

Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico.

# Manual de Inspección Técnica de Obras del Recinto Portuario Caldera.

## TABLA DE CONTENIDO

Objetivo del Documento.....	1
Alcance.....	1
Limitaciones.....	1
Normativa aplicable .....	2
Definiciones.....	3
Inspección Técnica De Obras.....	4
<b>CAPÍTULO 1 OBRAS CIVILES INSPECCIONADAS EN EL RECINTO PORTUARIO .....</b>	<b>5</b>
1.1    Bitas o bolardos.....	6
1.2    Edificaciones .....	6
1.3    Instalaciones electromecánicas .....	6
1.4    Defensas marinas.....	7
1.5    Torres de iluminación-pararrayos .....	7
1.6    Malla perimetral .....	8
1.7    Muros guarda ruedas.....	8
1.8    Pavimentos.....	9
1.9    Señalización vial.....	9
1.10   Protección catódica .....	9
<b>CAPÍTULO 2 CONSIDERACIONES VARIAS PARA LA INSPECCION DE LAS OBRAS    REALIZADAS EN EL RECINTO PORTUARIO .....</b>	<b>10</b>
2.1    Banco de transformadores.....	11
2.2    Bitas o bolardos.....	11
2.3    Defensas marinas.....	12
2.3.1   Almohadillas UHMW-PE (Baquelitas) .....	12
2.3.2   Studs .....	14
2.3.3   Pernos.....	15
2.3.4   Panel .....	17
2.3.5   Cadenas .....	17
2.3.6   Cono.....	20
2.3.7   Aspectos constructivos a inspeccionar. ....	20
2.4    Muros guarda ruedas.....	23
2.4.1   Concreto.....	23
2.4.2   Acero de refuerzo .....	24
2.4.3   Encofrados. ....	25
2.4.4   Acabado .....	26
2.4.5   Recubrimiento. ....	26
2.4.6   Aspectos constructivos a inspeccionar. ....	26
2.5    Instalaciones electromecánicas .....	28
2.5.1   Instalaciones mecánicas.....	28

**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO  
PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

2.5.2	Instalaciones eléctricas.....	29
2.6	Edificaciones .....	29
2.6.1	Cubiertas .....	30
2.6.2	Cielo suspendido .....	30
2.6.3	Mampostería.....	31
2.6.4	Acabados en paredes.....	31
2.6.5	Madera. ....	32
2.6.6	Instalaciones electromecánicas .....	32
2.7	Malla perimetral .....	33
2.7.1	Malla tipo ciclón .....	33
2.7.2	Alambre de púas .....	33
2.7.3	Tubería de hierro galvanizado .....	33
2.7.4	Pintura.....	33
2.7.5	Concreto.....	33
2.7.6	Aspectos constructivos a inspeccionar. ....	34
2.8	Pavimentos.....	36
2.8.1	Pavimento flexible (adoquines).....	36
2.8.2	Pavimento rígido.....	38
2.9	Protección catódica .....	39
2.10	Señalización vial.....	39
2.10.1	Señalamiento Horizontal. ....	39
2.11	Torres de iluminación-pararrayos .....	41
<b>CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA PARA EL CONTROL TÉCNICO DE OBRAS. ....</b>		<b>42</b>
3.1	Cuadro de control de fechas y plazos.....	43
3.2	Cronograma de obras (Diagrama de GANTT) .....	45
3.3	Cuadro de control de materiales.....	45
3.4	Plan de ensayos de laboratorio.....	47
3.5	Calendario de visitas a sitio o reuniones.....	49
3.6	Cuadro de equipos y subcontratos. ....	51
3.7	Verificación del cumplimiento de especificaciones, normas, acuerdos, etc. ....	53
<b>CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA PARA PRIORIZAR, EVALUAR Y MONITOREAR LAS OBRAS.....</b>		<b>54</b>
4.1	Priorización de intervención de las obras.....	55
4.2	Evaluación de las obras o elementos.....	57
4.3	Monitoreo de las obras ejecutadas .....	57
Bibliografía.....		59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Bolardo.....	6
Figura 2. Defensa marina.....	7
Figura 3. Torres de iluminación.....	7
Figura 4. Malla perimetral.....	8
Figura 5. Muro guardaruedas.....	8
Figura 6. Señalización horizontal.....	9
Figura 7. Ánodos de sacrificio para tablestaca.....	9
Figura 8. Ángulos recomendados durante la operación en las bitas.....	12
Figura 9. Especificaciones de las dimensiones de las almohadillas para las defensas tipo 1.....	13
Figura 10. Especificaciones de las dimensiones de las almohadillas para las defensas tipo 2.....	13
Figura 11. Valores promedios de las diferentes propiedades de las almohadillas UHMW-PE.....	14
Figura 12. Dimensiones de studs y de las tuercas con las arandelas.....	15
Figura 13. Acabado final de la fijación de las almohadillas UHMW-PE.....	15
Figura 14. Detalle de los pernos utilizados para fijar el cono del tipo 1 a la pantalla del muelle.....	16
Figura 15. Detalle de los pernos utilizados para fijar el cono del tipo 2 a la pantalla del muelle.....	16
Figura 16. Detalle de los pernos utilizados para fijar el panel al cono de la defensa marina tipo 1.....	16
Figura 17. Detalle de los pernos utilizados para fijar el panel al cono de la defensa marina tipo 2.....	16
Figura 18. Detalle de los pernos utilizados para fijar los anclajes de las cadenas tipo 1 y tipo 2 a la pantalla del muelle.....	17
Figura 19. Detalle de la cadena de cizallamiento para la defensa marina tipo 1.....	18
Figura 20. Detalle de la cadena de peso para la defensa marina tipo 1.....	18
Figura 21. Detalle de la cadena de cizallamiento para la defensa marina tipo 2.....	19
Figura 22. Detalle de la cadena de peso para la defensa marina tipo 2.....	19
Figura 23. Zonas del cono de la defensa marina que sufren mayores esfuerzos durante su operación.....	20
Figura 24. Corte boca de pescado en tuberías.....	34
Figura 25. Arriostres laterales.....	35
Figura 26. Tapa para evitar el ingreso de agua a los tubos.....	35
Figura 27. Representación de un diagrama de Gantt.....	45

## Objetivo del Documento.

El objetivo fundamental de este documento, es desarrollar una serie de pasos a considerar en las inspecciones rutinarias de las diferentes obras civiles que se realizan en el recinto portuario, esto como parte de las obligaciones del Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico, por parte de la Unidad Técnica de Supervisión y Control.

El fin principal es establecer criterios mínimos para inspeccionar las obras que realiza el ente concesionario, así como establecer metodologías para controlar, priorizar, valorar y monitorear las mismas.

## Alcance

Este manual busca desarrollar un procedimiento estándar para inspeccionar y controlar las obras civiles que se desarrollan dentro del recinto portuario de Caldera, Puntarenas.

## Limitaciones

Este manual se limita a las diferentes obras civiles que son valoradas para su mantenimiento, en los últimos dos planes de mantenimiento anual que han sido aprobados para el recinto portuario de Caldera, Puntarenas.

Además, se desarrollan con más detalle, aquellas obras civiles que fueron intervenidas durante el periodo que se realizó la práctica profesional (primer semestre 2015).

## Normativa aplicable

<b>Norma</b>	<b>Aspecto a aplicar</b>
AASHTO	Construcción de las vías dentro del recinto portuario.
ACI	Consideraciones técnicas y constructivas acerca del concreto
ASTM	Ensayos en materiales.
Código Sísmico de Costa Rica	Consideraciones técnicas y constructivas de las estructuras civiles.
NEC	Aplicable para trabajos eléctricos.
SIECA	Aplicable para trabajos viales.
CR-2010	Construcción de las vías dentro del recinto portuario.

## Definiciones.

**Broma marina:** Se refiere a la capa de moluscos que se genera sobre los equipos que están en presencia de agua marina.

**Ley 7600:** Ley igualdad de oportunidades para las personas con discapacidad Cabos.

**Cadena de cizallamiento:** Son utilizadas para limitar los movimientos horizontales de las defensas marinas.

**Cadena de peso:** Son utilizadas para limitar los movimientos verticales y reducir la caída de las defensas marinas.

**CR-2010:** Manual de Especificaciones generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes de Costa Rica.

**AASHTO:** American Association of State Highway and Transportation Officials

**Abrasión:** Desgaste por fricción en el agregado grueso.

**ACI:** Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute).

**Aditivos:** Material que se añade al concreto antes o durante el mezclado con el fin de modificar sus propiedades.

**AISC:** American Institute of Steel Construction.

**ASTM:** American Standard Testing Materials.

**Concreto pobre:** Se refiere a la mezcla de arena, piedra y cemento con una resistencia menor a 180 kg/m<sup>2</sup>.

**Corrosión:** Deterioro de un material.

**CSCR:** Código Sísmico de Costa Rica.

**Galvanizado:** Recubrimiento de una capa de cinc para evitar la oxidación.

**Longitud de desarrollo:** Longitud embebida del refuerzo, en el concreto que se requiere para poder desarrollar la resistencia de diseño del refuerzo en una sección crítica.

**NEC:** Código Eléctrico Nacional (National Electric Code)

# Inspección Técnica De Obras.

La función principal de la inspección técnica es corroborar que se estén cumpliendo con las condiciones impuestas entre las partes que llegaron a un acuerdo. Para ellos se debe tener conocimiento acerca de las obras que se están realizando, tanto para establecer las condiciones como para inspeccionarlas.

Una de las principales herramientas para garantizar una buena inspección, son los ensayos de calidad. Algunos materiales vienen provistos de un sello de calidad, esto significa que el proceso de fabricación cuenta con cierto grado de control de calidad, además indica que sus características técnicas corresponden a especificaciones conocidas y públicas, en el caso contrario, donde los materiales no poseen ningún sello de calidad, son de menos confiables, por lo que se debe analizar la realización de ensayos de calidad, de ser necesario.

Finalmente, este manual es un instrumento ordenador y facilitador de la gestión que tiene la inspección técnica de obra, este se basa principalmente en normas, procedimientos y herramientas que sirven de apoyo para el control de las obras.



# CAPÍTULO 1

## OBRAS CIVILES INSPECCIONADAS EN EN EL RECINTO PORTUARIO.

## Aspectos Generales.

Esta sección establece las diferentes obras civiles que se llevan a cabo dentro del recinto portuario de Caldera. Las obras planteadas son determinadas mediante los últimos planes de mantenimiento anuales aprobados por la institución.

### 1.1 Bitas o bolardos

Corresponde a una pieza cilíndrica sólida, que se encuentra afirmada a la pantalla del muelle, utilizada para el amarre de los cabos, cables o cadenas de los barcos.



Figura 1. Bolardo  
Fuente: Elaboración propia.

### 1.2 Edificaciones

Corresponde a todos los edificios presentes en el recinto portuario, desde bodegas hasta oficinas.

### 1.3 Instalaciones electromecánicas

Trata sobre todas las obras eléctricas y mecánicas presentes dentro del recinto portuario.

## 1.4 Defensas marinas

Estas estructuras son el punto de contacto entre el barco y el puerto, sirven como barrera de seguridad para proteger a las personas, los barcos y a la pantalla del muelle.



Figura 2. Defensa marina.  
Fuente: Elaboración propia.

## 1.5 Torres de iluminación-pararrayos

Son las estructuras metálicas utilizadas para colocar las lámparas de iluminación y el sistema pararrayos.



Figura 3. Torres de iluminación.  
Fuente: Elaboración propia.

## 1.6 Malla perimetral

Se refiere a la malla tipo ciclón que está instalada alrededor del recinto portuario.



Figura 4. Malla perimetral.  
Fuente: Elaboración propia.

## 1.7 Muros guarda ruedas

También conocidos como bordillos, son muros de concreto armado colocados al borde de la pantalla del muelle, esto con la finalidad de evitar la caída al mar de la mercancía trasegada o de la maquinaria que se utiliza en las diferentes operaciones del puerto.

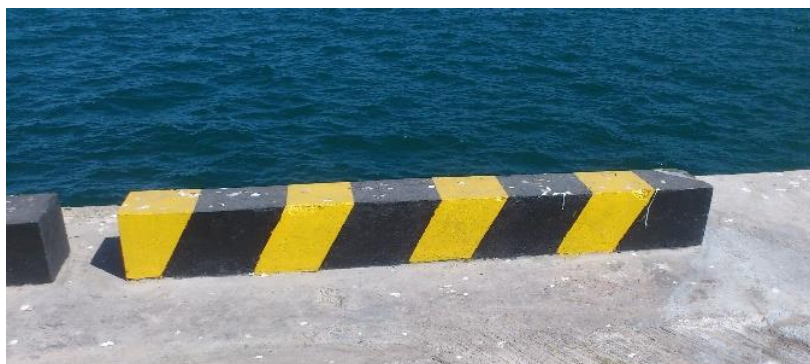


Figura 5. Muro guardaruedas.  
Fuente: Elaboración propia.

## 1.8 Pavimentos

En el recinto portuario se presentan dos tipos de pavimento, el rígido (losas de concreto) y flexible (adoquines).

## 1.9 Señalización vial

Corresponde a la señalización vertical y horizontal que presentan las vías del recinto portuario.



Figura 6. Señalización horizontal.  
Fuente: Elaboración propia.

## 1.10 Protección catódica

Corresponde a la técnica empleada para controlar la corrosión de los elementos sumergidos, tal es el caso de la tablestaca y de los pilotes del muelle.

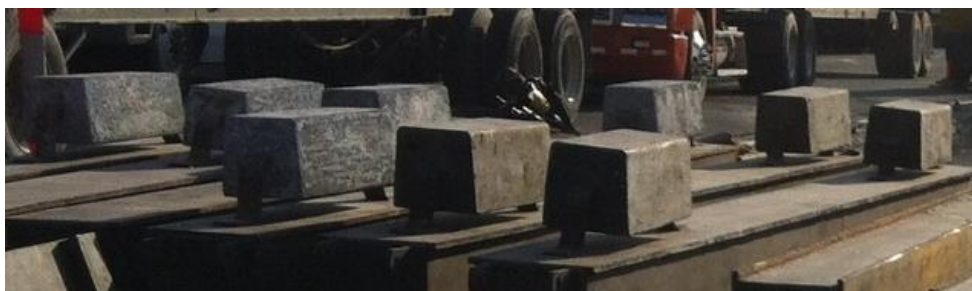


Figura 7. Ánodos de sacrificio para tablestaca.  
Fuente: Elaboración propia.

# CAPÍTULO 2.

## CONSIDERACIONES VARIAS PARA LA INSPECCIÓN DE LAS OBRAS REALIZADAS EN EL RECINTO PORTUARIO.

## Aspectos Generales

Este capítulo busca establecer algunas consideraciones técnicas mínimas con las que deberían contar las diferentes obras civiles que se intervengan, esto como parte del mantenimiento del recinto portuario, dichas consideraciones se fundamentan en la diferente reglamentación pertinente con que cuenta actualmente el país, así como otras normativas internacionales que las complementan. Para elementos como los bolardos y defensas marinas, se realizan anotaciones del fabricante de estos elementos o de algún fabricante líder en esta actividad.

### 2.1 Banco de transformadores

Al momento de inspeccionar el banco de transformadores, se harán supervisiones visuales a cada transformador, de manera tal que se verifique lo siguiente:

- Que no exista pérdida de aceite.
- La superficie de enfriamiento no cuente con polvo o contaminación.
- No presenten corrosión o brotes de la misma.
- Las conexiones o cables estén en perfecta condición, sin ralladuras o cortes.
- El secador de gel de sílice no esté saturado de humedad, de ser así se deberá intercambiar.

En los casos donde se tenga duda del estado del aceite de los transformadores, se recomienda realizar pruebas de laboratorio, además, toda revisión más exhaustiva, deberá ser realizada por un profesional competente.

### 2.2 Bitas o bolardos

Debido a la importancia del recubrimiento en los bolardos, es necesario constatar que la pintura cumpla con lo dispuesto en el plan de mantenimiento para el año en curso.

Se debe constatar que la pintura que se aplique, además de ser adecuada para actividades marinas, por lo tanto anticorrosiva, también presente cierto grado de resistencia a la abrasión que se genera por la fricción entre los cabos y el bolardo.

Durante su mantenimiento, se debe constatar que se dé el tiempo necesario de secado que el fabricante recomienda antes de utilizar el bolardo.

De la misma manera, durante la operación de las bitas se debe inspeccionar que estas sean utilizadas de la mejor manera, para evitar que los anclajes se debiliten e inclusive se desprenda, debido al tipo de bita utilizada en el muelle, se recomienda que durante su operación no se superen ángulos de operación superiores a los descritos en la figura 8.

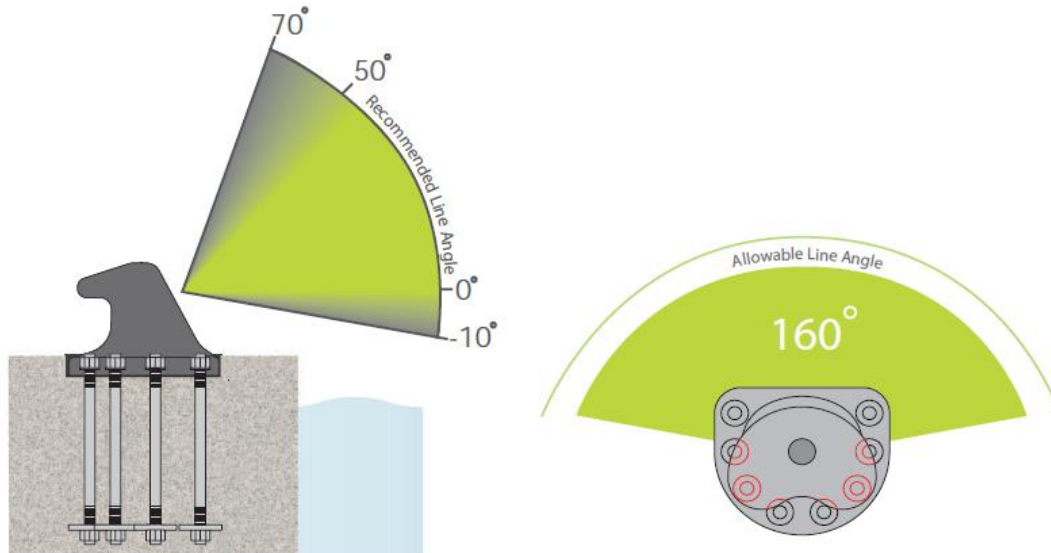


Figura 8. Ángulos recomendados durante la operación en las bitas.  
Fuente: (Maritime International, 2010, pág. 11)

## 2.3 Defensas marinas

Antes de iniciar la inspección de esta actividad, se debe tener en consideración que las defensas marinas están constituidas por dos tipos, las tipo 1, colocadas en el puesto 1 del complejo portuario, las de tipo 2, colocadas en el puesto 2 y 3 del mismo.

Con respecto a los aspectos técnicos que conlleva el mantenimiento de las defensas marinas, se debe velar por que se cumpla lo acordado en el plan de mantenimiento del año en curso y en los planos de diseño de cada tipo de defensa.

Una vez realizado el mantenimiento de las defensas marinas, se debe inspeccionar que estas no presenten corrosión o brotes de la misma, presencia de broma marina, entre otros fenómenos que atenten contra la funcionalidad y conservación de la defensa marina.

### 2.3.1 Almohadillas UHMW-PE (Baquelitas)



Al momento de inspeccionar las almohadillas se deberá corroborar que:

- Las almohadillas nuevas no presenten daños producto de su manipulación.
- No se presente “broma marina” en toda su superficie.
- Las almohadillas nuevas posean un espesor de 40 mm, en ningún momento diferente a este, para evitar la irregularidad de la superficie y por ende el desprendimiento temprano de las almohadillas.
- Las almohadillas para las defensas tipo 1, cumplan con las especificaciones de la figura 9, permitiendo se una tolerancia máxima de  $\pm 3$ mm.
- Las almohadillas para las defensas tipo 2, cumplan con las especificaciones de la figura 10, permitiendo se una tolerancia máxima de  $\pm 3$ mm.

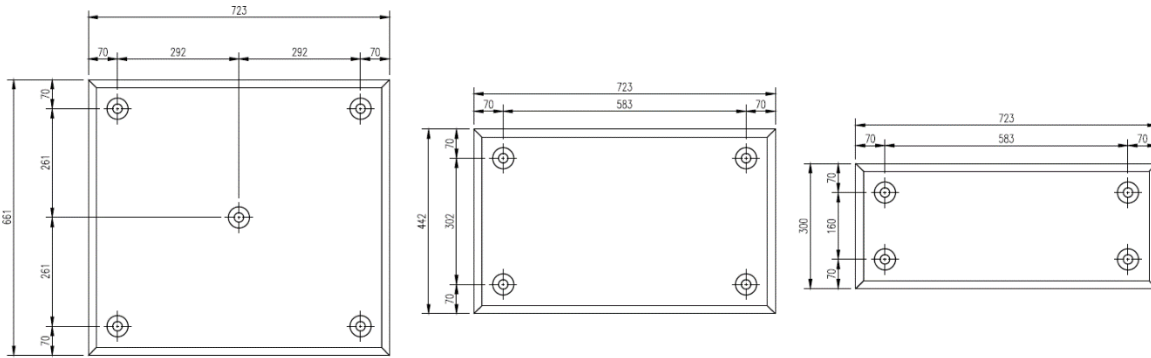


Figura 9. Especificaciones de las dimensiones (mm) de las almohadillas para las defensas tipo 1.  
Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

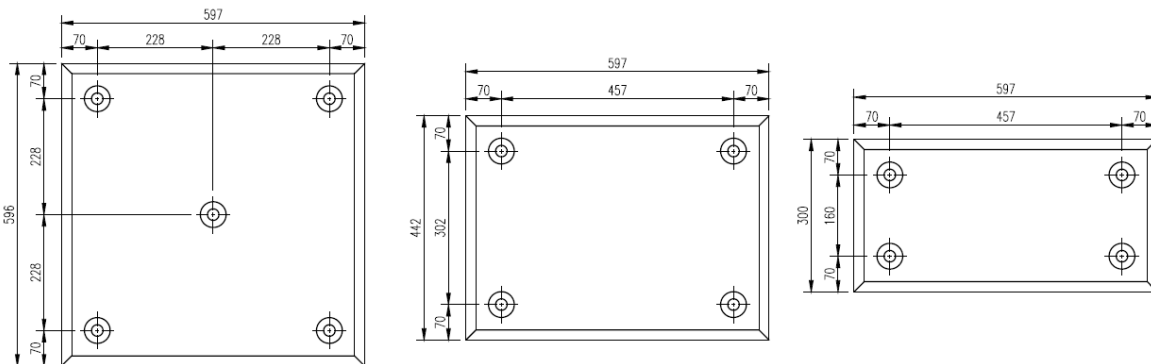


Figura 10. Especificaciones de las dimensiones (mm) de las almohadillas para las defensas tipo 2.  
Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

En caso de poseer la ficha técnica de los diferentes materiales que componen las almohadillas nuevas, se deberá corroborar que sus propiedades tengan valores cercanos a los descritos en la figura 11, esto debido a que en

planos se especifica que las propiedades de los materiales de las almohadillas deberán cumplir con los estándares internacionales de Maritime International.

Property	Method	SI Unit	SI Value	English Unit	English Value
Density	ASTM D-792	kg/m <sup>3</sup>	930	lbs/ft <sup>3</sup>	58.01
Molecular Weight	Viscosimetric	g/mol	4,200,000	g/mol	4,200,000
Yield Strength	ASTM D-638	MPa	21	psi	3050
Ultimate Strength	ASTM D-638	MPa	40	psi	5800
Elongation at Break	ASTM D-638	%	250	%	250
Izod Impact	ASTM D-4020	kJ/m <sup>2</sup>	70	ft-lbs/in <sup>2</sup>	34
Tensile Impact	DIN 53448	kJ/m <sup>2</sup>	2200	ft-lbs/in <sup>2</sup>	1050
Sand Wheel Wear	ASTM G-65	AR-01 Steel=100	90	AR-01 Steel=100	90
Hardness	ASTM D-2240	Type D	68	Type D	68
Static Friction	ASTM D-1894	Unitless	.15	Unitless	.15
Dynamic Friction	ASTM D-1894	Unitless	.12	Unitless	.12
Coefficient of Thermal Exp.	ASTM D-696	°C <sup>-1</sup>	0.0002	°F <sup>-1</sup>	0.00011
Melting Point	ASTM D-3417	°C	137-143	°F	278-289
Water Absorption	ASTM D-570	%	nil	%	nil

Figura 11. Valores promedio de las diferentes propiedades de las almohadillas UHMW-PE.  
 Fuente: (Maritime International, 2010, pág. 27)

### 2.3.2 Studs

En los studs se debe corroborar que:

- Las almohadillas estén sujetas por la cantidad total de studs según el tipo, además de que tengan un torque mínimo de 70 psi.
- Las dimensiones de los studs y de las tuercas con las arandelas, cumplan con lo descrito en la figura 12.
- Al finalizar la colocación de los studs, estos se encuentren de la manera que lo indica la figura 13.

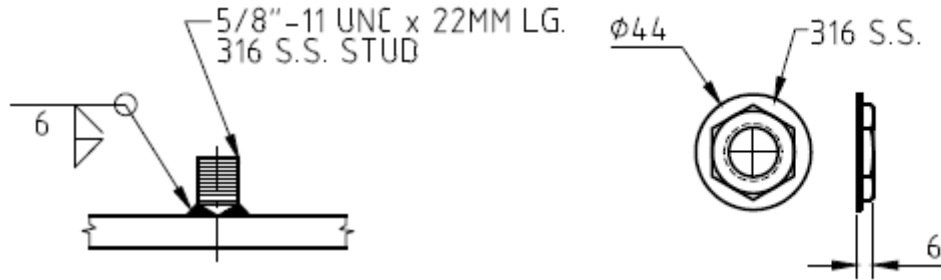


Figura 12. Dimensiones de studs y de las tuercas con las arandelas.  
Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

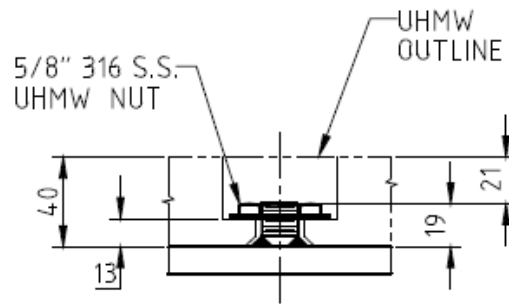


Figura 13. Acabado final de la fijación de las almohadillas UHMW-PE.  
Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

### 2.3.3 Pernos

Se debe verificar que los diferentes tipos de pernos utilizados, se encuentren en buen estado, es decir, sin dobladuras, sin daños en el fresado, etc., y en caso de reutilizar algún perno, además se debe verificar que este no posea presencia alguna de broma marina.

En caso de dar mantenimiento o sustituir los pernos que fijan el cono de la defensa marina a la pantalla del muelle, se debe corroborar que estos cumplan con los detalles de la figura 14 para la defensa marina tipo 1, o con los detalles de la figura 15 para la defensa marina tipo 2.

El panel de la defensa marina deberá ir sujeta al cono por medio de los pernos detallados en la figura 16 para la defensa marina tipo 1, o con los detalles de la figura 17 para la defensa marina tipo 2, por lo que se debe corroborar su cumplimiento.

De la misma manera, se deberá inspeccionar que los pernos utilizados para fijar los anclajes de las cadenas a la pantalla, cumplan con los detalles de la figura 18 para ambos tipos de defensas marinas.

**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

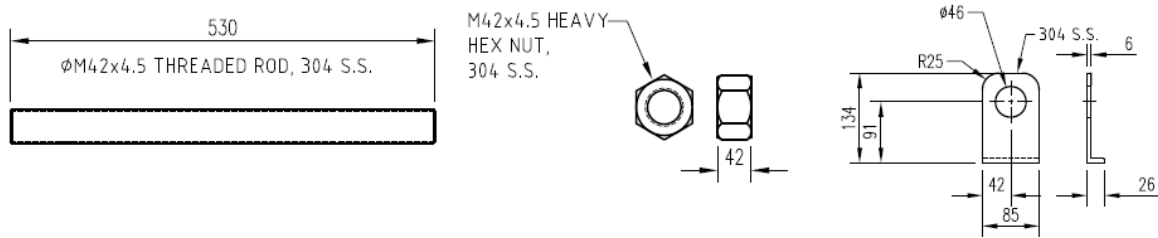


Figura 14. Detalle de los pernos utilizados para fijar el cono del tipo 1 a la pantalla del muelle.  
 Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

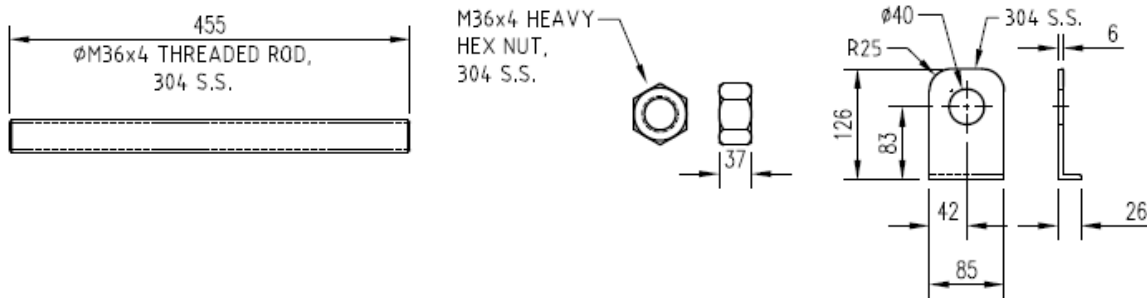


Figura 15. Detalle de los pernos utilizados para fijar el cono del tipo 2 a la pantalla del muelle.  
 Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

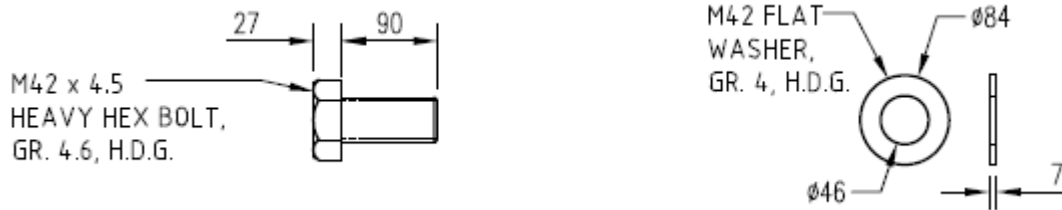


Figura 16. Detalle de los pernos utilizados para fijar el panel al cono de la defensa marina tipo 1.  
 Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.



Figura 17. Detalle de los pernos utilizados para fijar el panel al cono de la defensa marina tipo 2.  
 Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

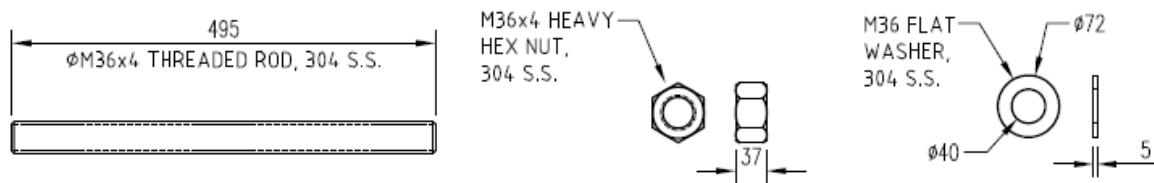


Figura 18. Detalle de los pernos utilizados para fijar los anclajes de las cadenas tipo 1 y tipo 2 a la pantalla del muelle.  
 Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

### 2.3.4 Panel

Al momento de inspeccionar el panel de la defensa marina, se debe corroborar que este no presente broma marina, corrosión o brotes de corrosión, dada la concurrencia con que estos daños se presentan, además se debe extremar cuidado en revisar que la pintura se encuentre en buen estado y que no se presenten golpes, hundimiento o grietas que permitan la filtración de agua, lo cual deterioraría rápidamente la estructura del panel.

Adicionalmente se debe inspeccionar que los elementos del panel que sujetan las cadenas, no presenten desprendimiento o fisuras en su base.

### 2.3.5 Cadenas

Después de dar mantenimiento a las cadenas de las defensas marinas, se deberá inspeccionar que estas estén libres de corrosión, o brotes de la misma, así como de presencia de broma marina.

En todo caso, después de su mantenimiento, se deberá constatar que todas las cadenas, en todos sus elementos, posean un recubrimiento galvanizado.

#### *Cadenas para defensas marina tipo 1.*

Se debe corroborar que las cadenas de cizallamiento, cumplan con los detalles mostrados en la figura 19. De la misma manera se debe corroborar que las cadenas de peso, cumplan con los detalles mostrados en la figura 20.

**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

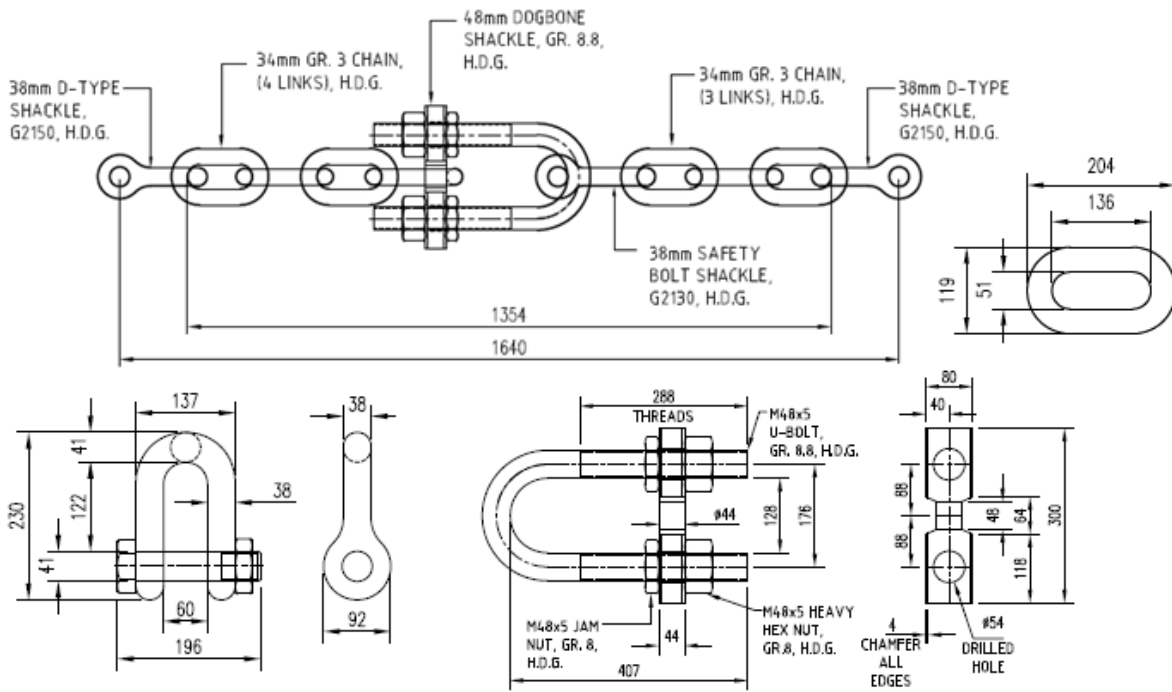


Figura 19. Detalle de la cadena de cizallamiento para la defensa marina tipo 1.  
 Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

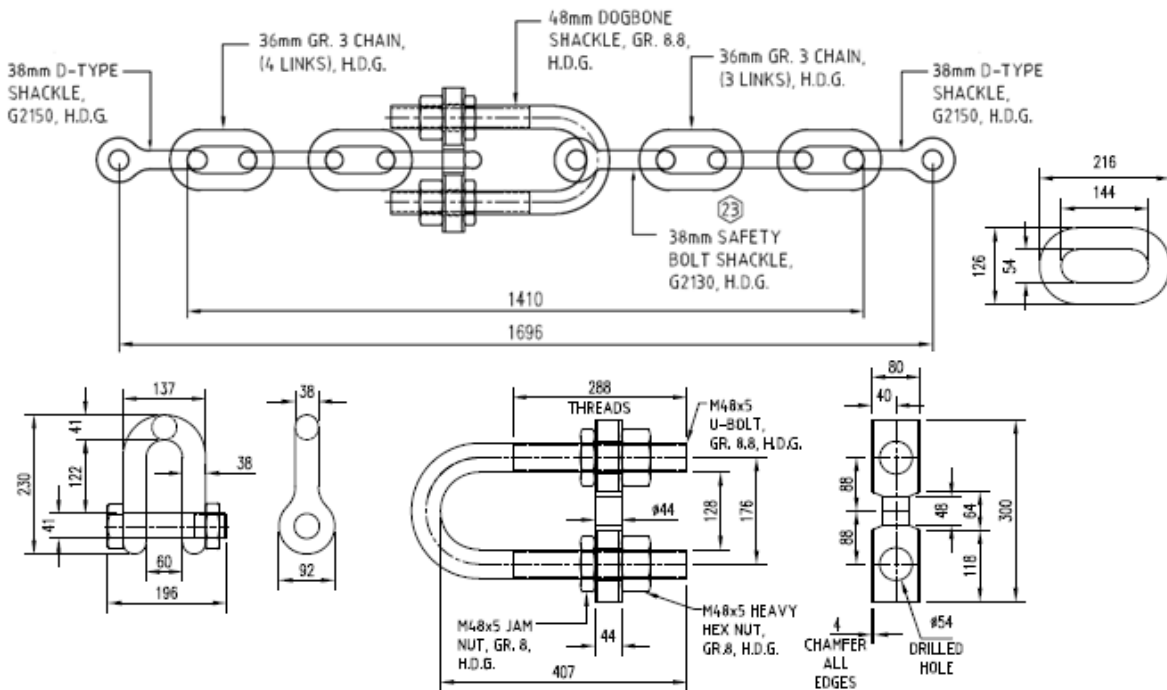


Figura 20. Detalle de la cadena de peso para la defensa marina tipo 1.  
 Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

*Cadenas para defensas marina tipo 2.*

Se debe corroborar que las cadenas de cizallamiento, cumplan con los detalles mostrados en la figura 21. De la misma manera se debe corroborar que las cadenas de peso, cumplan con los detalles mostrados en la figura 22.

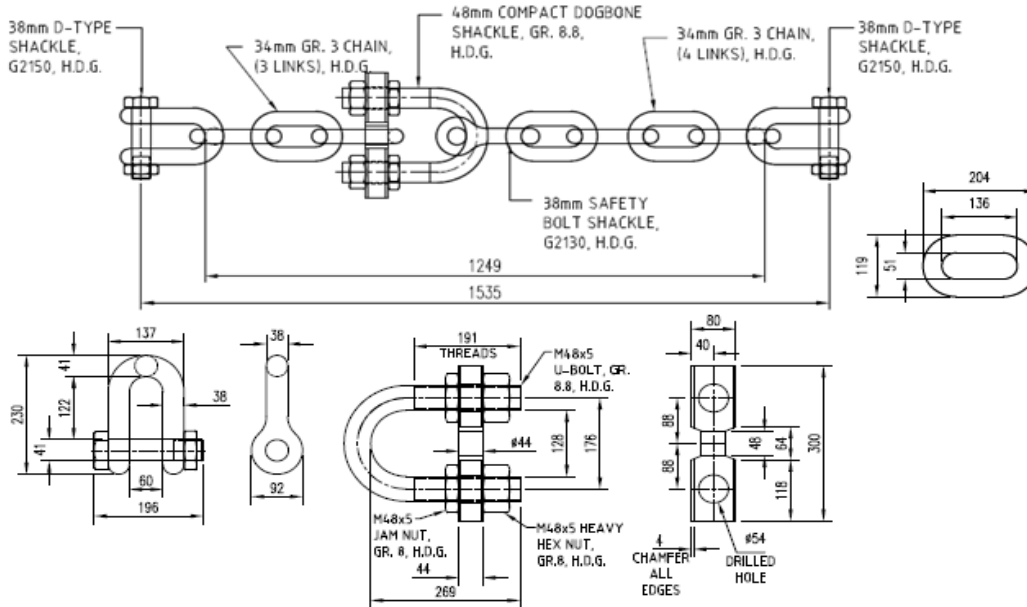


Figura 21. Detalle de la cadena de cizallamiento para la defensa marina tipo 2.  
 Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

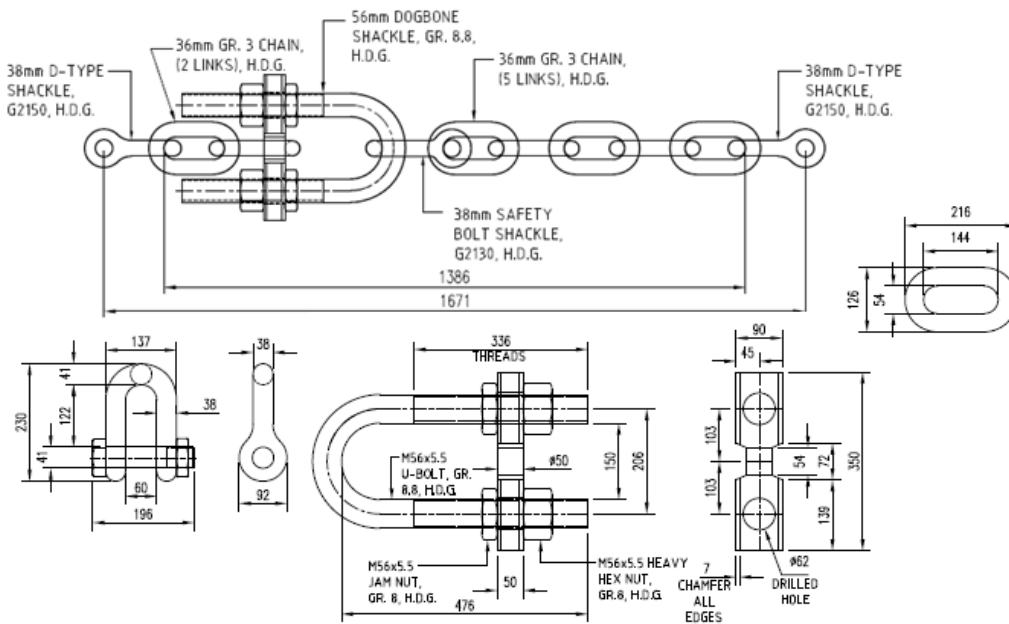


Figura 22. Detalle de la cadena de peso para la defensa marina tipo 2.  
 Fuente: Planos de las defensas del muelle de Caldera-Puntarenas, elaborado por Maritime International.

### 2.3.6 Cono

Al momento de inspeccionar el estado del cono de ambos tipos de defensa marina, se deberá revisar que no presente broma marina, fisuras, grietas o raspaduras en la superficie, además se debe extremar cuidado en revisar las zonas del cono, que debido a su funcionamiento, sufren mayor deterioro debido a los esfuerzos a que son sometidos, estas zonas se pueden observar en la figura 23.

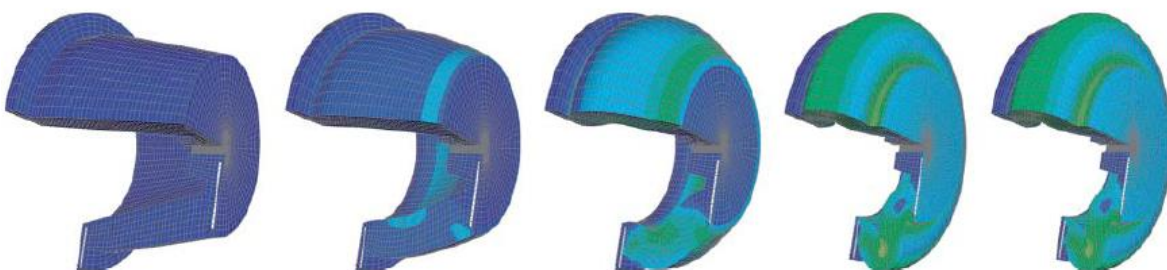


Figura 23. Zonas del cono de la defensa marina que sufren mayores esfuerzos durante su operación.  
Fuente: (Trelleborg, 2007)

### 2.3.7 Aspectos constructivos a inspeccionar.

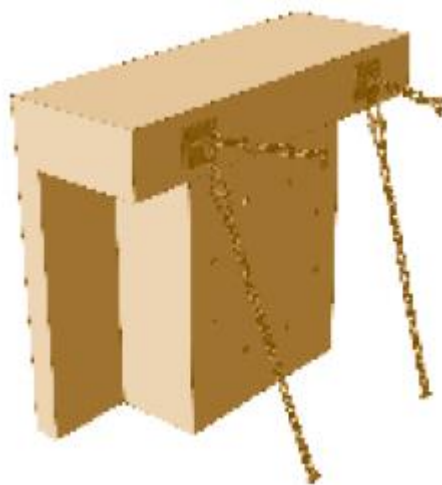
Al momento a de colocar las defensas en sitio, se debe verificar que se siga un procedimiento similar al descrito a continuación, el cual corresponde a un procedimiento estándar para el montaje e instalación de defensas de cono (Fender Team, 2014, pág. 12).

- 1- Corroborar que la pantalla cuente con el patrón de pernos, soportes y otras partes, según los planos correspondientes a la defensa marina a instalar.

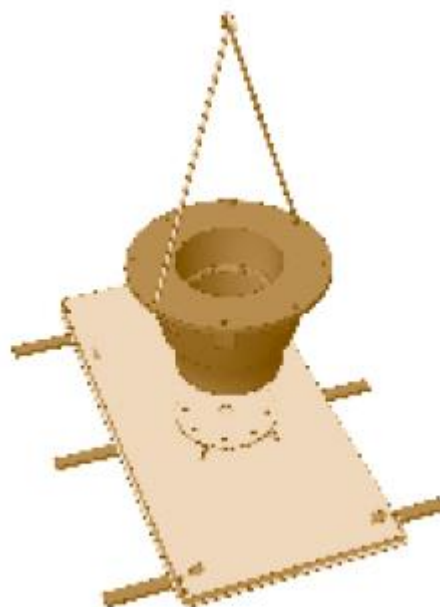




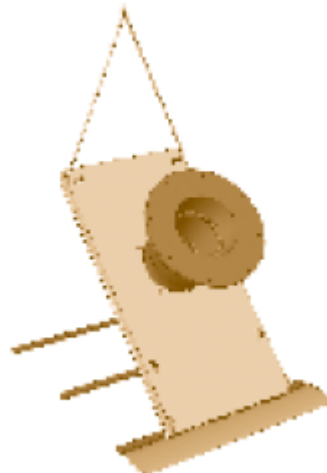
2- Fijar el sistema de cadenas tanto de cizallamiento como de peso a la pantalla del muelle, antes de instalar el panel con el cono; se debe evitar colocar las cadenas directamente al panel y posteriormente a la pantalla debido a que genera mayor riesgo a los trabajadores.



3- Antes de volver el panel de la defensa, se debe asegurar que todos los studs se encuentre debidamente ajustados (torque mínimo de 70 psi). Una vez que vuelve el panel, o en todo momento que se necesite apoyar la cara de las almohadillas sobre el terreno, se deben colocar soportes que eviten el contacto directo con el terreno. Además al colocar el cono, se debe verificar que la colocación no dañe la goma del mismo.



4- Al momento de movilizar el panel con el cono de la defensa, se debe asegurar que las cadenas utilizadas para la elevación sean suficientemente seguras, esto se puede corroborar mediante la revisión de los pesos de la defensa en los planos. Además se debe colocar algún material de protección en la base del panel para evitar que se dañe al elevarlo; en caso de que el panel sea muy grande, y esto complique la maniobra, se recomienda utilizar dos grúas para no provocar daños al panel.



5- Durante la instalación, se debe garantizar que todos los puntos de fijación sean accesibles debido a la marea. Durante la fijación del cono a la pantalla, primero se debe ubicar todos los pernos y colocar las tuercas sin azocarlas, posteriormente se deben azocar poco a poco cada una de las tuercas, sin llegar a azocar definitivamente una tuerca, estando otra libre.



Adicionalmente se debe constatar que todos los trabajos relacionados con la instalación de las defensas marinas se realicen en marea baja, para lograr un trabajo más sencillo, efectivo y seguro.

Con respecto a las medidas de seguridad, se debe verificar que en todo momento los trabajadores cuenten con el equipo de seguridad mínimo para esta actividad, zapatos o botas de seguridad, cascos de seguridad, arnés de seguridad y cualquier otro equipo que se crea necesario.

## 2.4 Muros guarda ruedas

Estos elementos están conformados por concreto reforzado, un angular perimetral de metal y pintura, principalmente los mayores cuidados que se deben tener a la hora de realizar las inspecciones radican en la calidad del concreto, así como en la fijación de la armadura a la pantalla del muelle y en el encofrado.

### 2.4.1 Concreto

#### *Cemento*

Se debe constatar que cualquier tipo de cemento a utilizar, cumpla con lo establecido en la norma ACI 318, capítulo 3, sección 3.2 de la última versión.

En caso de utilizar un tipo de cemento diferente al de uso general, se debe revisar si este es adecuado para la actividad, considerando su uso y los beneficios que provee.

En lo que respecta al almacenaje se deberá inspeccionar que:

- El lugar donde se almacene, esté protegido de la humedad.
- El cemento no esté almacenado por más de 15 días, además de estar separado de las paredes y del piso en por lo menos 40 centímetros.
- No esté estibado en más de 2 metros, así mismo introducido en bolsas plásticas cuando es necesario guardarlo por mucho tiempo.

Se debe constatar que se utilizan los lotes de cemento con mayor antigüedad, de manera tal, que los nuevos lotes se coloquen en la base del apilamiento o se diferencien para su posterior utilización.

#### *Agregados*

Se debe constatar que cualquier tipo de agregado a utilizar, cumpla con lo establecido en la norma ACI 318, capítulo 3, sección 3.3 de la última versión.

Para los agregados, tanto grueso como fino, se deberá corroborar, en la medida de lo posible, que cumplan con las diferentes pruebas o las que se ajusten a la actividad, del cuadro 1.

CUADRO 1. PRUEBAS DE LABORATORIO RECOMENDADAS PARA LOS AGREGADOS		
<b>Prueba</b>	<b>Agregado Fino</b>	<b>Agregado Grueso</b>
Módulo de finura	ASTM C-136	ASTM C-136
Peso específico	ASTM C-128	ASTM C-127
Absorción	ASTM C-128	ASTM C-127
Peso unitario	ASTM C-29	ASTM C-29
Colorimetría	ASTM C-40	ASTM C-131
Sanidad	ASTM C-88	ASTM C-88
Perdida por lavado N°200	ASTM C-117	ASTM C-117

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al almacenamiento, se debe inspeccionar que las divisiones sean suficientemente altas para evitar la contaminación de las pilas de agregado, además de que se coloque algún manteado que proteja el material de la lluvia, con mayor importancia en época lluviosa.

### *Agua*

Se debe constatar que el agua a utilizar, cumpla con lo establecido en la norma ACI 318, capítulo 3, sección 3.4 de la última versión.

### *Aditivos*

Se debe constatar que cualquier tipo de aditivo a utilizar, cumpla con lo establecido en la norma ACI 318, capítulo 3, sección 3.3 de la última versión.

## 2.4.2 Acero de refuerzo

En el acero a utilizar, es necesario verificar que cumpla con la norma ASTM A-706, o en su defecto con la norma ASTM A-615 siempre que se cumpla con lo establecido en la sección 8.1.2 del Código Sísmico de Costa Rica 2010, además se debe constatar que cumpla con lo establecido en la norma ACI 318, capítulo 3, sección 3.3 de la última versión.

Complementario a esto se deberá inspeccionar que:

- Las varillas de refuerzo permanezcan clasificadas según su resistencia, tamaño, forma y cualquier otro aspecto que se crea necesario considerar.
- El acero de refuerzo permanezca sobre algún tipo de soporte de madera o metálico, que garantice la separación del material del suelo por lo menos 30 cm.
- El acero esté protegido de la lluvia o humedad, por medio de una cubierta que lo asegure.
- Acero de refuerzo libre de oxidación, escamas, grasas o cualquier otro tipo de impurezas o imperfecciones que pueda afectar la resistencia o la adherencia al concreto.

En caso de pretender eliminar las impurezas se deberá inspeccionar que la armadura mínimo sea lavada previa al colado con agua dulce y que se remueva el óxido con cepillos de acero, y en los casos donde esto no sea suficiente, que se implemente la utilización de equipos de chorro de arena a presión.

#### *Detalles de refuerzo.*

Sobre los detalles que deberá satisfacer el acero, se debe constatar que estos cumplan con lo establecido en capítulo 7 de la norma ACI 318, con especial cuidado en aspectos como el gancho estándar, diámetros mínimos de doblado, método de doblado, colocación, entre otros.

#### *Longitudes de desarrollo y traslapes.*

Se deberá velar porque cumplan con el capítulo 12 de la norma ACI 318.

#### **2.4.3 Encofrados.**

Los encofrados inspeccionados deben considerar las disposiciones del artículo XXVII.4 del reglamento de construcciones de Costa Rica.

Se debe inspeccionar que la madera utilizada como formaleta, sea madera sana, libre de torceduras, reventaduras, o partes blandas que comprometan la forma del elemento.

Posterior al retiro del encofrado, se debe revisar que no existan grietas en el concreto y de presentarse este daño, que se efectúe el sellado de las mismas.

#### 2.4.4 Acabado

En lo que respecta al acabado, se debe corroborar que se cumpla lo establecido en la “Especificación técnica muros guardaruedas” proporcionado por parte de la concesionaria, en su última versión.

#### 2.4.5 Recubrimiento.

Sobre el recubrimiento, se debe verificar que el recubrimiento dado a estos elementos, satisfaga los requerimientos mínimos descritos por la norma ACI en la sección 7.7 para concreto no preesforzado elaborado en sitio.

#### 2.4.6 Aspectos constructivos a inspeccionar.

##### *Preparación del concreto en sitio.*

Cuando se requiera preparar concreto en sitio, se debe inspeccionar que la manera de prepararlo considere aspectos como:

- 1- Curado del tambor en por lo menos 2 minutos, con un kilo de arena y un kilo de cemento.
- 2- Se agregue en primera instancia la piedra y después la arena, para mezclar estos agregados por 30 segundos.
- 3- Agregar el cemento y homogenizar por 1 minuto.
- 4- Adicionar agua y mezclar por 3 minutos.
- 5- Detener el proceso cuando la mezcla tenga un color uniforme.

Se recomienda que todo el proceso (medida de los ingredientes, cargado en la batidora, mezclado y descarga) dure entre 4 y 6 minutos.

En caso de tomar agregados diferentes utilizados para el diseño de mezcla, se debe constatar que se cuente con un diseño de mezcla para los nuevos agregados, o que la mezcla a utilizar alcance los valores de resistencia a la compresión de diseño.

**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO  
PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

Si se piensa adicionar algún tipo de aditivo a la mezcla, se debe revisar que se aplique inmediatamente después de haber depositado la totalidad del agua a la mezcla, en caso de utilizar más de un aditivo, se debe verificar que agreguen por separado.

Debido a las condiciones climáticas que presenta el recinto portuario, se debe inspeccionar que no se realicen obras relacionadas con concreto, a temperaturas superiores a los 40 °C o en presencia de viento excesivo, debido a que estos fenómenos producen efectos negativos sobre el concreto, tales como:

- Aumento de la demanda de agua.
- Pérdida de consistencia.
- Tendencia a añadir agua al concreto en obra.
- Mayor dificultad de cumplir especificaciones y acabado.
- Mayores precauciones en el curado.
- Mayor riesgo de que se produzcan fisuras por retracción.
- Dificultad en el control del aire atrapado.

### *Armadura*

Durante la etapa constructiva se debe verificar que la armadura no presente problemas tales como:

- Los traslapes en un mismo plano de falla, por lo que estos siempre deben estar alternados.
- Varillas que no están sujetadas firmemente o que no se mantienen en su posición, lo cual puede ocasionar su desplazamiento durante el vaciado de la mezcla de concreto o durante el vibrado.
- Las varillas no estén sujetas firmemente entre sí con amarras dobles y cruzadas.
- Ausencia de alambre de hierro dulce No. 16, para evitar su desplazamiento.

### *Acabados en el concreto*

Se debe verificar que después de retirar el encofrado, todas las superficies cuenten con una apariencia totalmente lisa, libre de agujeros (hormigueros en el concreto), grietas o cualquier otra irregularidad, además que esté libre de manchas y que el color gris sea uniforme.

## 2.5 Instalaciones electromecánicas

### 2.5.1 Instalaciones mecánicas

Se debe inspeccionar que las instalaciones mecánicas, en todo momento se construyan acorde con lo establecido en la última versión del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones de Costa Rica.

#### *Sistemas de suministro de agua potable.*

Para el sistema de agua potable, se debe verificar que siga los lineamientos de la sección 6 del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones de Costa Rica.

Además se debe inspeccionar que:

- Después del mantenimiento, el sistema quede libre de atascamientos, bolsas de aire, fugas, deficiencias, entre otros problemas.
- En caso de colocarse tuberías y accesorios nuevos, que estos sean de primera calidad y estén de acuerdo con la sección 6.4 del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones de Costa Rica.
- Ninguna tubería quede expuesta luego de realizar el mantenimiento.
- Al finalizar los trabajos de mantenimiento el sistema quede limpio, desinfectado, libre de basura, escombros, impurezas o cualquier otro contaminante.

#### *Sistemas de evacuación de agua pluvial.*

Para los sistemas de evacuación de aguas pluviales, se debe verificar que siga los lineamientos de la sección 8 del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones de Costa Rica.

Se debe constatar que la instalación de nuevos accesorios cumpla lo estipulado en la sección 8.4 del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones de Costa Rica.

Durante la instalación de las tuberías que van sobre el terreno, se debe verificar que estas vayan sobre una capa de arena, además se debe verificar que la capa de tierra con que finalmente se cubren, no presenten basura o materiales que puedan perforar o dañar las tuberías.



### *Sistemas de evacuación de aguas negras.*

Para los sistemas de evacuación de aguas negras, se debe verificar que siga los lineamientos de la sección 7 del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones de Costa Rica.

Durante la inspección a este tipo de obra se debe considerar que:

- Después del mantenimiento, el sistema quede libre de atascamientos, bolsas de aire, fugas, deficiencias, entre otros problemas.
- Las tuberías queden perfectamente alineadas en ambos sentidos, horizontal y vertical.
- Ninguna tubería quede expuesta luego de realizar el mantenimiento.
- Durante la instalación de las tuberías que van sobre el terreno, se debe verificar que estas vayan sobre una capa de piedras libres, idealmente de piedra de río de un tamaño similar al de la mano abierta.
- La capa de tierra con que finalmente se cubren, no presenten basura o materiales que puedan perforar o dañar las tuberías.

### 2.5.2 Instalaciones eléctricas.

Las instalaciones eléctricas deberán ser inspeccionadas por un profesional competente, sin embargo en el caso de que se efectúen inspecciones visuales, se debe velar porque se cumpla las disposiciones varias, para cada actividad, que se describen el Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad.

## 2.6 Edificaciones

Durante las inspecciones a las diferentes edificaciones, se debe verificar que se estén cumpliendo las especificaciones técnicas que se hayan establecido en el plan de mantenimiento aprobado para el año en curso, o lo establecido en algún documento referente a esta actividad que esté debidamente aprobado.

Se debe constatar que los trabajos cumplan con lo establecido en el capítulo 4 del reglamento de construcciones.

Los trabajos en concreto deben inspeccionarse de acuerdo a los establecido en la apartado 2.4.1 de este documento.

Los trabajos que utilicen acero de refuerzo, deben inspeccionarse de acuerdo a los establecido en la apartado 2.4.2 de este documento.

Los trabajos relacionados con la formaleta, deben inspeccionarse de acuerdo a los establecido en la apartado 2.4.3 de este documento.

Se debe verificar que las construcciones nuevas y las remodelaciones realizadas, cumplan satisfactoriamente con el capítulo IV de la ley 7600.

### 2.6.1 Cubiertas

Sobre la cubierta de los techos, se debe inspeccionar que se cumpla con lo siguiente:

- Deben emplearse láminas de primera calidad, que de ninguna manera estén deformadas o dobladas.
- Las cubiertas deben ser de hierro esmaltado del tipo especificado en planos.
- El traslape longitudinal entre dos láminas debe ser como mínimo de 25 cm.
- El traslape transversal entre dos láminas debe tener como mínimo de dos ondas.
- La cantidad y método de colocación de los clavos sea como lo recomienda el fabricante.
- La instalación de los accesorios del techo, incluyendo las uniones con limatones, limahoyas, botaguas, etc., debe realizarlo mano de obra calificada y siguiendo las instrucciones del fabricante.

### 2.6.2 Cielo suspendido

Sobre el cielo suspendido, se debe asegurar lo siguiente:

- La instalación se hará de acuerdo a lo establecido por el fabricante.
- Los materiales deben ser de primera calidad y se encuentre en perfecto estado.
- La fijación del cielo debe realizarse mediante alambre galvanizado, sujetado desde la estructura del techo, además el calibre y la separación de estos alambres, debe ser tal como lo recomienda el fabricante.
- El alambre de fijación no debe estar sujeto a alguna tubería o a algún elemento que no sea la cercha.
- Las láminas deben ser de un tamaño tal, que al finalizar la colocación no se observe alguno de sus bordes.

### 2.6.3 Mampostería.

En los trabajos en mampostería se deberá constatar que los bloques utilizados cumplan con la calidad solicitada en el anexo A del Código Sísmico de Costa Rica, en la última versión. Además de que sus dimensiones coincidan con lo establecido, permitiéndose una tolerancia máxima de  $\pm 3$ mm en sus tres aristas.

Sobre las actividades y materiales que conllevan los trabajos en mampostería se deberá inspeccionar que:

- El almacenaje de los bloques sea sobre tarimas que los separen del suelo en por lo menos 30 cm, en esquinas que no superen 1.60 m de altura y cubiertos de la lluvia, sobre todo en época lluviosa.
- Los bloques después de transportados, principalmente si se transportan en carretillo, no hayan perdido parte de la integridad del elemento, en caso de presentarse unidades dañadas, que estas sean apartadas.
- El mortero utilizado esté de acuerdo con el apartado A.1.4 del anexo A del Código Sísmico de Costa Rica. De la misma manera el concreto de relleno deberá estar de acuerdo al apartado A.1.5 de dicho código.
- El acero de refuerzo cumpla con las disposiciones del apartado 2.4.2 de este documento. Así mismo, los agregados de utilizados deben estar de acuerdo con el apartado 2.4.1.2 y el cemento con el apartado 2.4.1.1 de este documento.

### 2.6.4 Acabados en paredes.

Con respecto a los acabados con pastas lisas, se debe inspeccionar que:

- Se utilice el producto correspondiente según las condiciones a las que estará o está expuesta la pared.
- Se aplique sobre una capa de repello fino para garantizar la adherencia.
- Antes de aplicar este producto, la pared este completamente curada, seca y limpia.
- La última capa reciba el pulido necesario hasta lograr una superficie uniforme.

Sobre el acabado en pintura se debe constatar que:

- La pintura sea de primera calidad.
- Al momento de abrir los envases, la pintura se encuentre en perfecto estado.
- Se sigan las especificaciones del fabricante para su mezclado.
- El área a la que se le va a dar mantenimiento esté limpia, completamente libre de desprendimientos de pintura, antes de la aplicación.
- El estado de los implementos o herramientas a utilizar sea aceptable.
- Los utensilios necesarios para la preparación de la mezcla y aplicación de los revestimientos estén completamente limpios.
- La superficie donde se hace la mezcla, en caso de hacerse a mano, se encuentre limpia de cualquier residuo de mezclas anteriores.
- Idealmente se implemente pintura anti hongos en las paredes internas.
- Después del mantenimiento, no se presenten deformaciones en las superficies intervenidas

### 2.6.5 Madera.

La madera utilizada para cualquier tipo de acabado, se debe corroborar que sea de primera calidad, libre de hongos, torceduras, nudos, picaduras, reventaduras, corteza y partes blandas que comprometan la integridad del material.

### 2.6.6 Instalaciones electromecánicas

Las instalaciones mecánicas deben inspeccionarse de acuerdo a lo establecido en la sección 2.5.1 de este documento.

Las instalaciones eléctricas deben inspeccionarse de acuerdo a lo establecido en la sección 2.5.2 de este documento.

## 2.7 Malla perimetral

### 2.7.1 Malla tipo ciclón

Se deberá constatar que la malla ciclón cumpla con lo establecido en la norma ASTM A-82 y ASTM A-392.

### 2.7.2 Alambre de púas

Se debe corroborar que este material sea confeccionado con hierro galvanizado satisfaciendo las disposiciones de las normas ASTM A-121 y ASTM A-641.

### 2.7.3 Tubería de hierro galvanizado

Se debe corroborar que la tubería empleada cumpla con la norma ASTM – A120.

### 2.7.4 Pintura.

Se debe verificar que la malla tipo ciclón, y los demás elementos metálicos de la malla, tengan un acabado con pintura anticorrosiva del tipo Corrostop de Sur o similar, aplicada sobre la malla libre de grasa, óxido, capas de laminación, escamas o pintura suelta.

### 2.7.5 Concreto.

Los trabajos en concreto deben inspeccionarse de acuerdo a los establecido en la apartado 2.4.1 de este documento.

## 2.7.6 Aspectos constructivos a inspeccionar.

Durante la construcción de la malla tipo ciclón, se debe verificar que:

- En la parte donde el terreno tenga pendiente, la verja será escalonada, manteniendo los tubos superior e inferior horizontales y si la pendiente del terreno es muy pronunciada se deberá reducir la separación de los postes de modo que la distancia entre el tubo inferior y el suelo no sea mayor a 20cm.
- La base o cimiento de la malla se construya con un concreto que cumpla con el respectivo diseño de mezcla, además de las dimensiones establecidas en los planos.
- Para ayudar el anclar el tubo al cimiento, se coloque al menos un trozo de varilla #3 soldada al cimiento y al tubo.
- Las columnas queden bien aplomadas y bien alineadas una con la otra.
- La malla tipo ciclón sea colocada cuando la marquería se encuentre totalmente terminada, además que la malla esté debidamente tensada con algún tipo de tecele hasta lograr la tensión adecuada de manera que el cuadro se mantenga uniforme y en línea.
- La malla esté sujeta por medio de soldadura en los tubos en intervalos de por lo menos 20 cm, y cuando se trate del extremo de la malla, a cada pulgada (2,54 cm) en todo el perímetro.
- Toda unión entre tubos de la marquería, se haga mediante cortes tipo “boca de pescado”



Figura 24. Corte boca de pescado en tuberías.  
Fuente: Elaboración propia.

**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO  
PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

- Se debe verificar que los arriostres transversales contienen colocándose cada 2 paños, además de que se construyan con el mismo material de la marquería de la malla.

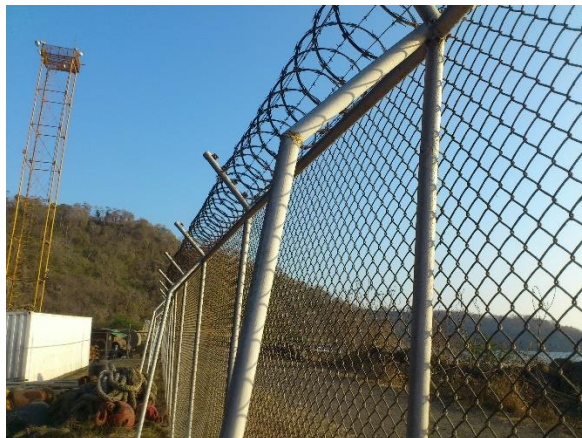


Figura 25. Arriostres laterales.  
Fuente: Elaboración propia.

- Las superficies que se pintarán estén libres de grasa, óxido, capas de laminación, escamas o pintura suelta, antes de ser pintadas; esto se debe lograr mediante la implementación de lijas, cepillos de acero o mecanismos a presión.
- Cada tubo lleve en la parte superior una tapa, que al igual que todas las uniones, esté debidamente soldada para que no penetre el agua en la marquería y se herrumbre.

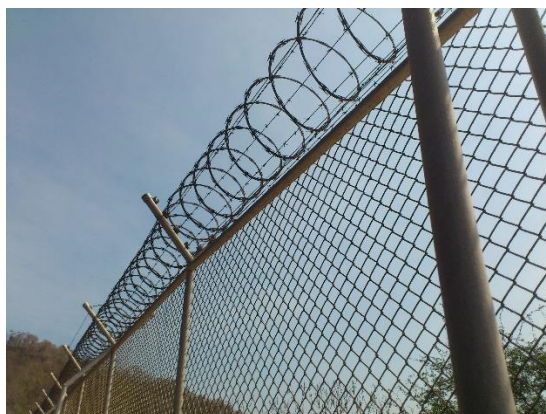


Figura 26. Tapa para evitar el ingreso de agua a los tubos.  
Fuente: Elaboración propia.

## 2.8 Pavimentos

Durante las inspecciones a los trabajos en pavimentos, se debe verificar que se estén cumpliendo las especificaciones técnicas que se hayan establecido en el plan de mantenimiento aprobado para el año en curso, o lo establecido en algún documento referente a esta actividad que esté debidamente aprobado.

### 2.8.1 Pavimento flexible (adoquines)

#### *Adoquines*

Se debe corroborar que los adoquines cumplan con los requerimientos descritos en el CR-2010 en la sección 504, apartado 504.02.

#### *Arena para capa de soporte*

Se debe corroborar que arena para capa de soporte cumplan con los requerimientos descritos en el CR-2010 en la sección 504, apartado 504.03.

#### *Arena para sello*

Se debe corroborar que arena para sellar las juntas cumplan con los requerimientos descritos en el CR-2010 en la sección 504, apartado 504.04.

#### *Subbase.*

Se debe verificar que la subbase cumpla con los requerimientos descritos en el CR-2010 en la sección 301, apartados 301.01 y 301.02.

#### *Base estabilizada*

Se debe verificar que la base estabilizada cumpla con los requerimientos descritos en el CR-2010 en la sección 302, apartados 302.01 y 302.02.

Sobre la dosificación de la base estabilizada, se debe verificar que se esto se haga una vez conocidos los materiales con que se va a trabajar, en ningún caso, se debe permitir que se dosifique sin conocer los agregados.



*Aspectos constructivos a inspeccionar.*

Durante la etapa constructiva, es necesario inspeccionar que las diferentes capas del pavimento, sean confeccionadas adecuadamente, para esto se debe verificar que se cumplan como mínimo, los diferentes lineamientos del CR-2010.

**Subbases y bases.**

Se debe verificar que se cumpla lo descrito en el apartado 301.04 sobre la colocación y tendido del material, en el apartado 301.05 sobre compactación y el apartado 301.06 sobre la tolerancia superficial, además de cualquier otra consideración del CR-2010.

**Base estabilizada.**

Se debe corroborar que la metodología constructiva se ajuste a la descrita en los apartados 302.04, 302.05, 302.06, 302.07 y 302.08 del CR-2010.

**Adoquines.**

Para los adoquines, el proceso constructivo se debe inspeccionar de acuerdo a los procedimientos establecidos del apartado 504.06 al 504.17 del CR-2010.

Adicional a las disposiciones anteriores, se recomienda que:

- La colocación de los adoquines sea de espina de pescado a 45° para garantizar una mejor distribución de esfuerzos.
- La cama de arena tenga un espesor de entre 20 y 40 mm.
- Se utilicen arenas gruesas para aumentar la resistencia a los movimientos verticales, además de que esta posea un porcentaje de finos menor al 5% para evitar las deformaciones
- La humedad de la cama de arena sea inferior al 8%, es deseable que la humedad este entre un rango del 4% y 8%.
- Se implementen adoquines con un espesor de 100 mm.
- El ancho de la junta esté entre 2 y 7 mm, idealmente que sea de 3mm, debido a que juntas menores a 2 mm pueden quedar con vacíos, y juntas con anchos mayores a 7 mm afectan la trabazón mecánica.

## 2.8.2 Pavimento rígido

Sobre el pavimento rígido se debe constatar que los materiales cumplan con las especificaciones de la sección 501.02 del CR-2010.

La dosificación y resistencia deben estar acorde con lo especificado en la sección 501.03 del CR-2010, por lo que se debe verificar su cumplimiento.

### *Aspectos constructivos a inspeccionar.*

Los aspectos constructivos para pavimentos rígidos, deben ajustarse como mínimo a las disposiciones del CR-2010, por lo que se deben verificar sus consideraciones.

### **Subbases y bases.**

Se debe verificar que se cumpla lo descrito en el apartado 301.04 sobre la colocación y tendido del material, en el apartado 301.05 sobre compactación y el apartado 301.06 sobre la tolerancia superficial, además de cualquier otra consideración del CR-2010.

### **Base estabilizada.**

Se debe corroborar que la metodología constructiva se ajuste a la descrita en los apartados 302.04, 302.05, 302.06, 302.07 y 302.08 del CR-2010.

### **Losa de concreto**

Sobre la losa de concreto, se debe verificar que se tomen en consideración las disposiciones desde el apartado 501.04 hasta el apartado 501.17 del CR-2010.

Sobre el lastrado se debe verificar que se sigan las especificaciones de la sección 312 del CR-2010. De igual manera, para el apilamiento de agregados, se debe inspeccionar que se cumplan las especificaciones mínimas de la sección 307 del CR-2010.

## 2.9 Protección catódica

Para la protección catódica, se debe inspeccionar criterios como:

- Se intercambien ánodos del mismo tipo o que sean equivalentes.
- Dimensiones del ánodo, mediante la inspección con buzos.
- Fijación segura del ánodo a la estructura del muelle.
- Que los ánodos no presenten daños físicos que estén generando o puedan generar que su rendimiento disminuya.
- Que su potencial eléctrico este por debajo de  $-800\text{mV}$ , de lo contrario el ánodo se debe reemplazar.

## 2.10 Señalización vial

Durante las inspecciones a los trabajos referente a la señalización vial, se debe verificar que se estén cumpliendo las especificaciones técnicas que se hayan establecido en el plan de mantenimiento aprobado para el año en curso, o lo establecido en algún documento referente a esta actividad que esté aprobado.

### 2.10.1 Señalamiento Horizontal.

#### *Pintura*

Sobre la pintura se deberá constatar que esta cumpla como mínimo con:

- Pintura del tipo de tránsito, clasificada según la clasificación del CR-2010 en el apartado 634.01.
- El espesor mínimo de pintura descrito en la sección 634 del CR-2010.
- La especificación federal de los Estados Unidos de América TT-P-115F, para pinturas de tránsito convencional y aquella a base de agua acrílica.

En los que respecta al almacenamiento se debe inspeccionar que cualquier tipo de pintura de tránsito permanezca en lugares frescos, secos y limpios, además en envases bien tapados y alejados de toda fuente de calor.

Durante la etapa constructiva, se debe verificar que la aplicación de la pintura no se realice por medio de brocha, además que se aplique sobre superficies libres de humedad.

### *Esferas de vidrio*

Las esferas de vidrio deberán estar conforme la legislación concedente, por lo que se deberá verificar que:

- Las esferas de vidrio estén conforme lo especificado en la subsección 718.19 del CR-2010.
- Se implementen esferas de vidrio tipo 1, además que satisfagan la granulometría que se describe en la tabla 718-2 del CR-2010.
- La colocación de las esferas de vidrio sea por medio del mecanismo DROP-ON en una proporción mínima de 6 lb/gl de pintura como se describe en el Manual Centroamericano de mantenimiento de Carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial versión 2010.

Se debe constatar que el esparcimiento de las esferas de vidrio sea inmediatamente después de aplicar la penúltima capa de pintura.

### *Captales*

Se debe verificar que los captales estén de acuerdo con la sección 903 del Manual Centroamericano de mantenimiento de Carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial versión 2010 o su equivalente más reciente.

En la etapa constructiva se debe inspeccionar que la superficie inferior de los captales esté en contacto total con el bitumen, garantizando total adherencia al pavimento.

### *Geometría*

Al inspeccionar las dimensiones de las letras, número y figuras estas deben seguir las disposiciones descritas en el alfabeto estándar para demarcación en el pavimento, para velocidad menor o igual a 60 km/h del Anexo C del Manual Centroamericano De Dispositivos Uniformes Para El Control Del Tránsito, versión 2000 o una versión posterior.

### *Aspectos constructivos a inspeccionar.*

Durante la aplicación de la pintura de tránsito se debe constatar que se sigan las disposiciones de la sección 901.03 del manual centroamericano de mantenimiento de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial, en su edición más reciente.

## 2.11 Torres de iluminación-pararrayos

Durante las inspecciones a los trabajos realizados en torres de iluminación, se debe verificar que se estén cumpliendo las especificaciones técnicas que se hayan establecido en el plan de mantenimiento aprobado para el año en curso, o lo establecido en algún documento referente a esta actividad que esté debidamente aprobado.

Sobre el sistema pararrayos de las torres, algunas consideraciones que se deben inspeccionar son:

- Que la malla puesta a tierra, se encuentre en buen estado.
- Que los valores de resistencia de la malla estén dentro de los valores aceptados.
- Sistemas de fijación del cable o bajante, como gazas y tornillos, se encuentren en buen estado, firmemente sujetos y libres de corrosión.
- Que el cable encargado de transportar la corriente a la malla (bajante), esté libre de pintura o de daños que disminuyan su conductividad.
- Que la torre cuente con desconectores que permitan realizar las mediciones pertinentes.
- Que el pararrayo se encuentre en buen estado.

Con respecto a la estructura de la torre, algunas consideraciones que se deben tener al momento de realizar la inspección son que:

- La torre no cuente con elementos libres, por ejemplo los tensores, además que cada elemento se encuentre debidamente ubicado y azocado.
- La estructura no cuente con corrosión, especialmente en los elementos utilizados para sujetar los tensores.
- La base de la torre no cuente con fisuras profundas que puedan ser indicios de fallas o de disminución en su capacidad de soporte.

Sobre la pintura que requieren las torres, debe verificar que esta se aplique sobre todos los elementos metálicos, a excepción del bajante del sistema pararrayos, además que dicha pintura sea anticorrosiva del tipo Corrostop de Sur o similar, aplicada sobre la superficie libre de grasa, óxido, capas de laminación, escamas o pintura suelta.

# CAPÍTULO 3.

## METODOLOGÍA PARA EL CONTROL TÉCNICO DE OBRAS.

## Generalidades

Este capítulo busca establecer una metodología para el control técnico de obras, a partir de una serie de cuadros. Algunos de estos cuadros abarcan parte de las consideraciones técnicas desarrolladas anteriormente, así como especificaciones técnicas brindadas por parte del ente concesionario hasta principios del año 2015.

### 3.1 Cuadro de control de fechas y plazos

La finalidad de este cuadro es tener un resumen de los plazos que se establecieron para cada actividad a realizar durante el año, además de contrastar la duración propuesta con la real.

Este tipo de cuadro puede ayudar a las discusiones entre el concesionario y la concesionaria, acerca de las fechas y plazos en que se están incurriendo

Se recomienda que este cuadro mantenga consistencia con todos los programas y cronogramas de actividades del año. El cuadro 1, muestra la forma propuesta para esta herramienta.

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE PUERTOS DEL PACÍFICO**  
UNIDAD TÉCNICA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL

**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO  
PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

CUADRO 1. CONTROL DE FECHAS Y PLAZOS

Efectuado por \_\_\_\_\_

Año \_\_\_\_\_

Actividad	Fecha Programada	Fecha de Ejecución	Atraso o Adelanto	Duración Estimada	Duración Real	Observaciones

Fuente: Elaboración propia.



**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

### 3.2 Cronograma de obras (Diagrama de GANTT)

La principal función es desarrollar las subactividades de cada actividad, así como determinar su duración y el cronograma en que estas se van a desarrollar. De este cronograma se derivan el resto de actividades, de ahí su importancia.

Se recomienda utilizar el software Microsoft Project o similar. La figura 27 muestra un ejemplo de esta herramienta ya implementada para el año 2015.

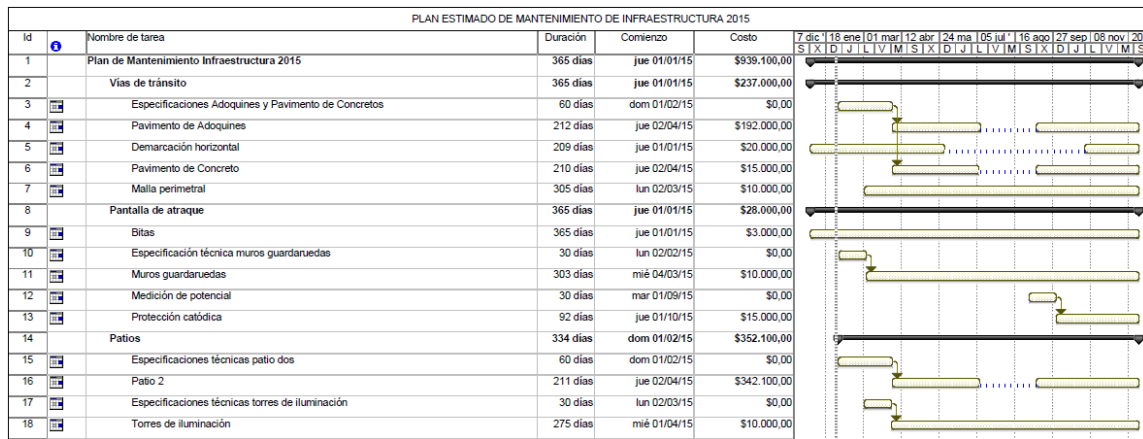


Figura 27. Representación de un diagrama de Gantt  
Fuente: Plan de mantenimiento de infraestructura 2015, elaborado por la SPC.

### 3.3 Cuadro de control de materiales.

La función de esta herramienta es disponer de un cuadro con los materiales y características que se emplearan en la obra con la intención de precisar su calidad. Por esto, el cuadro permite aclarar, antes de iniciar las obras, los materiales con los que se van a ejecutar las mismas, y consecuentemente estimar los ensayos que se les deben hacer. El cuadro 2 muestra la propuesta planteada para esta herramienta.

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE PUERTOS DEL PACÍFICO**  
UNIDAD TÉCNICA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL  
**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO**  
**PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

CUADRO2. CONTROL DE MATERIALES

Efectuado por \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Actividad \_\_\_\_\_

N°	Material de Construcción	Marca	Tipo	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Plan de ensayos de laboratorio

Esta herramienta busca establecer un programa de ensayos de laboratorio, para los materiales que se van a utilizar en la obra, con la intención de verificar la calidad con que estos cuentan. El cuadro 3 representa un modelo propuesto para esta herramienta.

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE PUERTOS DEL PACÍFICO**  
UNIDAD TÉCNICA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL  
**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO**  
**PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

CUADRO3. PLAN DE ENSAYOS

Efectuado por \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Actividad \_\_\_\_\_

N°	Material o Elemento	Tipo de Ensayo	Norma Utilizada	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Aprobado: \_\_\_\_\_

UTSC

\_\_\_\_\_

SPC

\* En el caso de ensayos en sitio, se deberá anotar la localización de estos  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.5 Calendario de visitas a sitio o reuniones.

La función de esta herramienta es contar con un calendario de visitas y reuniones mínimas que se realizarán un periodo establecido por ambas partes, para entre otras cosas, resolver y acordar diferentes puntos de las obras que se van a intervenir o que se están interviniendo.

Cabe rescatar que las visitas estipuladas en este calendario, serán independientes de las realizadas sin previo aviso, para verificar la marcha adecuada de los trabajos.

El modelo propuesto para esta herramienta se muestra en el cuadro 4.

**CUADRO 4. CALENDARIO DE VISITAS O REUNIONES**

Efectuado por \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Actividad \_\_\_\_\_

Objetivo de Visita o Reunión	Fecha - Hora	Participantes

\_\_\_\_\_  
Encargado UTSC

\_\_\_\_\_  
Encargado SPC

### 3.6 Cuadro de equipos y subcontratos.

La función del cuadro de equipos es conocer las características, calidad y cantidad de los equipos con que se realizan los trabajos. Particularmente en las obras de pavimentación este tipo de cuadros son de gran importancia para la calidad final de los trabajos.

En lo que respecta al cuadro de Subcontratos, la principal función es disponer de los tipos de subcontratos que se han establecido para la actividad, y con esto poder discutir la eficiencia de la estrategia que utiliza el contratista y por lo tanto poder tomar una posición de exigencia de calidad y cumplimiento.

El cuadro 5 muestra un modelo para esta actividad.

**CUADRO 5. CONTROL DE EQUIPOS Y SUBCONTRATOS**

Efectuado por \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Actividad \_\_\_\_\_

Nº	Equipo o Maquinaria	Edad	Estado	Cantidad
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

Nº	Subcontratista	Obra	Subcontrato
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Fuente: Elaboración propia.



**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

### 3.7 Verificación del cumplimiento de especificaciones, normas, acuerdos, etc.

Para garantizar el cumplimiento de las especificaciones aprobadas para el mantenimiento de las distintas obras civiles, se deben elaborar hojas de verificación con las disposiciones mínimas acordadas, así como de cualquier otro aspecto o criterio que se crea conveniente inspeccionar.

El cuadro 6 presenta el modelo de ficha técnica que se propone.

	<b>INSTITUTO COSTARRICENSE DE PUERTOS DEL PACÍFICO</b> UNIDAD TÉCNICA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL				
<p><b>CUADRO 6. FICHA DE VERIFICACIÓN PARA...</b></p> <p>Efectuado por _____ Fecha ____ / ____ / ____</p> <p>Etapas de la obra _____</p> <p>Porcentaje de avance _____</p>					
Estado en que se encontraba el elemento u obra.					
Estado 1 ( )	Estado 2 ( )	Estado 3 ( )	Estado 4 ( )	Estado 5 ( )	Estado ## ( )
<b>Consideraciones 1.</b>					
CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES		
¿?					
¿?					
¿?					
<b>Consideraciones 2.</b>					
CRITERIO	SI	NO	OBSERVACIONES		
¿?					
¿?					
¿?					
¿?					

Fuente: Elaboración propia.

# CAPÍTULO 4

## METODOLOGÍA PARA PRIORIZAR, EVALUAR Y MONITOREAR LAS OBRAS

## Generalidades

En este capítulo se plantea una metodología para priorizar, evaluar y monitorear las diferentes obras que se lleven a cabo.


Adjunto a este manual se presenta otro manual donde se implementa este capítulo para el año 2015.

### 3.8 Priorización de intervención de las obras.


Consiste en recaudar información referente al estado actual en que se encuentra cada obra, y completar un formulario que a partir de ciertos rubros, evalúe el estado de las partes o sub-actividades de esa obra o elemento, esto con el debido registro fotográfico, para respaldar el trabajo.

Algunas sub-actividades o zonas que se intervienen dentro de alguna de las obras civiles desarrolladas en el muelle, son difíciles de ubicar, por lo que se recomienda la utilización de planos arquitectónicos del recinto portuario, con las debidas rotulaciones para ubicar cada punto.

La manera de utilizar esta herramienta, es básicamente numerando cada actividad, con su respectiva fotografía, y su informe de inspección previamente realizado, así se puede determinar el estado actual, al igual que la última vez que se intervino y las medidas aplicadas, con todo esto, a partir de la estipulación de los diferentes criterios con que se puede evaluar cada parte del elemento o actividad, se puede determinar su estado.



**INSTITUTO COSTARRICENSE DE PUERTOS DEL PACIFICO**  
UNIDAD TÉCNICA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL



### CUADRO 7. PRIORIZACIÓN

Obra/ Elemento	Informe de inspección	Fotografía	Evaluación			Estado	Comentarios
			Componente 1	Componente 2	Componente 3		

Efectuado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Aprobado: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

UTSC

\_\_\_\_\_

SPC

Fuente: Elaboración propia.

### 3.9 Evaluación de las obras o elementos.

Para poder priorizar la intervención a las obras o a los componentes con que estas están conformadas, es necesario realizar una evaluación de las mismas, un mecanismo para realizar esta evaluación, es a partir de cuadros que posean diferentes criterios con su respectivo valor o clasificación, con lo que al final, la sumatoria de estos valores, indicaran el grado de deterioro o el estado que estas presentan. El cuadro 8 presenta un modelo a utilizar para este apartado.

CUADRO 8. FACTORES SEGÚN EL ESTADO	
Criterio	Clasificación
Criterio 1.	1
Criterio 2	2
Criterio 3	3
Criterio 4	4
Criterio 5	5
Criterio 6	6
Criterio #	#

Fuente: Elaboración propia.

### 3.10 Monitoreo de las obras ejecutadas

Una vez que se haya dado mantenimiento a las obras, es necesario monitorearlas, esto con la finalidad de corroborar que las medidas aplicadas durante el mantenimiento sean adecuadas.

El cuadro 9 provee una alternativa para esta herramienta.

**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO  
PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

**CUADRO 9. MONITOREO DE OBRAS**

Obra/ Elemento	Fotografía de estado actual	Prioridad	Fecha de intervención	Duración de la intervención	Costo de la intervención	Fotografía después de la intervención	Comentarios acerca de la intervención	Especificar fecha del momento en que se requiere nuevamente mantenimiento

Efectuado por: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Fuente: Elaboración propia.

**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO  
PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

## BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Institute. (2005). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. MICHIGAN: FARMINGTON HILLS.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. (2010). *Código Sísmico de Costa Rica*. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. (2011). *Código de instalaciones hidraulicas y sanitarias en edificaciones*. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Fender Team. (2014). *INSTALLATION, OPERATION & MAINTENANCE MANUAL*. Alemania. Obtenido de [http://www.fenderteam.de/tl\\_files/fenderteam/downloads/IOM\\_Manual\\_EN\\_01a\\_A4\\_Lrez.pdf](http://www.fenderteam.de/tl_files/fenderteam/downloads/IOM_Manual_EN_01a_A4_Lrez.pdf)
- Instituto del Cemento y Hormigón de Chile. (2013). *Manual de Diseño de Pavimentos de Adoquines de Hormigón*. Providencia, Santiago.
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. (1983). *REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES*. San José: La Gaceta.
- Knapton, J. (2008). *THE STRUCTURAL DESIGN OF HEAVY DUTY PAVEMENTS FOR PORTS AND OTHER INDUSTRIES*. Interpave.
- Maritime International. (2010). *Marine Fenders - Desing, Manufacturing and testing*. Broussard, Louisiana. Obtenido de [http://www.maritimeinternational.com/Resources/Marine%20Fenders/Marine\\_Fenders.pdf](http://www.maritimeinternational.com/Resources/Marine%20Fenders/Marine_Fenders.pdf)
- Maritime International. (2010). *Mooring Bollards*. Obtenido de <http://www.maritimeinternational.com/Resources/Mooring%20Bollards/Bollard%20Catalog.pdf>
- Ministro de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica. ( 2010). *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes*. San José.
- SECRETARIA DE INTEGRACIÓN ECONOMICA (SIECA). (2001). *MANUAL CENTROAMERICANO DE ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES REGIONALES*. Ciudad de Guatemala.

**MANUAL DE INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRAS DEL RECINTO  
PORTUARIO DE CALDERA-PUNTARENAS**

- Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). (2000). *MANUAL CENTROAMERICANO DE DISPOSITIVOS UNIFORMES PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO - Anexos C y D*. Ciudad de Guatemala.
- Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). (2010). *MANUAL CENTROAMERICANO DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial*. Ciudad de Guatemala.
- Sociedad Portuaria, Puerto Caldera Costa Rica. (2013). *Especificaciones Técnicas Reparación de Pavimentos de Adoquines en Puestos 1, 2 y 3, Puerto Caldera*.
- Sociedad Portuaria, Puerto Caldera Costa Rica. (2014). *CONTRATO PRIVADO PARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS DE LA TERMINAL PORTUARIA DE CALDERA*.
- Sociedad Portuaria, Puerto Caldera Costa Rica. (2014). *Especificaciones Técnicas para la Señalización Horizontal*.
- Sociedad Portuaria, Puerto Caldera Costa Rica. (2014). *Plan de Mantenimiento Infraestructura 2014*.
- Sociedad Portuaria, Puerto Caldera Costa Rica. (2014). *Plan de Mantenimiento Muelle Granelero*.
- Sociedad Portuaria, Puerto Caldera Costa Rica. (2015). *Plan de Mantenimiento Infraestructura 2015*.
- THE World Association for Waterborne Transport Infrastructure (PIANC). (2008). *Life Cycle Management of Port Structures*. Bruxelles.
- Trelleborg. (2007). *Trelleborg Marine Systems*. Obtenido de <http://www.g-s.dk/media/31831/1%20-%20fentek%20cone%20-%20paralell%20-%20arch%20fenders.pdf>