + 0.004 + 0.100 = 0.185 \text{ m}$$

Si tenemos en un canal una velocidad de agua $V = x \text{ m/s}$, y al llenar a un sifón nos interesa que pase por él a una velocidad $V' = X' \text{ m/s}$, la pérdida de carga será (según también fórmula de Weisbach):

$$J = \frac{(V'^2 - V^2)}{2g} \frac{L}{D}$$

$$\frac{19.62}{2.52}$$

es decir, que si las velocidades fuesen de 0.80 m/s en el canal, y se quiere que en el sifón sea de 1.20 m/s , la pérdida de carga sería:

$$\frac{(1.20^2 - 0.80^2)}{19.62} \frac{L}{D}$$

$$\frac{19.62}{2.52}$$

$$J = \frac{(1.44 - 0.64)}{19.62} * 0.05 = 0.040 \text{ metros por metros}$$

Para el cálculo del sifón, debemos conocer su longitud total. Para ello tenemos que en el primer tramo, medido por el eje del tubo, hasta la tangente de la curva hay 42 metros, a los que habrán de agregárseles la mitad del desarrollo de la misma, para lo cual procederemos:

$$\text{Curva} = 3,1416 * 72 = 226,19 \text{ m}$$

$$\text{Semiarco} = \frac{226,19 * 45^\circ}{360^\circ} = 28,27 \text{ m} ; \frac{28,27}{2} = 14,13 \text{ m}$$

$$\frac{360^\circ}{2}$$

$$\text{Primer tramo} = 42,00 + 14,13 = 56,13 \text{ metros}$$

$$\text{Segundo tramo} = 75,00 + 28,27 = 103,27 \text{ metros}$$

$$\text{Tercer tramo} = 42,00 + 14,13 = \underline{56,13 \text{ metros}}$$

Total 215,53 metros

El tercer tramo forzosamente ha de ser algo menor de lo que se ha anotado, ya que, al quedar más baja la salida de la entrada, necesariamente ocurrirá esto.

Para esta reducción tendríamos, suponiendo un canal en recta que uniera las dos arquetas:

Pendiente del canal = 0,0005 ; Longitud = 196 metros

Quedaría más bajo en : $196 * 0,0005 = 0,098$ metros

Con la J supuesta, sabiendo la inclinación del tramo, 45° , se calcula la hipotenusa H.

Pero para el cálculo de la pérdida de carga, tendremos para un diámetro $D = 0,90$ metros y una supuesta $J = 0,50$ metros, siendo $Q = 1000$ l/s

$$p. = 2,82 \text{ m} ; S = 0,63 \text{ m}^2 ; = 0,00144 + \underline{0,01} = 0,008$$

1,58

$$V \equiv \underline{19,62 * 0,50} = \underline{3,13} = 1,58 \text{ m/s}$$

$$1 + 0,50 + 0,0008 \underline{215,53} = 1,91$$

0,90

$$J = \underline{2,49} (1 + 0,51 + 0,008 \underline{2,82} 215,53) = 0,410 \text{ m}$$

19,62 2,52

$$\bullet J = \underline{0,08 * 2,49} = 0,010 \text{ m}$$

19,62

$$\bullet J = 0,0096 * 2,49 * 2 = 0,046 \text{ m}$$

$$J = 0,410 + 0,010 + 0,046 = 0,460$$

Comprobación Q

$$Q = 0,63 * 1,58 = 0,9954 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lo que indica que con algo más de velocidad quedará muy aproximado a los 1000 l/s, y esto se logrará con una pérdida de carga de :

V =

$$Q = 0,63 * 1,63 = 1026,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como se ve, con sólo 5 milímetros hemos pasado de 995,4 l/s a 1026,9 l/s. Hemos querido resaltar este detalle, ya que ahorrará tiempo y paciencia.

Pero estas diferencias, si no son grandes no tienen gran importancia, ya que todas las fórmulas son empíricas, y por lo tanto no responden a una exactitud matemática.

Cualquier problema, tratado con fórmulas de autores distintos, dará distintas soluciones, si bien estas serán muy parecidas entre sí, lo que demuestra que todos los autores, pusieron en sus observaciones su mayor cuidado, y de sus experiencias escogieron las medias de los datos que en cada caso se repitieron con mayor frecuencia.

Datos constructivos

En cualquier caso que se trate de un sifón sometido a grandes presiones, será necesario tener en cuenta el material a emplear y su resistencia.

La velocidad del agua para conductos de fábrica ha de ser de 1,00 a 1,50 m/s, y para tubos de hormigón o metálicos, de 1,50 a 2,50 metros.

La presión por m^2 sobre la parte superior del sifón será $P = 1000H$ siendo H la altura del nivel del agua a la llegada, sobre el intradós de la bóveda.

Esta presión debe ser equilibrada con el peso por m^2 de la bóveda, y del terraplén correspondiente si lo hay. De no bastar esto, será necesario armar la fábrica.

Los espesores de las partes del sifón serán como mínimo:

De la bóveda $s = 0,25 * l$

Del estribo $S = 0,50 * (s + h)$

Siendo l = luz del arco

H = la altura del estribo

En la figura 90ª, hemos croquizado esquemáticamente los datos para el cálculo de presiones y espesores, los cuales son:

Espesor bóveda $s = 0,25 * 0,90 = 0,225$ 0,25 metros

Espesor estribo $S = 0,50 (0,25 + 2) 0,70$ metros

Presión interior $P = 1000 * 2 2000,00$ kg

Peso m^2 de bóveda $= 0,25 * 1 * 2200 550,00$ kg

Peso por m^2 de terraplén $l m^3 1600,00$ kg

Total peso = 2150,00 kg Total presión 2000,00 kg

Las presiones bastantes equilibradas, no hacen necesario armar al tubo.

Tratándose de agua, el material más idóneo para esta obra es el hormigón, por su resistencia, compacidad e impermeabilidad. Si bien el tubo puede ser metálico, sobre todo si la presión interior es grande.

La solera del pozo soporta una presión de $1,30 * 1,30 * 4,60 * 1000 = 7774$ Kg de agua, más vibraciones. Es decir, 4600 Kg/m^2 , por lo que es aconsejable construirlo de hormigón armado, así como la parte baja del estribo.

4.8.- PRESIONES

Hemos dado fórmulas y ejemplos para calcular pérdidas de carga, diámetros, y otros datos, pero sin tener en cuenta las presiones soportadas por las tuberías, y a esto vamos a referirnos en este apartado.

Se denomina P/Kg, a la presión que ejerce el agua sobre una superficie S en m^2 , cuyo centro de gravedad se halla a h metros de profundidad.

Esta presión se expresa: $P = \dots$

CAPITULO 6.

ACCION DEL AGUA MARINA SOBRE LOS MATERIALES.

6.1.- HORMIGON ARMADO.

EL AMBIENTE MARINO Y LA DURABILIDAD DE LOS HORMIGONES.

Los hormigones se ven afectados de distintas maneras por el agua de mar como ser: abrasión, ataques químicos, organismos marinos, corrosión de armaduras, etc..

Por tanto, primero se analizaran todos los efectos del ambiente marino, que pudieran afectar a los hormigones.

6.1.1.- Efectos del Ambiente Marino.

– **Sumersión:** El efecto general de la sumersión podría considerarse como positivo, esta evidencia es avalada con el hecho de que un buen hormigón sumergido en agua marina, incrementa su resistencia con el paso del tiempo.

La sumersión también minimiza los cambios de temperatura, esto es que disminuye la velocidad y monto de las expansiones y contracciones, evitándose también de paso, el agrietamiento por erosión.

Pero el hormigón siempre tiene algún grado de permeabilidad, por lo que el agua marina tiende a penetrar, ya sea por diferencia de presión o por atracción capilar, dentro del hormigón.

Cuando el hormigón no está sumergido totalmente, el vapor de agua es continuamente evaporado de la superficie del hormigón extendida sobre el agua, la penetración del agua marina será continua, quedando un poco de residuo de sal depositado en el hormigón, luego las sales se difunden por capilaridad dentro de los poros, dependiendo del grado de saturación del hormigón.

El oxígeno, que entra con el aire, se disuelve en el agua en forma diferencial, siendo menor su concentración en zonas donde, la sal y el grado de saturación son mayores; a causa de esto, se originan pilas de corriente galvanica.

– **Constitución Química:** Los constituyentes del agua marina son los iones del cloro, sodio, magnesio, calcio y potasio y su mayor función la cumplen como un muy buen electrolito entre metales disímiles y entre concentraciones de sal y el acero.

El pH del agua marina, es alrededor de 8. La corrosión de la armadura ocurre con un pH debajo de 11, así la alcalinidad, debe ser suplida por el cemento.

En muchas aguas de bahías con considerable cantidad de azufre (H₂S) presente, por la debilidad de ácido, puede ocurrir ataque químico al cemento del hormigón.

– **Gases disueltos y atrapados:** Los gases disueltos de importancia en el hormigón son el anhídrido carbónico (CO₂), oxígeno (O), vapor de agua y aire atrapado; este aire sumado a los gases disueltos en el agua, son un factor en la erosión del hormigón por cavitación, que ocurre en las zonas donde azota el viento.

– **Presión:** El efecto de la alta presión, en las propiedades del hormigón, no están totalmente estudiadas. Aunque se ha llegado a establecer muy bien que alrededor de los 60m. de profundidad, el hormigón mejora en todas sus calidades. Presumiblemente, esta relación de mejoramiento con la profundidad, hace pensar en obtener un hormigón denso y fuerte, por medio de un colado a una presión (profundidad) adecuada. Otra posible forma de aprovechamiento, podría ser con la inclusión en la mezcla de un agregado de poros insaturados de peso liviano que absorberían el agua expulsada por efecto de la presión. Se ha sugerido que a muy altas presiones se podría producir hormigones de resistencia a la compresión de 500 kg/cm² o más y que la presión externa a grandes profundidades sea usada para pretensar el hormigón de las paredes de tanques sumergidos, tuberías y rectores atómicos.

Ensayos no destructivos de cilindros prefabricados expuestos en la mar a profundidades de 1.700m., por un periodo de 4 meses, han indicado diferencias no significativas con especímenes similares curados en cámaras de niebla, por el mismo periodo de tiempo.

Se han colocado hormigones sumergidos hasta una profundidad de 50m. y por el método de inyecciones se ha llegado hasta los 90m., los resultados han sido reportados como excelentes.

– **Temperatura:** Los ataques químicos y electroquímicos son más severos en las aguas tropicales. Las propiedades del hormigón generalmente mejoran a bajas temperaturas, ya que la resistencia a la compresión y el modulo de elasticidad, alcanzan altos valores.

– **Organismos Marinos:** Los organismos que afectan al hormigón son los organismos sésiles y el fouling (suciedad).

De gran importancia es el fouling ya que aumenta el peso de las estructuras flotantes e incrementa su resistencia al oleaje y agua en movimiento.

Los picorocos, piures y otros organismos pueden incrementar el diámetro efectivo de pilotes y columnas de 60 a 90cm. Lo que altera las características hidráulicas de una obra en cuanto a forma y superficie.

También incide en las tuberías, al disminuir seriamente la capacidad de transporte.

Los medios mecánicos de remover los organismos marinos, pueden desgastar o erosionar la superficie del hormigón. La impregnación química del hormigón para prevenir el fouling (antifouling) es un posible camino, con la limitante de la vida efectiva, por efecto del desgaste por lavado.

El ataque directo al hormigón es discutido mas adelante.

– **Hielos:** Puede estar flotando o sobre las estructuras, esto puede ser particularmente serio, cuando el hielo acumulado es expuesto a las fluctuaciones de mareas; aumentando su peso cuando queda al aire soportado por la estructura, durante las bajas mareas.

Además, el hielo formado sobre una estructura, incrementa el área de superficie sobre las que actúan las olas y corrientes, distorsionando las características del diseño hidráulico.

También el hielo, puede ejercer una presión destructiva cuando al formarse, tapa o cierra perforaciones o pequeñas grietas en la superficie del hormigón.

– **Fuerzas Sísmicas, Tsunami y Ondas Expansivas de Explosiones:** En el diseño de fuerzas sísmicas que golpean una estructura sumergida debe considerarse, la aceleración de la masa de agua que golpea: el hormigón es particularmente efectivo para resistir fuerzas sísmicas y tsunamis a causa, de la masa y homogeneidad del hormigón.

Los efectos de las fuerzas de una explosión, son bastante más severos en estructuras sumergidas, a causa de la incompresibilidad del agua.

Las estructuras de hormigón pueden ser muy eficientes para resistir fuerzas de explosiones externas por su alta resistencia a la compresión, bajo modulo de elasticidad, pesada masa y gran espesor. Siempre, la onda expansiva produce daño al interior de la masa del hormigón en forma de planos de clivaje.

La onda expansiva de una explosión, puede viajar por perforaciones o grietas del hormigón y producir sus más destructivos efectos, a gran distancia de la explosión.

En el diseño de estructuras que resistan explosivos, se procurara que en la sección no hayan ángulos con entrantes o perforaciones que puedan permitir que las explosiones externas, tengan efectos internos.

Una forma de proteger estructuras cuando se va a efectuar una tronadura, es tender delante de ellas, una cortina de burbujas por medio de una manguera perforada, que se deja en el fondo marino y acoplada a un compresor de capacidad adecuada.

– **Movimiento del agua:** El movimiento de las olas, viento o corriente tienen numerosos efectos sobre el hormigón durante la puesta en obra y después del fraguado.

El viento produce cavitación en la superficie de las estructuras de hormigón, los movimientos del agua transportan: arena, grava y hielo que son causales de la abrasión.

La salpicadura de las olas deposita sal sobre la línea de mareas, lo que contribuye a la formación de corrientes galvanicas, causa directa de la corrosión de armaduras.

El golpe de las olas, al destapar y destapar alternativamente cualquier grieta, produce en el interior un aumento brusco de la presión que erosiona y desgasta, aumentando el volumen de la cavidad, se conoce como efecto pistón. Sumamente importante como causa primaria de erosión de estructuras.

El deterioro de las estructuras de hormigón debido a las causas enumeradas precedentemente, puede verse incrementado por las solicitaciones debidas a las presiones que ejercen las olas. El estudio del mecanismo de la disipación de energía hidrodinámica, permite desarrollar la teoría de las presiones que las olas ejercen sobre la estructura bajo la acción del viento. Básicamente, se pueden considerar dos causas de disipación de energía: por fricción interna y por la rompiente de las olas.

La fricción interna se produce, para las olas originadas en aguas profundas, por las oscilaciones de las partículas de agua, alrededor de su posición de equilibrio, con orbitas aproximadamente elípticas. La longitud y velocidad de las olas van disminuyendo a medida que se van acercando a la costa y aumenta la fricción del fondo. Se produce en consecuencia, un cambio energético que torna inestable las partículas de agua y se origina una concentración de energía cinética y potencial en la cresta de las olas, que se empinan hasta

sobrepasar la tensión superficial y rompen. En otros casos, a las presiones enumeradas, se debe sumar la fuerza dinámica debida a la turbulencia del agua mezclada con aire, que puede alcanzar valores muy altos, de efectos más destructivos que las olas pasantes. La relación que existe entre la altura (h) y la profundidad (d) para que se produzca la rompiente es: $d = 1,3 \text{ a } 1,5H$.

Los efectos que se pueden producir sobre las estructuras de hormigón son:

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

6.1.2.– Problema de Durabilidad del Hormigón.

El ambiente marino constituye la más severa prueba a la durabilidad del hormigón. Una estructura construida inapropiadamente puede sufrir un rápido y serio deterioro.

El hormigón esta sujeto a: ataque químico, disrupción por acción del hielo y deshielo y ataque de corrosión electroquímica; abrasión por los movimientos de sedimentos o hielo; cavitación por golpes de viento y ataque de los organismos marinos. Todo lo cual contribuye al deterioro del hormigón marítimo.

– **Abrasión:** En las zonas de vientos y a profundidades menores de 18m., la arena y la grava pueden encontrarse en continuo movimiento, lo que producirá abrasión en las estructuras de hormigón; También las corrientes de fondo son causales del movimiento de materiales.

Los ángulos, aristas y resaltes de las estructuras, están particularmente sujetos al rompimiento, desgaste y caída, por causa de la abrasión, hechos que se deben tener muy presentes en el diseño. Para hacer un hormigón resistente a la abrasión, se deberá incrementar su solidez y densidad por medio del uso de un buen compactado, con un diseño de mezcla de máxima compacidad y baja razón agua–cemento. Se deberá seleccionar agregados duros y resistentes a la abrasión.

Las terminaciones deberán ser muy buenas (lisas) por lo que es preferible el uso de maquinas de terminaciones, cuando sea posible. Un curado apropiado producirá superficies anti–abrasivas. El uso de moldajes metálicos vibratorios es una practica muy recomendable.

– **Cavitacion:** Es causada por la acción de turbulencias producidas por rápidos movimientos de agua, como por golpes de vientos y es agravada por las obstrucciones.

La resistencia a la cavitacion es más dificultosa de prever y se puede minimizar con un diseño apropiado que llene o alise las obstrucciones en áreas de agua de movimientos rápidos.

Se recomienda el uso de hormigones densos y duros; los agregados se deberán seleccionar prefiriendo los que produzcan una alta adherencia y trabazón mecánica, es decir, son preferibles los agregados de machaqueo, que los de canto rodado.

– **Organismos Marinos:** Los organismos marinos que atacan al hormigón son los moluscos, ya que con su concha ejercen una alta presión en la superficie del hormigón, desde su etapa embrionaria hasta su madurez. Esta presión puede erosionar o desgastar radialmente el hormigón y destruir el recubrimiento que se haya usado, además de depositar ácidos, que pueden disolver el cemento y son más agresivos en un hormigón poroso.

Este tipo de ataques son más peligrosos y serios, en aguas tropicales y sub-tropicales; en aguas frías, las estructuras se cubren de pelillo y lama, además de los organismos sesiles mencionados, las grietas pequeñas las usan como moradas las jaivas, las más grandes los peces (congríos).

Un hormigón de superficie densa y dura, proveerá generalmente una protección adecuada.

– **Ataque Químico:** El ataque químico del hormigón, se origina por la acción de los cloruros y sulfatos del agua de mar, que se combinan con el cemento, formando compuestos solubles como hidróxido de magnesio, que se expande y explota dentro del hormigón en los moldajes (causa de grietas y figuración).

Este tipo de ataque es más rápido en aguas tibias y es de mayor significancia en las aguas tropicales.

La impermeabilidad es el mejor medio de protección del hormigón. El uso de cementos con un moderado o bajo contenido de Aluminato Tricalcico (C3A), máximo 8%; producirá un hormigón resistente a los sulfatos.

Los ángulos y aristas sobresalientes son altamente vulnerables al ataque y deberán ser evitados, cuando sea posible en la etapa del diseño.

– **Hielo y Deshielo:** Este ataque, en un hormigón fisurado o poroso, es la más destructiva de todas las fuerzas, debido al aumento de volumen del agua, al pasar de líquido a sólido (anomalía del agua). Se ha comprobado la absoluta necesidad de aire incorporado, para este tipo de exposición.

Con aire incorporado y con baja razón agua-cemento, se puede obtener muy buena durabilidad.

6.1.3.– Corrosión de Armaduras.

El cambio más serio que se produce en una estructura de hormigón armado en ambiente marino, es la corrosión de sus armaduras. En términos generales, este fenómeno se produce en un hormigón poroso y permeable, que está expuesto alternativamente al agua salada y al aire, en las zonas expuestas a la marea y salpicadura de las olas. La sal en concentraciones variadas es depositada sobre la superficie del hormigón, produciéndose una penetración por capilaridad, formándose una acción electroquímica que corroe la armadura de acero, como consecuencia de esto, se produce una oxidación que gasifica, expande y termina por botar el recubrimiento de hormigón, quedando la armadura al aire, comenzando su desintegración.

6.1.3.1.– Mecánica de la Corrosión

Se define la corrosión, como la alteración destructiva de un metal por reacción con el medio ambiente. Los daños del agua de mar sobre el hormigón los provocan principalmente el sulfato de magnesio, el cloruro de magnesio y el dióxido de carbono. El agua se introduce en la masa de hormigón por las grietas y poros (por capilaridad), disuelve y elimina el yeso, la cal y los aluminatos que encuentra. Cuando este proceso de lixiviación (hacer que un disolvente atraviese una materia pulverulenta, para extraer constituyentes solubles de ella) ha terminado, la masa penetrada por el agua salada (y en cierto modo también esta) dejan de ser alcalinas

y en las zonas donde el material posee reacción ácida, ataca al acero de las armaduras cuya oxidación acompañada de un aumento de volumen, hace saltar el recubrimiento de hormigón. Este proceso de oxidación, resulta de la propiedad que tiene el hierro como todos los metales no nobles, de descomponer el agua; el hidrogeno desprendido se combina con el hierro en forma de hidróxido ferroso, el cual, por fijación del oxígeno del agua, da óxido férrico hidratado. Así como en otros metales (el aluminio por ejemplo) la capa de óxido que se forma es homogénea y protege el resto del metal contra la oxidación ulterior; en el hierro, esta capa es porosa y laminar (herrumbre u óxido) y la humedad al penetrar constantemente por los intersticios de la herrumbre, sigue destruyendo al metal, hasta su total desintegración.

Naturalmente, la penetración del agua y en consecuencia este ataque, se produce particularmente en hormigones porosos o fisurados.

Teoría Electroquímica de la Corrosión:

Según esta teoría la causa principal y fuerza que hace progresar la corrosión, es la diferencia de energía libre entre el metal refinado (acero) y los minerales de donde se ha extraído (hierro) o los compuestos que se forman como resultado de la corrosión misma, siendo frecuente que estos sean los mismos que aquellos. Tal sucede en el caso del hierro, en que los óxidos (minerales) de los cuales se extrae el metal tienen casi la misma composición. Por tanto, el proceso de corrosión supone un retroceso de los metales refinados a sus minerales de partida. Al corroerse el metal, se ioniza y adquiere cargas eléctricas positivas, según las fuerzas de valencia de cada caso. Pueden medirse diferencias de una superficie del mismo metal o entre áreas discretas de una superficie del mismo metal o entre metales distintos, dentro de un ambiente corrosivo.

Esto supone la existencia de un ánodo, donde la corriente abandona el metal; de un cátodo por donde entra; un electrolito (agua marina) que transporta la corriente eléctrica entre ambos electrodos y un camino metálico, para trasladar los electrodos en la parte del circuito que queda fuera del electrolitos.

La relación entre la energía libre del metal y la de sus productos de corrosión es tal, que mayoritariamente la reacción es espontánea y sobreviene a gran velocidad. Sin embargo, posteriormente estas velocidades de reacción disminuyen, por la formación de productos de corrosión adherencias que son insolubles en el medio en que se están formando o en otros en los que pueden situarse a continuación; estos productos actúan como una barrera y la velocidad de todo el ataque posterior, esta determinada por las velocidades de difusión, relativamente bajas, del metal a través del producto de corrosión hasta alcanzar el líquido corrosivo o viceversa.

Formas de Corrosión:

a) Corrosión de Tensión: combinación de efectos de corrosión de un medio ambiente determinado y de las fuerzas tensoras aplicadas o internas: según la naturaleza del metal, las roturas pueden ser intercristalinas o transcristalinas.

b) Corrosión de Fatiga: combinación de efectos de corrosión y de las tensiones cíclicas: estas fracturas son típicamente transcristalinas.

c) Corrosión Intergranular: originada por el ataque preferente, sobre o alrededor, de una fase o compuesto que ocupa la superficie de los gránulos.

d) Picaduras: producto de la acción de corrientes locales en las soluciones de continuidad de la película protectora o pasivadora, debajo o alrededor del depósito, con lo que se establecen pilas de concentración.

Características de la Corrosión en Ambiente Marino:

La acción galvanica, origen de la corrosión, se establece entre regiones de diferente grado de concentración de sal, formándose ánodos y cátodos que originaran, de acuerdo a su concentración, una corrosión acelerada.

- Las diferencias en el grado de concentración de la sal, provienen de las diferencias en el monto de las salpicaduras en el área expuesta, y las diferencias de permeabilidad de los distintos sectores del hormigón.
- La sal penetra en el hormigón, por deposito y capilaridad en el sector de la amplitud de mareas (el mas critico) o bien, disuelta en el agua de amasado y curado o como deposito en los agregados (por ejemplo, producción de una cantera muy cercana al mar).
- Luego, el proceso pasa por dos etapas: el cloruro de magnesio, tiende a reducir al valor del pH en las inmediaciones de la armadura y la sal, disuelta en diferentes grados de concentración en el agua libre contenida en el hormigón, establece baterías galvanicas. Cuando el pH es reducido a valores bajo de 11, la corrosión puede comenzar.
- Una vez establecidos estas pilas galvanicas, es poco menos que imposible, detener la acción galvanica completamente, a causa que los ánodos y cátodos pueden establecer y cerrar circuitos, desplazándose, de acuerdo como son hechas las reparaciones o cubrimientos del hormigón deteriorado.
- Por tanto, lo más recomendable es: hacer un hormigón denso e impermeable y libre de fisuras. Se deberá buscar una concentración de cloruros en las mezclas, lo mas baja posible, de modo que se deberá usar, agregados libres de sal, que el agua de amasado y de curado no contenga cloruro y se deberá prohibir el uso de aditivos que contengan cloruro.

6.1.3.2.– Inspección y Medición de la Corrosión:

Al efectuar la inspección visual, de una estructura de hormigón armado posiblemente afectada por problemas de corrosión, se deberá hacer un exhaustivo análisis de las grietas, para poder tratar de detectar las posibles causas del deterioro.

Al efectuar dicho análisis, se deberán tener presente lo siguiente:

- La corrosión ocurre antes de que se evidencie exteriormente, por la caída del hormigón de recubrimiento.
- Generalmente, la corrosión se presenta por sobre el nivel mínimo de mareas; la mayor parte de la corrosión se produce en la zona de amplitud de mareas y zonas expuestas a salpicaduras.
- La corrosión se presenta en forma de grietas localizadas, algunas veces, se presenta a gran altura por sobre el nivel máximo de mareas. En las estructuras con arcos, se presenta en la clave, debido a la propagación interna de la corrosión.
- Siempre, el hormigón del entorno de la zona corroída es altamente permeable, fisurado y de baja resistencia.
- En el hormigón del entorno de la barra corroída, se ha encontrado invariablemente, una alta concentración de sales marinas.
- La naturaleza de la corrosión es galvanica, a causa de las pilas eléctricas que se originan, como se menciono anteriormente.
- La zona anódica se encuentra separada de la zona catódica en una distancia que varia de los 5cm. a los 3m.
- El avance de la corrosión es mayor, mientras menor sea la resistencia eléctrica del hormigón y esta es mayor en las zonas catódicas que en las anódicas.
- Las posibilidades de corrosión disminuyen a medida que aumenta la profundidad, a causa de que disminuye el oxigeno, disuelto en el agua. Pero en el fondo y por diferencia de concentración de oxigeno en el agua y suelo submarino, se produce una pila, lo que da origen a una zona potencial propensa a la corrosión, sobre todo, si el fondo, se encuentra a poca profundidad.
- La circulación de corriente alterna por el hormigón armado, no tiene ningún efecto corrosivo apreciable y

conocido, sobre las armaduras de acero.

- No se considera el ataque químico al hormigón, como causa directa de la corrosión de las armaduras.

Análisis de Grietas.

Tipos de Grietas: Hay muchos tipos de grietas, con respecto a su profundidad, medida en la superficie, hay grietas superficiales, profundas y continuas. Con respecto a la dirección en la superficie, hay dos tipos principales:

Grietas de Mapa o Grietas Modelo: que son mas bien grietas cortas, distribuidas uniformemente y que corren en todas las direcciones, formando casi siempre una figura que se aproxima a un hexágono; este tipo de grietas, indica retracción de las capas superficiales causadas por el hormigón de las capas intermedias o fondo, la mayoría de las veces por grandes nidos de piedras.

Grieta sola y Continua: corre en direcciones definidas, a menudo en paralelo y a intervalos definidos; este tipo indica una retracción en la dirección perpendicular a ella.

Grietas internas: existen alrededor de grandes nidos de agregados, es posible que aquí se originen fallas de compresión.

También hay grietas originadas en el hormigón fresco (capilares) y grietas originadas después del fraguado como las grietas incipientes en el hormigón fresco, las cuales vienen a descubrirse mas tarde solo si otra influencia o factor viene a actuar como decantador.

Las grietas recogen polvo, basuras, agregados y escombros, aparte de dar facilidades de vida a organismos sesiles. Pero originalmente las grietas, se producen para permitirle al hormigón moverse hacia ambos lados y así ayudar a las fatigas internas. Este movimiento llega a ser restringido o se anula, cuando las grietas se llenan de material y el hormigón adyacente puede entonces desmonorarse agrandándose la grieta.

Algunas grietas son señal evidente de que el hormigón esta bajo un deterioro interno. Las grietas directamente sobre las armaduras y que corren en la misma dirección de las barras o grietas que están manchadas o teñidas de café (orín), es signo seguro que la armadura de acero esta corroída, en tal grado, que se ha producido una invasión del producto de la corrosión en el hormigón.

Generalizando, grietas profundas, acompañadas con expansión, pueden ser causadas por el ataque de sulfatos, algunas veces esto significa que la mezcla contenía mas sulfato que lo normal, o también puede ser que el sulfato provenga de otra fuente y que durante el servicio haya encontrado un medio de propagación.

Otras grietas generalizadas, pueden resultar del uso de varios tipos de agregados que reaccionan químicamente con el cemento, o del uso de agregado grueso altamente poroso.

Medición de la Corrosión:

Un poderoso arsenal de ensayos, sirven de inapreciable ayuda al investigador, para determinar los deterioros, ya sean visibles o no, y para determinar si la corrosión es activa o si las grietas han sido iniciadas por otra causa.

Lo más importante es la inspección visual, la medición y análisis de las grietas; luego con muestras tomadas de la estructura, pueden ser ensayadas para medir el contenido de ion cloruro, gravedad especifica, porcentaje de vacíos, absorción y resistencia a la compresión. Los resultados de estos ensayos nos muestran el grado de susceptibilidad de la estructura, a recibir los aditivos y la ulterior corrosión. Además, el ensayo de los agregados reactivos puede ser hecho para determinar si los agregados son causantes o contribuyentes del

agrietamiento.

El ensayo de ultrasonido, puede ser hecho en el hormigón en obra, para estimar la severidad y extensión del deterioro por agrietamiento o los vacíos del hormigón, aun cuando estos no puedan ser vistos.

Otras áreas dañadas por corrosión a causa de un insuficiente recubrimiento de las armaduras, pueden ser detectadas por el Tacómetro, un aparato magnético que mide la profundidad de las armaduras, si el tamaño de las barras es conocido.

La existencia de corrosión activa, puede ser detectada por la medición directa de un flujo de corriente. Se hace una conexión eléctrica de un borne de un voltímetro a una barra de la armadura expuesta. El otro borne del voltímetro es conectado a un elemento de pila de sulfato de cobre, que es entonces puesto en contacto con la superficie de hormigón en varios puntos. La magnitud y signo del voltaje resultante es un indicador de la actividad de la corrosión en el hormigón. Un potencial de alrededor de 0,30 volts es generalmente considerado un valor de inicio, y que sobre el cual, el daño por corrosión ocurrirá sobre seguro. Muchas observaciones indican que un potencial igual o mayor a 0,20 volts es indicador de avería por corrosión en miembros verticales de hormigón. Resumiendo, si se obtienen bajas lecturas en una región agrietada, el agrietamiento puede ser considerado como estructural y no a causa de la corrosión.

6.1.3.3.– Conclusiones:

La corrosión a causa de su naturaleza electroquímica, puede causar un deterioro mayor en una armadura embebida en un hormigón poroso y fisurado, que sobre un acero desprotegido. El acero desprotegido forma generalmente una delgada capa (film) protectora de óxido, que si no esta sujeta a la caída por abrasión debida a los movimientos de la arena y agua, daría un considerable grado de protección al acero.

Es practica común (en USA), colocar en la masa de hormigón uniones de acero galvanizado, o en muchos casos, el usar armaduras galvanizadas; los insertos de acero inoxidable, también han sido usados, con resultados totalmente satisfactorios.

El cemento provee protección a la armadura, tanto química como físicamente; la primera, por la formación de un recubrimiento protector, ya que el cemento en el hormigón, forma hidróxido de calcio, durante la hidratación, el que crea y mantiene un pH de alrededor de 13 o 14; como resultado de esto, se forma un film de óxido protector, sobre la armadura de acero.

El hormigón de recubrimiento también resiste la difusión hacia el acero, del oxígeno y dióxido de carbono, presentes tanto en la atmósfera como en disolución en el agua marina. La presencia de cloruros, tiende a reducir los valores del pH. Cuando el pH es reducido a valores iguales o menores de 11, la corrosión es inminente.

Un adecuado recubrimiento de hormigón, es importante y deseable para prevenir o inhibir el movimiento de oxígeno y dióxido de carbono hacia el acero, pero se sabe de exitosas estructuras marinas que fueron diseñadas con recubrimientos de muy poco espesor. Por ejemplo, varios barcos construidos en 1918, se diseñaron con un recubrimiento de 6mm. (1/4), pero actualmente se ha llegado a recubrimientos tan bajos como 1/16. Otras estructuras y especímenes testigos, han sido probadas como totalmente aceptables con recubrimientos de 3/16 a 1 pulgada.

Siempre, en todos estos casos (y lo más importante) el recubrimiento previsto era especialmente denso e impermeable.

Las grietas en el hormigón de recubrimiento, fueron consideradas desde hace mucho tiempo, como acelerantes de la corrosión de armaduras y por lo mismo llamadas, causa primaria de la corrosión. Pero recientes test y

experiencias han demostrado que grietas que miden menos de 0,2mm. no contribuyen a la corrosión. Grandes grietas sobre la línea de baja marea son una seria causa de corrosión. El orín que aparece en las grietas o cuando cae hormigón, indica un deterioro progresivo y eventual desprendimiento.

Efecto del Cemento:

Recientes estudios enfatizan que el cemento elegido, deberá proveer el suficiente hidróxido de calcio durante la hidratación, con el objeto de neutralizar la persistente acción del dióxido de carbono del aire y así, mantener un alto pH en la superficie del acero.

También, el contenido de C3A, Aluminato tricalcico, es importante en el cemento, ya que reduce el contenido de cloruro en el hormigón. Desde el punto de vista de la corrosión del acero, es deseable no reducir en exceso el contenido de C3A; aunque un alto contenido de C3A, producirá un hormigón susceptible al ataque químico.

Por lo dicho, un cemento con un moderado contenido de C3A, es la mas apropiada elección para un hormigón marino.

En suma, las estructuras marítimas de hormigón armado, deberán ser protegidas contra la penetración del agua y rocío del ambiente marino, usando un hormigón especialmente denso e impermeable, además de un recubrimiento de un espesor suficiente.

Los cemento, agua de amasado, y aditivos, deberán ser seleccionados de modo que provean y aseguren la manutención de un valor alto del pH en la superficie de las armaduras de acero, embebidas en el hormigón.

AMBIENTE MARINO Y DURABILIDAD DE LAS OBRAS.

Tal como se ha expresado anteriormente, los principales materiales usados en el diseño de estructuras portuarias son el acero, la madera y el hormigón. A continuación se revisa en forma sucinta las tasas de deterioro de estos materiales y las principales variables ambientales que influyen en su velocidad. Estas tasas son variables debido a los siguientes factores:

Los materiales de acero, madera y hormigón son de muy distinta naturaleza atómica, lo que hace que su comportamiento general frente a distintos factores de envejecimiento sea muy diferente.

La durabilidad de un material se define como la capacidad de este de conservar sus propiedades mecánicas y su estructura fisicoquímica en el tiempo. Por lo tanto, en el caso específico de estructuras portuarias, la durabilidad de estas depende, además de su propia naturaleza, de los agentes de envejecimiento que actúan sobre ellas. Entre los agentes mas corrientes se pueden mencionar la fatiga, corrosión, ataque de organismos vivos, ataque de sustancias químicas, desgaste, etc.

6.2.- LA MADERA.

Los principales agentes destructores de la madera son los biológicos, los climáticos y el desgaste mecánico.

6.2.1.- Agentes Biológicos.

Toda la madera en uso esta expuesta al ataque de hongos, insectos, moluscos y crustáceos que se alimentan de sus componentes. Los agentes destructores biológicos necesitan para iniciar su desarrollo en la madera, de ciertas condiciones primarias de subsistencia que son:

Una fuente de material alimento.

Una temperatura adecuada.

Una humedad adecuada.

Una fuente de oxígeno.

Presencia de una infección.

Los tipos de agentes biológicos son:

Hongos.

Pueden distinguirse tres grupos de hongos: Hongos Xilófagos, Cromógenos y Mohos. El más importante es el grupo de hongos Xilófagos que son capaces de cambiar las características físicas y químicas de la madera (pudrición). La temperatura óptima de crecimiento de los hongos varía entre 24° y 35°. La madera sana que se ha secado al horno o al aire es inmune a la pudrición a menos que se humedezca por agentes ambientales.

Insectos.

Los más comunes son los Insectos Xilófagos, Termitas y Perforadores marinos. Los Perforadores marinos son especialmente importantes pues causan daños a las partes sumergidas de los pilotes y otras piezas de madera de construcciones fijas en aguas saladas.

6.2.2.– Agentes Climáticos.

El deterioro causado por la acción atmosférica, se debe fundamentalmente a los cambios repetidos de dimensiones de las capas superficiales de la pieza de madera. Siendo la madera una sustancia higroscópica, ella es influida fácilmente por los cambios constantes de las condiciones de humedad atmosférica, resultando que las superficies expuestas de una pieza no protegida absorben humedad y se hinchan en tiempo lluvioso; pierden humedad y se contraen durante los periodos de sequía.

Otros factores que afectan a la madera son la exposición prolongada a la radiación solar, la acción erosiva de la lluvia, el granizo y las partículas de polvo y arena arrastradas por el viento.

2.3.– Desgaste Mecánico.

La madera sometida a condiciones de movimiento de diversas clases esta expuesta al deterioro del desgaste mecánico o por roce. En algunos casos la madera puede hacerse inservible solo por desgaste mecánico, pero la mayoría de las veces, la pudrición se combina con el roce para causar el deterioro.

6.2.4.– Durabilidad de la Madera.

Se define por durabilidad natural la capacidad que poseen las diversas especies de madera para resistir a los agentes de deterioro, sean Hongos, Insectos o Agentes atmosféricos. Las maderas muy durables (vida útil mayor de 15 años) se utilizan para estructuras permanentes en contacto con el suelo o el agua; tal es el caso del Roble, Ciprés de las Guaitecas y el Alerce.

6.2.5.– Protección de la madera.

Mediante la aplicación de ciertos productos químicos o preservantes, la madera puede protegerse del ataque de hongos, insectos y perforadores marinos. El grado de protección que se alcance depende de la calidad del preservante empleado y de la penetración que logre el método de aplicación. Hay algunos preservantes más

efectivos que otros y algunos resultan especialmente indicados para el ambiente marino.

En general puede decirse que empleando un buen preservante, bien aplicado, con buena penetración en la madera, se puede aumentar su vida útil del orden de cinco veces la vida normal.

Cuando el contenido de humedad es superior al 20%, la madera es vulnerable al ataque de hongos e insectos. Si no es posible controlar el contenido de humedad, como en el caso de las estructuras portuarias, el resultado más efectivo para prevenir su destrucción consiste en envenenar las sustancias que sirven de alimento a los hongos, insectos y organismos marinos.

Los preservantes más usados son los siguientes:

Creosotados (Creosota de alquitrán de carbón)

Solubles en líquidos orgánicos.

Hidrosolubles.

Las maderas que se utilizan en pilotes, rompeolas, muelles, etc., son en general pertenecientes al grupo de las latifoliadas. Actualmente se ha incrementado el uso de confieras, ya que son más económicas.

El empleo de la madera en obras marítimas en Chile es frecuente. La madera no sufre descomposición en agua dulce, siendo posible solo en la zona vecina a la superficie del agua. En cambio en aguas saladas, se requiere de preservantes enérgicos, especialmente en los puertos de la zona sur, lugares donde la durabilidad de los pilotes puede alcanzar valores de 1 a 2 años.

6.3.– ESTRUCTURAS DE ACERO.

La principal causa de deterioro del acero es la corrosión. La corrosión se define como la destrucción de un material metálico por causas distintas de la acción metálica. No es corrosión, por ello, el desgaste o erosión de metales. Desde otro punto de vista, se puede definir la corrosión como el ataque al acero por medio del oxígeno que lo transforma en óxidos o hidróxidos de hierro. Finalmente, es ilustrativo ver la corrosión como el fenómeno contrario a la metalurgia extractiva.

La corrosión se puede clasificar en dos grandes grupos:

Oxidación Directa.

Corrosión Electroquímica.

6.3.1.– Corrosión Atmosférica.

A temperatura ambiente y en una atmósfera perfectamente seca, la corrosión no se presenta. El fenómeno de la corrosión atmosférica, se debe a la formación de la pila de corrosión. Debido a las irregularidades de la superficie de acero, se producen diferencias de potencial entre las partes altas y las bajas. Si la superficie además está húmeda, se establecen corrientes electrolíticas que descomponen el agua con desprendimiento de oxígeno, elemento que se combina con el hierro (óxido ferroso-ferroso).

La intensidad de la corrosión atmosférica, depende de las condiciones ambientales; en zonas muy secas, como en el norte del país, la corrosión atmosférica es muy baja y el acero puede durar muchos años sin ningún tipo de protección. Si se considera que la corrosión, depende del tiempo durante el cual una película de humedad, permanece efectivamente sobre la superficie metálica que comprenderá que los principales factores que

regulan su intensidad son:

Humedad ambiente.

Temperatura ambiente.

Lluvia media.

Velocidad y dirección del viento reinante.

Condiciones de exposición.

Contaminación atmosférica.

Este ultimo factor se refiere a la contaminación atmosférica por NaCl y SO₂, productos del ambiente marino y del ambiente industrial. Estos contaminantes son de gran importancia en los procesos de oxidación de las estructuras portuarias.

La humedad ambiente critica, para que se produzca corrosión atmosférica esta comprendida entre 60 – 70%.

Temperaturas altas, con condiciones de humedad elevada, aceleran notablemente el proceso de corrosión.

La corrosión marina, que es la que nos interesa, depende también de la velocidad y dirección del viento. Se ha encontrado, en diversos estudios realizados, una buena concordancia entre la velocidad del viento y la velocidad de corrosión, es decir, la velocidad del viento se puede considerar como una medida de la cantidad de NaCl y SO₂ transportada hasta la superficie metálica.

Los contaminantes atmosféricos, modifican la velocidad de corrosión a través de sus efectos sobre la productividad eléctrica.

6.3.2.– Corrosión de Aceros Sumergidos.

Esta corrosión es la que sufren los pilotes, diques, boyas, etc. La corrosión de los metales sumergidos es de tipo electroquímica, siendo el agua de mar el electrolito. Disuelto en el agua de mar se encuentran gases atmosféricos N₂, O₂, CO₂, etc. De todos ellos el oxígeno desempeña un papel primordial, ya que suministra la sustancia para la reacción catódica. La inmensa superficie airemar, la constante agitación mecánica y la enérgica convección natural, hacen que el agua de mar este aireada hasta profundidades considerables. En la superficie, el agua de mar esta prácticamente saturada de oxígeno. La contaminación local del agua de mar, puede influir en la corrosión de los metales inmersos.

En estructuras que sobresalen del mar, por ejemplo pilotes, los máximos efectos corrosivos se ubican en el lado de la atmósfera, en una zona algo por encima de la superficie del agua. Esta zona también denominada zona de rocío, esta delimitada por el nivel de la baja marea (N. B. M.) y por el de la alta marea (N. A. M.), además del espacio superior que recibe salpicaduras de agua. Esta es la zona potencialmente mas expuesta debido a las variaciones del estado seco a mojado, a la presencia de concentración de partículas flotantes, elementos que aumentan significativamente la agresividad corrosiva, convirtiéndose estadísticamente en la zona mas atacada.

6.3.3.– Definición de Ambientes.

Los ambientes se pueden dividir para los efectos de clasificar la velocidad de corrosión esperada, en los siguientes:

- Normales – Zonas Rurales y Semirurales.
- Industriales – Zonas Urbanas.
- Marino – Zonas Cercanas a Costas y Playas.
- Submarino – Estructuras Sumergidas.

De acuerdo a antecedentes medidos en diferentes partes del mundo, de la velocidad del deterioro en estos ambientes, se pueden fijar las siguientes tasas de corrosión para el acero:

CUADRO N°4

CORROSION MEDIA DE LOS ACEROS

(mm/año por cara)

<u>Ambiente</u>	<u>Acero Corriente</u>	<u>Acero Platinable</u>
Normal	0.001	0.005
Industrial	0.025	0.001
Marino	0.025 a 0.4	0.015 a 0.05
Submarino	0.13 a 0.5	0.13 a 0.5

Interesa, entonces definir ciertos criterios para clasificar el ambiente de una determinada región del país. Para esta tarea se utilizan las variables que influyen principalmente en la velocidad de corrosión. El Cuadro 5 presenta los valores de las variables usadas y de los factores de influencia en la velocidad de corrosión.

CUADRO N° 5

DEFINICION DEL AMBIENTE DE TRABAJO PARA LA ESTRUCTURA

Categoría	H.R. (%)	Viento (Nudo)	T (°)	NaCl	SO2	<u>Lluvia</u> (mm)
1	HR 60 F1=0	V 20 F2=0	T 10 F3=0	No F4=0	No F5=0	10 F6=0
2	60 HR 70 F1=1	20 V 30 F2=1	10 T 15 F3=1	Reg F4=2	Reg F5=2	10 L 500 F6=1
3	HR 70 F1=2	V 30 F2=2	T 15 F3=2	Si F4=4	Si F5=4	LL 500 F6=2

Después de sumar todos los factores, se considerara:

CUADRO N° 6

AMBIENTE V/S VELOCIDAD DE CORROSION

N°	Ambiente	Factor	Velocidad Corrosión (mm/año)
-----------	-----------------	---------------	---

1	Normal	0 – 2	0.001
2	Agresivo	2 – 12	0.025
3	Muy Agresivo	12 – 16	0.125
4	Zona Rocío		0.500
5	Zona Submarina		0.250

6.3.4.– Acciones de Conservación para el Acero.

Las acciones de conservación utilizadas en estructuras de acero pueden clasificarse en tres grupos:

- Sistemas Pasivos (Recubrimientos y/o Pinturas).
- Sistemas Activos (Protección Catódica por Ánodo de Sacrificio).
- Reposición Parcial de Elementos.

a) Sistemas de Protección Pasiva:

Es el método mas usado para proteger el acero estructural. Esta protección consta de los siguientes procesos:

- Limpieza del oxido y suciedades (Escobillado, Arenado).
- Aplicación de pinturas inhibidoras o aparejos.
- Aplicación de una pintura de terminación.

El costo de este proceso depende del ambiente que se desea proteger, puesto que las pinturas más económicas tienen menor durabilidad y exigen una manutención periódica mientras que las de mayor costo son de un valor varias veces mayor. El Cuadro 7 muestra los principales tipos de pinturas utilizadas y sus costos.

CUADRO N° 7

ESQUEMAS DE PROTECCION PASIVA

Tipo	Ambiente	Descripción	Espesor (mm)	Años	U\$/Kg.
1	Normal	Escobillado	0.10	10	0.108
		Aparejo			
		Terminación			
2	Agresivo	Escobillado	0.20	10	0.216
		Aparejo			
		Terminación			
3	M. Agresivo	Arenado	0.43	10	0.432
		Aparejo			
		Terminación			
4	Rocío	Escobillado	0.43	15	0.479

		Aparejo			
		Terminación			
5	Submarino	Escobillado			
		Masilla	6.00	15	0.728
		Epoxica			

b) Sistemas de Protección Activa por Ánodo de Sacrificio:

Consiste en la colocación de metales de sacrificio, magnesio o similar (Protección Galvanica) o de electrodos en los que se establece un potencial favorable (Protección por Corriente Impresa) que captan el oxígeno de las pilas electrolíticas.

El costo de esta protección se puede estimar en aproximadamente 1,8 US\$/Kg. de Fe.

c) Reposición Parcial de Elementos:

Consiste en la sustitución de componentes o partes severamente dañadas, en una estructura que no esta afectada en forma generalizada. El costo de estas acciones es el siguiente:

CUADRO N° 8

COSTO DE REPOSICIONES PARCIALES ACERO

Estructura	Elemento	Unidad	Costo U\$
Muelle	Pilotes	Kg.	8
	Vigas de cepado y longuerinas.	Kg.	100
	Vigas loberas.	Kg.	3.5
	Riostras y Gousset.	Kg	2.1
Muelles Flotantes	Portón	Kg.	195
	Pasarela	Kg.	2.5
	Puente de Acero.	ml.	475

6.4.- REPARACIONES SUBMARINAS DE HORMIGONES.

Todos los daños que se producen en una estructura de hormigón, se rigen por la ley de causa y efecto.

Todo efecto tiene una causa, toda causa tiene un efecto.

Los daños se detectan por medio del efecto y el mecanismo para saber a ciencia cierta las causas, es una buena experimentada Inspección Submarina, la que dará una base cierta para diseñar el método de reparación; se aplica el dicho conociendo la causa, se sabe el remedio.

6.4.1.– Inspección Submarina.

La calidad de la inspección, estará dada por la experiencia de los buzos que la realizan; una buena inspección submarina, se plasma en el informe que deberá ser claro, preciso y conciso y deberán constar los siguientes puntos:

- **Generalidades:** Fecha y hora de la inspección, marea del lugar, estado del mar, breve descripción del entorno de la zona, tipo de fondo y material, etc.
- **Observaciones:** Irán numeradas; serán breves y descriptivas; en riguroso lenguaje técnico; que no deje lugar a dudas; cuando corresponda llevarán mediciones; el apoyo visual serían las fotografías del informe.
- **Evaluación:** Como las observaciones son puntuales, aquí se hará un resumen de las observaciones para tener una visión de conjunto, con el apoyo visual de croquis y planos.
- **Conclusiones:** En base a la evaluación, se revisarán todas las posibles causales que se están detectando.
- **Croquis y Planos:** De apoyo visual a la evaluación.
- **Reporte Fotográfico:** De apoyo visual a las observaciones, podrá ser en B/N o color, si lo permite el estado del mar.

6.4.2.– Diseño de la Reparación.

Las reparaciones submarinas de estructuras de hormigón, pueden ser hechas por un método de aplicación de parches o por una combinación de ellos, para restaurar el hormigón.

Cuando el daño por corrosión ha avanzado hasta botar el recubrimiento de hormigón, usualmente, se cumplen las siguientes etapas:

- Remoción del hormigón dañado, hasta dejar totalmente expuestas las armaduras. Limpieza del hormigón y acero por chorro de arena o jet de alta presión.
- Restauración y protección de armaduras; colocación de anclajes adicionales para el parche y/o moldaje, según se necesite.
- Uso de una de las varias técnicas de parchado para restaurar el hormigón, usualmente, al nivel de superficie original.
- Aplicación de pintura u otro cubrimiento superficial apropiado.

En caso de que no haya ocurrido desprendimiento del hormigón de recubrimiento de las armaduras, una inyección de resina epoxica, puede ser un buen método de reparación; se aplica en caso de grietas estructurales, o en casos en que la corrosión está en su etapa inicial. Si las grietas son activas (movimientos ocurridos por cambio de volumen en el hormigón), entonces, un material flexible como una junta de sellado elastomérica, puede ser apropiada; las grietas deberán ser ensanchadas lo suficiente, para proveer una favorable razón alto–ancho para el sellado. El sellado elastomérico no funciona apropiadamente en grietas, largas y angostas.

A causa de que el daño por corrosión, es el resultado de una combinación de factores ya descritos en el capítulo Corrosión de Armaduras, siempre, un Programa de Restauración deberá atender a evitar cualquiera de las posibles causas potenciales de corrosión; además, de la restauración del hormigón; por tanto, se deberá poner el mayor énfasis en la prevención del daño recurrente.

6.4.3.– Técnicas de Reparación.

6.4.3.1.– Preparación Superficial.

Para comenzar a remover todo el hormigón dañado, es frecuentemente recomendado que el área a ser descarnada o removida, tenga unas dimensiones que sean mayores que los límites visuales del desprendimiento

o área dañada, de modo de asegurar que la reparación se adherirá al material sano.

Cuando en el área dañada existen armaduras, todo el hormigón que rodea el acero deberá ser removido, de modo que cada barra quede libre, de forma que se pueda rodear con los dedos.

Después que el picado ha sido completado, el área entera deberá ser limpiada con el fin de remover todas las partículas sueltas, materias extrañas, restos de orín y suciedad de las armaduras.

Los métodos de limpieza, varían desde el picado y escobillado manual, en que se usan: punto, combo y escobillas de acero (se usan en zonas de un daño pequeño); si el daño es mayor, se usa el método mecánico, en que se aplican martillos adaptados para la faena submarina (se coloca un snorkel largo, de modo que al escape de aire quede a espaldas del buzo), se debe tener especial cuidado en la manutención de estas herramientas, se deben dejar guardadas sumergidas en un tambor con petróleo.

Quizás, el mejor método es el jet de agua a alta presión, aunque un poco lento, por lo que es muy recomendable una combinación de los métodos enumerados.

Cuando la limpieza por abrasión, no puede ser usada por daños severos u otras limitaciones ambientales (inaccesibilidad), la superficie puede ser limpiada con ácido; este método solo se recomienda, cuando los métodos mecánicos y/o manuales no pueden ser usados; esta restricción es debido a su dificultad de control, especialmente para asegurar que los residuos de ácidos han sido sacados de la superficie.

Para limpiar con este método se usan trozos de arpilleras pre-impregnadas en esta sustancia, que se aplican por fricción o se introducen en grietas o zonas inaccesibles.

Previamente deberá hacerse una prelimpieza de modo de sacar todo el material grande; para la limpieza se usa una solución de ácido clorhídrico al 10%, diluido en agua. Cuando la presencia de cloruros en el hormigón es objeccionable, se usa una solución al 15% de ácido fosforico. Cuando se desee sacar, aceite, grasa o cebo, se debe usar soluciones de soda cáustica o fosfato trisodico.

Las sustancias se deben dejar actuar por lo menos unas dos horas y luego se aplica un vigoroso escobillado y luego un lavado con jet de agua a alta presión, con el fin de eliminar todo resto de suciedad y de soluciones de limpieza sobre el hormigón.

Los agentes adherentes, tales como mortero de arena-cemento; pasta de cemento puro; resina epoxica y látex, son usados frecuentemente, para asegurar una adherencia entre el material de la reparación y el hormigón original. Muchas veces, el agente adherente es incorporado directamente en el material de la reparación (por Ej., una mezcla de látex con cemento).

Se deberá tener especial cuidado en el proceso de picado y limpieza, para no debilitar estructuralmente algún miembro o apoyo.

En estructuras severamente dañadas, es deseable contar con la supervisión de un especialista, antes de remover una porción mayor de cualquier miembro estructural.

6.4.3.2.- Restauración y Protección de Armaduras.

Después que la armadura ha sido dejada totalmente expuesta y limpia, se deberá hacer un chequeo del deterioro del acero. Si el área de la sección del acero ha sido reducida a mas de 15 a 25%, se recomienda colocar armaduras adicionales, esto se aplica tanto a estribos deteriorados como a las barras principales de la armadura. Para lograr efectividad estructural, el acero de reemplazo, deberá ser cuidadosamente montado y traslapado adecuadamente con las barras originales, las barras nuevas se aseguraran a las antiguas por medio

de tortoleado o mejor, por puntos de soldadura submarina.

Algunas veces, se especifica un recubrimiento de resina epoxica para las armaduras expuestas en zonas de corrosión activa, porque ayuda a la aislamiento eléctrica del acero, y da mayor contacto o adherencia entre la resina y el hormigón, además, se logra mayor adherencia entre la armadura y el parche.

En reparaciones mayores, que envuelven un mayor grado de deterioro y por tanto, mayor tamaño de parche, es necesario proveer armaduras nuevas, además de anclajes mecánicos, sujetos a las armaduras, tanto para asegurar la armadura, como para fijar los moldajes.

Un método es hacer uso de cancamos de acero; fijados por medio de mortero o gunita o cemento hidráulico, a orificios perforados en el hormigón.

Una armadura de pequeño diámetro, en forma de malla con elementos verticales y horizontales soldados entre si y fijos a los cancamos, provee una armadura adecuada para el parche.

Si un recubrimiento de hormigón insuficiente, ha contribuido a la corrosión, se deberá buscar un medio de incrementar el recubrimiento por una posición adecuada del acero o por aumento de la sección de hormigón, si consideraciones estructurales o de servicio, lo permiten.

6.4.3.3.– Materiales de Restauración.

En caso de deterioros mayores, que envuelven disrupción y caída del hormigón, hay varias opciones para elegir en cuanto a materiales y técnicas para la reparación.

A continuación, se da una tabla con una breve descripción de materiales y procesos de reparación, además de ventajas y desventajas de cada caso.

Una vez, que el material de reparación es seleccionado, es importante seguir cuidadosamente las instrucciones de uso del fabricante, sobre todo, en lo referente a preparación superficial y técnicas de aplicación.

El hormigón tremie con gravilla como agregado grueso puede ser puesto en obra por gravedad o por el uso de una bomba de grouteado de baja presión, en los lugares en que por la dificultad de acceso, sea necesario usar una manguera de paredes duras. Con esta técnica, se deberá montar un moldaje para contener el material del parche y protegerlo del lavado y escurrimiento de la lechada de cemento. Esta técnica es un excelente medio para reparar grandes áreas, perforaciones o cavidades.

Las pequeñas cavidades, perforaciones o grietas, se reparan mejor mediante el uso de cementos hidráulicos o morteros con resinas epoxicas.

Siempre, las reparaciones en la zona de amplitud de marea y expuesta a salpicaduras, son las más dificultosas de llevar a buen éxito; cuando llegue el momento de colocar el parche, se deberá elegir hacerlo justo a la hora de la más alta marea, porque en ese momento la mar se plancha y no existe agitación que perturbe la puesta en obra del material. Siempre, las reparaciones con mortero epoxico deberán ser ejecutadas cuidadosamente, usando materiales especialmente formulados para subsanar los problemas que pudieran ocasionarse por las diferencias en las propiedades mecánicas, contracción y temperatura de los dos materiales.

6.4.3.4.– Cubrimiento Superficial.

Después del curado del área parchada, la etapa final del trabajo de reparación, es el cubrimiento del hormigón expuesto con una pintura protectora o una capa de recubrimiento, tal como asfalto u otros materiales a base de resinas epoxicas, plásticas o elastomericas. El resultado será una menor corrosión debajo del parche, ya que el

recubrimiento, retarda la difusión del oxígeno a las barras de acero de la armadura y por lo tanto, esta zona permanece, o se hace más anódica, con respecto a las otras partes o resto de la estructura.

Si en cambio, se aplica el parche sin cubrimiento superficial apropiado, se produce el efecto contrario. El material del parche al estar fresco, no tiene ninguna sal incorporada, la solubilidad del oxígeno en los poros es alta, y por lo tanto, la zona se torna catódica, con respecto al resto de la estructura que tiene un alto contenido de sal, en este caso, existe el gran riesgo evidente, de que surjan otras zonas que sean anódicas con respecto a la reparación y por tanto, que comience nuevamente la corrosión en estas nuevas zonas anódicas.

6.4.4.- Conclusiones.

Siempre, existe un elemento de riesgo involucrado en las reparaciones submarinas de superficies o estructuras de hormigón, dañadas ya sea por corrosión, como por impacto o colisión. La reparación de una parte de una estructura, puede ocasionar o agravar la corrosión en otra zona. Existe también, la probabilidad de falla de la adherencia, entre el hormigón del parche o reparación y el hormigón antiguo. Cuando la corrosión es agravada por los efectos del ion cloruro en el hormigón duro, el futuro de la estructura es problemático, porque es generalmente impracticable el lograr una total remoción del contenido de cloruro del hormigón; un Programa de Mantenimiento Preventiva, incluyendo inspecciones periódicas de rutina, puede ser la única solución.

Para evitar todo riesgo posible de falla de la reparación, se deberá tomar estrictas medidas de control durante la ejecución del trabajo, por tanto, se deberá inspeccionar toda la superficie de hormigón, una vez terminada la limpieza y antes de aplicar el parche o reparación, con el fin de asegurar que se cumple con lo siguiente:

La superficie del hormigón debe ser dura y el agregado grueso, debe estar expuesto y firmemente adherido al hormigón. Un medio o forma de verificar la dureza, es obteniendo un mínimo de 7 kg/cm², por medio del test de arranque.

La superficie deberá estar libre de materiales deletéreos como exudación, compuestos del curado, suciedad y aceite.

Las materias sesiles permanentes o acumuladas, después de terminada la preparación de la superficie de hormigón, deberán ser removidas.

La colocación del parche o reparación, deberá ser consecutiva y sin pérdida de tiempo, una vez terminada la preparación de la superficie.

Esta inspección, se deberá repetir una vez curado adecuadamente el parche y antes de colocar el cubrimiento protector.

En caso de existir dudas acerca de si el proceso de limpieza fue adecuado o de la presencia de contaminantes indeterminados o de la resistencia del parche; se puede efectuar un test o un parche testigo. El procedimiento consiste en hacer un parche con el mismo material de la barrera protectora, a un dado de muestra; la aplicación de los materiales deberá hacerse sobre la misma área de trabajo y bajo las mismas condiciones de ambiente, marea, corrientes, etc., que existe en el espécimen investigado. Después del curado, que deberá hacerse en las mismas condiciones del curado real, se extrae el testigo para ser analizado en un laboratorio calificado.

A pesar de todo lo dicho, y por lo dificultoso que pareciera, un hormigón puede ser reparado exitosamente. Al examinar varias reparaciones que resultaron defectuosas, se puede concluir que en la mayoría de los casos la falla de la reparación, se debió a que la preparación de la superficie se hizo con negligencia (generalmente, el picado del hormigón, no se hace a la profundidad adecuada para proveer adherencia al parche y quedan restos de materias orgánicas y sesiles que además impiden la adherencia).

Por lo que se puede concluir categóricamente, que la preparación de la superficie no se hace con gran cuidado y diligencia, cuando falla la reparación.

En caso de serios deterioros por corrosión, lo más recomendable es solicitar los servicios de un consultor experimentado en trabajos de reparación que pueda aportar el diseño y especificaciones de la reparación, además, sugerir al personal más idóneo para ejecutar el trabajo. Un inspector con experiencia, contratado full-time, para supervisar el trabajo, puede ayudar o lograr, que el trabajo progrese mas rápidamente, en beneficio del mandante.

6.4.1 PROTECCIÓN CATODICA POR ANODOS DE SACRIFICIO

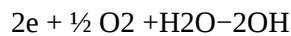
1.- INTRODUCCIÓN:

Naturaleza de la protección catódica. Los métodos pasivos de protección catódica, han servido largamente para proveer un grado relativo de separación de la superficie protegida del medio corrosivo. Esto es efectuado por pinturas o recubrimientos de varios tipos.

Cuando la protección catódica toma una forma activa, la superficie protegida permanece expuesta al medio corrosivo, pero se protege por una media directa intervención, que se hace en el proceso de la corrosión. Introduciendo un metal, expuesto al ataque corrosivo desintegra anodo de sacrificio.

Es la protección catódica con ánodos galvánicos, los electrones son derivados desde un metal, que es expuesto al ataque corrosivo para que se desintegre (ánodo de sacrificio).

Los electrones liberados de la superficie protegida, reaccionan con los componentes agresivos del electrolitos. Normalmente, el oxígeno disuelto en agua reacciona de acuerdo con la expresión:



que indica que es la superficie a ser protegida, se produce una alcalinización, que produce dos efectos:

El ambiente de la superficie protegida adquiere un PH, en el acero, que es largamente pasivo, y

Los constituyentes alcalinos del agua de mar (carbonatos alcalinos, hidróxidos y otros compuestos que no son completamente solubles), son precipitados, depositándose en la superficie del cátodo y forma una capa pasivadora que tiende a reducir el ataque corrosivo y el monto de la corriente de protección requerida.

2.- ANODOS DE SACRIFICIO

Generalmente, se fabrican de aleaciones de magnesio, aluminio y zinc; por razones de orden económico, los mas usados son las aleaciones de zinc.

Además, el cinc en sus aleaciones, es el que menos problemas presenta por el grado de pureza que se puede alcanzar (sobre 99.995% y un contenido de hierro tan bajo como 0.014%). Es ciertamente el material que da mejores rendimientos, pues no se necesita gran tecnología para su producción no contiene impurezas que produzcan una textura gruesa que produzca un consumo no uniforme (Disgregación en trozos) de los ánodos en servicio.

La mezcla con pequeñas cantidades de aluminio y se logra producir una textura finísima, que ayuda a uniformar y regularizar el consumo del ánodo.

Finalmente, el agregar pequeñas cantidades de mercurio, se produce una activación en el ánodo, de una

especie de autolimpieza, que pasiva la limpieza la película de sustancia orgánica, que se depositan en el ánodo.

La tabla 111 de los contenidos de tres diferencias aleaciones de ánodo de zinc, que son los más usados, de acuerdo con la American Navy Specification MIL – A 18001.

3.– MONTAJE DE LOS ANODOS:

Antiguamente se hacían unas perforaciones y los ánodos eran atornillados a la superficie, esto producía una baja del potencial entre 0,2 a 0,3 V., por lo que es indispensable que exista una buena transferencia de corriente con el mínimo posible de resistencia desde el ánodo a la superficie protegida.

Hoy, prácticamente todos los ánodos son montados con un inserto que generalmente consiste en un fierro pletina, y en casos muy especiales un fierro redondo grueso (ánodos de aluminio) esta pletina es de 20 a 40 mm de ancho y de 3 a 6 mm de espesor.

Para montar el ánodo en la superficie protegida, se baja por medio de elementos de izajes y se presenta, en seguida u buzo le coloca puntos de soldadura (punto de fijación) quedando el ánodo fijo a la superficie. Posteriormente, el buzo efectúa un cordón de soldadura en todo el perímetro de la pletina (cordón de continuidad electrolítica), la razón de este cordón es que no haya pérdida de voltaje.

Los ánodos de buen diseño y construcción pueden ser usados hasta que el material sea consumido totalmente.

Con ánodos de calidad inferior, parte del material del ánodo se pierde durante la operación y el sistema de protección se desequilibra; o también, el ánodo prematuramente pierde su soporte y deja de funcionar.

Para asegurar un funcionamiento satisfactorio, es que la adherencia sea continua y total entre el material del ánodo y el inserto.

Por este propósito, el inserto deberá estar limpio de cualquier material extraño y protegido de la acumulación de suciedad u orín.

En los casos de los ánodos, por razones técnicas no pueden ser soldados, deberán ser remachados o atornillados, por ejemplo protección interna de estanques o contenedores, una adecuada conexión con baja resistencia deberá ser prevista. En todas las áreas sujetas a vibración o trepidación, también se deberá apernar o remachar.

4.–FORMAS DE LOS ANODOS:

Los ánodos galvánicos, son fabricados en una extensa gama de formas, ya sea en forma de cubos pequeños (calugas) paralelepípedos, cilíndricos, y para la protección de pilotes se usan los brazaletes, que es un conjunto de ánodos que se fijan a la estructura.

En los buques; se usan tres tipos de ánodos, para la protección de la obra viva, para la protección interne y para la protección da tuberías y condensadores.

Los ánodos de zinc tienen un rango de peso que varía desde 1 kilo a 35 kilos ocasionalmente sobre 70 kilos y en caso muy excepcionales sobre 250 kilos.

5.–CONTROL E INSPECCIONES DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CATODICA:

Periódicamente, se deberá controlar el funcionamiento del sistema, verificando que la soldadura de las

pletinas estén en buen estado, el recubrimiento epóxico de protección de los cordones de soldadura también se deben verificar. Para la medición del voltaje que esta circulando por el sistema se ocupa un electrodo de referencia de Cu/ CuSO₄. Este electrodo de referencia se acopla al polo positivo de un voltímetro, el polo negativo de un voltímetro se acopla a la superficie protegida.

Un buzo baja con el electrodo de referencia y lo aplica en las zonas a controlar que generalmente es una línea vertical y se hacen lecturas principalmente en las zonas de amplitud de marea y en el borde inferior en contacto con el fondo marino. El voltímetro esta instalado en la loza del muelle y se procede a anotar los voltajes que correspondan a cada punto, luego esta operación se repite a todo el largo de la obra.

6.- CALCULO DE UN SISTEMA DE PROTECCION:

Solamente los ánodos de zinc tienen una eficiencia de corriente que oscila entre un 95 y 98 %. Esto hace que la densidad de corriente de estos ánodos tenga un rango de aproximadamente 5 a 50 ma/dm². Es una practica normal para calcular los ánodos el sustituir el peso grueso de los ánodos por un peso neto. El peso de los insertos de un ánodo de 10 kilos es aproximadamente 0.5 kilos "5%.

Calculo del material requerido en un sistema de protección galvánica. La primera etapa es la determinación del tamaño de la superficie a ser protegida, esta área es usualmente dada en los documentos o especificaciones, si no se tiene puede ser estimada por los planos.

El peso requerido de ánodos se calcula de acuerdo con la fórmula

$$M = A_1 \cdot I_s \cdot T_s$$

Qg

M= peso requerido de material de ánodo, en kilos.

A₁= superficie total a ser protegida, en m².

I_s= densidad de corriente de protección, en A/m².

T_s= vida útil de sistema, en horas. (años x 8.760).

Qg= capacidad de corriente protegida del material del ánodo, en Ah/kg.

A modo de ejemplo, en el caso de una capacidad de corriente, de 780 Ah/kg. (9 y con un sistema de protección de 2 años = 17.520 horas y con una densidad de corriente de protección de 0.015 a/m², la formula se reduce a m= A₁ * 0.337.

7.- DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN:

Después del cálculo del material requerido, se deberá determinar el tamaño, número y localización de los ánodos de sacrificio.

Para esto, se deberán distribuir ánodos de un cierto tamaño en forma uniforme, cuidando de que no queden áreas sin protección.

Como el período de protección es usualmente de dos a cuatro años, vamos a tomar como modelo el sistema de protección de un buque.

Este buque tiene 150 mts. De eslora y una superficie de obra viva de 45000 m². Esto da una densidad de corriente de 0.15 A/m² que se toma como base. De aquí se obtiene que se necesita una resistencia de corriente anual de 591,3 kAh, lo que se suministra con 758 k. De zinc (780 Ah/kg) para un período de protección de dos años se necesitarían 1.516.- kilos de ánodos de zinc.

Si se usan ánodos de un peso neto de 16.8 kilos, sería necesario colocar 90 ánodos para cubrir la demanda total de corriente.

$$I_s = 0.015 \text{ A/m}^2 * 4500 \text{ m}^2 = 67.5 \text{ A}$$

$$67.5 \text{ a} * 8750 \text{ HRS} / 1000 = 591.3 \text{ kAh}$$

$$591300 \text{ Ah} / 780 \text{ Ah/kg} = 758 \text{ kg}$$

6.4.-Cálculo y diseño de los sistemas de protección.

6.4.1.- Sistemas de protección activos

protección catódica por ánodos de sacrificio

6.4.2.- Sistemas de protección pasivos

pinturas y recubrimientos epóxicos

1. Rendimiento teórico.

$$R_t = \% \text{ sólido volumétrico} \quad 1.51 \text{ m}^2/\text{gal}/1 \text{ seco}$$

Donde: %sól. Vol.=fracción sólida en volumen de la pintura.

1.5 Cte. De 149.01 m² que pueden recubrirse con una pintura 100% sólida y un espesor de 1 mils o 25.4 micrones.

2. Rendimiento práctico

$$R_p = \frac{R_t}{N} * f_e \text{ (m}^2/\text{gal}/1 \text{ mils seco)}$$

N

Donde :

Fe= factor de eficiencia estimada

0.6= condiciones óptimas

0.5= condiciones normales

0.4= condiciones adversas

n = espesor seco mínimo solicitado

en masillas o revestimientos que tienen un 100% de sólidos volumétricos, el R_t es f del peso específico del

producto.

$$3. R_t = P_e \text{ (kg/mm/m}^2\text{)}$$

Donde: P_e = peso específico en kg/lts esto significa que se ocuparán P_e kg de material por cada mm de espesor, por cada m^2 a recubrir.

$$4. R_p = R_t(\text{kg/mm/m}^2) * e(\text{mm}) * 1.1(\text{kg/mm/m}^2)$$

donde:

1.1 = factor cte de exceso.

Ej. 1

Pintura con 40% de sólidos, se desea conocer si R_p estimado y un espesor final seco de 1.5 mils y con un factor de eficiencia normal.

$$1 \ R_t = 40 * 1.5 = 60 \text{ m}^2/\text{gal}/1 \text{ mils seco}$$

$$2 \ R_p = 60 * 0.5 = 20 \text{ m}^2/\text{gal}/1.5 \text{ mils seco}$$

Ej2:

Masilla con un $P_e = 2.0 \text{ kg/H}$. Y se desea aplicar y 2 mm de espesor al R_p estimado es el siguiente:

$$3 \ R_t = 2.0 \text{ kg/mm/m}^2$$

$$4 \ R_p = 2.0 * 2 \text{ mm} * 1.1 = 4.4 \text{ kg/2mm/m}^2$$

5 Cubicación de pinturas.

$$N_0 \text{ gal} = \text{superficie}(\text{m}^2) / R_p(\text{m}^2/\text{gal}/n_0 \text{ mils})$$

Ej. 5:

$$\text{superficie} = 2000 \text{ m}^2$$

$$R_p = \text{ej 1}$$

$$N_0 \text{ gal} = 2000(\text{m}^2) / 20(\text{m}^2/\text{gal}/1.5 \text{ mils}) = 100 \text{ gal}$$

Nota: se debe agregar el diluyente (dilución mas limpieza)

6. Cubicación de masillas.

$$\text{Cantidad masilla (kg)} = R_p * \text{superficie (m}^2\text{)}$$

Ej 4: superficie 200 m^2

$$R_p = \text{ej 2}$$

Cantidad de masilla (Kg.)= $4.4(\text{Kg./2mm/m}^2)*200\text{m}^2=880 \text{ Kg.}$

Nota: se debe considerar limpiador para el lavado de equipos

7. Cubicación de superficie a pintar (aproximado)

Dedución:

1 PL de 1 mt * 1mt * 1 mm = pesa 8kg (7.8kg)

1 lt pl posee 2 m² de superficie (ambas caras)

2 m² de pl de 1 mt * 1 mt 1 mm pesan 8kg

entonces 1 m² de pl de 1 mt*1mt*1 mmm pesan 4kg.

De esta forma establecen la siguiente relación:

1 m² 1mm de espesor = 4kg

1 m² 2 mm de espesor = 8kg

1 m² 3mm de espesor = 12kg

1 mm x mm de espesor = $x*4 \text{ kg/m}^2$

$8 S = T(\text{kg})/x*4(\text{kg/m}^2)$

6.4.3.- Reposición de estructuras

6.4.3.1.- Costo de operaciones de soldadura (ml)

a) Costo de electrodos (\$/ml) = $\frac{\text{Pmd}(\text{kg/ml}) * \text{valor} (\$ \text{kg})}{\text{eficiencia de posición}(\%)}$

eficiencia de posición (%)

costo de mano de obra (\$/ml) = $\frac{\text{Pmd}(\text{kg/ml}) * M + \text{ayudante} (\$/\text{hr})}{\text{velocidad de posición} (\text{kg/lt}) * \text{F.O.P.}(\%)}$

velocidad de posición (kg/lt) * F.O.P. (%)

costo de energía = 4.0 kwh/kg soldadura (pmd)

kwh = $\frac{\text{volts} * \text{amps} * \text{potencia} * \text{tiempo}}{1000}$

1000

costo de soldadura = a + b + c = costo directo

peso metal depositado Pmd = área * longitud * densidad

Eficiencia de posición (%) 60–70 %

Promedio =pérdida por colillas 12%

Eficiencia electrodo 48%

–Velocidad de posición =cantidad de material de aporte,

depositado en una unidad de tiempo oscila entre:1– 3.5 kg/hr (electrodo 6011)

0.53.0 kg/hr (electrodo 6010)

1---2.8 kg/hr (electrodo 6012–6013)

–Factor de operación = relación entre el tiempo que ha existido el arco y el tiempo total pagado. oscila entre30%

6.4.3.2.–Costo de fabricación de estructuras (Kg)

CAPITULO IX

OBRAS DE PROTECCION

9.1 DISPOSICIONES GENERALES DE DISEÑO

Un puerto es, como ya hemos dicho, un espacio de mar perfectamente tranquilo, siempre en el cual los buques encuentran todos los elementos para efectuar sus operaciones con seguridad, rapidez y economía.

Los puertos están situados casi siempre en una rada, natural o artificial, y casi siempre, se necesita completar el abrigo en él, por medio de obras interiores.

Siempre se ha buscado, para establecer los puertos, ensenadas o bahías abrigadas naturalmente, y han servido así durante siglos; pero el desarrollo de la navegación, y el aumento creciente del tamaño de los buques ha obligado a aumentar mucho el tamaño de los puertos y principalmente la profundidad en que se encuentra la parte abrigada; esto es lo que ha hecho que las obras de abrigo hayan adquirido cada vez una importancia mayor y ha motivado el perfeccionamiento de los métodos y de los elementos que se emplean en su construcción. El trazado y la disposición general de estas obras constituyen uno de los problemas de Ingeniería mas difícil de resolver, porque en ellos interviene una multitud de factores, algunos de los cuales son contradictorios entre sí, no habiendo entre ellos ninguno que permita establecer ecuaciones susceptibles de solución matemática. En cada caso particular, sólo el estudio detenido de los factores que interviene y la comparación de ellos con los de otros puertos permitirán encontrar una solución conveniente del problema, la que con frecuencia habrá que modificar, una vez llevada a la ejecución, para corregir los defectos que se noten, debido a la imprecisión de los datos y la incertidumbre que tiene que resultar en la solución.

El estudio de la disposición de las obras exteriores de protección obedece a consideraciones de órdenes diferentes; unas de ellas toman en consideración la necesidad de obtener un abrigo más o menos perfecto, y la facilidad del acceso de las embarcaciones, son condiciones puramente náuticas; las otras, tienen por objeto contemplar las cuestiones que resultan de la necesidad de impedir que la arena u otros materiales en movimiento, por efecto del régimen de la playa transporta litoral penetren al interior del puerto o se acumulen a su entrada, entorpeciendo la navegación. En cada caso, será necesario contemplar una y otras consideraciones y muchas veces será necesario verificar algo en un sentido o en otro.

Las consideraciones del primer grupo, exigen que las obras exteriores de protección permitan obtener una rada regularmente abrigada y si se trata de establecer un puerto comercial, que en la parte dedicada a los

atracaderos, esté el agua suficientemente tranquila para que los buques atracados a los muelles o malecones, sólo tengan movimientos muy pequeños, compatibles con la seguridad de las amarras y la comodidad de las operaciones de carga y descarga que hay que efectuar. Es necesario además, que los buques puedan llegar fácilmente a los sitios en que vana atracar, ya sea por sus propios medios, ya sea ayudados por remolcadores. La forma general de las obras exteriores será en principio una de las siguientes:

En la Fig.1, un dique paralelo a la costa es la obra principal y dos molos normales a la costa, CD y EF, completan el abrigo del puerto; a cada lado de éste queda un antepuerto, donde pueden fondear los buques y esperar que los tome un remolcador o maniobrar en aguas suficientemente tranquilas para entrar al puerto o salir de él. Las dimensiones de estas obras se determinan según las circunstancias, de manera que los buques puedan entrar cómodamente, tomando en cuenta que tienen que describir curvas de grandes radios, del orden de 800 y 1.000 metros por lo menos; además, en preciso que un buque encuentre siempre al entrar a un puerto una distancia libre para amortiguar su velocidad, y naturalmente con profundidad ampliamente suficiente. La distancia entre los extremos A y B, y la orilla debe ser siempre suficiente para que los efectos producidos por la vuelta de las olas no alcance a molestar, unos 500 o 600 metros lo menos, y generalmente mucho más que eso, el largo de los antepuertos tiene que ser suficiente para que los buques alcancen amortiguar su velocidad después de pasar por delante de A, es decir, de algunos cientos de metros, por lo menos un par de veces la eslora de un buque.

Para que la longitud del puerto a lo largo de la costa sea lo menos posible se desarrollan los atracaderos en forma de espigones, como indica la figura, lo que facilita las maniobras de los buques y tiene además la ventaja de reducir la longitud del rompeolas principal. Este tipo de puerto tiene la ventaja de que se presta al desarrollo del futuro, circunstancia que siempre habrá que considerar, pues basta prolongar el rompeolas principal en el sentido que convenga para aumentar la superficie abrigada. El puerto de Marsella ofrece un ejemplo notable de esta clase. En este puerto los primeros espigones fueron normales a la costa, y en los últimos ensanches se hicieron oblicuos, disposición que, como veremos después, ofrece ventajas de diversa índole.

La Fig.2 representa esquemáticamente otra disposición general en que el abrigo se obtiene por medio de un molo que se aleja de la costa hasta llegar a una distancia o profundidad suficiente, y dobla en seguida poniéndose en dirección sensiblemente paralela a ella. En el espacio abrigado se disponen espigones generalmente oblicuos, más o menos largos, con el fin de dejar espacios abrigados en los que puedan girar los buques. La parte izquierda de la figura corresponde a la segunda dársena II, después de la primera I y AP, el antepuerto MP es el molo principal; MS, el molo secundario. Muchas veces una disposición natural del terreno permite obtener esta disposición con bastante menos gasto.

Una tercera disposición general es la que representa la Fig.3 en que 2 molos convergentes abrigan el espacio de mar necesario para establecer el puerto. Son numerosos los puertos construidos según este principio y entre ellos puede mencionarse el de Callao, que es un buen ejemplo construido en América del Sur.

Las circunstancias locales decidirán siempre sobre el tipo de obras que se elija y con mucha frecuencia resulta una combinación de uno y otro de ellos, sin que se pueda decir cual ha sido la idea dominante. En todo caso conviene respetar las dimensiones y distancias mínimas que hemos indicado que se deben a las necesidades de los buques, dimensiones que serán tanto mayores cuanto mayores sean los buques. El ancho de la entrada a los puertos no debe bajar de 250 a 200 m.; en algunos casos se adoptan anchos menores, pero resultan deficientes, salvo el caso que queden en sitios muy abrigados, y sin corrientes transversales. Si se tratara de embarcaciones pequeñas, como barcos de pesca y análogos, ese ancho puede ser mucho menor.

En caso de que haya movimiento de aluviones a lo largo de la costa, que pueden ser guijarros, arena o materiales muy finos, habrá que tomarlo en consideración, modificando las disposiciones, principalmente en lo que refiere a la ubicación de la entrada, en vista de que quede a salvo en lo posible, de ser invadida por los aluviones; además será necesario que la forma de las obras de abrigo sea tal, que no provoque corrientes

derivadas capaces de producir el depósito de materiales en el interior del puerto o en su entrada.

El efecto de las obras de abrigo en los puertos sobre el movimiento de los guijarros es mucho más marcado, porque los guijarros son puestos en movimiento por las olas fuertes y bastan obras de poca importancia relativa para detenerlos. El material que realmente tiene importancia en este sentido es la arena, y principalmente en el mar y que en un año puede producir depósitos de un millón de metros cúbicos y más. Ya hemos visto el efecto de las obras de abrigo sobre el movimiento de la arena; nos ocuparemos ahora de las disposiciones generales de esas obras según sean las circunstancias particulares en que han sido establecidas, posterior a la que se refiere a la desembocadura de los ríos.

Los puertos situados en playas de arena, se encuentran con frecuencia en lagunas grandes o pequeñas, que o comunican con el mar por medio de un canal; las obras de abrigo en este caso, forman la prolongación del canal hasta una distancia suficiente para que la arena no pase por delante de ellas; la del lado de los vientos dominantes se hace mas larga, para que los buques que ya han pasado su extremo no corran el riesgo de ser arrastrados por el viento contra el extremo del otro molo. En algunos casos, se han obtenido resultados satisfactorios con obras de esta clase; pero lo normal es que sea necesario alargar los molos mas de una vez y ayudar por medio de dragados a la conservación de las profundidades. En todo caso, estos molos o diques no son, propiamente hablando, obras de abrigo, porque el antepuerto se encuentra en el interior, donde ellos terminan y a veces más lejos.

Cuando el puerto se construye en una ensenada o en una costa en que no hay un canal, la disposición que naturalmente se presenta al espíritu es la que indica la Fig. 4 análoga a la Fig. 2. En este caso el rompeolas que constituye la obra principal de abrigo, tendrá su parte principal BC en profundidades considerables y por lo menos, su porción terminal deberá quedar más allá de la línea neutra, y enlazarse paralelamente a la corriente principal que acarrea los aluviones.

El molo secundario, que tiene por objeto completar el abrigo e impedir la entrada de la arena, por efecto de las corrientes derivadas. Muchas veces se reduce al ancho de la boca por medio de un trozo FG de modo secundario, arraigado en el molo principal. Las disposiciones de estas obras deben cumplir con las condiciones que exigen los buques, y la navegación, y además las que impone el movimiento de la arena. Cuando el movimiento de la arena se efectúa ya en un sentido, ya en el otro, habrá que adoptar una disposición parecida a la de la Fig.5 como puede verse en la Fig. en la cual uno de los molos tendrá siempre mayor importancia que el otro, porque ordinariamente, el transporte de arena se efectúa con mayor intensidad en un sentido. En este caso, la forma del molo principal, obedecerá al mismo criterio enunciado en el caso anterior, que su extremo quede en profundidad suficiente, y que su último elemento sea tangente a la corriente principal. El molo secundario no tiene tanta importancia porque el movimiento de la arena que detiene, es mucho menos pronunciado.

Cualquiera que sea la disposición de las obras que se adopte se observa siempre que rompeolas situadas al lado de donde viene la arena la detiene en gran cantidad, lo que provoca el avance de la playa en esa parte, como se ve en las Figs. esquemáticamente, y también en la Fig. Si el rompeolas llega hasta una profundidad suficiente, sobrepasando la línea neutra principal, la arena movida por las olas no penetra en cantidad apreciable al interior, pero puede penetrar cuando es fina, arrastrada por las corrientes de flujo, y al salir después con las de refluo, puede depositarse de modo que constituyen un obstáculo. En ese sentido, en caso de que haya una corriente que guiar, será preferible la forma del molo indicada en la Fig. adoptando un trazado curvo, por efecto del cual la corriente se mantiene en contacto con el interior del molo y no divaga.

Para evitar que el rompeolas principal ataje el movimiento de la arena y dejar que el régimen de la playa no varíe, se ha adoptado la disposición que indica la Fig. que consiste en construir un dique sensiblemente paralelo a la corriente AB, que proporciona el abrigo; por su parte interior se construye una explanada con atracaderos en CD, y comunicada con la costa por medio de un viaducto AE. Si la obra AB queda situada en profundidades suficientes para que se encuentre fuera de la zona en que el movimiento de arena es

considerable, se puede esperar que el resultado sea satisfactorio, principalmente en caso de corrientes fuertes, capaces de arrastrar los materiales que pasen por debajo del viaducto. En caso contrario se producirían embanques en el interior del puerto.

De todas maneras, respecto a los puertos construidos en playas de arena, conviene tener presente que el aporte continuo de la arena por el mar, termina a la larga por producir embanques que llegan a molestar la navegación o a reducir las profundidades en el interior de los puertos y que obligan a recurrir a los dragados para mantener las profundidades. El perfeccionamiento de las dragas y la construcción de elementos de esta clase, cada vez más poderosos, ha sido causa de que los ingenieros no atribuyan una importancia enorme a los depósitos de arena, cuando no son excesivos. En muchas ocasiones, en vez de prolongar obras de abrigo que resultarían difíciles de prolongar, trazar o demasiado costosas, se ha recurrido a los dragados de una manera sistemática, obteniéndose resultados muy satisfactorios.

La ojeada que hemos echado sobre los resultados de algunos puertos construidos en playas de arena, permite darse cuenta de las dificultades que presentan los problemas de esta naturaleza, cuya solución es tan incierta, que ha obligado a veces a cambiar enteramente las ideas en que se basaba la solución adoptada.

Al ocuparnos de los puertos a los que se entra por un canal, cuyas orillas se prolongan por medio de diques paralelos, como indica la Fig. vemos que éstos últimos no tienen como objeto fundamental proporcionar el abrigo, sino mantener la profundidad, concentrando las corrientes en una zona de ancho limitado. Ahora bien, se ha observado que esas corrientes no son suficientes con mucha frecuencia para este objeto, y ya hemos indicado antes que en ocasiones se ha recurrido a producir a golpes de agua (que los franceses llaman "chases") Para incrementar el efecto de las corrientes y provocar el arrastre de la arena; pero, salvo raras excepciones, los resultados que así se llegan a obtener, son muy incompletos y es necesario recurrir a los dragados para que den entera satisfacción. Por otra parte, la agitación que penetra por la boca de entrada de estos canales, se propaga, casi sin modificación a lo largo de ellas y llega al interior del puerto; para remediar este inconveniente, se han dispuesto a lo largo del canal una o más cámaras laterales, que los franceses llaman "brisolames", en las que las olas gastan sus energías, situadas en puntos convenientemente elegidos. Sin embargo estos inconvenientes y la necesidad de que los buques entren directamente a un antepuerto amplio y tranquilo, han conducido en los últimos años a reemplazar la solución de que se trata, por una disposición que comprendámoslos convergentes, como hemos señalado mas atrás.

FAENA SUBMARINA. 1-96

Trabajo efectuado bajo el agua, por un equipo de buzos. Reglamentariamente(DIRECTEMAR) y por seguridad, no debe trabajar un buzo solo; por lo dicho, la faena mínima es: un Supervisor de buceo, en la superficie y a cargo. Dos buzos en el agua y un ayudante de buzo, en la superficie. Fondo de mar, río o lago.

GÁNGUIL.

Lanchón provisto de un mecanismo manual, para abrir las compuertas de fondo y descargar el material en el botadero, tienen una capacidad de 180 m³ y se desplazan por medio de remolcador.

GAVIÓN DE MALLA.

Paralelepípedo de malla de alambre galvanizado, que relleno de piedras conforma un cajón; un conjunto de gaviones conforma un malecón.

GAVIÓN DE TABLAESTACAS.

Cilindro de tablestacas hincadas y rellenas con áridos, en un número adecuado conforman un malecón. (hangar)

HINCA.

Introducción o calvado a presión de un elemento estructural en el suelo, por medio de un martinete, de modo que el elemento quede con fricción lateral y de punta. El suelo debe ser incompresible.

HINCA, EQUIPO DE...

Está compuesto por un martinete, sombrero y torre; este conjunto se acopla a una pluma de una grúa o bien, en vez de una torre se ocupa un enchufe, que se cuelga de la pluma de la grúa. Este enchufe amarra pilote y martinete.

HORMIGON EN CUBA.

Técnica de hormigonado bajo agua, para el cual el hormigón se baja de un recipiente, provisto de un mecanismo que permite al buzo abrirlo por el fondo. Una variante que se ocupa en obras pequeñas, es ocupar una bolsa de lona, cuya boca se amarra con un cordel que el buzo opera, se baja amarrada por el fondo.

HORMIGO ENSACADO. 1-97

Técnica de hormigonado bajo el agua, para lo cual el hormigón se pone en sacos de yute llenos hasta la mitad, luego los sacos se meten en fundas de polietileno y se sacan en unos pallets, con una grúa se baja el pallets. Un buzo fija el saco en la obra y el otro retira la funda.

HORMIGON INYECTADO.

Técnica de hormigonado bajo el agua, para lo cual se coloca el árido grueso en el moldaje y se dejan puestas las lanzas de inyección. Luego mediante manguera (operada por un buzo) se inyecta a alta presión, un mortero activado que rellena los intersticios de la masa de ripio, formándose un hormigón de alta calidad.

HORMIGONES MARITIMOS.

Son aquellos hormigones que mediante el diseño de su dosificación son capaces de fraguar y endurecer bajo el agua marina.

HORMIGON TREMIE.

Técnica de hormigonado bajo el agua, para lo cual se introduce un tubo (diámetro 50 cm.) en el moldaje. El tubo se carga con un tapón y enseguida con el hormigón. El tapón impide el contacto con el hormigón con el agua.

INGENIERIA OCEANICA (ESTUDIOS DE ...).

Comprende los estudios de: Oleaje, Corrientes, Vientos, Mareas, Ola de diseño, Cargas y Esfuerzos a que estará sometida la futura obra.

INSPECCION SUBMARINA.

Inspección ocular, efectuada por buzos experimentados que se plasma en el informe, en el cual se detallan en forma puntual y numeradas todas las observaciones, luego se plantea una hipótesis o conclusión derivada de las observaciones. Como apoyo audiovisual el informe se ocupan croquis o dibujos, además de reporte fotográfico o video.

IFO: Inspector Fiscal de la obra.

ITO: Inspector Técnico de la obra.

LEVANTAMIENTO BATIMETRICO.

Plano en el cual se representa el relieve submarino de un sector, por medio de curvas de nivel o beriles, referidos a un Cero Absoluto o de Nivel de Reducción de Sondas (NRS). Debe ser aprobada por el SHOA.

Línea de la aguas máximas en ríos y lagos : línea de atraque.

Longitud utilizable.

MALECON. 1-98

Muelle macizo y perpendicular a la costa o bien , muro o terraplén paralelo y adosado a la costa, que suele construirse para la defensa de las explanadas y se ocupan como atracadero de embarcaciones mayores y sirven para la movilización de cargas y pasajeros.

Malecón semimecanizado – Malecón mecanizado.

MARTINETE.

Máquina que le imprime trabajo al pilote o tablaestaca, por medio de golpes de su masa, este trabajo se mide en kilográmetros (peso de la masa por carrera).La cantidad de golpes por minuto, se llama ANDANADA.

Línea de atraque: plano vertical paralelo y a una distancia de 1,5 m del borde del malecón

MARTINETE DALMAG.

La masa es levantada por la explosión que produce el petróleo comprimido en la cazoleta por caída de la masa.Existen los martinetes D5 (masa 500 kg), D12 (masa 1250 kg), D22 (masa 2200 kg.) y D44 (masa 4400 kg.)

Nota : La potencia del golpe de un martinete diesel, equivale a la de un martinete seco con una masa del mismo peso, pero con una altura de caída de 2500 mm.

MARTINETE PAYOT.

La masa es levantada por medio de aire comprimido.

MARTINETE SECO.

(También de caída libre o de gravedad) . La masa cae, guiada por una torre provista de dos guías tubulares; luego la masa se levanta por medio de winche.

MOLO DE ABRIGO.

Dique de abrigo, que se interna en la mar, para crear una zona de aguas abrigadas o tranquilas. También puede ser utilizado para la movilización de cargas o pasajeros (este costado se denomina malecón. El costado que enfrenta al oleaje, se denomina espaldar).

MOLO DISIPADOR O ROMPEOLAS.

Dique de abrigo, que protege reflejando la ola y por tanto, devolviendo la energía al mar; para lo cual se opone un muro de paramento vertical, se aprovecha como malecón.

El costado que enfrenta las aguas abrigadas, se aprovecha como malecón.

El costado que enfrenta o refleja el oleaje, se llama ESPALDAR.

MUELLE. 1-99

Obra de amarre, transparente, fundada sobre pilotes, que permite que las naves atraquen a él costado. Puede internarse en el agua, ofreciendo dos bordes laterales y uno frontal de atraque o bien, constituir el costado de un molo o un terraplén, ofreciendo en estos casos, un sólo borde de atraque.

El sector destinado a el amarre, se denomina cabezo y se une a tierra, mediante el puente de acceso.

Muelle semimecanizado– Muelle mecanizado.

N.R.S.

Nivel de Reducción de Sondas, plano horizontal correspondiente al nivel alcanzado por la mayor bajamar de sicigias estando la Luna en el perigeo.

Obra Portuaria Mayor.

Obra Portuaria Menor: Infraestructura marítima, proyectada para atender embarcaciones de un máximo de 50 TRG.

OLA DE DISEÑO.

Ola teórica, que se supone que va a afectar a las futuras obras en un 80 % del tiempo. No se incluyen las olas de temporal.

PELE-MELE.

Rocas de gran tamaño que constituyen la coraza del espaldar de un molo, éstas logran gran trabazón mecánica, debido a la forma de colocación.

PILOTES.

Elemento estructural, conforma el sistema de fundación de un muelle, para dicho efecto los pilotes se hincan en el suelo (clavar) por medio de un martinete. La longitud del pilote que queda hincada, se llama FICHA, la longitud que sobresale del suelo, se llama CULATA.

Dos o más pilotes, cuyo eje es perpendicular a la línea de crujía del muelle, se llama CEPÁ.

PILOTES. FABRICACION.

Los pilotes se pueden fabricar con rollizos de madera; con rieles de ferrocarril (mono riel, doble riel o triple riel); con tubos yoder o bien, de hormigón pretensado.

PILOTES. ZURCIDO DE... 1–100

Técnica que se ocupa para monolitizar un pilote a la roca (ya que no se puede hincar).

RAMPA.

Obra de amarre maciza, cuya cubierta de trabajo, es un plano inclinado, lo que permite su operación en cualquier altura de marea, se prefiere por su menor costo de construcción y operación, respecto de un muelle.

ROMPEOLAS.

(Chile) Molo Disipador.

SHOA.

Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada.

SITIO DE ATRAQUE.

Sector de un muelle de longitud adecuada a la eslora de un barco (aproximadamente 220 mts.), el calado del barco está limitado por la profundidad mínima del sector.

SOLDADURA SUBMARINA. METALARC

Sistema de soldadura, en que se ocupa electrodos revestidos con cerámica, un portaelectrodo aislado y la energía es corriente continua (soldadura rotativa). El buzo debe aislar todas las partes metálicas de su equipo.

SONDAJE.

Toma de muestras del suelo submarino, para determinar su composición y capacidad de soporte.

TABLAESTACAS.

Elemento estructural que conforma el sistema de fundación de un malecón o espigón o gavión; para dicho efecto las tablaestacas se hincan en el suelo submarino por medio de un martinete, conformando una suerte de pared metálica, que sirve de muro de confinamiento de los rellenos de la obra.

TABLAESTACAS. FABRICACION DE...

Aporte del acero; las tablaestacas se pueden hacer con tablonces de madera o bien de hormigón armado.

TABLAESTACAS.FORMA DE LAS... 1–101

Son unos paralelepípedos de acero de un largo de 15 y 30 mts. ancho de 40 y 60 cm y espesor de 12 y 25 mm.

Talud: Plano inclinado de transición entre la ..\$%\$%\$% de un suelo y el fondo natural vecino.

TECNOLOGIA SUBMARINA.

Son todas las acciones de operación de herramientas y equipos que ejecutan los buzos, en una faena o maniobra submarina.

Terminal Marítimo de transferencia de productos líquidos o gaseosos– Terreno de playa.

TETRAPODO.

Elemento prefabricado de hormigón, conformado por cuatro patas, de modo que como se coloquen, siempre una pata queda vertical, estos elementos constituyen la coraza del espaldar de los molos. Su colocación se especifica en unidades por m² .

TREN DE OLAS.

Línea perpendicular al tren de olas, que indica la dirección del oleaje. Se ocupa para determinar la orientación de las futuras obras.

TRIBAR.

Elemento prefabricado de hormigón, conformado por tres palalepípedos unidos, el del centro estará girado 90° , respecto de los otros dos. Tienen el mismo uso de los tetrápodos.

VARADERO.

Obra de amarre, que sirve para la puesta en seco de una embarcación. Consisten en dos rieles con pendiente adecuada (imadas) por los cuales circula un carro (cuna) en el cual se monta la embarcación. La cuna se remolca de tierra, por medio de un winche.

VIGA DE CEPADO.

Elemento estructural que amarra a todo los pilotes de una cepa por su parte superior, formando una estructura porticada.

VIGA LONGUERINA.

Elemento estructural que amarra y mantiene en posición a dos cepas sucesivas. El conjunto de vigas de cepado y longuerinas, soporta la losa o tablero del muelle.

VOLADURA SUBMARINA.

Trabajo con explosivos para efectuar derrocamientos, calibrado de canales, corte de pilotes, etc. como explosivos se usa cordón detonante (E–Cord), pentrita, etc.

VOLADURA SUBMARINA DE PRECISIÓN.

Voladura efectuada en las inmediaciones de obras, las que se protegen de la onda, mediante una cortina de burbujas.

REGLAMENTO SOBRE CONCESIONES MARITIMAS.

I.– De las definiciones para la aplicación de este reglamento.

Art. 1º.–Para la aplicación del presente reglamento se tendrá por:

1) Arrastradero: Lugar en que se varan embarcaciones durante los períodos en que no trabajan para ser resguardadas.

2) Astillero: Sitio o lugar con instalaciones apropiadas y características, donde se construyen o reparan naves o embarcaciones. Provisto de varadero y maestranza cubierta.

3) Atracadero: Construcción que se hace en la costa o ribera, con el objeto de permitir al atraque de embarcaciones menores, para la movilización de personas o carga, cualquiera sea la forma que tenga.(véase embarcadero).

4) Botadero: Lugar de la costa especialmente autorizado para arrojar el material de dragado (sedimento o terreno natural no rocoso).

5) Boyarín: Cuerpo flotante sujeto por una línea de amarre(orinque) a anclas, cables submarinos, cañería conductora u otro objeto o lugar del fondo del mar, río o lago, para señalar la ubicación de estos elementos o sitios.

6) Boyas: Cuerpos flotantes, generalmente de fierro, de forma simétrica, sujetos al fondo del mar por medio de cadenas engrilletadas a muertos o anclas, y que sirven para el amarre de naves o embarcaciones.

7) Cañerías:

Cañería aductora: Aquella cuya finalidad es succionar el agua de mar.

Cañería conductora: Aquella cuya finalidad es la de abastecer, cargar o descargar naves o embarcaciones, ya sea subterránea, aras de tierra o flotante.

Cañerías de desagüe: Aquella cuya finalidad es la de arrojar al mar cualquiera clase de líquido o materias.

8) Criadero artificial: Superficie de playa o fondo de mar, río o lago con instalaciones y construcciones adecuadas destinadas a la cría y desarrollo de moluscos, crustáceos u otras especies que tengan en el agua su medio normal de vida.

Criadero artificial flotante: Instalación a flote destinada a los mismos fines anteriores(balsas, jaulas, long-lines, etc).

9) Chaza: Construcción plana que se interna aguas adentro, como prolongación de muelles o malecones en lugares de gran amplitud de mareas, con el objeto de facilitar la movilización de carga o pasajeros. Se considerarán como muelles en la clasificación que corresponda, o atracaderos, según sean aptos para el atraque de embarcaciones mayores (muelles) o menores(atracaderos).

10) Dársena: Zona abrigada de un puerto por la construcción de un molo o por la excavación del terreno de la costa.

11) Defensa: Muro o terraplén paralelo a la costa que se construye con el fin de evitar perjuicios por inundaciones o erosiones.

Defensa: Paralelepípedo de goma dura, que se instala en el costado de las obras de amarre, para absorber el impacto de la nave contra la obra.

12) Dique flotante: Artefacto Naval, capaz de levantar un barco sobre su línea de flotación para la carena o reparación.

13) Dique seco: Cavidad o espacio cerrado por compuertas construido en la costa o ribera, para carena o reparación de naves.

14) Dirección: Dirección General del Territorio marítimo y de Marina Mercante.

15) Embarcación menor: Nave o artefacto naval de 50 o menos toneladas de registro grueso.

16) Embarcadero: Véase atracadero.

17) Fondo de mar, río o Lago: Extensión de suelo comprendido desde la línea de más baja marea, aguas adentro, en el mar y desde la línea de aguas mínimas en sus bajas normales, aguas adentro, en ríos o lagos.

18) Hangar: Construcción cerrada o cobertizo hecho sobre la superficie de las aguas con el objeto de resguardar de la intemperie las embarcaciones menores.

19) Longitud utilizable: Perímetro de un muelle, malecón, chaza o atracadero situado sobre las profundidades de dos o más mts. de agua en pleamar ordinaria y dos o más mts. de agua en el nivel normal de ríos o lagos en que no haya obstáculos naturales que impidan o hagan peligroso el atraque de las embarcaciones para sus faenas. Si el muelle, malecón, chaza o atracadero está situado sobre una profundidad menor de dos metros, pero se utiliza regularmente en embarques, desembarques de carga o pasajeros, se considerará como longitud utilizable, la tercera parte del perímetro en que puedan atracar embarcaciones. Se considerará como longitud utilizable de un muelle mecanizado o de un malecón mecanizado, la eslora de la nave mayor que atraque, durante la vigencia de la construcción. Si está capacitado para permitir la faena simultánea de más de una nave, la longitud utilizable será multiplicar la eslora de esa nave mayor que atraque por el número de naves que puedan atracar o malecón mecaniza simultáneamente.

20) Malecones:

Malecón: Muro o construcción paralela y adosada a la costa o ribera, apta para el atraque de embarcaciones mayores que sirven para la movilización o carga o pasajeros.

Malecón semimecanizado: Aquel en que la carga se moviliza por sistemas mecánicos no continuos, sin depósitos ad-hoc (desde carros tolvas, por chutes u otros sistemas a buques).

Malecón mecanizado: Aquel en que la carga se moviliza por sistemas mecánicos continuos, que arrancan de depósitos ad-hoc ubicados en sus inmediaciones (correas transportadoras, cañerías conductoras, etc).

TASACION O VALORIZACION EN GRUESO DE O.M.

1.- MOLO ROMPEOLAS.

Características: Profundidad 10 mts. , 100 mts. de ancho, con muelle por el lado interior, construido con tablaestacas.(*).

Costo: U.S. \$ 90.000/ml.

2.- MOLO ROMPEOLAS.

Características: Profundidad 12 mts. , 100 mts. de ancho, con muelle por el lado interior, construido con tablaestacas.(*).

Costo: U.S. \$ 105.000/ml.

3.- MOLO REFLEJANTE.

Características: Profundidad de 20 mts. de bloques de hormigón.

Costo: U.S. \$ 135.000/ml.

4.- MOLO REFLEJANTE.

Características: Profundidad de 25 mts. de bloques de hormigón.

Costo: U.S. \$ 163.000/ml.

5.- MALECON DE TABLAESTACAS.

Características: Profundidad de 10 mts. , muelle de pared de tablaestacas, se consideran 30 mts.de ancho pavimentado.(*).

Costo: U.S. \$ 33.000/ml.

6.- MALECON DE TABLAESTACAS.

Características: Profundidad de 12 mts. , muelle de pared de tablaestacas, se consideran 35 mts.de ancho pavimentado.(*).

Costo: U.S. \$ 45.000/ml.

7.- MALECON SOBRE PILOTES.

Características: Profundidad de 10 mts. , cubiertas constituidas por losas y vigas de H.A. , de 20 mts. de ancho, sobre pilotes de acero; estructura tipo sitio 5 de San Antonio; se considera además, 10 mts. de ancho pavimentado sobre rellenos.(*).

Costo: U.S. \$ 42.000/ml.

8.- MALECON SOBRE PILOTES.

Características: Profundidad de 12 mts. , cubierta constituidas por losas y losas de H.A. , de 20 mts. de ancho, sobre pilotes de acero; estructura tipo sitio 5 de San Antonio; se considera además, 15 mts. de ancho pavimentado sobre rellenos.(*).

Costo: U.S. \$ 60.000/ml.

9.- MUELLE SOBRE PILOTES.

Características: Profundidad de 10 mts. cubierta de losas y vigas de H.A., de 28 mts. de ancho, sobre pilotes de H.A., de ancho, vías férreas, vías grúa y sitios de atraque en ambos costados.

Costo: U.S. \$ 30.000/ml.

10.- MUELLE SOBRE PILOTES.

Características: Profundidad de 8 mts. cubierta de losas y vigas de H.A., de

6 mts. de ancho, sobre pilotes de H.A., cubierta de 21,70 mts.de

ancho, vías férreas, vías grúa y sitios de atraque en ambos

costados.

Costo: U.S. \$ 25.000/ml.

11.- MUELLE SOBRE PILOTES.

Características: Profundidad de -3 mts. cubierta de losas y vigas de H.A., de

6mts. de ancho, sobre pilotes de H.A., sin vías férreas, sin vías grúa.

Costo: U.S. \$ 6.000/ml.

12.- MUELLE SOBRE PILOTES.

Características: Profundidad de -1 mts. cubierta de madera sobre vigas de madera, vigas long., vigas trans., arriostramientos y pilotes de acero.

Costo: U.S. \$ 6.000/ml.

13.- DEFENSA DE COSTANERAS EN BASE A DOLOS.

Características: Para resistir olas de 5 mts. de altura.

Costo: U.S. \$ 7.000

(*) Incluye vías férreas y vía grúa.

DISEÑO BASICO DE UN MUELLE.

1.- Datos que entrega el probable Mandante.

$E = 36 \text{ m.}$

$M = 8 \text{ m.}$

$P = 3,5 \text{ m.}$

$TRG = 400 \text{ ton.}$

$N^{\circ} = 2 \text{ barcos (sitios).}$

2.- Características del mar: $OD = 1 \text{ m. ; } NAM = 1 \text{ m.}$

3.- Determinación del Calado (C) del buque.

$TRG = E * M * C * 0,6 * 1,025$

$C = TRG / E * M * 0,6 * 1,025$

$C = 2,26 \text{ m aprox. } 2,30 \text{ m.}$

4.- Determinación del Francomundo (FB).

$$FB = P - C = 3,5 - 2,3 = 1,2 \text{ m.}$$

5.- Escantillón del muelle.

Largo de los pilotes.

$$\text{Culata} = 6,2 \text{ m.}$$

$$\text{Ficha} = \underline{3,8} \text{ m. (estimación).}$$

$$10,0 \text{ m.}$$

6.- Dimensiones del Cabezó.

$$\text{Largo} = 1,5 E = 54 \text{ m.}$$

$$\text{Ancho} = 15 \text{ m (giro de un camión).}$$

7.- Puente de acceso.

Largo = se obtiene de la batimetría.

$$\text{Ancho} = 1/3 \text{ del ancho del cabezo} = \text{Aprox. } 5 \text{ m.}$$

8.- Estimación del Costo del Muelle.

$$\text{Tasación en grueso} + \text{Honorarios de Proyectistas} + 5 \% \text{ Administración} = \text{Costo}$$

Tasación en grueso (se asimila a 11.- Muelle sobre pilotes de 6 m. de ancho).

$$\text{Cabezó} = \text{Costo U.S. } \$ 2.039 * 2,5 \text{ (corrección)} * 3 \text{ (corrección)} * 54 \text{ m.}$$

$$\text{Puente} = \text{Aprox. } 1/3 \text{ del costo del cabezo.}$$

INSPECCION TECNICA DE OBRA.

Hipótesis de calidad.

1.- Diseño: síntesis de conceptos estructurales y constructivos dentro de un marco de economía.

Condiciones: que permita el uso de procedimientos constructivos económicos.

– Que no exija la eliminación de material.

2.- Materiales: componente físico de una obra o parte de ella.

Condiciones: que su normalización permita usar métodos de producción a escala conveniente.

– Que la fijación de sus normas de calidad, no signifique pérdidas !...\$\$% %%

3.- Procedimiento: modo o manera de ejecutar un trabajo.

Condiciones: que el proceso sea bien ejecutado y en buenas condiciones de trabajo.

-Que no se repitan vicios aceptados por el uso.

-Que una buena disposición de los elementos de trabajo, no de lugar a movimientos innecesarios.

4.- Mano de obra: combinación de esfuerzo físico y habilidad que se incorporan en la obra.

Condiciones: que la forma de trabajo, no esté viciada por errores que la rutina haya aceptado como buenas.

-Que el trabajo sea cuidados para evitar tiempos improductivos por deshecho o repetición.

5.- Equipo: Maquinarias, accesorios, herramientas e implementos.

Condiciones: que el equipo se use en forma adecuada; en su rango y en su propósito.

6.- Dirección: Coordinación, organización y control de los recursos, para conseguir la máxima productividad.

Condiciones:

-Que no promueve cambios de diseño, para evitar interrupciones y repetición de trabajos.

-Que planifique el trabajo y perdidas de materiales, para evitar inactividad de hombres y máquinas.

-Que mantenga un buen servicio de reparación de máquinas y herramientas, para evitar...

-Que mantenga buenas condiciones de trabajo, para evitar...

-Que mantenga al día, los trámites administrativos, para obtener en forma oportuna los dineros, cumplimiento de entrega de obras, pagos, etc., evitando así, bajas en la productividad por cesante, daño emergente, etc.

Calificación.

Nota 1,2,3 = Inaceptable (defectos insalvables- estabilidad, ductilidad).

4 = Aceptable con reparos

5 = Aceptable

6 = Bueno

7 = Excelente

CAPITULO II.

2.- Explotación y Funcionamiento de los Puertos.

2.1.- Barcos, Navegación y Señalización Marítima.

Las dimensiones de un barco, se definen como Eslora: que es el largo del buque y se mide entre las

perpendiculares de los puntos más salientes y sobre la línea de crujía.

–Manga: Es el ancho máximo del casco, medido entre perpendiculares.

–Puntal: Es la altura del casco, medida desde la quilla hasta la cubierta principal.

–Línea de flotación: Es la raya que marca el agua en todo el costado del casco, cuando está a flote. Esta línea divide el casco en dos partes:

–Obra viva o fondos: que es la parte sumergida.

–Obra muerta o costados: que es cuando queda fuera del agua.

–Línea de francobordo: Es la que limita a la carga máxima que puede poner a bordo; se representa con un círculo y una raya horizontal, pintada en el centro del costado.

Como el buque puede navegar por agua dulce o salada o por distintos mares, en invierno o verano, el barco se hunde más o menos en cada caso.

Estas líneas indican: FW; cuando se navega por agua dulce; S, si es verano; W, si es invierno; WNA, si se navega en invierno por el Atlántico norte; I si se navega por el Océano Indico.

–Francobordo: Es la altura que hay desde la línea de francobordo y la cubierta principal.

–Calado: Es lo se hunde el buque, a proa y popa, se pintan unas escalas en pies, que indican la inmersión del buque. Se mide desde la quilla hasta la línea de francobordo.

–Estiba: Es poner y distribuir la carga a bordo del buque, cuando se pone más carga a proa que a popa, el calado de proa será mayor, es decir calado aprobado y si la popa se hunde más, el calado será apopado.

Si la carga se pone al centro, el buque se deforma hacia abajo, la quilla; se dice que tiene quebranto, cuando ceden la proa y las popa, porque solamente hay carga en ellas.

–Desplazamiento: Todos los cuerpos desplazan un volumen de agua igual a su peso.

Un buque de guerra se dice que es tantas toneladas de desplazamiento, o sea, es total.

En cambio, en un buque mercante, el tonelaje es capaz de recibir en carga y pasajeros, se llama toneladas de Registro Neto .

Cuando se cuenta además, el volumen que ocupan los espacios destinados a máquinas, alojamiento de la tripulación y demás sitios accesorios para el funcionamiento del buque; la suma de este volumen con el Neto, es un cantidad que se llama Toneladas de Registro Bruto , que es con el que se conoce a la embarcación.

–Arqueo: Es la medición de la capacidad de una embarcación; en la práctica se procede: midiendo la eslora, en metros, la manga y por dentro del casco, el puntal.

Los tres valores obtenidos se multiplican entre sí y se obtiene el volumen del paralelepípedo, que se multiplica por el factor de forma 0,6 y se obtiene la capacidad de la embarcación en m³, luego se multiplica por 1,023 ton/m³ y se obtiene el tonelaje de Registro Bruto.

–Nomenclatura de los barcos: La parte que avanza se llama proa, la parte de atrás popa. Si se mira a proa, la

parte izquierda es babor y la derecha estribor. La cubierta más elevada a proa, en donde se fijan los elementos de fondeo, se llama castillo; la cubierta similar a popa, se llama Toldilla.

–Estructura de los barcos: El buque se construye sobre tres elementos estructurales, la quilla, que es la columna vertebral del barco; la roda, que es la pieza que da forma a la proa y el codaste, que da forma a la popa.

Sobre estos elementos, se fijan las cuadernas que dan la forma al casco, la cuaderna central o más ancha, es la cuaderna maestra. Las cuadernas quedan unidas por una pieza que se llama bao y que conformará las cubiertas.

Las cuadernas, se unen por piezas longitudinales, que las mantienen en su posición y se llaman palmejares.

Sobre esta estructura, se suelda el forro, que es la piel del casco; todas las perforaciones del casco se llaman bocina, Ej. bocina de codaste. Todas las válvulas salen por una bocina que desembocan en unas pequeñas hendiduras que se llaman cajas de mar, que van tapadas por las rejeras para evitar que se pierda la forma fusiforme del casco.

Toda la obra viva lleva los ánodos de sacrificio, que conforman el sistema de protección anticorrosivo, estos ánodos son calugas de zinc, 100 % de pureza.

Las embarcaciones en general, necesitan ser reparadas usualmente, para que sean reemplazados los ánodos gastados, reparadas las rejeras y recorridas sus pinturas etc., todas estas faenas se llaman carena.

Para efectuar una carena, se ocupan unas rampas con rieles que toman el nombre de varadero, el buque flotando, se monta en los carros de varada o cuna, luego se inundan sus tanques y queda descansando en la cuna, la que se saca del agua tirando por medio de un huinche y aparejos.

Cuando el tonelaje del buque impide usar el varadero, se usa el dique, que puede ser seco o flotante.

–El Dique Seco: Es una excavación o rebaje rectangular, cubierta de mampostería y que se cierra por el lado del mar con una puerta, llamada compuerta–buque.

El buque entra en el dique cuando está lleno de agua. Se cierra la compuerta y por medio de bombas, se vacía el agua y el buque va quedando en seco. Para que no se tumbe, ya se le ha preparado, en el fondo una serie de bazas de guayacán que se llama ancama, en donde descansará la quilla, completándose con vigas laterales, que van desde los costados a las paredes del dique y se llaman picaderos.

Cuando se quiere hacer salir un barco, se inunda el dique, quedando el buque a flot, se retira la compuerta y ya puede salir flotando el buque.

–Dique flotante: Es una estructura, rectangular, que puede sumergirse a voluntad, inundando los estanques de las paredes y fondo. Cuando el fondo del dique está más abajo de la quilla del barco, empieza a subir y al hacerlo, ya lleva dentro del buque que hay que carenar.

–Diques de Marea: Es el construido en aquellos sitios de gran amplitud de marea y son éstas, las que colocan al buque en la encama, lo dejan en seco y luego lo hacen flotar de nuevo.

Los buques se construyen en unos grandes talleres, provistos de diques secos y reciben el nombre de Astilleros.

2.2.– Utilaje y Explotación Portuaria.

Sobre la cubierta del muelle, se instalan todas las redes e instalaciones que componen el utilaje, que permitan la explotación portuaria.

–Sistema de Amarre y Fondeo: Es el conjunto de bitas a las cuales se amarra el buque, para impedir que el buque se vaya contra el muelle (Aconche) se amarra por el lado del mar a unas boyas, que están posicionadas por 3 anclas que se llaman patas de gallo .

–Sistema de Defensa: Es el conjunto de defensas de goma destinadas a absorber la energía del impacto del buque contra el muelle.

–Sistema de Desembarque o Embarque: Puede ser el conjunto de cintas transportadoras; goma, mangueras de transporte, neumático, grúas de pluma.

–Red de iluminación: Compuestos por luminarias instaladas con el eje del cabezo.

–Red de fuerza: Alimenta al buque que está amarrado, así no tiene la necesidad de poner en servicio el generador de emergencia.

–Red de Agua Potable: Destinada a alimentar y aprovisionar los tanques del buque (petrolear).

–Red de Incendio o Red Seca.

–La explotación Portuaria: Es la administración y venta de los servicios de muelle o puerto; de modo que produzca utilidades para sus dueños y beneficios a los usuarios.

Normalmente la Administración del puerto, fija un valor en dólares por día–estadía o uso de los sitios de atraque; aparte se cobra por el uso de grúa; KWH por remarcador; ídem por agua potable y combustibles.

Además se cobra aparte el bodegaje dentro del puerto a los importadores y exportadores, según sea el caso.

Actualmente en los puertos chilenos, los buques deben quedar a la gira a la espera de sitio de atraque disponible.

En las explanadas de los puertos, guardan contenedores y/o graneles. En bodega se almacena la carga general.

Tradicionalmente los puertos son fiscales, administrados por EMPORCHI; hoy se han construido una serie de puertos por los privados, que lo administran directamente.

–2.3.– **Organismos, Entes y Profesionales Portuarios Relacionados.**

Organismos nacionales; Dirección General del Territorio Marítimo y MM. (DIRECTEMAR) depende de la Armada, tiene la misión de velar por la seguridad de la vida en el mar, por tanto actúa cumpliendo labores de fiscalización y policía marítima, sobre todo en lo que se refiere a faenas submarinas.

Además es donde se tramitan las concesiones de playa y fondo de mar, para ejecutar y construir una obra marítima. Las concesiones, se otorgan por medio de un Decreto firmado por el Presidente de la República, Ministro de Defensa y Subsecretario de Marina; este decreto se otorga por períodos de 20 años prorrogables y con plazo máximo, para el inicio de las obras, un año.

Dirección de Obras Portuarias (DOP) tiene la misión de revisar y aprobar todos los proyectos de Obras Marítimas que se ejecuten en el país, además de inspeccionar las obras a través de las respectivas IFO. Por tanto, es el organismo rector en lo que a obras marítimas se refiere.

Empresa Portuaria de Chile (EMPORCHI): Ente fiscal, propietario de los puertos comerciales, encargado de su administración y mantención; en algunos casos actúa como Mandante en Propuestas de reparación, ampliación o mantención de los puertos.

Usuarios de los Puertos.

–Compañías Portuarias: Son representantes de las líneas de navegación y compañías, cumplen las funciones de apoyo logístico y abastecimiento de los buques cuando está en puerto.

Además, prestan servicios de remolque a los buques y en algunos casos, reparaciones a flote, por medio de buzos.

–Agencia de Estiba y Desestiba.

Son los encargados de movilizar la carga que se va a embarcar, primero dentro del muelle, hasta dejarla estibada en la bodega del buque. La desestiba, es el mismo procedimiento inverso.

–Agencia de Aduana.

Son los encargados del trámite administrativo Aduanar o Desaduanar una mercadería.

–Empresa de transporte.

Son los encargados de ingresar la mercadería por medio de camiones, hasta las bodegas del puerto o bien, sacarlas del puerto. Generalmente, actúa como sindicato.

–Armador.

Es el propietario del barco.

–Empresa de buceo.

Contratistas que trabajan en los puertos, en trabajos de reparaciones a flote, salvatajes, etc. Normalmente en los trabajos de Obras Marítimas, actúan como subcontratistas.

–Mandantes de Contratos de Obras Marítimas.

Son todas las empresas que tienen la necesidad de contar obras o instalaciones marítimas, para el mejor desempeño de su actividad. Se pueden citar: Empresas Mineras, Empresas Pesqueras, Empresas Madereras, Empresas Fruteras.

2.4.– Política Portuaria.

2.5.– Industria Marítima.

PROYECTO: PUERTO MAYOR BAHIA DE QUINTERO

Carga General y Contenedores

MATERIA: IDEA PRELIMINAR: Confección del proyecto

y Construcción de la obra

MANDANTE: ASIMAR LTDA.

Servicio Marítimo Portuario

DOCUMENTO CERO

SANTIAGO, FEBRERO 21 DE 1997

DIBUJO

DIBUJO

IDEA PRELIMINAR.

INTRODUCCION.

El presente documento, fue redactado para que sirva como documento base de la primera reunión de trabajos y así, poder establecer los lineamientos básicos del proyecto.

La lámina adjunta, debe considerarse parte del presente documento. En este croquis, por cierto teórico, nos hemos dado una dirección de vientos predominantes, un tren de olas, las curvas de nivel y el perfil de la Costa. Con todos estos parámetros teóricos, hemos esbozado esta idea preliminar, que someteremos a vuestra disposición.

1.-DE LA CONCESIÓN.

Para materializar este Proyecto, se debe solicitar una ampliación de la concesión de Fondo de Mar, exactamente igual a la planta del Muelle.

2.-OBRAS MARITIMAS.

En el proyecto se contempla un Muelle de las siguientes características y dimensiones:

PUENTE DE ACCESO. *****

Longitud de 1100 mts. hasta alcanzar las variles de -18 hasta -23 a -30 ancho, lo suficiente para dejar cuatro pistas de circulación, se estima de 10 a 30 mts.

Tendrá como arranque el actual muelle y se conservará el mismo eje longitudinal, con el fin de alejarlo del bajo Cockrane y su zona de fondeo prohibida.

El eje del cabezo se desplaza 45° para enfrentar perpendicularmente al tren de olas.

CABEZO

Doble con una longitud de 250 m. A cada lado del puente de modo que cada costado sea Sitio de Atraque, con un ancho suficiente para las dos pistas de circulación más dos vías – grúas y espacio para los sistemas de amarre y redes de Servicio. Se estima el ancho de 40 a 50 mts. y un total de 8 sitios de atraque.

Se plantea que las redes de servicios se ubiquen bajo el tablero del Muelle.

MATERIALES DEL MUELLE.

El muelle irá montado sobre pilotes hincados en el fondo marino. Estos pilotes pueden ser de acero con recubrimiento epóxico o bien, de hormigón pretensado.

Los elementos estructurales (Vigas de Cepado y Vigas Longuerinas) serán fabricadas con hormigón pretensado.

La losa o Tablero del Muelle, será de hormigón armado, aunque también se contempla la posibilidad de ocupar losetas prefabricadas del mismo material.

SISTEMA DE AMARRE Y FONDEO.

En el lado del Sotavento del muelle se contempla la posibilidad del sistema de fondeo, para evitar el efecto vela del buque sobre el Muelle.

El sistema de amarre se plantea por medio de bitas de acero, monolitizadas al Muelle.

SISTEMA DE DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS.

Se plantea el uso de ductos de descarga a tierra, con una planta de tratamiento.

SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE COMBUSTIBLE, AGUA POTABLE Y ENERGÍA A LOS BLOQUES AMARRADOS AL MUELLE.

Estos servicios se venden a las naves y se plantea, tender las redes bajo el Tablero del Muelle.

RED DE INCENDIO, provista de tomas de plantas de bombeo.

SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA DE CONTENEDORES Y CARGA EN GENERAL.

Se plantea el uso de grúa de pórtico y marcos rodantes.

SISTEMA DE DESCARGA DE GRANELES LIMPIOS.

Se plantea el uso de ductos neumáticos.

En total, bajo el Tablero del Muelle, irán cinco *****

3.-OBRAS CIVILES:

ESTANQUES DE COMBUSTIBLES.

En esta zona se plantea almacenar petróleo y otros insumos que se venderá los buques.

ZONA DE SEGURIDAD.

Este espacio, como su nombre lo indica, debe quedar despejado y en cual solamente se permite la circulación de camiones para el almacenamiento del combustibles o que se derivan a la zona restringida.

ZONA DE ADMINISTRACION, TALLERES Y SERVICIOS DEL PUERTO.

En esta zona se ubicarán las oficinas de la Administración y casino del personal.

En otro edificio, se ubicarán los talleres y servicios del puerto.

Dentro de esta, se ubicará un estanque acumulador de agua potable, para uso del Puerto y venta a los buques.

ZONA DE ESTAMIENTO DE CAMIONEES.

Esta zona se plantea junto al acceso, de modo que los camiones pueden esperar turno para cargar y descarga.

SUBESTACION ELCTRICA.

Es un recado alejado, se plantea la instalación de esta subestación, con el boleto de suministrar energías al Puerto y venderlas a los buques.

Junto al acceso , se plantea la ubicación de la Romana para camiones y la Aduana

(oficinas).

ZONA CONCESIONES:

En esta zona se ubicaran las oficinas y bodegas de constratistas que prestarán servicios anexos al puerto.

En el acceso principal, habrá una garita de control , elevada sobre el eje de la calzada.

4.- CRONOLOGIADEL PROYECTO.

a) TRABAJOS PREVIOS.

Firma del Contrato, la Administración delegada. Primera Reunión de trabajo: Con el objeto de establecer los lineamientos básicos del proyecto Documento Cero.

–Levantamiento Batimétrico de Precisión. Con el fin de tener un plano exacto del relieve submarino, hasta el veril – 30 aprox. Este documento es el soporte de todos los estudios posteriores. Aprobación SHOA.

–Trámite de Ampliación de la Concesión del Fondo del Mar. Hasta Decreto Supremo de la Subsecretaria de Marina Soporte al Levantamiento Batimétrico.

b) ESTUDIOS PRELIMINARES.

Estudio de Ingeniería Oceánica: Comprende análisis de oleaje, corrientes, mareas y vientos predominantes, con el fin de determinar la Ola de Diseño y Cargas y Esfuerzos, por corrientes, mareas y vientos que afectarán al muelle.

DISEÑO DE ANTEPROYECTO:

Estudio del Diseño Básico del Puente, incluso maqueta y planos de elevaciones y planta. Se determinan los pesos y cargas que afectarán al muelle.

Segunda reunión de Trabajo: Análisis y aprobación del Anteproyecto.

ESTUDIOS DEL PROYECTO.

Estudio de la Mecánica de Suelo: Comprende sondeos en la mar, diseño de las fundaciones (Cantidad, tipo,

dimensiones y calidad de los pilotes), Memoria de cálculos. Especificaciones Técnicas de los pilotes y de la Hínca. Además del correspondiente juego de planos.

ESTUDIO DE INGENIERIA ESTRUCTURAL:

De acuerdo a los pesos y cargas que afectarán al muelle, se procederá a determinar dimensiones y calidad de los elementos estructurales de la superestructura. Se materializa en la Memoria de cálculos, Especificaciones Técnicas y juego de planos.

Estudio y Diseño del Sistema de amarre y Defensas del Muelle: Se materializa en la Memoria de Cálculos, Especificaciones Técnicas y juego de planos.

Estudio y Diseño de la red de Iluminación y Fuerza del muelle y Servicio a naves /*****

/*****

Estudio y Diseño de la red de aguas servidas para descargar las naves; Incluso planta de tratamiento de aguas servidas.

Estudio y Diseño de la red de incendio, comprende tomas de agua y planta de bombeo.

Estos cinco estudios se materializan en Memorias de cálculos, Especificaciones Técnicas y juego de planos.

Estudio de Impacto Ambiental. Es aconsejable hacer este estudio en forma paralela con los otros estudios, con el fin de ir incorporando en el acto las recomendaciones ambientalistas.

EDACCION DEL PROYECTO.

Por ser un trabajo de equipos o multidisciplinarios, los nueve estudios se reducen a un juego de planos, especificaciones técnicas, cubicaciones y presupuestos compatibles.

Tercera reunión de Trabajo: Entrega del proyecto.

5.- EJECUCION DE LAS OBRAS.

De acuerdo a lo conversado, se plantea la ejecución mediante un contrato de construcción, modalidad Administración Delegada.

Se adjunta borrador del contrato.

6.- COSTO DEL PROYECTO.

Normalmente un proyecto de un Puerto Mayor de 4ta. Generación, por su complejidad, exige trabajos de un equipo multidisciplinario : 10 jefes de equipos y su costo, oscila entre uno a dos millones de dólares.

Tecnomar S.A., esta en condiciones de ofrecer dicho proyecto, a un costo aproximado de doscientos mil

dólares.

ESTIMACION DE COSTOS REFERENCIAL.

Puente de Acceso de 1100 ml a US\$ 10.000/ml = US\$ 11.000.000

Cabezo 8 sitios de 1.000 ml a US\$ 36.000/ml = US\$ 36.000.000

Total Costo Directo US\$ = 47.000.000

Esperando que este documento sea suficiente para fijar los lineamientos básicos del Proyecto, en nuestra primera reunión de trabajo.

CUADRO N°2

DOSIFICACIÓN TÍPICAS DE HORMIGONES MARÍTIMOS

Los valores son rangos apropiados para propósitos comparativos solamente