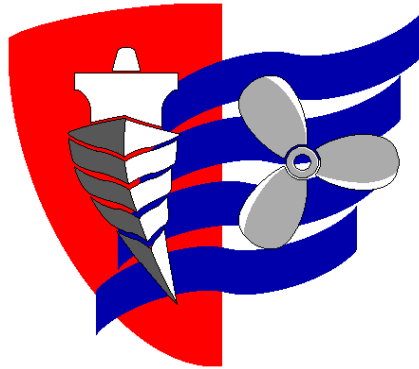


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



*Trabajo Fin de Grado*

**INSTALACIONES PARA  
DESCARGA DE CARBÓN EN  
TRANSPORTADOR**

---

**FACILITIES FOR CARBON LOADS TO CARRIER**

Para acceder al Título de Grado Universitario en

**INGENIERÍA MARITIMA**

Autor: Samuel Povedano Garcia

Director: Jose Isla Romero

Septiembre - 2017

Escuela Técnica Superior de Náutica

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

***Trabajo Fin de Grado***

**INSTALACIONES PARA  
DESCARGA DE CARBÓN EN  
TRANSPORTADOR**

---

**FACILITIES FOR CARBON LOADS TO CARRIER**

Para acceder al Título de Grado Universitario en

**INGENIERÍA MARITIMA**

Septiembre - 2017



## RESUMEN

El presente documento se redacta ante la necesidad de modificar una instalación existente de descarga y transporte de carbón de una central energética. El tránsito que el carbón realiza desde el parque de carbón hasta los silos de alimentación de los molinos de carbón de la caldera es realizado por cinco transportadores de Carbón denominados (C5-C4-C3-C2-C1), La problemática de la instalación inicial consiste en que el transportador de carbón C4 es alimentada desde el transportador C5 existente y/o desde un tolván de descarga que vierte directamente el carbón a través de una galería hasta el transportador C4, la función de este tolván es alimentar a la cinta C4 con carbón de diferente procedencia al que es alimentado a través del transportador C5 consiguiendo mezclar carbones. Se hacía imposible mediante este sistema el control del caudal alimentado desde el tolván de descarga actual, motivo por lo cual, es necesario alargar en longitud el transportador C4 e implementar un sistema de descarga consistente en una tolva y un alimentador de descarga controlado mediante un variador de frecuencia para poder controlar el caudal de carbón alimentado y poder facilitar la tarea de mezclar diferentes tipos de carbones de importación a través de un canal de descarga existente.

## PALABRAS CLAVE

Central de generación, Transportador de carbón, Tolva, Sistema de descarga, Control de caudal, Alimentador de descarga, Variador de frecuencia.



## SUMMARY

This document is written in view of the need to modify an existing coal loading and unloading installation of a power plant. The transit of coal from the coal stock to the coal mills of the boiler is carried out by five coal conveyors called (C5-C4-C3-C2-C1), The problem of the initial installation is that the coal conveyor C4 is fed from the existing conveyor C5 and / or from a discharge hopper which directly flows the coal through a gallery to the conveyor C4, the function of this small hopper is to feed the conveyor C4 with coal of different origin to which it is fed through the conveyor C5 being able to mix coals. It was impossible by this system to control the flow rate fed from the current discharge hopper, which it is necessary to lengthen the conveyor C4 in length and implement a discharge system consisting of a hopper and a discharge feeder controlled by a Frequency converter to be able to control the flow of charcoal fed and to facilitate the task of mixing different types of imported coal.

## KEYWORDS

Power Plant, Coal Conveyor, Hopper, Discharge System, Flow Control, Discharge Feeder, Frequency Converter.



## **INDICE GENERAL**

### **I. MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA**

#### **1. MEMORIA**

1. PETICIONARIO
2. ANTECEDENTES
3. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA
4. OBJETO DEL PROYECTO
5. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA Y SISTEMA DE CONTROL
6. CONDICIONES DE EJECUCIÓN
7. PRESUPUESTO

#### **2. ANEJO I: CÁLCULOS PROLONGACIÓN CINTA**

1. DATOS EMPLEADOS
2. CÁLCULOS
3. CONCLUSIONES

#### **3. ANEJO II: CÁLCULOS ESTRUCTURALES**

1. MEMORIA DE CÁLCULO
2. COMPROBACIONES DE CÁLCULO. TOLVA
3. COMPROBACIONES DE CÁLCULO. SOPORTE

#### **4. ANEJO III: FOTOGRÁFICO**



## **II. PLANOS**

**PLANO N°1. EMPLAZAMIENTO.**

**PLANO N°2. OBRAS A REALIZAR. SECCIONES.**

**PLANO N°3. IMPLANTACION.**

**PLANO N°4.1. OBRA CIVIL. DEMOLICIONES Y RELLENO.**

**PLANO N°4.2. OBRA CIVIL. DEMOLICIONES Y RELLENO.**

**PLANO N°5.1. TOLVA. SECCIONES Y DETALLES.**

**PLANO N°5.2. TOLVA. PANEL-A.**

**PLANO N°5.3. TOLVA. PANEL-B.**

**PLANO N°5.4. TOLVA. SOPORTES PANEL-B.**

**PLANO N°5.5. TOLVA. CHAPAS DE ACERO INOXIDABLE.**

**PLANO N°6.1. ESTRUCTURA SOPORTE. SITUACION.**

**PLANO N°6.2. ESTRUCTURA SOPORTE. VISTAS GENERALES.**

**PLANO N°7. ALIMENTADOR.**

**PLANO N°8.1. TOLVIN DESCARGA. SITUACION.**

**PLANO N°8.2. TOLVIN DESCARGA. VISTAS GENERALES.**

**PLANO N°9. BARANDILLA.**

**PLANO N°10.1. SECCION LONGITUDINAL CINTA.**



## **PLANO N°10.2. ESTACIONES**

## **PLANO N°10.3. BASTIDORES.**

### **III. PLIEGO DE CONDICIONES**

1. INTRODUCCIÓN
2. CONSIDERACIONES GENERALES
3. CALIDAD DE LOS MATERIALES
4. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES
5. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD
6. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

### **IV. MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO
2. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

## **I.MEMORIA Y ANEJOS**

# **MEMORIA**



## INDICE MEMORIA

|                                                                                                     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1. PETICIONARIO .....</b>                                                                        | <b>2</b> |
| <b>2. ANTECEDENTES .....</b>                                                                        | <b>2</b> |
| <b>3. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA .....</b>                                                            | <b>3</b> |
| <b>4. OBJETO DEL PROYECTO.....</b>                                                                  | <b>3</b> |
| 4.1. INSTALACIÓN DE TOLVA DE DESCARGA.....                                                          | 4        |
| <i>4.1.1. Tolva de descarga.....</i>                                                                | <i>4</i> |
| <i>4.1.2. Obra Civil asociada a la instalación de la tolva.....</i>                                 | <i>5</i> |
| 4.2. ADECUACIÓN DE LA GALERÍA DEL TRANSPORTADOR C4 EN LA<br>ZONA DE UBICACIÓN DEL ALIMENTADOR ..... | 6        |
| 4.3. INSTALACIÓN DE ALIMENTADOR VIBRANTE Y ESTRUCTURAS<br>AUXILIARES.....                           | 7        |
| 4.4. AMPLIACIÓN DEL TRANSPORTADOR C4 HASTA EL NUEVO PUNTO<br>DE DESCARGA .....                      | 8        |
| <b>5. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA Y SISTEMA DE CONTROL.....</b>                                          | <b>8</b> |
| <b>6. CONDICIONES DE EJECUCIÓN .....</b>                                                            | <b>8</b> |
| <b>7. PRESUPUESTO.....</b>                                                                          | <b>9</b> |



## **1. PETICIONARIO**

---

El presente documento se redacta a petición expresa de una Central Térmica de generación, en la que se pretende la instalación de un nuevo punto de descarga de carbón en el transportador C4.

## **2. ANTECEDENTES**

---

El transportador C4 se alimenta actualmente desde el transportador C5, si bien puede alimentarse también desde el canal de descarga existente en el parque de carbones que vierte directamente al transportador C4 situado en el interior de una galería.

Para este último caso, se pretende adecuar un nuevo punto de descarga, instalando un sistema que permita controlar el caudal de carbón alimentado desde este punto al transportador C4. La solución propuesta permitirá la alimentación simultánea al transportador C4, bien desde el transportador C5, alimentación actual, o bien desde el nuevo punto de descarga, conociendo el caudal de carbón aportado en cada uno de estos puntos.

El nuevo punto de descarga a instalar ha de ubicarse de manera que la ejecución de la obra asociada a su construcción pueda realizarse con el transportador C4 en servicio, salvo en momentos puntuales que deberán ser previamente definidos.

Con este criterio el nuevo punto de descarga se situará en el tramo de canal ubicado al NE de la torre de transferencia desde la que se realiza la descarga del transportador C5, tal y como se indica en los planos adjuntos.

El estado actual de la zona de trabajo se aprecia en el anejo fotográfico Anejo III.



### **3. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA**

---

La documentación de partida, aportada para la realización de los correspondientes trabajos de ingeniería, es la siguiente:

- Planos del canal de vertido.
- Planos del transportador C4.
- Planos de la galería en que se ubica el transportador C4.

### **4. OBJETO DEL PROYECTO**

---

Resultado del estudio de alternativas inicial, se concluye que la opción definitiva consistirá en el control de caudal de carbón aportado al transportador C4 a través de un nuevo punto de descarga de carbón aguas arriba de la Torre de Transferencia, es decir anterior a la descarga desde C5.

Esta alternativa se ubica en el tramo del canal de descarga situado al NE de la Torre de transferencia. Esta ubicación requerirá tanto la adecuación de la zona exterior al canal, como la prolongación del propio Transportador C4, hasta el nuevo punto de descarga.

La propuesta consiste en regular el caudal alimentado a C4 mediante un alimentador vibrante situado sobre el transportador C4, con capacidad para regular hasta 700 Tn/h de carbón. Este alimentador recibe el material a través de una tolva que se instalará en el actual canal de descarga y lo entrega al transportador C4 a través de un tolván de descarga.

El alimentador propuesto es el modelo ALIMENTADOR RBA 200/200 de la marca URBAR.

La ubicación y características de la propuesta se detallan en los Planos adjuntos.



Las obras a realizar serán:

- Instalación en el canal, de una tolva de descarga a dicho alimentador.
- Adecuación de la galería del transporte C4 en la zona de ubicación del alimentador.
- Instalación de alimentador vibrante y estructuras auxiliares.
- Ampliación del transportador C4 hasta el nuevo punto de descarga.

El alcance de las obras a realizar se describe a continuación.

#### **4.1. INSTALACIÓN DE TOLVA DE DESCARGA**

##### **4.1.1. Tolva de descarga**

Se construirá una tolva para descarga de carbón al alimentador vibrante. Esta tolva se ubicará sobre el propio canal de descarga, “colgada” de las vigas de coronación del mismo. Esta tolva será de dimensiones 6268mm x 5657mm en la boca superior y 1830mm x 1070 mm en la boca inferior, y altura 3430mm.

La tolva se construirá en acero S-275, reforzada exteriormente con perfiles HEB 120 en su totalidad excepto el marco superior que serán perfiles HEB 160, y chapa del mismo material de 8 mm de espesor. La tolva estará recubierta interiormente por chapas de acero inoxidable AISI 304 soldadas entre sí como protección antidesgaste; serán de espesor 3 mm y se colocarán según planos.

Las paredes laterales de la tolva tendrán pendiente 58,3° en el caso de las caras B que apoyan sobre el canal, es decir mantendrán la pendiente del canal y 50° en las caras A que estarán libres.

La tolva se anclará a la viga de coronación del actual canal de hormigón mediante perfiles HEB 140 que arrancarán en la boca superior de la tolva y en el otro extremo estarán soldados a placa de anclaje unida a la viga de coronación mediante pernos de anclaje M20 B-500-S.



La boca inferior de la tolva, termina en una brida para unión al alimentador vibrante, de dimensiones según planos.

Las actuaciones relativas a la ejecución de la tolva se representan en los planos 5. El remate de los anclajes en el plano 4. 2.

El cálculo de la tolva se adjunta en el Anejo II. Cálculos estructurales.

#### **4.1.2. Obra Civil asociada a la instalación de la tolva**

La tolva se anclará a la viga de coronación existente mediante perfiles HEB 140 que arrancarán de la boca superior de la tolva y en el otro extremo estarán soldados a placa de anclaje unida a la viga de coronación mediante pernos de anclaje M20 B-500-S.

Previamente a la ejecución del anclaje de la tolva, será necesaria la adecuación de la viga de coronación. Las actuaciones a realizar consistirán en:

- Eliminación del hormigón superficial de la viga, en una profundidad de al menos 50mm evitando alcanzar la armadura de la misma. Esta capa se eliminará a fin de conseguir la uniformidad de la viga y asegurar la unión al nuevo mortero sin retracción, a utilizar para recepción de las placas de anclaje de la tolva.  
Esta adecuación se realizará en toda la longitud de la tolva de 7,3m en cada uno de los laterales del canal.
- Taladros para pernos de anclaje: Se ubicarán según planos, con 4 pernos en cada punto de anclaje de longitud 300m. El anclaje de los pernos se realizará mediante resina.
- Formación de rampa: El anclaje de la nueva tolva se eleva 360mm sobre la viga de coronación del canal, por lo que una vez finalizado el anclaje de la tolva se adecuará el entorno de la misma con formación de una solera de hormigón, según planos. Esta solera se unirá a la explanada actual en chaflán para salvar el desnivel.



- Colocación de barandilla: Se instalará una barandilla perimetral a la tolva que en la zona de descarga de material deberá ser desmontable. Los detalles de placas de anclaje tanto en la zona fija como en la desmontable se detallan en el plano correspondiente.

Por lo que respecta a los laterales del canal exteriores a la tolva, inicialmente se mantendrán en la situación actual, colocándose la señalización correspondiente que impida la descarga de material en dichas zonas.

Los cálculos estructurales que justifican la solución planteada se detallan a en el Anejo II.

#### **4.2. ADECUACIÓN DE LA GALERÍA DEL TRANSPORTADOR C4 EN LA ZONA DE UBICACIÓN DEL ALIMENTADOR**

Para la instalación del alimentador vibrante y la tolva, es necesaria la ejecución de distintas actuaciones en el interior de la galería. Éstas, afectan a una longitud de 8 m y consistirán en:

- Demolición de la parte inferior del cono de descarga, en una longitud de 3800mm
- Relleno de huecos en la estructura de canal afectada por la demolición, concretamente en el cono de descarga a base de HM-25.

Para la instalación del alimentador vibrante se requieren unas dimensiones mínimas por lo que se hace necesaria la demolición de la parte inferior del cono de descarga del actual canal de hormigón en una longitud de 3800 mm.

Una vez realizada dicha demolición, se rellenarán los “huecos libres” para evitar su posible fallo estructural con HM-25. De ésta forma, se consigue un bloque compacto adaptado a las dimensiones necesarias para la instalación del alimentador y su estructura soporte sin interferir en el correcto funcionamiento del transportador C4.



En cuanto a los cálculos estructurales que justifican la solución planteada se detallan en el Anejo II.

#### **4.3. INSTALACIÓN DE ALIMENTADOR VIBRANTE Y ESTRUCTURAS AUXILIARES**

Se instalará un alimentador vibrante modelo RBA 200/200 de la marca URBAR o similar, con capacidad para tratar un caudal de 700 Tn /h fabricado en AISI 304. La unión del equipo a la tolva de descarga se realizará mediante unión embridada de dimensiones adaptadas a las particularidades de la actuación según se indica en los planos adjuntos.

El alimentador se apoya sobre una estructura soporte realizada a base de perfiles HEB-200 y perfiles HEB-260, anclada a la solera de la galería mediante anclajes M20 y dimensionada con el objetivo de soportar los esfuerzos resultantes de la vibración del alimentador durante su funcionamiento.

Los planos número 6 corresponden a los planos constructivos de la estructura soporte del alimentador.

Asimismo a continuación del alimentador y en el sentido de avance del transporte, se instalará un tolvín de descarga como transición de la bandeja del alimentador a la banda del transportador C4, de ancho menor al alimentador. Este tolvín se construirá en acero AISI 304 de dimensiones según los planos correspondientes al tolvín y cuya justificación estructural se desarrolla en el Anejo II. Cálculos estructurales.

Tanto la estructura soporte como el tolvín se instalarán según planos adjuntos, asegurando un pasillo libre en la galería de ancho mínimo 550mm.



#### **4.4. AMPLIACIÓN DEL TRANSPORTADOR C4 HASTA EL NUEVO PUNTO DE DESCARGA**

Será necesaria la ampliación del transportador C4 en 18038mm de longitud, hasta la ubicación prevista para el alimentador. Previamente se trasladará el tambor de cola del transportador C4 hasta la nueva ubicación.

La ampliación del transportador será similar al existente, requiriéndose un total de 36 conjuntos de las estaciones superiores y 6 conjuntos de estaciones inferiores, además de 3 bastidores.

Se plantea la prolongación de la banda empatando el tramo actual con el nuevo a instalar siguiendo el sistema de unión que el fabricante considere conveniente, bien sea vulcanizado, unión mediante grapas mecánicas o similares.

Dado que se plantea la instalación de un tolván de descarga no se considera necesario el planteamiento de guías de carga posteriores al tolván.

La ampliación propuesta permite mantener los motores reductores existentes, según cálculos que se incluyen en el Anejo I.

Los planos de fabricación y montaje de la zona ampliada de la cinta son los planos número 7 que se adjuntan.

### **5. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA Y SISTEMA DE CONTROL**

No es objeto del presente proyecto la alimentación eléctrica al nuevo alimentador así como el sistema de control del mismo, el cual se deberá regular desde el panel de control del transportador C4.

### **6. CONDICIONES DE EJECUCIÓN**

La normativa que regirá la ejecución de las obras del presente Proyecto, está contemplada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.



Además del citado Pliego, las obras quedan definidas en los planos.

## 7. PRESUPUESTO

---

Para las obras definidas en el presente proyecto, el Presupuesto de Ejecución Material obtenido es de NOVENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS VEINTIUN EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS (99.721,28 €).

Añadidos el 13 % en concepto de gastos generales, el 6% de beneficio industrial, el presupuesto asciende a CIENTO DIECIOCHO MIL SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS (118.668,33 €).

Añadiendo a ésta cantidad el 21% de IVA queda un total de CIENTO CUARENTA Y TRES MIL QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS (143.588,68 €).

Las mediciones y presupuesto detallado se incluyen en el Anejo IV

**ANEJO I. CÁLCULOS**  
**PROLONGACIÓN CINTA**



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

## INDICE

|                                               |          |
|-----------------------------------------------|----------|
| <b>1. CÁLCULO DE LA POTENCIA MOTRIZ .....</b> | <b>2</b> |
| 1.1. DATOS EMPLEADOS .....                    | 2        |
| 1.2. CÁLCULOS.....                            | 4        |
| 1.3. CONCLUSIONES .....                       | 5        |



## 1. CÁLCULO DE LA POTENCIA MOTRIZ

---

### 1.1. DATOS EMPLEADOS

Longitud inicial,  $L_{\text{inicial}}$ : 39 m

Longitud final,  $L_{\text{final}}$ : 69 m

Velocidad de la banda,  $V_{\text{banda}}$ : 3,25 m/s

Capacidad de transporte,  $Q_{\text{banda}}$ : 1.500 t/h

Coeficiente  $C_{L,\text{inicial}}$ : 2,4 (Tabla 5.10)

Coeficiente  $C_{L,\text{final}}$ : 2 (Tabla 5.10)

Coeficiente de rozamiento de los cojinetes de los rodillos,  $f$ : 0,025

Peso por metro de banda,  $P_B$ : 20 kg/m (Tabla 5.11)

Peso de las partes móviles por metro, ramal superior,  $P_{s,\text{inicial}}$ : 47,89 kg/m (Tabla 5.14)

Peso de las partes móviles por metro, ramal superior,  $P_{s,\text{final}}$ : 47,98 kg/m (Tabla 5.14)

Peso de las partes móviles por metro, ramal inferior,  $P_{i,\text{inicial}}$ : 5,23 kg/m (Tabla 5.14)

Peso de las partes móviles por metro, ramal inferior,  $P_{i,\text{final}}$ : 5,23 kg/m (Tabla 5.14)

Número estaciones portantes superiores, cinta final: 117

Número estaciones portantes inferiores, cinta final: 23

Número de reductores existentes: 2 (reductores Brook Hansen, modelo S3)

Potencia de cada reductor existente: 60 Kw



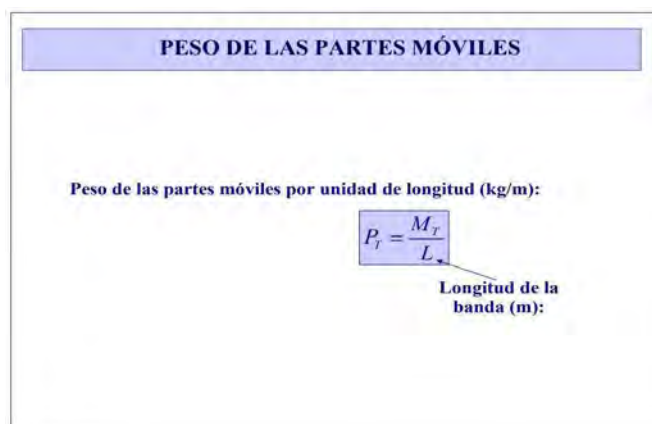
| FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA LONGITUD                                                                                                                                                                                                                                                    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| <p>Las bandas transportadoras de poca longitud necesitan mayores esfuerzos para vencer la resistencia a la fricción que las bandas de gran longitud.</p> <p>Longitud de banda corregida (m): <math>L_c = C_L \cdot L</math></p> <p style="text-align: right;">Factor de corrección</p> |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |
| Longitud banda (m)                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3   | 4   | 5   | 6   | 8   | 10  | 13  | 16  | 20  | 25  | 32   | 40  |
| $C_L$                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9   | 5.6 | 6.6 | 5.9 | 5.1 | 4.5 | 4   | 3.6 | 3.2 | 2.9 | 2.6  | 2.4 |
| Longitud banda (m)                                                                                                                                                                                                                                                                     | 50  | 63  | 80  | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500  |     |
| $C_L$                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.2 | 2   | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1.05 |     |

Tabla 5.10

#### Ficha técnica

|                            |                                                                             |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Norma</b>               | DIN 22102 Y                                                                 |
| <b>Calidad goma</b>        | SBR, antiabrasiva, antiestática                                             |
| <b>Tejido</b>              | Poliéster / Poliamida                                                       |
| <b>Carga de rotura</b>     | 630 N/mm                                                                    |
| <b>Espesor banda</b>       | 12,72 mm +/- 1mm                                                            |
| <b>Peso de la banda</b>    | 15 kg/m <sup>2</sup> (aproximado)                                           |
| <b>Laterales</b>           | Moldeados de goma                                                           |
| <b>Nº de telas</b>         | 4                                                                           |
| <b>Cobertura superior</b>  | 6 mm                                                                        |
| <b>Cobertura inferior</b>  | 2 mm                                                                        |
| <b>Dureza</b>              | 60+/-5° Sh.                                                                 |
| <b>Abrasión</b>            | 150 mm <sup>3</sup>                                                         |
| <b>Tensión de rotura</b>   | 20 N/mm <sup>2</sup>                                                        |
| <b>Alargamiento rotura</b> | 400% min.                                                                   |
| <b>Temperatura</b>         | -45 a +80°C                                                                 |
| <b>Diam. mínimo polea</b>  | Con tensión al 100% diam. motriz 500 mm recomendado                         |
| <b>Anchos standard</b>     | 800, 1000, 1200                                                             |
| <b>Anchos especiales</b>   | Se pueden fabricar bobinas enteras hasta 1.800 mm de ancho                  |
| <b>Longitud</b>            | +/- Standard de 200 mts. Bajo pedido se pueden fabricar metrajes superiores |
| <b>Normas de calidad</b>   | ISO 9001, ISO 14001<br>Verificación anual por DET NORSKE VERITAS            |

Tabla 5.11



|                     |                                | Nº ESTACIONES (Ud) | PESO UNITARIO ESTACIÓN (Kg) | LONGITUD CINTA (m) | PESO POR METRO (Kg/m) |
|---------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| PESO PARTES MÓVILES | RAMAL SUPERIOR. ESTADO INICIAL | 66,00              | 28,30                       | 39,00              | 47,89                 |
|                     | RAMAL SUPERIOR. ESTADO FINAL   | 117,00             | 28,30                       | 69,00              | 47,99                 |
|                     | RAMAL INFERIOR. ESTADO INICIAL | 13,00              | 15,70                       | 39,00              | 5,23                  |
|                     | RAMAL INFERIOR. ESTADO FINAL   | 23,00              | 15,70                       | 69,00              | 5,23                  |

Tabla 5.14

## 1.2. CÁLCULOS

CÁLCULO DEL PESO DEL MATERIAL POR METRO DE BANDA:

$$P_q = \frac{Q}{3.6 \cdot V}$$

$$P_q = 128,21 \text{ kg/m}$$

CÁLCULO DE LA FUERZA DESARROLLADA EN LA POLEA MOTRIZ:

$$F = C \cdot f \cdot L \cdot (P_q + 2P_B + P_S + P_i)$$

$$F_{\text{inicial}} = 517,91 \text{ kg}$$

$$F_{\text{final}} = 763,92 \text{ kg}$$



### CÁLCULO DE LA POTENCIA MOTRIZ:

$$N_a = \frac{F \cdot V}{75}$$

$$N_{a, \text{inicial}} = 22,44 \text{ CV} = 16,74 \text{ kW}$$

$$N_{a, \text{final}} = 33,10 \text{ CV} = 24,69 \text{ kW}$$

Teniendo en cuenta que la potencia de los reductores existentes es de 60 kW, se obtiene un coeficiente de seguridad de 2,43.

### **1.3. CONCLUSIONES**

A la vista de los resultados anteriores se puede concluir que ambos reductores son adecuados para el correcto funcionamiento de la cinta ampliada.

## **ANEJO II. CÁLCULOS** **ESTRUCTURALES**



## INDICE MEMORIA

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. OBJETO .....</b>                               | <b>2</b>  |
| 1.1. TOLVA.....                                      | 2         |
| 1.2. SOPORTACIÓN ALIMENTADOR .....                   | 2         |
| <b>2. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA .....</b>             | <b>2</b>  |
| 2.1. TOLVA.....                                      | 3         |
| 2.2. ALIMENTADOR .....                               | 3         |
| <b>3. MEDIDAS ADOPTADAS.....</b>                     | <b>3</b>  |
| <b>4. CÁLCULOS ESTRUCTURALES .....</b>               | <b>3</b>  |
| 4.1. NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....        | 3         |
| 4.2. MATERIALES .....                                | 4         |
| 4.3. BASES DE CÁLCULO.....                           | 4         |
| 4.4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....                     | 5         |
| 4.5. ACCIONES EN EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA .....   | 6         |
| 4.5.1. Tolva .....                                   | 6         |
| 4.5.1. Soporte alimentador .....                     | 7         |
| 4.6. COMBINACIÓN Y MAYORACIÓN DE ACCIONES .....      | 8         |
| 4.7. OBTENCIÓN DE ESFUERZOS .....                    | 11        |
| 4.8. COMPROBACIÓN DE FLECHAS Y DESPLACES .....       | 12        |
| 4.9. COMPROBACIÓN DE Tensión Y ESBELTEZ .....        | 13        |
| 4.10. LISTADOS Y COMPROBACIONES .....                | 14        |
| <b>5. CÁLCULO DE PLACAS Y PERNOS DE ANCLAJE.....</b> | <b>14</b> |
| 5.1. COMPROBACIÓN SOBRE EL HORMIGÓN .....            | 14        |
| 5.2. COMPROBACIÓN SOBRE LOS PERNOS .....             | 14        |
| 5.3. COMPROBACIÓN SOBRE LA PLACA.....                | 15        |



## **1. OBJETO**

---

Dado que para el presente proyecto se diseñan y calculan 2 estructuras independientes, tolva y suportación del alimentador, el objeto, así como las cargas aplicadas, son distintas:

### **1.1. TOLVA**

El objeto del presente documento es recoger los parámetros de partida y las consideraciones generales que se tienen en cuenta para el cálculo de las estructuras que componen una nueva tolva metálica de aproximadamente 75 m<sup>3</sup> de capacidad y de destinada al acopio de carbón.

Esta tolva se ubicará en el interior de una galería de hormigón existente. De todas formas y a efectos de cálculo, estando siempre del lado de la seguridad, se ha calculado la tolva como si únicamente se soportase sobre las cabezas del canal que conforma la galería existente, es decir sin tener en cuenta que dos de los cuatro paneles de la nueva tolva metálica apoyarán sobre el hormigón del canal existente.

### **1.2. SOPORTACIÓN ALIMENTADOR**

El objeto del presente documento es recoger los parámetros de partida y las consideraciones generales que se tienen en cuenta para el cálculo de la estructura metálica soportes del alimentador-vibrador que se situará bajo la nueva tolva, pero independiente a ella, por lo que se debe diseñar una nueva estructura formada por perfiles metálicos comerciales capaz de soportar los esfuerzos transmitidos por este equipo.

## **2. DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA**

---

La documentación de partida, aportada por IBERDROLA para la realización de los correspondientes trabajos de ingeniería, es la siguiente:



### **2.1. TOLVA**

- Planos del canal de vertido.
- Planos del transportador C4.
- Planos de la antigua galería y de la cinta.

### **2.2. ALIMENTADOR**

- Planos del fabricante
- Estado de cargas aportado por el fabricante del equipo

## **3. MEDIDAS ADOPTADAS**

A la vista de los planos de la galería aportados por IBERROLA, de los cálculos realizados y de los resultados obtenidos y que se describen en los apartados siguientes, se definen las nuevas estructuras que se reflejan en los correspondientes planos.

## **4. CÁLCULOS ESTRUCTURALES**

Para el cálculo de la estructura metálica de la tolva el software informático que se ha utilizado como ayuda de cálculo es el "NUEVO METAL 3D", de la empresa "CYPE Ingenieros, S.A.", específicamente diseñado para el cálculo y dimensionamiento de cualquier tipología de estructura metálica. Así mismo, se realizaron cuantas comprobaciones mediante cálculo manual se estimaron convenientes y necesarias.

En los apartados correspondientes de "Comprobaciones de cálculo" se exponen en detalle los cálculos realizados.

El cálculo de la estructura metálica se realizó de acuerdo a las siguientes consideraciones:

### **4.1. NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

La normativa consultada es la siguiente:



- Código Técnico de la Edificación.
- CTE DB SE A
- Eurocódigos
- “*Estructuras de acero. Uniones y sistemas estructurales*”. R. Argüelles Álvarez.
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
- Curso Aplicado de Cimentaciones- José M. Rodríguez Ortiz, Jesús Serra Gesta y Carlos Oteo Mazo.
- Hormigón Armado- Pedro Jiménez Montoya, Álvaro García Meseguer y Francisco Morán Cabré.

#### **4.2. MATERIALES**

Dado que las estructuras son de nueva construcción en su totalidad, se ha trabajado en el caso de perfilera con acero S 275-JR, con  $f_y = 2700 \text{ kp/cm}^2$ .

Los pernos de anclaje serán en acero B 500 S, de varilla corrugada, según se describe en planos.

Los coeficientes de minoración son:

- Hormigón: 1,50
- Acero de armaduras: 1,15
- Acero laminado: 1,05

#### **4.3. BASES DE CÁLCULO**

Para justificar la seguridad de la estructura objeto de este capítulo y su aptitud en servicio, se utilizará el método de los Estados Límite.

Los Estados Límite se clasifican en:



- Estados Límite de Servicio (ELS)
- Estados Límite Últimos (ELU).

**a) Estados Límite de Servicio (E.L.S.)**

Se consideran los siguientes:

- E.L.S. de deformaciones que afecten a la apariencia o funcionalidad de la obra, o que causen daño a los elementos no estructurales.
- La flecha relativa en vigas  $L/300$ , de acuerdo a lo expuesto en el CTE.

**b) Estados Límite Últimos (E.L.U.)**

Los estados límite últimos que se deben considerar son los siguientes:

- E.L.U. de pérdida de equilibrio, por falta de estabilidad de una parte o la totalidad de la estructura, considerada como un cuerpo rígido. Seguridad al vuelco y deslizamiento.
- E.L.U. de rotura, por deformación plástica excesiva, inestabilidad local o pérdida de estabilidad de una parte o de la totalidad de la estructura.

**4.4. METODOLOGÍA DE CÁLCULO**

El método de cálculo que se siguió es el siguiente:

Primero se definió la geometría (acotada) de la estructura a calcular y comprobar, definiendo el material a emplear (tipo de acero) y la tipología a emplear (acero laminado, armado o conformado). Así mismo se definieron los tipos de uniones entre las diferentes piezas, así como vinculaciones entre barras, y de éstas al nudo. De esta forma se pudieron definir cualquier tipo de apoyo, incluyendo la definición de apoyos elásticos en cualquier dirección.

De las estructuras metálicas de la tolva y de la soporte del alimentador (calculadas y dimensionadas con ayuda del software NUEVO METAL 3D), se han obtenido los esfuerzos pésimos en los apoyos con el fin del cálculo de las placas y



pernos de anclaje tanto de la tolva, como de la estructura soporte del alimentador, a la galería de hormigón existente.

#### **4.5. ACCIONES EN EL CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA**

##### **4.5.1. Tolva**

Las acciones que define el CTE DB SE-AE son las siguientes:

##### **Acciones permanente:**

##### ***Peso propio estructura:***

La carga se deduce de la geometría y tipo de perfilera de la estructura, considerando para la densidad, los siguientes valores:

(Acero estructural: 7,85 T/m<sup>3</sup>)

##### **Acciones variables (sobrecargas):**

##### ***Sobrecarga de Uso:***

La sobrecarga de uso de la tolva se ha calculado teniendo en cuenta una densidad del carbón de 2,3 Tn/m<sup>3</sup> y considerando que la tolva pudiera encontrarse totalmente llena de carbón. De acuerdo a este posible estado de carga, se han calculado las cargas a las que podría estar sometido cada uno de los perfiles que componen la estructura de refuerzo de la tolva. Comprobándose que los perfiles propuestos cumplen la totalidad de las comprobaciones obligadas por norma.

##### ***Viento:***

Dado que la nueva estructura a calcular se encuentra dentro de la galería existente, no está sometida a las acciones del viento.

##### ***Nieve:***

Dado que la nieve tiene una densidad menor que el carbón, no procede aplicar esta carga adicional.



| <i><b>ACCIÓN</b></i>    | <i><b>CLASIFICACIÓN</b></i> | <i><b>VALOR DE CÁLCULO</b></i>  |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Peso propio de la tolva | ACCIÓN<br>PERMANENTE        | Según programa de<br>cálculo    |
| Sobrecarga de uso       | ACCION<br>VARIABLE          | Carbón<br>2,3 Tn/m <sup>3</sup> |

#### **4.5.1. Soporte alimentador**

Las acciones que define el CTE DB SE-AE, así como las definidas por el fabricante del equipo, son las siguientes:

##### **Acciones permanente:**

##### ***Peso propio estructura:***

La carga se deduce de la geometría y tipo de perfilera de la estructura, considerando para la densidad, los siguientes valores:

(Acero estructural: 7,85 T/m<sup>3</sup>)

##### ***Peso propio del alimentador:***

Según dato aportado por el fabricante del equipo, el alimentador pesa 1430 Kg, repartidos el 60% en los 2 apoyos delanteros y el 40% en los 2 apoyos traseros.

##### **Acciones variables (sobrecargas):**

##### ***Sobrecarga de Uso:***

Según dato aportado por el fabricante del equipo, las sobrecargas debidas al funcionamiento del equipo son 2:

- Descarga de la tolva: Se trata de una sobrecarga de 800 Kg que se reparte al 60% en los apoyos delanteros y 40% en los traseros.



- Acciones dinámicas: Se trata de una carga de 240 Kg sobre cada uno de los 4 apoyos del equipo, con una dirección de 30° en el sentido longitudinal del equipo y sentido ascendente.

***Viento:***

Dado que la nueva estructura a calcular se encuentra dentro de la galería existente, no está sometida a las acciones del viento.

***Nieve:***

Dado que la nieve tiene una densidad menor que el carbón, no procede aplicar esta carga adicional.

**4.6. COMBINACIÓN Y MAYORACIÓN DE ACCIONES**

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

**Con coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

**Sin coeficientes de combinación**

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Dónde:



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

( $i \geq 1$ )

$\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

( $i \geq 1$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE**

| Persistente o transitoria |                                                  |              |                                        |                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                           | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                           | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente ( $G$ )  | 1.000                                            | 1.600        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga ( $Q$ )        | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.700                       |
| Viento ( $Q$ )            | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.600                       |
| Nieve ( $Q$ )             | 0.000                                            | 1.600        | 1.000                                  | 0.500                       |

**E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A**

| Persistente o transitoria |
|---------------------------|
|---------------------------|



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|                      | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|----------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                      | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G) | 0.800                                            | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)       | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.700                       |
| Viento (Q)           | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.600                       |
| Nieve (Q)            | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.500                       |

### Tensiones sobre el terreno

| Acciones variables sin sismo |                                                  |              |
|------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|
|                              | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              |
|                              | Favorable                                        | Desfavorable |
| Carga permanente (G)         | 1.000                                            | 1.000        |
| Sobrecarga (Q)               | 0.000                                            | 1.000        |
| Viento (Q)                   | 0.000                                            | 1.000        |
| Nieve (Q)                    | 0.000                                            | 1.000        |

### Desplazamientos

| Acciones variables sin sismo |                                                  |              |
|------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|
|                              | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              |
|                              | Favorable                                        | Desfavorable |
| Carga permanente (G)         | 1.000                                            | 1.000        |
| Sobrecarga (Q)               | 0.000                                            | 1.000        |
| Viento (Q)                   | 0.000                                            | 1.000        |



| Acciones variables sin sismo |                                                  |              |
|------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|
|                              | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              |
|                              | Favorable                                        | Desfavorable |
| Nieve (Q)                    | 0.000                                            | 1.000        |

Los coeficientes parciales de seguridad, pueden quedar reducidos en función de la simultaneidad de las acciones de acuerdo con las especificaciones incluidas en CTE-DB SE.

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad ( $\psi$ )

|                                                                                                            | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)                                                  |          |          |          |
| • Zonas residenciales (Categoría A)                                                                        | 0,7      | 0,5      | 0,3      |
| • Zonas administrativas (Categoría B)                                                                      | 0,7      | 0,5      | 0,3      |
| • Zonas destinadas al público (Categoría C)                                                                | 0,7      | 0,7      | 0,6      |
| • Zonas comerciales (Categoría D)                                                                          | 0,7      | 0,7      | 0,6      |
| • Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F) | 0,7      | 0,7      | 0,6      |
| • Cubiertas transitables (Categoría G)                                                                     |          | (1)      |          |
| • Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)                                         | 0        | 0        | 0        |
| Nieve                                                                                                      |          |          |          |
| • para altitudes > 1000 m                                                                                  | 0,7      | 0,5      | 0,2      |
| • para altitudes ≤ 1000 m                                                                                  | 0,5      | 0,2      | 0        |
| Viento                                                                                                     | 0,6      | 0,5      | 0        |
| Temperatura                                                                                                | 0,6      | 0,5      | 0        |
| Acciones variables del terreno                                                                             | 0,7      | 0,7      | 0,7      |

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

#### 4.7. OBTENCIÓN DE ESFUERZOS

Para cada combinación seleccionada se obtuvieron los esfuerzos mayorados o ponderados, que, en general, fueron:

- Axiles (en la dirección del eje x local)
- Cortantes (en la dirección de los ejes y y z locales)
- Momentos (en la dirección de los ejes y y z locales)
- Torsor (en la dirección del eje x local)



Estos esfuerzos se obtuvieron por hipótesis simples o por combinaciones de todos los estados considerados.

Todo ello sirvió para el estudio y comprobación de deformaciones y tensiones de las piezas.

#### **4.8. COMPROBACIÓN DE FLECHAS Y DESPLOMES**

Se realizaron las siguientes comprobaciones de flechas a fin de mantenerse dentro de las limitaciones o tolerancias impuestas por la norma:

- Flecha.
- Flecha activa.
- Flecha relativa.

Cada una de estas flechas, que se comprobaron para cada uno de los planos relativos a cada barra, se define de la siguiente manera:

- Flecha: Distancia máxima entre la recta de unión de los nudos extremos de una barra y la deformada de la barra.
- Flecha activa: Máxima diferencia en valor absoluto entre la flecha máxima y la flecha mínima de todas las combinaciones definidas en el estado de desplazamientos.
- Flecha relativa: Se establece como un cociente de la luz entre puntos de flecha de la barra, pudiendo haber, además de los nudos extremos de la barra con flecha nula, algún punto o puntos intermedios, en función de la deformada. Se ha tomado como valor límite  $L/300$ , según CTE.

Es decir, se estableció un límite, ya sea por un valor de flecha máxima, activa o relativa respecto a cada uno de los planos relativos de la barra.



#### **4.9. COMPROBACIÓN DE TENSION Y ESBELTEZ**

Se comprobaron y dimensionarán las barras de las distintas estructuras, de acuerdo a los criterios límite de tensión y esbeltez definidos en el CTE, tal y como se expone a continuación:

- Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)
- Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)
- Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)
- Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)
- Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)
- Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)
- Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)
- Abolladura por cortante del alma (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)
- Resistencia a cortante Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)
- Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)
- Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)
- Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)



- Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1)

#### **4.10. LISTADOS Y COMPROBACIONES**

Los listados y comprobaciones de cálculo de las 2 estructuras, se adjuntan en el documento “2.- COMPROBACIONES DE CÁLCULO”.

### **5. CÁLCULO DE PLACAS Y PERNOS DE ANCLAJE**

Se comprobó que las placas y pernos de anclaje diseñadas para cada una de las 2 estructuras cumplen, para las cargas transmitidas por la tolva y por el alimentador, con la normativa vigente. Los cálculos efectuados se incorporan en el capítulo correspondiente.

El cálculo de los pernos de ha realizado con acero B 500 S, de límite elástico  $f_{yk}=5097 \text{ kp/cm}^2$ .

Se comprobó la placa de anclaje bajo la hipótesis básica de placa rígida o hipótesis de Bernoulli.

Las comprobaciones que se efectuaron para validar una placa de anclaje se dividieron en tres grupos, según el elemento comprobado:

- Hormigón de la cimentación.
- Pernos de anclaje.
- Placa propiamente dicha, con sus rigidizadores si los hubiera.

#### **5.1. COMPROBACIÓN SOBRE EL HORMIGÓN**

Consiste en verificar que el punto más comprimido bajo la placa no supera la tensión admisible del hormigón. El método a usar es el de las tensiones admisibles, suponiendo una distribución triangular de tensiones sobre el hormigón.

#### **5.2. COMPROBACIÓN SOBRE LOS PERNOS**

Se realizaron tres grupos de combinaciones en cada perno:



- Tensión sobre el vástago: Consiste en comprobar que la tensión no supere la resistencia de cálculo del perno.
- Comprobación del hormigón circundante: Se comprobó que no se produzca fallo por ninguno de los siguientes motivos: Deslizamiento por pérdida de adherencia, arrancamiento por el cono de rotura y rotura por esfuerzo cortante (concentración de tensiones por efecto cuña).
- Aplastamiento de la placa: Se comprobó también que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

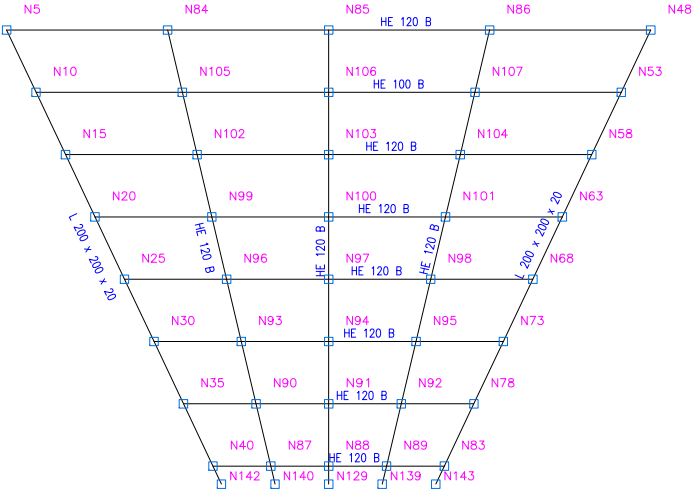
### **5.3. COMPROBACIÓN SOBRE LA PLACA**

Se realizaron las siguientes comprobaciones:

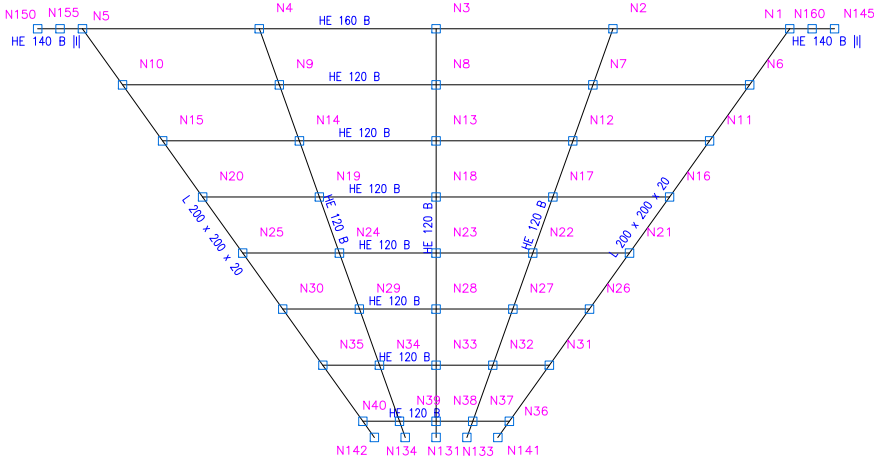
- Cálculo de las tensiones globales: Se comprobó frente a tensión las cuatro secciones definidas por el perímetro del perfil.
  - Cálculo de tensiones locales: Se comprobó todas las placas locales en las que perfil y rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Para cada una de estas placas locales, partiendo de la distribución de tensiones en el hormigón y de axiles en los pernos, se calculó su flector ponderado pésimo, comprobándose con el flector de agotamiento plástico.
- Comprobación de adherencia: Se comprobó la adherencia de acuerdo a lo indicado en la EHE.
- Tipo de anclaje del perno: Se ancló en prolongación recta y varilla corrugada, comprobándose que la longitud fijada cumple lo especificado en la norma.

# **COMPROBACIONES DE CÁLCULO** **TOLVA**

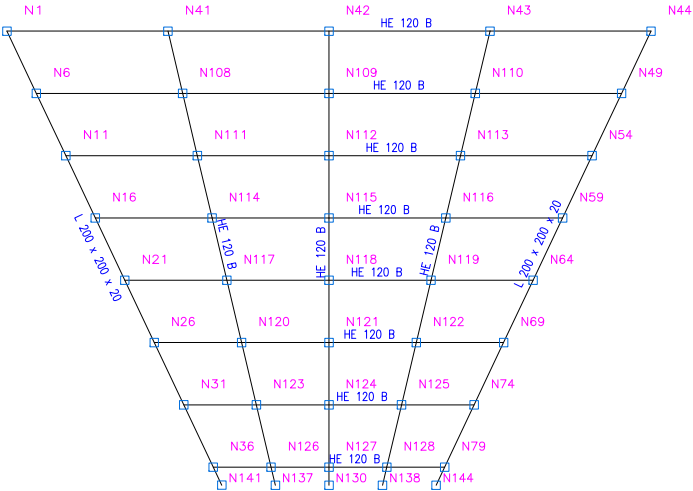
2D: panel 1



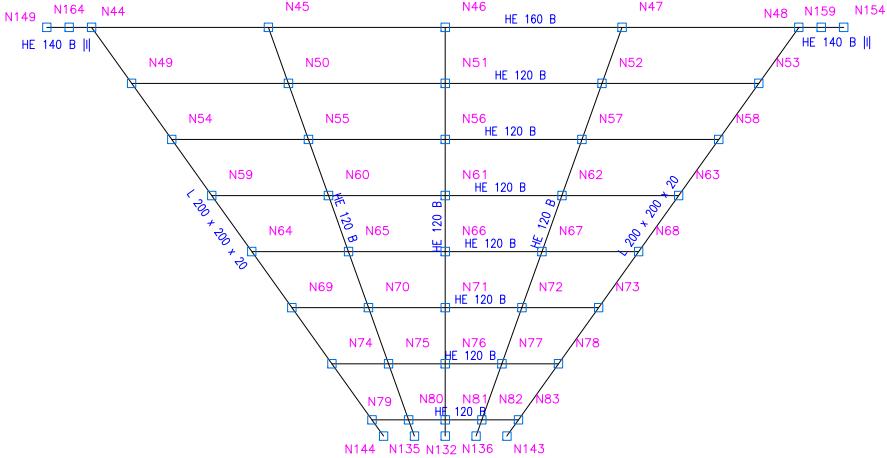
2D: panel 2



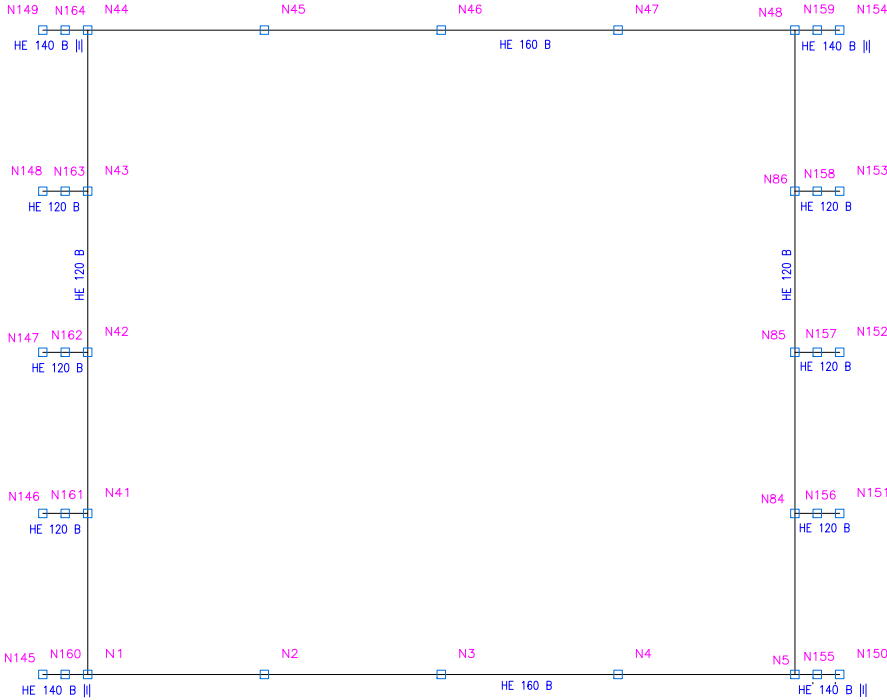
2D: panel 3



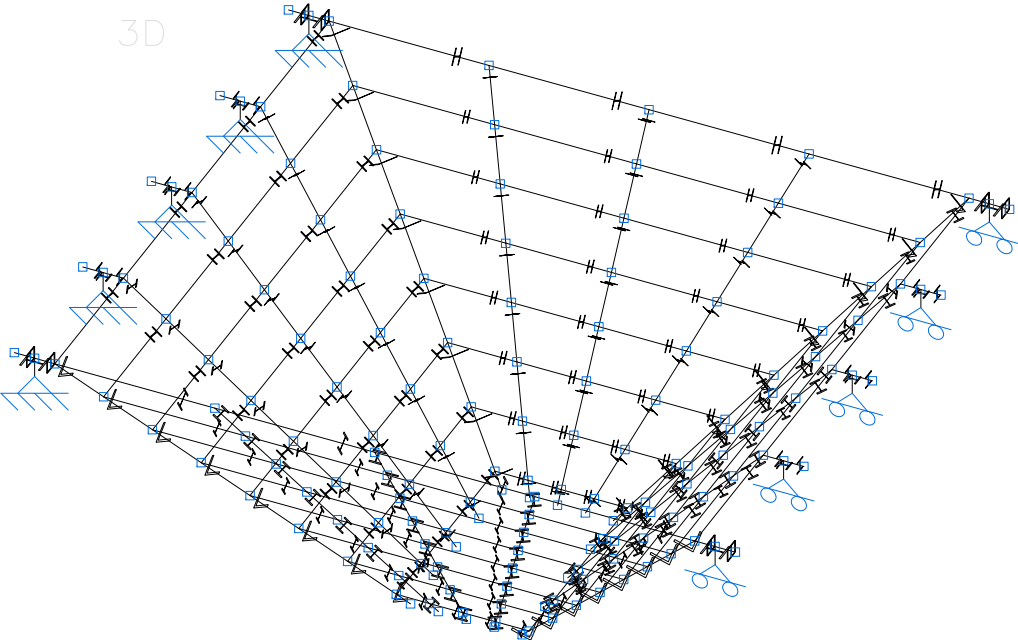
2D: panel 4



2D: apoyos



3D



|                                                                                               |                              |              |          |              |            |          |             |        |                                                      |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|----------|--------------|------------|----------|-------------|--------|------------------------------------------------------|----------------------|
| PROYECTO DE:<br>INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBÓN<br><br>EN TRANSPORTADOR C4. 'C.T. LADA' | EMPLAZAMIENTO:<br><br>"LADA" | CONSULTORES: | ESCALA:  |              | FECHA      | AUTOR    | REVISIONES: | AUTOR: | DESIGNACIÓN:<br><br>TOLVA<br><br>DEFINICIÓN DE NUDOS | N° PLANO:<br><br>N.1 |
|                                                                                               |                              |              | 1/150    |              | PROYECTADO | 03/12/14 |             |        |                                                      |                      |
|                                                                                               |                              |              |          |              | DIBUJADO   | 03/12/14 |             |        |                                                      |                      |
|                                                                                               |                              |              |          |              | REVISADO   |          |             |        |                                                      |                      |
|                                                                                               |                              |              |          |              | VERIFICADO |          |             |        |                                                      |                      |
|                                                                                               |                              |              | FORMATO: |              |            |          |             |        |                                                      |                      |
|                                                                                               |                              |              | A3       | REVISION: 00 |            |          |             |        |                                                      |                      |



## 1.- DATOS DE OBRA

### 1.1.- Normas consideradas

Hormigón: EHE-08-CTE

Aceros laminados y armados: CTE DB-SE A

### 1.2.- Estados límite

|                                  |                                                                                                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E.L.U. de rotura. Hormigón       | CTE<br>Categoría de uso: A. Zonas residenciales<br>Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| E.L.U. de rotura. Acero laminado | CTE<br>Categoría de uso: A. Zonas residenciales<br>Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m |
| Desplazamientos                  | Acciones características                                                                            |

#### 1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

##### Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

##### Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento  
( $i > 1$ )

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento  
( $i > 1$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:



### E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08-CTE

| Persistente o transitoria |                                                  |              |                                        |                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                           | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                           | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)      | 1.000                                            | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)            | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.700                       |

### E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A

| Persistente o transitoria |                                                  |              |                                        |                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                           | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                           | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente (G)      | 0.800                                            | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga (Q)            | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.700                       |

### Desplazamientos

| Acciones variables sin sismo |                                                  |              |  |
|------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|--|
|                              | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              |  |
|                              | Favorable                                        | Desfavorable |  |
| Carga permanente (G)         | 1.000                                            | 1.000        |  |
| Sobrecarga (Q)               | 0.000                                            | 1.000        |  |

### 1.2.2.- Combinaciones

#### ▪ Nombres de las hipótesis

G Carga permanente  
PESO PROPIO CHAPA #8MM PESO PROPIO CHAPA #8MM  
SOBRECARGA CARBON SOBRECARGA CARBON

#### ▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

| Comb. | G     | PESO PROPIO CHAPA #8MM | SOBRECARGA CARBON |
|-------|-------|------------------------|-------------------|
| 1     | 1.000 | 1.000                  |                   |
| 2     | 1.350 | 1.000                  |                   |
| 3     | 1.000 | 1.350                  |                   |
| 4     | 1.350 | 1.350                  |                   |
| 5     | 1.000 | 1.000                  | 1.500             |
| 6     | 1.350 | 1.000                  | 1.500             |
| 7     | 1.000 | 1.350                  | 1.500             |
| 8     | 1.350 | 1.350                  | 1.500             |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
 Universidad de Cantabria

▪ **E.L.U. de rotura. Acero laminado**

| Comb. | G     | PESO PROPIO CHAPA #8MM | SOBRECARGA CARBON |
|-------|-------|------------------------|-------------------|
| 1     | 0.800 | 0.800                  |                   |
| 2     | 1.350 | 0.800                  |                   |
| 3     | 0.800 | 1.350                  |                   |
| 4     | 1.350 | 1.350                  |                   |
| 5     | 0.800 | 0.800                  | 1.500             |
| 6     | 1.350 | 0.800                  | 1.500             |
| 7     | 0.800 | 1.350                  | 1.500             |
| 8     | 1.350 | 1.350                  | 1.500             |

▪ **Desplazamientos**

| Comb. | G     | PESO PROPIO CHAPA #8MM | SOBRECARGA CARBON |
|-------|-------|------------------------|-------------------|
| 1     | 1.000 | 1.000                  |                   |
| 2     | 1.000 | 1.000                  | 1.000             |

## 2.- ESTRUCTURA

### 2.1.- Geometría

#### 2.1.1.- Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

$U_x, U_y, U_z$ : Vector director de la recta o vector normal al plano de dependencia

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

| Nudos      |             |        |       |                      |            |            |            |            |            |              |       |       |       |                      |
|------------|-------------|--------|-------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------|-------|-------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas |        |       | Vinculación exterior |            |            |            |            |            |              |       |       |       | Vinculación interior |
|            | X(m)        | Y(m)   | Z(m)  | $\Delta_x$           | $\Delta_y$ | $\Delta_z$ | $\theta_x$ | $\theta_y$ | $\theta_z$ | Dependencias | $U_x$ | $U_y$ | $U_z$ |                      |
| N1         | -2.604      | -1.917 | 3.100 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N2         | -1.027      | -1.917 | 3.100 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N3         | 0.550       | -1.917 | 3.100 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N4         | 2.127       | -1.917 | 3.100 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N5         | 3.705       | -1.917 | 3.100 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N6         | -2.247      | -1.654 | 2.675 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N7         | -0.849      | -1.654 | 2.675 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N8         | 0.550       | -1.654 | 2.675 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N9         | 1.949       | -1.654 | 2.675 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N10        | 3.347       | -1.654 | 2.675 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N11        | -1.890      | -1.391 | 2.249 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |
| N12        | -0.670      | -1.391 | 2.249 | -                    | -          | -          | -          | -          | -          | -            | -     | -     | -     | Empotrado            |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|     |        |        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |           |
|-----|--------|--------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------|
| N13 | 0.550  | -1.391 | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N14 | 1.770  | -1.391 | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N15 | 2.990  | -1.391 | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N16 | -1.533 | -1.128 | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N17 | -0.491 | -1.128 | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N18 | 0.550  | -1.128 | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N19 | 1.591  | -1.128 | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N20 | 2.633  | -1.128 | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N21 | -1.175 | -0.865 | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N22 | -0.313 | -0.865 | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N23 | 0.550  | -0.865 | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N24 | 1.413  | -0.865 | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N25 | 2.275  | -0.865 | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N26 | -0.818 | -0.602 | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N27 | -0.134 | -0.602 | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N28 | 0.550  | -0.602 | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N29 | 1.234  | -0.602 | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N30 | 1.918  | -0.602 | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N31 | -0.461 | -0.339 | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N32 | 0.045  | -0.339 | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N33 | 0.550  | -0.339 | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N34 | 1.055  | -0.339 | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N35 | 1.561  | -0.339 | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N36 | -0.104 | -0.076 | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N37 | 0.223  | -0.076 | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N38 | 0.550  | -0.076 | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N39 | 0.877  | -0.076 | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N40 | 1.204  | -0.076 | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N41 | -2.604 | -0.480 | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N42 | -2.604 | 0.956  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N43 | -2.604 | 2.393  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N44 | -2.604 | 3.829  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N45 | -1.027 | 3.829  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N46 | 0.550  | 3.829  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N47 | 2.127  | 3.829  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N48 | 3.705  | 3.829  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N49 | -2.247 | 3.566  | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N50 | -0.849 | 3.566  | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N51 | 0.550  | 3.566  | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N52 | 1.949  | 3.566  | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N53 | 3.347  | 3.566  | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N54 | -1.890 | 3.303  | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N55 | -0.670 | 3.303  | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N56 | 0.550  | 3.303  | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N57 | 1.770  | 3.303  | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N58 | 2.990  | 3.303  | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N59 | -1.533 | 3.040  | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N60 | -0.491 | 3.040  | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N61 | 0.550  | 3.040  | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N62 | 1.591  | 3.040  | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N63 | 2.633  | 3.040  | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|      |        |        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |           |
|------|--------|--------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----------|
| N64  | -1.175 | 2.777  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N65  | -0.313 | 2.777  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N66  | 0.550  | 2.777  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N67  | 1.413  | 2.777  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N68  | 2.275  | 2.777  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N69  | -0.818 | 2.514  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N70  | -0.134 | 2.514  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N71  | 0.550  | 2.514  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N72  | 1.234  | 2.514  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N73  | 1.918  | 2.514  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N74  | -0.461 | 2.251  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N75  | 0.045  | 2.251  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N76  | 0.550  | 2.251  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N77  | 1.055  | 2.251  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N78  | 1.561  | 2.251  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N79  | -0.104 | 1.988  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N80  | 0.223  | 1.988  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N81  | 0.550  | 1.988  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N82  | 0.877  | 1.988  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N83  | 1.204  | 1.988  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N84  | 3.705  | -0.480 | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N85  | 3.705  | 0.956  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N86  | 3.705  | 2.393  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N87  | 1.204  | 0.440  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N88  | 1.204  | 0.956  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N89  | 1.204  | 1.472  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N90  | 1.561  | 0.308  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N91  | 1.561  | 0.956  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N92  | 1.561  | 1.604  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N93  | 1.918  | 0.177  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N94  | 1.918  | 0.956  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N95  | 1.918  | 1.735  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N96  | 2.275  | 0.045  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N97  | 2.275  | 0.956  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N98  | 2.275  | 1.867  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N99  | 2.633  | -0.086 | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N100 | 2.633  | 0.956  | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N101 | 2.633  | 1.998  | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N102 | 2.990  | -0.218 | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N103 | 2.990  | 0.956  | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N104 | 2.990  | 2.130  | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N105 | 3.347  | -0.349 | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N106 | 3.347  | 0.956  | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N107 | 3.347  | 2.261  | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N108 | -2.247 | -0.349 | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N109 | -2.247 | 0.956  | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N110 | -2.247 | 2.261  | 2.675 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N111 | -1.890 | -0.218 | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N112 | -1.890 | 0.956  | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N113 | -1.890 | 2.130  | 2.249 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N114 | -1.533 | -0.086 | 1.824 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Empotrado |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|      |        |        |       |   |   |   |   |   |   |       |       |       |       |           |
|------|--------|--------|-------|---|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-----------|
| N115 | -1.533 | 0.956  | 1.824 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N116 | -1.533 | 1.998  | 1.824 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N117 | -1.175 | 0.045  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N118 | -1.175 | 0.956  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N119 | -1.175 | 1.867  | 1.399 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N120 | -0.818 | 0.177  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N121 | -0.818 | 0.956  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N122 | -0.818 | 1.735  | 0.974 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N123 | -0.461 | 0.308  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N124 | -0.461 | 0.956  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N125 | -0.461 | 1.604  | 0.548 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N126 | -0.104 | 0.440  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N127 | -0.104 | 0.956  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N128 | -0.104 | 1.472  | 0.123 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N129 | 1.100  | 0.956  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N130 | 0.000  | 0.956  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N131 | 0.550  | 0.000  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N132 | 0.550  | 1.912  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N133 | 0.275  | 0.000  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N134 | 0.825  | 0.000  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N135 | 0.275  | 1.912  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N136 | 0.825  | 1.912  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N137 | 0.000  | 0.478  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N138 | 0.000  | 1.434  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N139 | 1.100  | 1.434  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N140 | 1.100  | 0.478  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N141 | 0.000  | 0.000  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N142 | 1.100  | 0.000  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N143 | 1.100  | 1.912  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N144 | 0.000  | 1.912  | 0.000 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N145 | -3.004 | -1.917 | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N146 | -3.004 | -0.480 | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N147 | -3.004 | 0.956  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N148 | -3.004 | 2.393  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N149 | -3.004 | 3.829  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N150 | 4.105  | -1.917 | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N151 | 4.105  | -0.480 | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N152 | 4.105  | 0.956  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N153 | 4.105  | 2.393  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N154 | 4.105  | 3.829  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N155 | 3.905  | -1.917 | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N156 | 3.905  | -0.480 | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N157 | 3.905  | 0.956  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N158 | 3.905  | 2.393  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N159 | 3.905  | 3.829  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N160 | -2.804 | -1.917 | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N161 | -2.804 | -0.480 | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N162 | -2.804 | 0.956  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N163 | -2.804 | 2.393  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N164 | -2.804 | 3.829  | 3.100 | - | - | - | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N165 | 3.905  | -1.917 | 2.900 | - | X | X | - | - | - | Recta | 1.000 | 0.000 | 0.000 | Empotrado |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
 Universidad de Cantabria

|      |        |        |       |   |   |   |   |   |   |       |       |       |       |           |
|------|--------|--------|-------|---|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-----------|
| N166 | 3.905  | -0.480 | 2.900 | - | X | X | - | - | - | Recta | 1.000 | 0.000 | 0.000 | Empotrado |
| N167 | 3.905  | 0.956  | 2.900 | - | X | X | - | - | - | Recta | 1.000 | 0.000 | 0.000 | Empotrado |
| N168 | 3.905  | 2.393  | 2.900 | - | X | X | - | - | - | Recta | 1.000 | 0.000 | 0.000 | Empotrado |
| N169 | 3.905  | 3.829  | 2.900 | - | X | X | - | - | - | Recta | 1.000 | 0.000 | 0.000 | Empotrado |
| N170 | -2.804 | 3.829  | 2.900 | X | X | X | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N171 | -2.804 | 2.393  | 2.900 | X | X | X | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N172 | -2.804 | 0.956  | 2.900 | X | X | X | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N173 | -2.804 | -0.480 | 2.900 | X | X | X | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |
| N174 | -2.804 | -1.917 | 2.900 | X | X | X | - | - | - | -     | -     | -     | -     | Empotrado |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
 Universidad de Cantabria

## 2.1.2.- Barras

### 2.1.2.1.- Materiales utilizados

| Materiales utilizados                                                                                                                                                                   |             |                        |                        |                                     |                       |                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Material                                                                                                                                                                                |             | E(kp/cm <sup>2</sup> ) | G(kp/cm <sup>2</sup> ) | $\sigma_e$<br>(kp/cm <sup>2</sup> ) | $\alpha_t$<br>(m/m°C) | $\gamma$<br>(kg/dm <sup>3</sup> ) |
| Tipo                                                                                                                                                                                    | Designación |                        |                        |                                     |                       |                                   |
| Acero laminado                                                                                                                                                                          | S275        | 2100000.00             | 807692.31              | 2803.26                             | 1.2e-005              | 7.85                              |
| Notación:<br><i>E</i> : Módulo de elasticidad<br><i>G</i> : Módulo de cortadura<br>$\sigma_e$ : Límite elástico<br>$\alpha_t$ : Coeficiente de dilatación<br>$\gamma$ : Peso específico |             |                        |                        |                                     |                       |                                   |

### 2.1.2.2.- Descripción

| Descripción    |             |               |              |                |                 |              |              |                           |                           |
|----------------|-------------|---------------|--------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| Material       |             | Barra(Ni/Nf ) | Pieza(Ni/Nf) | Perfil(Serie)  | Longitud<br>(m) | $\beta_{xy}$ | $\beta_{xz}$ | Lb <sup>Sup.</sup><br>(m) | Lb <sup>Inf.</sup><br>(m) |
| Tipo           | Designación |               |              |                |                 |              |              |                           |                           |
| Acero laminado | S275        | N1/N2         | N1/N5        | HE 160 B (HEB) | 1.58            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N2/N3         | N1/N5        | HE 160 B (HEB) | 1.58            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N3/N4         | N1/N5        | HE 160 B (HEB) | 1.58            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N4/N5         | N1/N5        | HE 160 B (HEB) | 1.58            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N6/N7         | N6/N10       | HE 120 B (HEB) | 1.40            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N7/N8         | N6/N10       | HE 120 B (HEB) | 1.40            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N8/N9         | N6/N10       | HE 120 B (HEB) | 1.40            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N9/N10        | N6/N10       | HE 120 B (HEB) | 1.40            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N11/N12       | N11/N15      | HE 120 B (HEB) | 1.22            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N12/N13       | N11/N15      | HE 120 B (HEB) | 1.22            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N13/N14       | N11/N15      | HE 120 B (HEB) | 1.22            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N14/N15       | N11/N15      | HE 120 B (HEB) | 1.22            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N16/N17       | N16/N20      | HE 120 B (HEB) | 1.04            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N17/N18       | N16/N20      | HE 120 B (HEB) | 1.04            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N18/N19       | N16/N20      | HE 120 B (HEB) | 1.04            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N19/N20       | N16/N20      | HE 120 B (HEB) | 1.04            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N21/N22       | N21/N25      | HE 120 B (HEB) | 0.86            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N22/N23       | N21/N25      | HE 120 B (HEB) | 0.86            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N23/N24       | N21/N25      | HE 120 B (HEB) | 0.86            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N24/N25       | N21/N25      | HE 120 B (HEB) | 0.86            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N26/N27       | N26/N30      | HE 120 B (HEB) | 0.68            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N27/N28       | N26/N30      | HE 120 B (HEB) | 0.68            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N28/N29       | N26/N30      | HE 120 B (HEB) | 0.68            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N29/N30       | N26/N30      | HE 120 B (HEB) | 0.68            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N31/N32       | N31/N35      | HE 120 B (HEB) | 0.51            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N32/N33       | N31/N35      | HE 120 B (HEB) | 0.51            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N33/N34       | N31/N35      | HE 120 B (HEB) | 0.51            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N34/N35       | N31/N35      | HE 120 B (HEB) | 0.51            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N36/N37       | N36/N40      | HE 120 B (HEB) | 0.33            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N37/N38       | N36/N40      | HE 120 B (HEB) | 0.33            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |
|                |             | N38/N39       | N36/N40      | HE 120 B (HEB) | 0.33            | 1.00         | 1.00         | -                         | -                         |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
“INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR”  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|  |         |         |                |      |      |      |   |   |
|--|---------|---------|----------------|------|------|------|---|---|
|  | N39/N40 | N36/N40 | HE 120 B (HEB) | 0.33 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N1/N41  | N1/N44  | HE 120 B (HEB) | 1.44 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N41/N42 | N1/N44  | HE 120 B (HEB) | 1.44 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N42/N43 | N1/N44  | HE 120 B (HEB) | 1.44 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N43/N44 | N1/N44  | HE 120 B (HEB) | 1.44 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N44/N45 | N44/N48 | HE 160 B (HEB) | 1.58 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N45/N46 | N44/N48 | HE 160 B (HEB) | 1.58 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N46/N47 | N44/N48 | HE 160 B (HEB) | 1.58 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N47/N48 | N44/N48 | HE 160 B (HEB) | 1.58 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N49/N50 | N49/N53 | HE 120 B (HEB) | 1.40 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N50/N51 | N49/N53 | HE 120 B (HEB) | 1.40 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N51/N52 | N49/N53 | HE 120 B (HEB) | 1.40 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N52/N53 | N49/N53 | HE 120 B (HEB) | 1.40 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N54/N55 | N54/N58 | HE 120 B (HEB) | 1.22 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N55/N56 | N54/N58 | HE 120 B (HEB) | 1.22 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N56/N57 | N54/N58 | HE 120 B (HEB) | 1.22 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N57/N58 | N54/N58 | HE 120 B (HEB) | 1.22 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N59/N60 | N59/N63 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N60/N61 | N59/N63 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N61/N62 | N59/N63 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N62/N63 | N59/N63 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N64/N65 | N64/N68 | HE 120 B (HEB) | 0.86 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N65/N66 | N64/N68 | HE 120 B (HEB) | 0.86 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N66/N67 | N64/N68 | HE 120 B (HEB) | 0.86 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N67/N68 | N64/N68 | HE 120 B (HEB) | 0.86 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N69/N70 | N69/N73 | HE 120 B (HEB) | 0.68 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N70/N71 | N69/N73 | HE 120 B (HEB) | 0.68 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N71/N72 | N69/N73 | HE 120 B (HEB) | 0.68 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N72/N73 | N69/N73 | HE 120 B (HEB) | 0.68 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N74/N75 | N74/N78 | HE 120 B (HEB) | 0.51 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N75/N76 | N74/N78 | HE 120 B (HEB) | 0.51 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N76/N77 | N74/N78 | HE 120 B (HEB) | 0.51 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N77/N78 | N74/N78 | HE 120 B (HEB) | 0.51 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N79/N80 | N79/N83 | HE 120 B (HEB) | 0.33 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N80/N81 | N79/N83 | HE 120 B (HEB) | 0.33 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N81/N82 | N79/N83 | HE 120 B (HEB) | 0.33 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N82/N83 | N79/N83 | HE 120 B (HEB) | 0.33 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N5/N84  | N5/N48  | HE 120 B (HEB) | 1.44 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N84/N85 | N5/N48  | HE 120 B (HEB) | 1.44 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N85/N86 | N5/N48  | HE 120 B (HEB) | 1.44 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N86/N48 | N5/N48  | HE 120 B (HEB) | 1.44 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N40/N87 | N40/N83 | HE 120 B (HEB) | 0.52 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N87/N88 | N40/N83 | HE 120 B (HEB) | 0.52 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N88/N89 | N40/N83 | HE 120 B (HEB) | 0.52 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N89/N83 | N40/N83 | HE 120 B (HEB) | 0.52 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N35/N90 | N35/N78 | HE 120 B (HEB) | 0.65 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  | N90/N91 | N35/N78 | HE 120 B (HEB) | 0.65 | 1.00 | 1.00 | - | - |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
“INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR”  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|  |  |           |         |                |      |      |      |   |   |
|--|--|-----------|---------|----------------|------|------|------|---|---|
|  |  | N91/N92   | N35/N78 | HE 120 B (HEB) | 0.65 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N92/N78   | N35/N78 | HE 120 B (HEB) | 0.65 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N30/N93   | N30/N73 | HE 120 B (HEB) | 0.78 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N93/N94   | N30/N73 | HE 120 B (HEB) | 0.78 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N94/N95   | N30/N73 | HE 120 B (HEB) | 0.78 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N95/N73   | N30/N73 | HE 120 B (HEB) | 0.78 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N25/N96   | N25/N68 | HE 120 B (HEB) | 0.91 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N96/N97   | N25/N68 | HE 120 B (HEB) | 0.91 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N97/N98   | N25/N68 | HE 120 B (HEB) | 0.91 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N98/N68   | N25/N68 | HE 120 B (HEB) | 0.91 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N20/N99   | N20/N63 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N99/N100  | N20/N63 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N100/N101 | N20/N63 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N101/N63  | N20/N63 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N15/N102  | N15/N58 | HE 120 B (HEB) | 1.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N102/N103 | N15/N58 | HE 120 B (HEB) | 1.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N103/N104 | N15/N58 | HE 120 B (HEB) | 1.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N104/N58  | N15/N58 | HE 120 B (HEB) | 1.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N10/N105  | N10/N53 | HE 100 B (HEB) | 1.31 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N105/N106 | N10/N53 | HE 100 B (HEB) | 1.31 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N106/N107 | N10/N53 | HE 100 B (HEB) | 1.31 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N107/N53  | N10/N53 | HE 100 B (HEB) | 1.31 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N6/N108   | N6/N49  | HE 120 B (HEB) | 1.31 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N108/N109 | N6/N49  | HE 120 B (HEB) | 1.31 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N109/N110 | N6/N49  | HE 120 B (HEB) | 1.31 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N110/N49  | N6/N49  | HE 120 B (HEB) | 1.31 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N11/N111  | N11/N54 | HE 120 B (HEB) | 1.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N111/N112 | N11/N54 | HE 120 B (HEB) | 1.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N112/N113 | N11/N54 | HE 120 B (HEB) | 1.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N113/N54  | N11/N54 | HE 120 B (HEB) | 1.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N16/N114  | N16/N59 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N114/N115 | N16/N59 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N115/N116 | N16/N59 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N116/N59  | N16/N59 | HE 120 B (HEB) | 1.04 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N21/N117  | N21/N64 | HE 120 B (HEB) | 0.91 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N117/N118 | N21/N64 | HE 120 B (HEB) | 0.91 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N118/N119 | N21/N64 | HE 120 B (HEB) | 0.91 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N119/N64  | N21/N64 | HE 120 B (HEB) | 0.91 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N26/N120  | N26/N69 | HE 120 B (HEB) | 0.78 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N120/N121 | N26/N69 | HE 120 B (HEB) | 0.78 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N121/N122 | N26/N69 | HE 120 B (HEB) | 0.78 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N122/N69  | N26/N69 | HE 120 B (HEB) | 0.78 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N31/N123  | N31/N74 | HE 120 B (HEB) | 0.65 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N123/N124 | N31/N74 | HE 120 B (HEB) | 0.65 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N124/N125 | N31/N74 | HE 120 B (HEB) | 0.65 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N125/N74  | N31/N74 | HE 120 B (HEB) | 0.65 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N36/N126  | N36/N79 | HE 120 B (HEB) | 0.52 | 1.00 | 1.00 | - | - |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|           |          |                |      |      |      |   |   |
|-----------|----------|----------------|------|------|------|---|---|
| N126/N127 | N36/N79  | HE 120 B (HEB) | 0.52 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N127/N128 | N36/N79  | HE 120 B (HEB) | 0.52 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N128/N79  | N36/N79  | HE 120 B (HEB) | 0.52 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N129/N88  | N129/N85 | HE 120 B (HEB) | 0.16 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N88/N91   | N129/N85 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N91/N94   | N129/N85 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N94/N97   | N129/N85 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N97/N100  | N129/N85 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N100/N103 | N129/N85 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N103/N106 | N129/N85 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N106/N85  | N129/N85 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N130/N127 | N130/N42 | HE 120 B (HEB) | 0.16 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N127/N124 | N130/N42 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N124/N121 | N130/N42 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N121/N118 | N130/N42 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N118/N115 | N130/N42 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N115/N112 | N130/N42 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N112/N109 | N130/N42 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N109/N42  | N130/N42 | HE 120 B (HEB) | 0.56 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N131/N38  | N131/N3  | HE 120 B (HEB) | 0.14 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N38/N33   | N131/N3  | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N33/N28   | N131/N3  | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N28/N23   | N131/N3  | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N23/N18   | N131/N3  | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N18/N13   | N131/N3  | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N13/N8    | N131/N3  | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N8/N3     | N131/N3  | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N132/N81  | N132/N46 | HE 120 B (HEB) | 0.14 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N81/N76   | N132/N46 | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N76/N71   | N132/N46 | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N71/N66   | N132/N46 | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N66/N61   | N132/N46 | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N61/N56   | N132/N46 | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N56/N51   | N132/N46 | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N51/N46   | N132/N46 | HE 120 B (HEB) | 0.50 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N133/N37  | N133/N2  | HE 120 B (HEB) | 0.15 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N37/N32   | N133/N2  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N32/N27   | N133/N2  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N27/N22   | N133/N2  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N22/N17   | N133/N2  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N17/N12   | N133/N2  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N12/N7    | N133/N2  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N7/N2     | N133/N2  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N134/N39  | N134/N4  | HE 120 B (HEB) | 0.15 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N39/N34   | N134/N4  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N34/N29   | N134/N4  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N29/N24   | N134/N4  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|           |          |                |      |      |      |   |   |
|-----------|----------|----------------|------|------|------|---|---|
| N24/N19   | N134/N4  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N19/N14   | N134/N4  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N14/N9    | N134/N4  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N9/N4     | N134/N4  | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N135/N80  | N135/N45 | HE 120 B (HEB) | 0.15 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N80/N75   | N135/N45 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N75/N70   | N135/N45 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N70/N65   | N135/N45 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N65/N60   | N135/N45 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N60/N55   | N135/N45 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N55/N50   | N135/N45 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N50/N45   | N135/N45 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N136/N82  | N136/N47 | HE 120 B (HEB) | 0.15 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N82/N77   | N136/N47 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N77/N72   | N136/N47 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N72/N67   | N136/N47 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N67/N62   | N136/N47 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N62/N57   | N136/N47 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N57/N52   | N136/N47 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N52/N47   | N136/N47 | HE 120 B (HEB) | 0.53 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N137/N126 | N137/N41 | HE 120 B (HEB) | 0.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N126/N123 | N137/N41 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N123/N120 | N137/N41 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N120/N117 | N137/N41 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N117/N114 | N137/N41 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N114/N111 | N137/N41 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N111/N108 | N137/N41 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N108/N41  | N137/N41 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N138/N128 | N138/N43 | HE 120 B (HEB) | 0.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N128/N125 | N138/N43 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N125/N122 | N138/N43 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N122/N119 | N138/N43 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N119/N116 | N138/N43 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N116/N113 | N138/N43 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N113/N110 | N138/N43 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N110/N43  | N138/N43 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N139/N89  | N139/N86 | HE 120 B (HEB) | 0.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N89/N92   | N139/N86 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N92/N95   | N139/N86 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N95/N98   | N139/N86 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N98/N101  | N139/N86 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N101/N104 | N139/N86 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N104/N107 | N139/N86 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N107/N86  | N139/N86 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N140/N87  | N140/N84 | HE 120 B (HEB) | 0.17 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N87/N90   | N140/N84 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
| N90/N93   | N140/N84 | HE 120 B (HEB) | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
“INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR”  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|  |  |           |          |                      |      |      |      |   |   |
|--|--|-----------|----------|----------------------|------|------|------|---|---|
|  |  | N93/N96   | N140/N84 | HE 120 B (HEB)       | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N96/N99   | N140/N84 | HE 120 B (HEB)       | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N99/N102  | N140/N84 | HE 120 B (HEB)       | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N102/N105 | N140/N84 | HE 120 B (HEB)       | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N105/N84  | N140/N84 | HE 120 B (HEB)       | 0.57 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N141/N36  | N141/N1  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.18 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N36/N31   | N141/N1  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N31/N26   | N141/N1  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N26/N21   | N141/N1  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N21/N16   | N141/N1  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N16/N11   | N141/N1  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N11/N6    | N141/N1  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N6/N1     | N141/N1  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N142/N40  | N142/N5  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.18 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N40/N35   | N142/N5  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N35/N30   | N142/N5  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N30/N25   | N142/N5  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N25/N20   | N142/N5  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N20/N15   | N142/N5  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N15/N10   | N142/N5  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N10/N5    | N142/N5  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N143/N83  | N143/N48 | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.18 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N83/N78   | N143/N48 | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N78/N73   | N143/N48 | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N73/N68   | N143/N48 | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N68/N63   | N143/N48 | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N63/N58   | N143/N48 | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N58/N53   | N143/N48 | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
“INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR”  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|  |  |           |           |                      |      |      |      |   |   |
|--|--|-----------|-----------|----------------------|------|------|------|---|---|
|  |  | N53/N48   | N143/N48  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N144/N79  | N144/N44  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.18 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N79/N74   | N144/N44  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N74/N69   | N144/N44  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N69/N64   | N144/N44  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N64/N59   | N144/N44  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N59/N54   | N144/N44  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N54/N49   | N144/N44  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N49/N44   | N144/N44  | L 200 x 200 x 20 (L) | 0.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N145/N160 | N145/N1   | HE 140 B  I  (HEB)   | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N160/N1   | N145/N1   | HE 140 B  I  (HEB)   | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N146/N161 | N146/N41  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N161/N41  | N146/N41  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N147/N162 | N147/N42  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N162/N42  | N147/N42  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N148/N163 | N148/N43  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N163/N43  | N148/N43  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N149/N164 | N149/N44  | HE 140 B  I  (HEB)   | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N164/N44  | N149/N44  | HE 140 B  I  (HEB)   | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N5/N155   | N5/N150   | HE 140 B  I  (HEB)   | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N155/N150 | N5/N150   | HE 140 B  I  (HEB)   | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N84/N156  | N84/N151  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N156/N151 | N84/N151  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N85/N157  | N85/N152  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N157/N152 | N85/N152  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N86/N158  | N86/N153  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N158/N153 | N86/N153  | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N48/N159  | N48/N154  | HE 140 B  I  (HEB)   | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N159/N154 | N48/N154  | HE 140 B  I  (HEB)   | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N165/N155 | N165/N155 | HE 200 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N166/N156 | N166/N156 | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N167/N157 | N167/N157 | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N168/N158 | N168/N158 | HE 120 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N169/N159 | N169/N159 | HE 200 B (HEB)       | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
 Universidad de Cantabria

|  |  |           |           |                |      |      |      |   |   |
|--|--|-----------|-----------|----------------|------|------|------|---|---|
|  |  | N170/N164 | N170/N164 | HE 200 B (HEB) | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N171/N163 | N171/N163 | HE 120 B (HEB) | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N172/N162 | N172/N162 | HE 120 B (HEB) | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N173/N161 | N173/N161 | HE 120 B (HEB) | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N174/N160 | N174/N160 | HE 200 B (HEB) | 0.20 | 1.00 | 1.00 | - | - |

**Notación:**  
*Ni*: Nudo inicial  
*Nf*: Nudo final  
 $\beta_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\beta_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
*Lb<sub>sup</sub>*: Separación entre arriostramientos del ala superior  
*Lb<sub>inf</sub>*: Separación entre arriostramientos del ala inferior

### 2.1.2.3.- Características mecánicas

| Tipos de pieza |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ref.           | Piezas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 1              | N1/N5 y N44/N48                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2              | N6/N10, N11/N15, N16/N20, N21/N25, N26/N30, N31/N35, N36/N40, N1/N44, N49/N53, N54/N58, N59/N63, N64/N68, N69/N73, N74/N78, N79/N83, N5/N48, N40/N83, N35/N78, N30/N73, N25/N68, N20/N63, N15/N58, N6/N49, N11/N54, N16/N59, N21/N64, N26/N69, N31/N74, N36/N79, N129/N85, N130/N42, N131/N3, N132/N46, N133/N2, N134/N4, N135/N45, N136/N47, N137/N41, N138/N43, N139/N86, N140/N84, N146/N41, N147/N42, N148/N43, N84/N151, N85/N152, N86/N153, N166/N156, N167/N157, N168/N158, N171/N163, N172/N162 y N173/N161 |
| 3              | N10/N53                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4              | N141/N1, N142/N5, N143/N48 y N144/N44                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5              | N145/N1, N149/N44, N5/N150 y N48/N154                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 6              | N165/N155, N169/N159, N170/N164 y N174/N160                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Características mecánicas |             |      |                                                                                                  |                     |                       |                       |                       |
|---------------------------|-------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Material                  |             | Ref. | Descripción                                                                                      | A(cm <sup>2</sup> ) | Iyy(cm <sup>4</sup> ) | Izz(cm <sup>4</sup> ) | Ixx(cm <sup>4</sup> ) |
| Tipo                      | Designación |      |                                                                                                  |                     |                       |                       |                       |
| Acero laminado            | S275        | 1    | HE 160 B , Perfil simple, (HEB)                                                                  | 54.30               | 2492.00               | 889.20                | 31.24                 |
|                           |             | 2    | HE 120 B , Perfil simple, (HEB)                                                                  | 34.00               | 864.40                | 317.50                | 13.84                 |
|                           |             | 3    | HE 100 B , Perfil simple, (HEB)                                                                  | 26.00               | 449.50                | 167.30                | 9.25                  |
|                           |             | 4    | L 200 x 200 x 20, Perfil simple, (L)                                                             | 76.30               | 2851.00               | 2851.00               | 101.33                |
|                           |             | 5    | HE 140 B , Con platabandas laterales, (HEB)<br>Cordón continuo<br>Espesor de platabanda: 15.0 mm | 79.00               | 1941.00               | 2718.70               | 3706.49               |
|                           |             | 6    | HE 200 B , Perfil simple, (HEB)                                                                  | 78.10               | 5696.00               | 2003.00               | 59.28                 |

**Notación:**  
*Ref.*: Referencia  
*A*: Sección  
*Iyy*: Inercia flexión Iyy  
*Izz*: Inercia flexión Izz  
*Ixx*: Inercia torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.



## 2.2.- Cargas

### 2.2.1.- Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- ⇒ Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- ⇒ Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- ⇒ Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- ⇒ Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- ⇒ Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- ⇒ Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- ⇒ Cargas puntuales: t
- ⇒ Momentos puntuales: t·m.
- ⇒ Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.
- ⇒ Incrementos de temperatura: °C.

| Cargas en barras |                        |          |         |    |          |       |          |           |       |        |
|------------------|------------------------|----------|---------|----|----------|-------|----------|-----------|-------|--------|
| Barra            | Hipótesis              | Tipo     | Valores |    | Posición |       | Ejes     | Dirección |       |        |
|                  |                        |          | P1      | P2 | L1(m)    | L2(m) |          | X         | Y     | Z      |
| N1/N2            | Carga permanente       | Uniforme | 0.043   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N1/N2            | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N2/N3            | Carga permanente       | Uniforme | 0.043   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N2/N3            | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N3/N4            | Carga permanente       | Uniforme | 0.043   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N3/N4            | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N4/N5            | Carga permanente       | Uniforme | 0.043   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N4/N5            | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N6/N7            | Carga permanente       | Uniforme | 0.027   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N6/N7            | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N6/N7            | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N7/N8            | Carga permanente       | Uniforme | 0.027   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N7/N8            | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N7/N8            | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N8/N9            | Carga permanente       | Uniforme | 0.027   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N8/N9            | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |
| N8/N9            | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240   | -  | -        | -     | Globales | 0.000     | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|         |                        |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|---------|------------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N9/N10  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N9/N10  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N9/N10  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N11/N12 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N11/N12 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N11/N12 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N12/N13 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N12/N13 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N12/N13 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N14 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N14 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N14 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N14/N15 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N14/N15 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N14/N15 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N16/N17 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N16/N17 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N16/N17 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N17/N18 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N17/N18 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N17/N18 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N18/N19 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N18/N19 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N18/N19 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N19/N20 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N19/N20 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N19/N20 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N21/N22 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N21/N22 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N21/N22 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N22/N23 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N22/N23 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N22/N23 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N23/N24 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N23/N24 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N23/N24 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N24/N25 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N24/N25 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N24/N25 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N26/N27 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N26/N27 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N26/N27 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N27/N28 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N27/N28 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N27/N28 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N28/N29 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N28/N29 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|         |                        |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|---------|------------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N28/N29 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N29/N30 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N29/N30 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N29/N30 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N31/N32 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N31/N32 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N31/N32 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N32/N33 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N32/N33 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N32/N33 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N33/N34 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N33/N34 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N33/N34 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N34/N35 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N34/N35 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N34/N35 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N36/N37 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N36/N37 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N36/N37 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N37/N38 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N37/N38 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N37/N38 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N38/N39 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N38/N39 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N38/N39 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N39/N40 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N39/N40 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N39/N40 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N1/N41  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N1/N41  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N41/N42 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N41/N42 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N42/N43 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N42/N43 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N43/N44 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N43/N44 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N44/N45 | Carga permanente       | Uniforme | 0.043 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N44/N45 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N45/N46 | Carga permanente       | Uniforme | 0.043 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N45/N46 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N46/N47 | Carga permanente       | Uniforme | 0.043 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N46/N47 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N47/N48 | Carga permanente       | Uniforme | 0.043 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N47/N48 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N49/N50 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N49/N50 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N49/N50 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|         |                        |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|---------|------------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N50/N51 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N50/N51 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N50/N51 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N51/N52 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N51/N52 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N51/N52 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N52/N53 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N52/N53 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N52/N53 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N54/N55 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N54/N55 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N54/N55 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N55/N56 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N55/N56 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N55/N56 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N56/N57 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N56/N57 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N56/N57 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N57/N58 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N57/N58 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N57/N58 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N59/N60 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N59/N60 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N59/N60 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N60/N61 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N60/N61 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N60/N61 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N61/N62 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N61/N62 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N61/N62 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N62/N63 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N62/N63 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N62/N63 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N64/N65 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N64/N65 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N64/N65 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N65/N66 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N65/N66 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N65/N66 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N66/N67 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N66/N67 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N66/N67 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N67/N68 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N67/N68 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N67/N68 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N69/N70 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N69/N70 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
“INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR”  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|         |                        |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|---------|------------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N69/N70 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N70/N71 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N70/N71 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N70/N71 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N71/N72 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N71/N72 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N71/N72 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N72/N73 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N72/N73 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N72/N73 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N74/N75 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N74/N75 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N74/N75 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N75/N76 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N75/N76 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N75/N76 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N76/N77 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N76/N77 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N76/N77 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N77/N78 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N77/N78 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N77/N78 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N79/N80 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N79/N80 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N79/N80 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N80/N81 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N80/N81 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N80/N81 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N81/N82 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N81/N82 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N81/N82 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N82/N83 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N82/N83 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N82/N83 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N5/N84  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N5/N84  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N84/N85 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N84/N85 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N85/N86 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N85/N86 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N86/N48 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N86/N48 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N40/N87 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N40/N87 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N40/N87 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 2.005 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N40/N87 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N87/N88 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|         |                        |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|---------|------------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N87/N88 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N87/N88 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 2.005 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N87/N88 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N88/N89 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N88/N89 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N88/N89 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 2.005 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N88/N89 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N89/N83 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N89/N83 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N89/N83 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 2.005 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N89/N83 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N35/N90 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N35/N90 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N35/N90 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.718 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N35/N90 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N90/N91 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N90/N91 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N90/N91 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.718 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N90/N91 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N91/N92 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N91/N92 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N91/N92 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.718 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N91/N92 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N92/N78 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N92/N78 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N92/N78 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.718 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N92/N78 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N30/N93 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N30/N93 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N30/N93 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.432 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N30/N93 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N93/N94 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N93/N94 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N93/N94 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.432 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N93/N94 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N94/N95 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N94/N95 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N94/N95 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.432 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N94/N95 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N95/N73 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N95/N73 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N95/N73 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.432 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N95/N73 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N25/N96 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N25/N96 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N25/N96 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.145 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N25/N96 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|           |                        |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|-----------|------------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N96/N97   | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N96/N97   | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N96/N97   | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.145 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N96/N97   | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N97/N98   | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N97/N98   | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N97/N98   | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.145 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N97/N98   | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N98/N68   | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N98/N68   | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N98/N68   | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.145 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N98/N68   | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N20/N99   | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N20/N99   | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N20/N99   | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.859 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N20/N99   | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N99/N100  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N99/N100  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N99/N100  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.859 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N99/N100  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N100/N101 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N100/N101 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N100/N101 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.859 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N100/N101 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N101/N63  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N101/N63  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N101/N63  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.859 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N101/N63  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N15/N102  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N15/N102  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N15/N102  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.573 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N15/N102  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N102/N103 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N102/N103 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N102/N103 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.573 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N102/N103 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N103/N104 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N103/N104 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N103/N104 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.573 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N103/N104 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N104/N58  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N104/N58  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N104/N58  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.573 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N104/N58  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N105  | Carga permanente       | Uniforme | 0.020 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N105  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N105  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.287 | - | - | - | Globales | 1.000 | 0.000 | 0.000  |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
“INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR”  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|           |                        |          |       |   |   |   |          |        |       |        |
|-----------|------------------------|----------|-------|---|---|---|----------|--------|-------|--------|
| N10/N105  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N105/N106 | Carga permanente       | Uniforme | 0.020 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N105/N106 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N105/N106 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.287 | - | - | - | Globales | 1.000  | 0.000 | 0.000  |
| N105/N106 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N106/N107 | Carga permanente       | Uniforme | 0.020 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N106/N107 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N106/N107 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.287 | - | - | - | Globales | 1.000  | 0.000 | 0.000  |
| N106/N107 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N107/N53  | Carga permanente       | Uniforme | 0.020 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N107/N53  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N107/N53  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.287 | - | - | - | Globales | 1.000  | 0.000 | 0.000  |
| N107/N53  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N6/N108   | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N6/N108   | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N6/N108   | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.287 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N6/N108   | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N108/N109 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N108/N109 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N108/N109 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.287 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N108/N109 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N109/N110 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N109/N110 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N109/N110 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.287 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N109/N110 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N110/N49  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N110/N49  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N110/N49  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.287 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N110/N49  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.240 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N111/N111 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N111/N111 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N111/N111 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.573 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N111/N111 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N111/N112 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N111/N112 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N111/N112 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.573 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N111/N112 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N112/N113 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N112/N113 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N112/N113 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.573 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N112/N113 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N113/N54  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N113/N54  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N113/N54  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.573 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N113/N54  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.480 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N16/N114  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N16/N114  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
“INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR”  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|           |                        |          |       |   |   |   |          |        |       |        |
|-----------|------------------------|----------|-------|---|---|---|----------|--------|-------|--------|
| N16/N114  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.859 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N16/N114  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N114/N115 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N114/N115 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N114/N115 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.859 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N114/N115 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N115/N116 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N115/N116 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N115/N116 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.859 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N115/N116 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N116/N59  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N116/N59  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N116/N59  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.859 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N116/N59  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.721 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N21/N117  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N21/N117  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N21/N117  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.145 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N21/N117  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N117/N118 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N117/N118 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N117/N118 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.145 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N117/N118 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N118/N119 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N118/N119 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N118/N119 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.145 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N118/N119 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N119/N64  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N119/N64  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N119/N64  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.145 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N119/N64  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 0.961 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N26/N120  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N26/N120  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N26/N120  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.432 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N26/N120  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N120/N121 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N120/N121 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N120/N121 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.432 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N120/N121 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N121/N122 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N121/N122 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N121/N122 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.432 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N121/N122 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N122/N69  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N122/N69  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N122/N69  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.432 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N122/N69  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.201 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N31/N123  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|           |                        |          |       |   |   |   |          |        |       |        |
|-----------|------------------------|----------|-------|---|---|---|----------|--------|-------|--------|
| N31/N123  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N31/N123  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.718 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N31/N123  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N123/N124 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N123/N124 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N123/N124 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.718 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N123/N124 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N124/N125 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N124/N125 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N124/N125 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.718 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N124/N125 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N125/N74  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N125/N74  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N125/N74  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.718 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N125/N74  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.442 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N36/N126  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N36/N126  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N36/N126  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 2.005 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N36/N126  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N126/N127 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N126/N127 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N126/N127 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 2.005 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N126/N127 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N127/N128 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N127/N128 | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N127/N128 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 2.005 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N127/N128 | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N128/N79  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N128/N79  | PESO PROPIO CHAPA #8MM | Uniforme | 0.032 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N128/N79  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 2.005 | - | - | - | Globales | -1.000 | 0.000 | 0.000  |
| N128/N79  | SOBRECARGA CARBON      | Uniforme | 1.682 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N129/N88  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N88/N91   | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N91/N94   | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N94/N97   | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N97/N100  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N100/N103 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N103/N106 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N106/N85  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N130/N127 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N127/N124 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N124/N121 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N121/N118 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N118/N115 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N115/N112 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N112/N109 | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |
| N109/N42  | Carga permanente       | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000  | 0.000 | -1.000 |



|          |                  |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|----------|------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N131/N38 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N38/N33  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N33/N28  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N28/N23  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N23/N18  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N18/N13  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N8   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N8/N3    | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N132/N81 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N81/N76  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N76/N71  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N71/N66  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N66/N61  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N61/N56  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N56/N51  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N51/N46  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N133/N37 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N37/N32  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N32/N27  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N27/N22  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N22/N17  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N17/N12  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N12/N7   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N7/N2    | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N134/N39 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N39/N34  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N34/N29  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N29/N24  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N24/N19  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N19/N14  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N14/N9   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N9/N4    | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N135/N80 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N80/N75  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N75/N70  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N70/N65  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N65/N60  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N60/N55  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N55/N50  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N50/N45  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N136/N82 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N82/N77  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N77/N72  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N72/N67  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N67/N62  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N62/N57  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N57/N52  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
“INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR”  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|           |                  |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|-----------|------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N52/N47   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N137/N126 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N126/N123 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N123/N120 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N120/N117 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N117/N114 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N114/N111 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N111/N108 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N108/N41  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N138/N128 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N128/N125 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N125/N122 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N122/N119 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N119/N116 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N116/N113 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N113/N110 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N110/N43  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N139/N89  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N89/N92   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N92/N95   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N95/N98   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N98/N101  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N101/N104 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N104/N107 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N107/N86  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N140/N87  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N87/N90   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N90/N93   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N93/N96   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N96/N99   | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N99/N102  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N102/N105 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N105/N84  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N141/N36  | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N36/N31   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N31/N26   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N26/N21   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N21/N16   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N16/N11   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N11/N6    | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N6/N1     | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N142/N40  | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N40/N35   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N35/N30   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N30/N25   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N25/N20   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N20/N15   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
“INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR”  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|           |                  |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|-----------|------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N15/N10   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N5    | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N143/N83  | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N83/N78   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N78/N73   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N73/N68   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N68/N63   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N63/N58   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N58/N53   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N53/N48   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N144/N79  | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N79/N74   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N74/N69   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N69/N64   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N64/N59   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N59/N54   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N54/N49   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N49/N44   | Carga permanente | Uniforme | 0.060 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N145/N160 | Carga permanente | Uniforme | 0.062 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N160/N1   | Carga permanente | Uniforme | 0.062 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N146/N161 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N161/N41  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N147/N162 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N162/N42  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N148/N163 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N163/N43  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N149/N164 | Carga permanente | Uniforme | 0.062 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N164/N44  | Carga permanente | Uniforme | 0.062 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N5/N155   | Carga permanente | Uniforme | 0.062 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N155/N150 | Carga permanente | Uniforme | 0.062 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N84/N156  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N156/N151 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N85/N157  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N157/N152 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N86/N158  | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N158/N153 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N48/N159  | Carga permanente | Uniforme | 0.062 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N159/N154 | Carga permanente | Uniforme | 0.062 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N165/N155 | Carga permanente | Uniforme | 0.061 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N166/N156 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N167/N157 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N168/N158 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N169/N159 | Carga permanente | Uniforme | 0.061 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N170/N164 | Carga permanente | Uniforme | 0.061 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N171/N163 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N172/N162 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N173/N161 | Carga permanente | Uniforme | 0.027 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |



|           |                  |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|-----------|------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N174/N160 | Carga permanente | Uniforme | 0.061 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
|-----------|------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|

## 2.3.- Resultados

### 2.3.1.- Barras

#### 2.3.1.1.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- ⇒ G: Sólo gravitatorias
- ⇒ GV: Gravitatorias + viento
- ⇒ GS: Gravitatorias + sismo
- ⇒ GVS: Gravitatorias + viento + sismo

$\eta$ : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que  $\eta \leq 100$  %.

| Comprobación de resistencia |               |                 |                   |        |        |         |         |         |        |        |
|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|
| Barra                       | $\eta$<br>(%) | Posición<br>(m) | Esfuerzos pésimos |        |        |         |         |         | Origen | Estado |
|                             |               |                 | N(t)              | Vy(t)  | Vz(t)  | Mt(t·m) | My(t·m) | Mz(t·m) |        |        |
| N1/N2                       | 75.26         | 0.000           | -34.311           | 1.127  | -0.277 | 0.011   | -1.162  | 1.511   | G      | Cumple |
| N2/N3                       | 33.58         | 0.986           | -32.583           | -0.030 | -0.092 | 0.000   | -0.591  | 0.068   | G      | Cumple |
| N3/N4                       | 33.75         | 0.591           | -32.542           | 0.045  | 0.115  | 0.000   | -0.605  | 0.071   | G      | Cumple |
| N4/N5                       | 74.79         | 1.577           | -34.179           | -1.106 | 0.258  | -0.011  | -1.170  | 1.493   | G      | Cumple |
| N6/N7                       | 26.69         | 0.000           | 5.685             | -0.391 | 0.646  | 0.005   | 0.613   | -0.141  | G      | Cumple |
| N7/N8                       | 12.22         | 1.399           | 3.527             | 0.328  | -0.052 | 0.000   | -0.215  | -0.075  | G      | Cumple |
| N8/N9                       | 11.76         | 0.000           | 3.494             | -0.315 | 0.048  | 0.000   | -0.215  | -0.065  | G      | Cumple |
| N9/N10                      | 24.60         | 1.399           | 5.595             | 0.413  | -0.554 | -0.004  | 0.489   | -0.159  | G      | Cumple |
| N11/N12                     | 49.99         | 0.000           | 5.340             | -0.881 | 1.166  | 0.006   | 1.205   | -0.363  | G      | Cumple |
| N12/N13                     | 14.07         | 0.000           | 5.817             | -0.482 | 0.514  | 0.001   | 0.102   | -0.116  | G      | Cumple |
| N13/N14                     | 13.67         | 1.220           | 5.795             | 0.482  | -0.501 | -0.001  | 0.085   | -0.116  | G      | Cumple |
| N14/N15                     | 50.22         | 1.220           | 5.264             | 0.879  | -1.195 | -0.006  | 1.223   | -0.361  | G      | Cumple |
| N16/N17                     | 58.19         | 0.000           | 5.218             | -1.095 | 1.515  | 0.006   | 1.538   | -0.380  | G      | Cumple |
| N17/N18                     | 18.82         | 0.000           | 5.399             | -0.626 | 0.729  | 0.001   | 0.297   | -0.132  | G      | Cumple |
| N18/N19                     | 18.54         | 1.041           | 5.403             | 0.618  | -0.725 | -0.001  | 0.294   | -0.128  | G      | Cumple |
| N19/N20                     | 58.33         | 1.041           | 5.222             | 1.083  | -1.538 | -0.006  | 1.558   | -0.373  | G      | Cumple |
| N21/N22                     | 64.73         | 0.000           | 6.471             | -1.368 | 1.711  | 0.006   | 1.689   | -0.417  | G      | Cumple |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|         |       |       |         |        |        |        |        |        |   |        |
|---------|-------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|
| N22/N23 | 25.52 | 0.000 | 6.482   | -0.758 | 0.867  | 0.001  | 0.516  | -0.144 | G | Cumple |
| N23/N24 | 25.52 | 0.863 | 6.488   | 0.751  | -0.874 | -0.001 | 0.522  | -0.141 | G | Cumple |
| N24/N25 | 64.78 | 0.863 | 6.488   | 1.358  | -1.718 | -0.006 | 1.701  | -0.412 | G | Cumple |
| N26/N27 | 70.25 | 0.000 | 7.704   | -1.903 | 1.684  | 0.006  | 1.655  | -0.524 | G | Cumple |
| N27/N28 | 32.61 | 0.000 | 7.404   | -0.953 | 0.881  | 0.001  | 0.740  | -0.166 | G | Cumple |
| N28/N29 | 32.72 | 0.684 | 7.407   | 0.950  | -0.890 | -0.001 | 0.746  | -0.165 | G | Cumple |
| N29/N30 | 70.29 | 0.684 | 7.718   | 1.898  | -1.682 | -0.006 | 1.661  | -0.522 | G | Cumple |
| N31/N32 | 77.24 | 0.000 | 8.208   | -3.209 | 1.395  | 0.004  | 1.473  | -0.752 | G | Cumple |
| N32/N33 | 38.35 | 0.000 | 6.981   | -1.426 | 0.684  | 0.001  | 0.922  | -0.211 | G | Cumple |
| N33/N34 | 38.44 | 0.505 | 6.984   | 1.429  | -0.689 | -0.001 | 0.924  | -0.212 | G | Cumple |
| N34/N35 | 77.28 | 0.505 | 8.217   | 3.209  | -1.392 | -0.004 | 1.474  | -0.753 | G | Cumple |
| N36/N37 | 79.87 | 0.000 | 14.427  | -5.231 | 0.269  | 0.002  | 0.965  | -0.910 | G | Cumple |
| N37/N38 | 62.24 | 0.327 | 15.717  | -1.167 | -0.319 | 0.000  | 0.987  | 0.487  | G | Cumple |
| N38/N39 | 62.28 | 0.000 | 15.714  | 1.173  | 0.326  | 0.000  | 0.987  | 0.488  | G | Cumple |
| N39/N40 | 79.86 | 0.327 | 14.417  | 5.237  | -0.267 | -0.002 | 0.962  | -0.911 | G | Cumple |
| N1/N41  | 39.06 | 0.000 | -13.912 | 0.194  | 0.241  | 0.003  | 0.352  | 0.248  | G | Cumple |
| N41/N42 | 22.98 | 0.000 | -13.672 | -0.023 | -0.229 | 0.001  | -0.182 | 0.011  | G | Cumple |
| N42/N43 | 22.98 | 1.436 | -13.672 | 0.023  | 0.229  | -0.001 | -0.182 | 0.011  | G | Cumple |
| N43/N44 | 39.06 | 1.436 | -13.912 | -0.194 | -0.241 | -0.003 | 0.352  | 0.248  | G | Cumple |
| N44/N45 | 75.26 | 0.000 | -34.311 | 1.127  | 0.277  | -0.011 | 1.162  | 1.511  | G | Cumple |
| N45/N46 | 33.58 | 0.986 | -32.583 | -0.030 | 0.092  | 0.000  | 0.591  | 0.068  | G | Cumple |
| N46/N47 | 33.75 | 0.591 | -32.542 | 0.045  | -0.115 | 0.000  | 0.605  | 0.071  | G | Cumple |
| N47/N48 | 74.79 | 1.577 | -34.179 | -1.106 | -0.258 | 0.011  | 1.170  | 1.493  | G | Cumple |
| N49/N50 | 26.69 | 0.000 | 5.685   | -0.391 | -0.646 | -0.005 | -0.613 | -0.141 | G | Cumple |
| N50/N51 | 12.22 | 1.399 | 3.527   | 0.328  | 0.052  | 0.000  | 0.215  | -0.075 | G | Cumple |
| N51/N52 | 11.76 | 0.000 | 3.494   | -0.315 | -0.048 | 0.000  | 0.215  | -0.065 | G | Cumple |
| N52/N53 | 24.60 | 1.399 | 5.595   | 0.413  | 0.554  | 0.004  | -0.489 | -0.159 | G | Cumple |
| N54/N55 | 49.99 | 0.000 | 5.340   | -0.881 | -1.166 | -0.006 | -1.205 | -0.363 | G | Cumple |
| N55/N56 | 14.07 | 0.000 | 5.817   | -0.482 | -0.514 | -0.001 | -0.102 | -0.116 | G | Cumple |
| N56/N57 | 13.67 | 1.220 | 5.795   | 0.482  | 0.501  | 0.001  | -0.085 | -0.116 | G | Cumple |
| N57/N58 | 50.22 | 1.220 | 5.264   | 0.879  | 1.195  | 0.006  | -1.223 | -0.361 | G | Cumple |
| N59/N60 | 58.19 | 0.000 | 5.218   | -1.095 | -1.515 | -0.006 | -1.538 | -0.380 | G | Cumple |
| N60/N61 | 18.82 | 0.000 | 5.399   | -0.626 | -0.729 | -0.001 | -0.297 | -0.132 | G | Cumple |
| N61/N62 | 18.54 | 1.041 | 5.403   | 0.618  | 0.725  | 0.001  | -0.294 | -0.128 | G | Cumple |
| N62/N63 | 58.33 | 1.041 | 5.222   | 1.083  | 1.538  | 0.006  | -1.558 | -0.373 | G | Cumple |
| N64/N65 | 64.73 | 0.000 | 6.471   | -1.368 | -1.711 | -0.006 | -1.689 | -0.417 | G | Cumple |
| N65/N66 | 25.52 | 0.000 | 6.482   | -0.758 | -0.867 | -0.001 | -0.516 | -0.144 | G | Cumple |
| N66/N67 | 25.52 | 0.863 | 6.488   | 0.751  | 0.874  | 0.001  | -0.522 | -0.141 | G | Cumple |
| N67/N68 | 64.78 | 0.863 | 6.488   | 1.358  | 1.718  | 0.006  | -1.701 | -0.412 | G | Cumple |
| N69/N70 | 70.25 | 0.000 | 7.704   | -1.903 | -1.684 | -0.006 | -1.655 | -0.524 | G | Cumple |
| N70/N71 | 32.61 | 0.000 | 7.404   | -0.953 | -0.881 | -0.001 | -0.740 | -0.166 | G | Cumple |
| N71/N72 | 32.72 | 0.684 | 7.407   | 0.950  | 0.890  | 0.001  | -0.746 | -0.165 | G | Cumple |
| N72/N73 | 70.29 | 0.684 | 7.718   | 1.898  | 1.682  | 0.006  | -1.661 | -0.522 | G | Cumple |
| N74/N75 | 77.24 | 0.000 | 8.208   | -3.209 | -1.395 | -0.004 | -1.473 | -0.752 | G | Cumple |
| N75/N76 | 38.35 | 0.000 | 6.981   | -1.426 | -0.684 | -0.001 | -0.922 | -0.211 | G | Cumple |
| N76/N77 | 38.44 | 0.505 | 6.984   | 1.429  | 0.689  | 0.001  | -0.924 | -0.212 | G | Cumple |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|           |       |       |         |        |        |        |        |        |   |        |
|-----------|-------|-------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|
| N77/N78   | 77.28 | 0.505 | 8.217   | 3.209  | 1.392  | 0.004  | -1.474 | -0.753 | G | Cumple |
| N79/N80   | 79.87 | 0.000 | 14.427  | -5.231 | -0.269 | -0.002 | -0.965 | -0.910 | G | Cumple |
| N80/N81   | 62.24 | 0.327 | 15.717  | -1.167 | 0.319  | 0.000  | -0.987 | 0.487  | G | Cumple |
| N81/N82   | 62.28 | 0.000 | 15.714  | 1.173  | -0.326 | 0.000  | -0.987 | 0.488  | G | Cumple |
| N82/N83   | 79.86 | 0.327 | 14.417  | 5.237  | 0.267  | 0.002  | -0.962 | -0.911 | G | Cumple |
| N5/N84    | 39.21 | 0.000 | -13.585 | 0.173  | -0.375 | -0.003 | -0.405 | 0.236  | G | Cumple |
| N84/N85   | 25.88 | 0.000 | -13.216 | 0.020  | 0.403  | -0.002 | 0.276  | 0.039  | G | Cumple |
| N85/N86   | 25.88 | 1.436 | -13.216 | -0.020 | -0.403 | 0.002  | 0.276  | 0.039  | G | Cumple |
| N86/N48   | 39.21 | 1.436 | -13.585 | -0.173 | 0.375  | 0.003  | -0.405 | 0.236  | G | Cumple |
| N40/N87   | 44.07 | 0.000 | 3.145   | 1.803  | 4.247  | 0.008  | 0.746  | 0.512  | G | Cumple |
| N87/N88   | 48.26 | 0.516 | 2.804   | 0.048  | 0.178  | 0.002  | -1.598 | -0.193 | G | Cumple |
| N88/N89   | 48.26 | 0.000 | 2.804   | -0.048 | -0.178 | -0.002 | -1.598 | -0.193 | G | Cumple |
| N89/N83   | 44.07 | 0.516 | 3.145   | -1.803 | -4.247 | -0.008 | 0.746  | 0.512  | G | Cumple |
| N35/N90   | 52.35 | 0.000 | 3.564   | 1.322  | 4.797  | 0.005  | 1.273  | 0.423  | G | Cumple |
| N90/N91   | 61.16 | 0.648 | 4.110   | 0.153  | 0.227  | 0.001  | -2.047 | -0.221 | G | Cumple |
| N91/N92   | 61.16 | 0.000 | 4.110   | -0.153 | -0.227 | -0.001 | -2.047 | -0.221 | G | Cumple |
| N92/N78   | 52.35 | 0.648 | 3.564   | -1.322 | -4.797 | -0.005 | 1.273  | 0.423  | G | Cumple |
| N30/N93   | 53.62 | 0.000 | 4.171   | 0.884  | 4.450  | 0.003  | 1.477  | 0.336  | G | Cumple |
| N93/N94   | 60.43 | 0.779 | 4.321   | 0.056  | 0.052  | -0.000 | -2.063 | -0.192 | G | Cumple |
| N94/N95   | 60.43 | 0.000 | 4.321   | -0.056 | -0.052 | 0.000  | -2.063 | -0.192 | G | Cumple |
| N95/N73   | 53.62 | 0.779 | 4.171   | -0.884 | -4.450 | -0.003 | 1.477  | 0.336  | G | Cumple |
| N25/N96   | 50.94 | 0.000 | 3.665   | 0.606  | 3.815  | 0.000  | 1.528  | 0.265  | G | Cumple |
| N96/N97   | 52.64 | 0.911 | 3.766   | 0.009  | -0.165 | -0.001 | -1.816 | -0.158 | G | Cumple |
| N97/N98   | 52.64 | 0.000 | 3.766   | -0.009 | 0.165  | 0.001  | -1.816 | -0.158 | G | Cumple |
| N98/N68   | 50.94 | 0.911 | 3.665   | -0.606 | -3.815 | 0.000  | 1.528  | 0.265  | G | Cumple |
| N20/N99   | 43.70 | 0.000 | 2.859   | 0.375  | 3.007  | -0.003 | 1.411  | 0.185  | G | Cumple |
| N99/N100  | 40.52 | 0.868 | 2.914   | 0.025  | -0.045 | -0.002 | -1.408 | -0.116 | G | Cumple |
| N100/N101 | 40.52 | 0.174 | 2.914   | -0.025 | 0.045  | 0.002  | -1.408 | -0.116 | G | Cumple |
| N101/N63  | 43.70 | 1.042 | 2.859   | -0.375 | -3.007 | 0.003  | 1.411  | 0.185  | G | Cumple |
| N15/N102  | 32.32 | 0.000 | 2.241   | 0.167  | 2.068  | -0.005 | 1.126  | 0.094  | G | Cumple |
| N102/N103 | 26.75 | 0.978 | 2.430   | 0.011  | -0.154 | -0.003 | -0.906 | -0.076 | G | Cumple |
| N103/N104 | 26.75 | 0.196 | 2.430   | -0.011 | 0.154  | 0.003  | -0.906 | -0.076 | G | Cumple |
| N104/N58  | 32.32 | 1.174 | 2.241   | -0.167 | -2.068 | 0.005  | 1.126  | 0.094  | G | Cumple |
| N10/N105  | 20.79 | 0.000 | 1.138   | 0.076  | 0.759  | -0.004 | 0.437  | 0.047  | G | Cumple |
| N105/N106 | 10.75 | 0.870 | 0.313   | 0.046  | -0.034 | -0.002 | -0.246 | -0.020 | G | Cumple |
| N106/N107 | 10.75 | 0.435 | 0.313   | -0.046 | 0.034  | 0.002  | -0.246 | -0.020 | G | Cumple |
| N107/N53  | 20.79 | 1.305 | 1.138   | -0.076 | -0.759 | 0.004  | 0.437  | 0.047  | G | Cumple |
| N6/N108   | 17.89 | 0.000 | 1.291   | 0.117  | -0.981 | 0.006  | -0.560 | 0.082  | G | Cumple |
| N108/N109 | 9.59  | 0.870 | 0.446   | 0.047  | 0.098  | 0.003  | 0.359  | -0.021 | G | Cumple |
| N109/N110 | 9.59  | 0.435 | 0.446   | -0.047 | -0.098 | -0.003 | 0.359  | -0.021 | G | Cumple |
| N110/N49  | 17.89 | 1.305 | 1.291   | -0.117 | 0.981  | -0.006 | -0.560 | 0.082  | G | Cumple |
| N11/N111  | 31.95 | 0.000 | 2.316   | 0.176  | -2.073 | 0.005  | -1.101 | 0.096  | G | Cumple |
| N111/N112 | 25.10 | 0.782 | 2.494   | -0.010 | 0.022  | 0.003  | 0.866  | -0.059 | G | Cumple |
| N112/N113 | 25.10 | 0.391 | 2.494   | 0.010  | -0.022 | -0.003 | 0.866  | -0.059 | G | Cumple |
| N113/N54  | 31.95 | 1.174 | 2.316   | -0.176 | 2.073  | -0.005 | -1.101 | 0.096  | G | Cumple |
| N16/N114  | 43.25 | 0.000 | 2.827   | 0.379  | -2.983 | 0.003  | -1.392 | 0.185  | G | Cumple |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|           |       |       |        |        |        |        |        |        |   |        |
|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|
| N114/N115 | 39.02 | 0.868 | 2.901  | -0.028 | 0.060  | 0.003  | 1.385  | -0.096 | G | Cumple |
| N115/N116 | 39.02 | 0.174 | 2.901  | 0.028  | -0.060 | -0.003 | 1.385  | -0.096 | G | Cumple |
| N116/N59  | 43.25 | 1.042 | 2.827  | -0.379 | 2.983  | -0.003 | -1.392 | 0.185  | G | Cumple |
| N21/N117  | 50.69 | 0.000 | 3.619  | 0.613  | -3.788 | 0.000  | -1.517 | 0.266  | G | Cumple |
| N117/N118 | 51.07 | 0.911 | 3.730  | -0.055 | 0.151  | 0.002  | 1.812  | -0.127 | G | Cumple |
| N118/N119 | 51.07 | 0.000 | 3.730  | 0.055  | -0.151 | -0.002 | 1.812  | -0.127 | G | Cumple |
| N119/N64  | 50.69 | 0.911 | 3.619  | -0.613 | 3.788  | 0.000  | -1.517 | 0.266  | G | Cumple |
| N26/N120  | 53.53 | 0.000 | 4.144  | 0.891  | -4.435 | -0.002 | -1.473 | 0.337  | G | Cumple |
| N120/N121 | 58.84 | 0.779 | 4.307  | -0.027 | -0.069 | 0.000  | 2.065  | -0.157 | G | Cumple |
| N121/N122 | 58.84 | 0.000 | 4.307  | 0.027  | 0.069  | -0.000 | 2.065  | -0.157 | G | Cumple |
| N122/N69  | 53.53 | 0.779 | 4.144  | -0.891 | 4.435  | 0.002  | -1.473 | 0.337  | G | Cumple |
| N31/N123  | 52.02 | 0.000 | 3.651  | 1.272  | -4.851 | -0.005 | -1.291 | 0.405  | G | Cumple |
| N123/N124 | 59.35 | 0.648 | 4.109  | 0.031  | -0.248 | -0.001 | 2.053  | -0.179 | G | Cumple |
| N124/N125 | 59.35 | 0.000 | 4.109  | -0.031 | 0.248  | 0.001  | 2.053  | -0.179 | G | Cumple |
| N125/N74  | 52.02 | 0.648 | 3.651  | -1.272 | 4.851  | 0.005  | -1.291 | 0.405  | G | Cumple |
| N36/N126  | 43.56 | 0.000 | 3.243  | 1.772  | -4.283 | -0.008 | -0.753 | 0.495  | G | Cumple |
| N126/N127 | 46.34 | 0.516 | 2.929  | -0.128 | -0.214 | -0.002 | 1.613  | -0.141 | G | Cumple |
| N127/N128 | 46.34 | 0.000 | 2.929  | 0.128  | 0.214  | 0.002  | 1.613  | -0.141 | G | Cumple |
| N128/N79  | 43.56 | 0.516 | 3.243  | -1.772 | 4.283  | 0.008  | -0.753 | 0.495  | G | Cumple |
| N129/N88  | 0.03  | 0.161 | 0.004  | 0.000  | 0.004  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N88/N91   | 4.48  | 0.555 | 0.085  | 0.000  | -0.354 | 0.000  | 0.194  | 0.000  | G | Cumple |
| N91/N94   | 15.29 | 0.555 | 0.292  | 0.000  | -0.838 | 0.000  | 0.660  | 0.000  | G | Cumple |
| N94/N97   | 27.44 | 0.555 | 0.399  | 0.000  | -0.947 | 0.000  | 1.191  | 0.000  | G | Cumple |
| N97/N100  | 35.40 | 0.555 | 0.489  | 0.000  | -0.613 | 0.000  | 1.538  | 0.000  | G | Cumple |
| N100/N103 | 35.61 | 0.000 | 0.575  | 0.000  | 0.069  | 0.000  | 1.543  | 0.000  | G | Cumple |
| N103/N106 | 34.92 | 0.000 | 0.687  | 0.000  | 0.840  | 0.000  | 1.507  | 0.000  | G | Cumple |
| N106/N85  | 24.53 | 0.000 | 0.851  | 0.000  | 1.431  | 0.000  | 1.041  | 0.000  | G | Cumple |
| N130/N127 | 0.03  | 0.161 | 0.004  | 0.000  | 0.004  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N127/N124 | 4.94  | 0.555 | -0.313 | 0.000  | -0.370 | 0.000  | 0.203  | 0.000  | G | Cumple |
| N124/N121 | 15.62 | 0.555 | -0.331 | 0.000  | -0.846 | 0.000  | 0.673  | 0.000  | G | Cumple |
| N121/N118 | 27.85 | 0.555 | -0.378 | 0.000  | -0.962 | 0.000  | 1.210  | 0.000  | G | Cumple |
| N118/N115 | 36.01 | 0.555 | -0.419 | 0.000  | -0.632 | 0.000  | 1.568  | 0.000  | G | Cumple |
| N115/N112 | 36.15 | 0.000 | -0.433 | 0.000  | 0.099  | 0.000  | 1.573  | 0.000  | G | Cumple |
| N112/N109 | 34.92 | 0.000 | -0.383 | 0.000  | 1.075  | 0.000  | 1.522  | 0.000  | G | Cumple |
| N109/N42  | 21.23 | 0.000 | -0.190 | 0.000  | 1.797  | 0.000  | 0.927  | 0.000  | G | Cumple |
| N131/N38  | 0.02  | 0.145 | 0.004  | 0.000  | 0.003  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N38/N33   | 10.13 | 0.500 | -2.317 | 0.003  | 0.669  | 0.000  | -0.332 | -0.001 | G | Cumple |
| N33/N28   | 16.91 | 0.500 | -3.235 | 0.000  | 0.510  | 0.000  | -0.588 | -0.000 | G | Cumple |
| N28/N23   | 17.86 | 0.500 | -2.942 | -0.003 | 0.111  | 0.000  | -0.644 | 0.000  | G | Cumple |
| N23/N18   | 17.25 | 0.000 | -2.227 | -0.009 | -0.244 | 0.000  | -0.647 | -0.003 | G | Cumple |
| N18/N13   | 13.67 | 0.000 | -1.406 | -0.013 | -0.411 | 0.000  | -0.530 | -0.003 | G | Cumple |
| N13/N8    | 8.41  | 0.000 | -0.700 | 0.008  | -0.386 | 0.000  | -0.328 | 0.004  | G | Cumple |
| N8/N3     | 3.60  | 0.000 | -0.042 | 0.041  | -0.279 | 0.000  | -0.137 | 0.010  | G | Cumple |
| N132/N81  | 0.02  | 0.145 | 0.004  | 0.000  | 0.003  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N81/N76   | 10.13 | 0.500 | -2.317 | -0.003 | 0.669  | 0.000  | -0.332 | 0.001  | G | Cumple |
| N76/N71   | 16.91 | 0.500 | -3.235 | -0.000 | 0.510  | 0.000  | -0.588 | 0.000  | G | Cumple |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|           |       |       |        |        |        |        |        |        |   |        |
|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|
| N71/N66   | 17.86 | 0.500 | -2.942 | 0.003  | 0.111  | 0.000  | -0.644 | -0.000 | G | Cumple |
| N66/N61   | 17.25 | 0.000 | -2.227 | 0.009  | -0.244 | 0.000  | -0.647 | 0.003  | G | Cumple |
| N61/N56   | 13.67 | 0.000 | -1.406 | 0.013  | -0.411 | 0.000  | -0.530 | 0.003  | G | Cumple |
| N56/N51   | 8.41  | 0.000 | -0.700 | -0.008 | -0.386 | 0.000  | -0.328 | -0.004 | G | Cumple |
| N51/N46   | 3.60  | 0.000 | -0.042 | -0.041 | -0.279 | 0.000  | -0.137 | -0.010 | G | Cumple |
| N133/N37  | 0.03  | 0.154 | 0.004  | 0.000  | 0.003  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N37/N32   | 37.92 | 0.000 | -2.029 | -1.997 | -0.714 | 0.001  | -0.334 | -0.608 | G | Cumple |
| N32/N27   | 24.73 | 0.000 | -3.201 | -1.174 | -0.376 | -0.001 | -0.360 | -0.282 | G | Cumple |
| N27/N22   | 22.70 | 0.531 | -3.140 | -0.826 | -0.302 | -0.003 | -0.276 | 0.281  | G | Cumple |
| N22/N17   | 20.49 | 0.531 | -2.649 | -0.615 | -0.347 | -0.003 | -0.297 | 0.234  | G | Cumple |
| N17/N12   | 16.80 | 0.531 | -2.049 | -0.529 | -0.458 | -0.003 | -0.227 | 0.203  | G | Cumple |
| N12/N7    | 16.07 | 0.531 | -1.472 | -0.732 | -0.713 | -0.002 | -0.005 | 0.310  | G | Cumple |
| N7/N2     | 21.08 | 0.531 | -1.878 | 1.172  | 0.279  | -0.001 | -0.165 | -0.330 | G | Cumple |
| N134/N39  | 0.03  | 0.154 | 0.004  | 0.000  | 0.003  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N39/N34   | 37.99 | 0.000 | -2.027 | 2.000  | -0.720 | -0.001 | -0.334 | 0.609  | G | Cumple |
| N34/N29   | 24.67 | 0.000 | -3.198 | 1.175  | -0.373 | 0.001  | -0.357 | 0.282  | G | Cumple |
| N29/N24   | 22.90 | 0.531 | -3.138 | 0.823  | -0.284 | 0.003  | -0.283 | -0.281 | G | Cumple |
| N24/N19   | 20.85 | 0.531 | -2.647 | 0.602  | -0.325 | 0.003  | -0.313 | -0.234 | G | Cumple |
| N19/N14   | 16.79 | 0.531 | -2.044 | 0.502  | -0.458 | 0.003  | -0.239 | -0.197 | G | Cumple |
| N14/N9    | 15.96 | 0.531 | -1.446 | 0.729  | -0.774 | 0.002  | 0.016  | -0.303 | G | Cumple |
| N9/N4     | 19.69 | 0.531 | -1.842 | -1.080 | 0.276  | 0.001  | -0.153 | 0.307  | G | Cumple |
| N135/N80  | 0.03  | 0.154 | 0.004  | 0.000  | 0.003  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N80/N75   | 37.92 | 0.000 | -2.029 | 1.997  | -0.714 | -0.001 | -0.334 | 0.608  | G | Cumple |
| N75/N70   | 24.73 | 0.000 | -3.201 | 1.174  | -0.376 | 0.001  | -0.360 | 0.282  | G | Cumple |
| N70/N65   | 22.70 | 0.531 | -3.140 | 0.826  | -0.302 | 0.003  | -0.276 | -0.281 | G | Cumple |
| N65/N60   | 20.49 | 0.531 | -2.649 | 0.615  | -0.347 | 0.003  | -0.297 | -0.234 | G | Cumple |
| N60/N55   | 16.80 | 0.531 | -2.049 | 0.529  | -0.458 | 0.003  | -0.227 | -0.203 | G | Cumple |
| N55/N50   | 16.07 | 0.531 | -1.472 | 0.732  | -0.713 | 0.002  | -0.005 | -0.310 | G | Cumple |
| N50/N45   | 21.08 | 0.531 | -1.878 | -1.172 | 0.279  | 0.001  | -0.165 | 0.330  | G | Cumple |
| N136/N82  | 0.03  | 0.154 | 0.004  | 0.000  | 0.003  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N82/N77   | 37.99 | 0.000 | -2.027 | -2.000 | -0.720 | 0.001  | -0.334 | -0.609 | G | Cumple |
| N77/N72   | 24.67 | 0.000 | -3.198 | -1.175 | -0.373 | -0.001 | -0.357 | -0.282 | G | Cumple |
| N72/N67   | 22.90 | 0.531 | -3.138 | -0.823 | -0.284 | -0.003 | -0.283 | 0.281  | G | Cumple |
| N67/N62   | 20.85 | 0.531 | -2.647 | -0.602 | -0.325 | -0.003 | -0.313 | 0.234  | G | Cumple |
| N62/N57   | 16.79 | 0.531 | -2.044 | -0.502 | -0.458 | -0.003 | -0.239 | 0.197  | G | Cumple |
| N57/N52   | 15.96 | 0.531 | -1.446 | -0.729 | -0.774 | -0.002 | 0.016  | 0.303  | G | Cumple |
| N52/N47   | 19.69 | 0.531 | -1.842 | 1.080  | 0.276  | -0.001 | -0.153 | -0.307 | G | Cumple |
| N137/N126 | 0.03  | 0.165 | 0.004  | 0.000  | 0.004  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N126/N123 | 12.05 | 0.000 | 1.095  | -0.649 | -0.068 | 0.004  | 0.052  | -0.209 | G | Cumple |
| N123/N120 | 17.56 | 0.571 | 1.726  | -0.412 | -0.440 | 0.002  | 0.408  | 0.139  | G | Cumple |
| N120/N117 | 25.12 | 0.571 | 2.025  | -0.312 | -0.467 | -0.000 | 0.723  | 0.140  | G | Cumple |
| N117/N114 | 29.44 | 0.571 | 2.148  | -0.179 | -0.302 | -0.003 | 0.928  | 0.131  | G | Cumple |
| N114/N111 | 29.69 | 0.571 | 2.169  | -0.043 | -0.074 | -0.005 | 0.986  | 0.107  | G | Cumple |
| N111/N108 | 30.16 | 0.000 | 2.149  | 0.190  | 0.067  | -0.007 | 0.984  | 0.118  | G | Cumple |
| N108/N41  | 28.47 | 0.571 | 1.996  | -0.538 | 0.560  | -0.007 | 0.648  | 0.250  | G | Cumple |
| N138/N128 | 0.03  | 0.165 | 0.004  | 0.000  | 0.004  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|           |       |       |        |        |        |        |        |        |   |        |
|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|
| N128/N125 | 12.05 | 0.000 | 1.095  | 0.649  | -0.068 | -0.004 | 0.052  | 0.209  | G | Cumple |
| N125/N122 | 17.56 | 0.571 | 1.726  | 0.412  | -0.440 | -0.002 | 0.408  | -0.139 | G | Cumple |
| N122/N119 | 25.12 | 0.571 | 2.025  | 0.312  | -0.467 | 0.000  | 0.723  | -0.140 | G | Cumple |
| N119/N116 | 29.44 | 0.571 | 2.148  | 0.179  | -0.302 | 0.003  | 0.928  | -0.131 | G | Cumple |
| N116/N113 | 29.69 | 0.571 | 2.169  | 0.043  | -0.074 | 0.005  | 0.986  | -0.107 | G | Cumple |
| N113/N110 | 30.16 | 0.000 | 2.149  | -0.190 | 0.067  | 0.007  | 0.984  | -0.118 | G | Cumple |
| N110/N43  | 28.47 | 0.571 | 1.996  | 0.538  | 0.560  | 0.007  | 0.648  | -0.250 | G | Cumple |
| N139/N89  | 0.03  | 0.165 | 0.004  | 0.000  | 0.004  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N89/N92   | 13.84 | 0.000 | 0.897  | -0.765 | -0.027 | 0.004  | 0.062  | -0.247 | G | Cumple |
| N92/N95   | 17.79 | 0.571 | 1.403  | -0.486 | -0.413 | 0.002  | 0.393  | 0.158  | G | Cumple |
| N95/N98   | 25.16 | 0.571 | 1.593  | -0.379 | -0.454 | -0.000 | 0.710  | 0.158  | G | Cumple |
| N98/N101  | 29.88 | 0.571 | 1.616  | -0.220 | -0.331 | -0.003 | 0.948  | 0.143  | G | Cumple |
| N101/N104 | 30.76 | 0.571 | 1.576  | -0.088 | -0.101 | -0.005 | 1.028  | 0.124  | G | Cumple |
| N104/N107 | 30.54 | 0.000 | 1.519  | 0.193  | 0.140  | -0.007 | 1.031  | 0.119  | G | Cumple |
| N107/N86  | 24.98 | 0.000 | 1.352  | -0.442 | 0.882  | -0.007 | 0.962  | -0.037 | G | Cumple |
| N140/N87  | 0.03  | 0.165 | 0.004  | 0.000  | 0.004  | 0.000  | -0.000 | 0.000  | G | Cumple |
| N87/N90   | 13.84 | 0.000 | 0.897  | 0.765  | -0.027 | -0.004 | 0.062  | 0.247  | G | Cumple |
| N90/N93   | 17.79 | 0.571 | 1.403  | 0.486  | -0.413 | -0.002 | 0.393  | -0.158 | G | Cumple |
| N93/N96   | 25.16 | 0.571 | 1.593  | 0.379  | -0.454 | 0.000  | 0.710  | -0.158 | G | Cumple |
| N96/N99   | 29.88 | 0.571 | 1.616  | 0.220  | -0.331 | 0.003  | 0.948  | -0.143 | G | Cumple |
| N99/N102  | 30.76 | 0.571 | 1.576  | 0.088  | -0.101 | 0.005  | 1.028  | -0.124 | G | Cumple |
| N102/N105 | 30.54 | 0.000 | 1.519  | -0.193 | 0.140  | 0.007  | 1.031  | -0.119 | G | Cumple |
| N105/N84  | 24.98 | 0.000 | 1.352  | 0.442  | 0.882  | 0.007  | 0.962  | 0.037  | G | Cumple |
| N141/N36  | 0.02  | 0.178 | 0.010  | -0.007 | 0.007  | 0.000  | -0.001 | 0.001  | G | Cumple |
| N36/N31   | 23.64 | 0.000 | 13.150 | 1.283  | -3.323 | 0.032  | -1.371 | 0.298  | G | Cumple |
| N31/N26   | 23.07 | 0.615 | 21.795 | 1.465  | -2.209 | 0.015  | 0.647  | -0.554 | G | Cumple |
| N26/N21   | 26.71 | 0.615 | 29.537 | 1.815  | -1.814 | -0.002 | 0.574  | -0.612 | G | Cumple |
| N21/N16   | 28.61 | 0.000 | 36.015 | 1.878  | -1.571 | -0.017 | -0.508 | 0.554  | G | Cumple |
| N16/N11   | 31.04 | 0.000 | 41.318 | 1.675  | -1.474 | -0.031 | -0.520 | 0.525  | G | Cumple |
| N11/N6    | 40.92 | 0.615 | 46.371 | 1.620  | -2.622 | -0.042 | 1.185  | -0.578 | G | Cumple |
| N6/N1     | 80.72 | 0.615 | 50.633 | 1.597  | -5.679 | -0.049 | 4.298  | -1.128 | G | Cumple |
| N142/N40  | 0.02  | 0.178 | 0.010  | -0.007 | 0.007  | 0.000  | -0.001 | 0.001  | G | Cumple |
| N40/N35   | 23.64 | 0.000 | 13.177 | 3.326  | -1.281 | -0.032 | -0.297 | 1.371  | G | Cumple |
| N35/N30   | 23.15 | 0.615 | 21.834 | 2.217  | -1.464 | -0.015 | 0.554  | -0.654 | G | Cumple |
| N30/N25   | 26.87 | 0.615 | 29.600 | 1.817  | -1.831 | 0.001  | 0.616  | -0.583 | G | Cumple |
| N25/N20   | 28.63 | 0.000 | 36.109 | 1.558  | -1.913 | 0.017  | -0.562 | 0.498  | G | Cumple |
| N20/N15   | 31.12 | 0.000 | 41.426 | 1.441  | -1.704 | 0.031  | -0.529 | 0.518  | G | Cumple |
| N15/N10   | 39.80 | 0.615 | 46.409 | 2.556  | -1.556 | 0.049  | 0.532  | -1.121 | G | Cumple |
| N10/N5    | 81.28 | 0.615 | 50.573 | 5.789  | -1.566 | 0.043  | 1.140  | -4.343 | G | Cumple |
| N143/N83  | 0.02  | 0.178 | 0.010  | -0.007 | 0.007  | 0.000  | -0.001 | 0.001  | G | Cumple |
| N83/N78   | 23.64 | 0.000 | 13.177 | 1.281  | -3.326 | 0.032  | -1.371 | 0.297  | G | Cumple |
| N78/N73   | 23.15 | 0.615 | 21.834 | 1.464  | -2.217 | 0.015  | 0.654  | -0.554 | G | Cumple |
| N73/N68   | 26.87 | 0.615 | 29.600 | 1.831  | -1.817 | -0.001 | 0.583  | -0.616 | G | Cumple |
| N68/N63   | 28.63 | 0.000 | 36.109 | 1.913  | -1.558 | -0.017 | -0.498 | 0.562  | G | Cumple |
| N63/N58   | 31.12 | 0.000 | 41.426 | 1.704  | -1.441 | -0.031 | -0.518 | 0.529  | G | Cumple |
| N58/N53   | 39.80 | 0.615 | 46.409 | 1.556  | -2.556 | -0.049 | 1.121  | -0.532 | G | Cumple |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
 Universidad de Cantabria

|           |       |       |         |        |         |        |        |        |   |        |
|-----------|-------|-------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|---|--------|
| N53/N48   | 81.28 | 0.615 | 50.573  | 1.566  | -5.789  | -0.043 | 4.343  | -1.140 | G | Cumple |
| N144/N79  | 0.02  | 0.178 | 0.010   | -0.007 | 0.007   | 0.000  | -0.001 | 0.001  | G | Cumple |
| N79/N74   | 23.64 | 0.000 | 13.150  | 3.323  | -1.283  | -0.032 | -0.298 | 1.371  | G | Cumple |
| N74/N69   | 23.07 | 0.615 | 21.795  | 2.209  | -1.465  | -0.015 | 0.554  | -0.647 | G | Cumple |
| N69/N64   | 26.71 | 0.615 | 29.537  | 1.814  | -1.815  | 0.002  | 0.612  | -0.574 | G | Cumple |
| N64/N59   | 28.61 | 0.000 | 36.015  | 1.571  | -1.878  | 0.017  | -0.554 | 0.508  | G | Cumple |
| N59/N54   | 31.04 | 0.000 | 41.318  | 1.474  | -1.675  | 0.031  | -0.525 | 0.520  | G | Cumple |
| N54/N49   | 40.92 | 0.615 | 46.371  | 2.622  | -1.620  | 0.042  | 0.578  | -1.185 | G | Cumple |
| N49/N44   | 80.72 | 0.615 | 50.633  | 5.679  | -1.597  | 0.049  | 1.128  | -4.298 | G | Cumple |
| N145/N160 | 0.03  | 0.200 | 0.000   | 0.000  | 0.017   | 0.000  | -0.002 | 0.000  | G | Cumple |
| N160/N1   | 84.35 | 0.200 | -0.288  | 7.179  | -29.912 | 1.436  | 5.925  | -1.436 | G | Cumple |
| N146/N161 | 0.06  | 0.200 | 0.000   | 0.000  | 0.007   | 0.000  | -0.001 | 0.000  | G | Cumple |
| N161/N41  | 21.08 | 0.000 | 0.908   | 0.050  | -2.481  | 0.010  | 0.181  | 0.000  | G | Cumple |
| N147/N162 | 0.06  | 0.200 | 0.000   | 0.000  | 0.007   | 0.000  | -0.001 | 0.000  | G | Cumple |
| N162/N42  | 7.56  | 0.000 | -1.340  | 0.000  | -0.724  | 0.000  | -0.268 | 0.000  | G | Cumple |
| N148/N163 | 0.06  | 0.200 | 0.000   | 0.000  | 0.007   | 0.000  | -0.001 | 0.000  | G | Cumple |
| N163/N43  | 21.08 | 0.000 | 0.908   | -0.050 | -2.481  | -0.010 | 0.181  | 0.000  | G | Cumple |
| N149/N164 | 0.03  | 0.200 | 0.000   | 0.000  | 0.017   | 0.000  | -0.002 | 0.000  | G | Cumple |
| N164/N44  | 73.57 | 0.200 | -0.288  | -7.179 | -29.912 | -1.436 | 5.925  | 1.436  | G | Cumple |
| N5/N155   | 85.26 | 0.000 | 0.000   | -7.417 | 29.769  | -1.483 | 5.954  | -1.483 | G | Cumple |
| N155/N150 | 0.03  | 0.000 | 0.000   | 0.000  | -0.017  | 0.000  | -0.002 | 0.000  | G | Cumple |
| N84/N156  | 20.56 | 0.200 | 0.000   | -0.039 | 2.431   | -0.008 | -0.001 | 0.000  | G | Cumple |
| N156/N151 | 0.06  | 0.000 | 0.000   | 0.000  | -0.007  | 0.000  | -0.001 | 0.000  | G | Cumple |
| N85/N157  | 10.27 | 0.200 | 0.000   | 0.000  | 1.235   | 0.000  | -0.001 | 0.000  | G | Cumple |
| N157/N152 | 0.06  | 0.000 | 0.000   | 0.000  | -0.007  | 0.000  | -0.001 | 0.000  | G | Cumple |
| N86/N158  | 20.56 | 0.200 | 0.000   | 0.039  | 2.431   | 0.008  | -0.001 | 0.000  | G | Cumple |
| N158/N153 | 0.06  | 0.000 | 0.000   | 0.000  | -0.007  | 0.000  | -0.001 | 0.000  | G | Cumple |
| N48/N159  | 85.26 | 0.000 | 0.000   | 7.417  | 29.769  | 1.483  | 5.954  | 1.483  | G | Cumple |
| N159/N154 | 0.03  | 0.000 | 0.000   | 0.000  | -0.017  | 0.000  | -0.002 | 0.000  | G | Cumple |
| N165/N155 | 32.46 | 0.200 | -29.802 | 7.417  | 0.000   | 0.000  | 0.000  | -1.483 | G | Cumple |
| N166/N156 | 3.05  | 0.200 | -2.438  | 0.039  | 0.000   | 0.000  | 0.000  | -0.008 | G | Cumple |
| N167/N157 | 1.38  | 0.000 | -1.249  | 0.000  | 0.000   | 0.000  | 0.000  | 0.000  | G | Cumple |
| N168/N158 | 3.05  | 0.200 | -2.438  | -0.039 | 0.000   | 0.000  | 0.000  | 0.008  | G | Cumple |
| N169/N159 | 32.46 | 0.200 | -29.802 | -7.417 | 0.000   | 0.000  | 0.000  | 1.483  | G | Cumple |
| N170/N164 | 32.28 | 0.200 | -29.946 | -7.179 | 0.288   | 0.000  | -0.058 | 1.436  | G | Cumple |
| N171/N163 | 7.55  | 0.000 | -2.495  | -0.050 | -0.908  | 0.000  | 0.000  | 0.000  | G | Cumple |
| N172/N162 | 11.15 | 0.000 | -0.733  | 0.000  | 1.340   | 0.000  | 0.000  | 0.000  | G | Cumple |
| N173/N161 | 7.55  | 0.200 | -2.488  | 0.050  | -0.908  | 0.000  | 0.182  | -0.010 | G | Cumple |
| N174/N160 | 32.28 | 0.200 | -29.946 | 7.179  | 0.288   | 0.000  | -0.058 | -1.436 | G | Cumple |

### 2.3.1.2.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

| Barras | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)      |                |                           |                           |                           |                           |                               |                               |                                |                                               |                                   |                               |                               | Estado                |                         |
|--------|-----------------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|
|        | N <sub>x</sub>                    | N <sub>y</sub> | M <sub>x</sub>            | M <sub>y</sub>            | V <sub>x</sub>            | V <sub>y</sub>            | M <sub>x</sub> M <sub>y</sub> | M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> | NM <sub>x</sub> M <sub>y</sub> | NM <sub>y</sub> V <sub>x</sub> V <sub>y</sub> | M <sub>x</sub>                    | M <sub>y</sub> V <sub>x</sub> | M <sub>x</sub> V <sub>y</sub> |                       | $\bar{\lambda}$         |
| N1/N2  | N <sub>ed</sub> = 0.00<br>N.P.(1) | $\eta = 27.2$  | x: 0 m<br>$\eta = 12.6$   | x: 0 m<br>$\eta = 33.3$   | x: 1.58 m<br>$\eta = 2.0$ | x: 1.58 m<br>$\eta = 1.9$ | $\eta < 0.1$                  | $\eta < 0.1$                  | x: 0 m<br>$\eta = 75.3$        | $\eta < 0.1$                                  | $\eta = 3.0$                      | x: 1.58 m<br>$\eta = 1.9$     | x: 1.58 m<br>$\eta = 1.9$     | $\bar{\lambda} < 2.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 75.3$ |
| N2/N3  | N <sub>ed</sub> = 0.00<br>N.P.(1) | $\eta = 25.8$  | x: 0 m<br>$\eta = 6.9$    | x: 1.58 m<br>$\eta = 1.7$ | x: 1.58 m<br>$\eta = 0.6$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.2$    | $\eta < 0.1$                  | $\eta < 0.1$                  | x: 0.986 m<br>$\eta = 33.6$    | $\eta < 0.1$                                  | M <sub>ed</sub> = 0.00<br>N.P.(2) | N.P.(3)                       | N.P.(3)                       | $\bar{\lambda} < 2.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 33.6$ |
| N3/N4  | N <sub>ed</sub> = 0.00<br>N.P.(1) | $\eta = 25.8$  | x: 1.58 m<br>$\eta = 7.3$ | x: 0 m<br>$\eta = 1.9$    | x: 0 m<br>$\eta = 0.7$    | x: 1.58 m<br>$\eta = 0.2$ | $\eta < 0.1$                  | $\eta < 0.1$                  | x: 0.591 m<br>$\eta = 33.8$    | $\eta < 0.1$                                  | M <sub>ed</sub> = 0.00<br>N.P.(2) | N.P.(3)                       | N.P.(3)                       | $\bar{\lambda} < 2.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 33.8$ |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|         |                                                |                                                |                        |                        |                        |                        |         |         |                        |                       |                                                |                        |                        |                          |                    |
|---------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------|---------|------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| N4/N5   | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(1)</sup> | η = 27.1                                       | x: 1.58 m<br>η = 12.5  | x: 1.58 m<br>η = 32.9  | x: 0 m<br>η = 1.9      | x: 0 m<br>η = 1.8      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.58 m<br>η = 74.8  | η < 0.1               | η = 3.0                                        | x: 0 m<br>η = 1.8      | x: 0 m<br>η = 1.9      | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>η = 74.8 |
| N6/N7   | η = 6.3                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 13.9     | x: 0 m<br>η = 6.5      | x: 0 m<br>η = 5.4      | x: 0 m<br>η = 0.9      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 26.7     | η < 0.1               | η = 2.4                                        | x: 0 m<br>η = 5.4      | x: 0 m<br>η = 0.9      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 26.7 |
| N7/N8   | η = 3.9                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.17 m<br>η = 5.0   | x: 1.4 m<br>η = 3.4    | x: 0 m<br>η = 2.3      | x: 1.4 m<br>η = 0.8    | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.4 m<br>η = 12.2   | η < 0.1               | M <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>    | N.P. <sup>(3)</sup>    | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 12.2 |
| N8/N9   | η = 3.8                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.233 m<br>η = 5.0  | x: 0.932 m<br>η = 3.1  | x: 1.4 m<br>η = 2.3    | x: 0 m<br>η = 0.7      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 11.8     | x: 0 m<br>η < 0.1     | M <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>    | N.P. <sup>(3)</sup>    | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 11.8 |
| N9/N10  | η = 6.2                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.4 m<br>η = 11.1   | x: 1.4 m<br>η = 7.4    | x: 1.4 m<br>η = 4.6    | x: 1.4 m<br>η = 1.0    | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.4 m<br>η = 24.6   | x: 0.466 m<br>η < 0.1 | η = 2.3                                        | x: 1.4 m<br>η = 4.6    | x: 1.4 m<br>η = 1.0    | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 24.6 |
| N11/N12 | η = 5.9                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 27.3     | x: 0 m<br>η = 16.8     | x: 0 m<br>η = 9.7      | x: 0 m<br>η = 2.1      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 50.0     | η < 0.1               | η = 2.9                                        | x: 0 m<br>η = 9.8      | x: 0 m<br>η = 2.1      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 50.0 |
| N12/N13 | η = 6.4                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.22 m<br>η = 4.8   | x: 0 m<br>η = 5.4      | x: 0 m<br>η = 4.3      | x: 0 m<br>η = 1.1      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 14.1     | η < 0.1               | η = 0.3                                        | x: 0 m<br>η = 4.3      | x: 0 m<br>η = 1.1      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 14.1 |
| N13/N14 | η = 6.4                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 4.8      | x: 1.22 m<br>η = 5.4   | x: 1.22 m<br>η = 4.2   | x: 1.22 m<br>η = 1.1   | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.22 m<br>η = 13.7  | x: 0 m<br>η < 0.1     | η = 0.3                                        | x: 1.22 m<br>η = 4.2   | x: 1.22 m<br>η = 1.1   | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 13.7 |
| N14/N15 | η = 5.8                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.22 m<br>η = 27.7  | x: 1.22 m<br>η = 16.7  | x: 1.22 m<br>η = 9.9   | x: 1.22 m<br>η = 2.1   | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.22 m<br>η = 50.2  | η < 0.1               | η = 2.9                                        | x: 1.22 m<br>η = 10.1  | x: 1.22 m<br>η = 2.1   | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 50.2 |
| N16/N17 | η = 5.7                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 34.9     | x: 0 m<br>η = 17.6     | x: 0 m<br>η = 12.6     | x: 0 m<br>η = 2.6      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 58.2     | η < 0.1               | η = 3.3                                        | x: 0 m<br>η = 12.8     | x: 0 m<br>η = 2.6      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 58.2 |
| N17/N18 | η = 5.9                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 6.8      | x: 0 m<br>η = 6.1      | x: 0 m<br>η = 6.1      | x: 0 m<br>η = 1.5      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 18.8     | η < 0.1               | η = 0.5                                        | x: 0 m<br>η = 6.1      | x: 0 m<br>η = 1.5      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 18.8 |
| N18/N19 | η = 6.0                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.04 m<br>η = 6.8   | x: 1.04 m<br>η = 5.9   | x: 1.04 m<br>η = 6.0   | x: 1.04 m<br>η = 1.5   | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.04 m<br>η = 18.5  | x: 0.347 m<br>η < 0.1 | η = 0.5                                        | x: 1.04 m<br>η = 6.0   | x: 1.04 m<br>η = 1.5   | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 18.5 |
| N19/N20 | η = 5.8                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.04 m<br>η = 35.3  | x: 1.04 m<br>η = 17.3  | x: 1.04 m<br>η = 12.8  | x: 1.04 m<br>η = 2.5   | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.04 m<br>η = 58.3  | η < 0.1               | η = 3.3                                        | x: 1.04 m<br>η = 13.0  | x: 1.04 m<br>η = 2.6   | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 58.3 |
| N21/N22 | η = 7.1                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 38.3     | x: 0 m<br>η = 19.3     | x: 0 m<br>η = 14.2     | x: 0 m<br>η = 3.2      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 64.7     | η < 0.1               | η = 3.3                                        | x: 0 m<br>η = 14.4     | x: 0 m<br>η = 3.3      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 64.7 |
| N22/N23 | η = 7.1                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 11.7     | x: 0 m<br>η = 6.7      | x: 0 m<br>η = 7.2      | x: 0 m<br>η = 1.8      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 25.5     | η < 0.1               | η = 0.7                                        | x: 0 m<br>η = 7.2      | x: 0 m<br>η = 1.8      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 25.5 |
| N23/N24 | η = 7.1                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.863 m<br>η = 11.9 | x: 0.863 m<br>η = 6.5  | x: 0.863 m<br>η = 7.3  | x: 0.863 m<br>η = 1.8  | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.863 m<br>η = 25.5 | x: 0.216 m<br>η < 0.1 | η = 0.7                                        | x: 0.863 m<br>η = 7.3  | x: 0.863 m<br>η = 1.8  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 25.5 |
| N24/N25 | η = 7.1                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.863 m<br>η = 38.6 | x: 0.863 m<br>η = 19.1 | x: 0.863 m<br>η = 14.3 | x: 0.863 m<br>η = 3.2  | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.863 m<br>η = 64.8 | η < 0.1               | η = 3.3                                        | x: 0.863 m<br>η = 14.5 | x: 0.863 m<br>η = 3.2  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 64.8 |
| N26/N27 | η = 8.5                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 37.5     | x: 0 m<br>η = 24.2     | x: 0 m<br>η = 14.0     | x: 0 m<br>η = 4.5      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 70.3     | η < 0.1               | η = 2.8                                        | x: 0 m<br>η = 14.2     | x: 0 m<br>η = 4.5      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 70.3 |
| N27/N28 | η = 8.2                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 16.8     | x: 0 m<br>η = 7.7      | x: 0 m<br>η = 7.3      | x: 0 m<br>η = 2.2      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 32.6     | η < 0.1               | η = 0.7                                        | x: 0 m<br>η = 7.3      | x: 0 m<br>η = 2.2      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 32.6 |
| N28/N29 | η = 8.2                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.684 m<br>η = 16.9 | x: 0.684 m<br>η = 7.6  | x: 0.684 m<br>η = 7.4  | x: 0.684 m<br>η = 2.2  | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.684 m<br>η = 32.7 | η < 0.1               | η = 0.8                                        | x: 0.684 m<br>η = 7.4  | x: 0.684 m<br>η = 2.2  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 32.7 |
| N29/N30 | η = 8.5                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.684 m<br>η = 37.7 | x: 0.684 m<br>η = 24.1 | x: 0.684 m<br>η = 14.0 | x: 0.684 m<br>η = 4.5  | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.684 m<br>η = 70.3 | η < 0.1               | η = 2.9                                        | x: 0.684 m<br>η = 14.2 | x: 0.684 m<br>η = 4.5  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 70.3 |
| N31/N32 | η = 9.0                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 33.4     | x: 0 m<br>η = 34.8     | x: 0 m<br>η = 11.6     | x: 0 m<br>η = 7.5      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 77.2     | η < 0.1               | η = 1.9                                        | x: 0 m<br>η = 11.7     | x: 0 m<br>η = 7.6      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 77.2 |
| N32/N33 | η = 7.7                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 20.9     | x: 0.505 m<br>η = 12.3 | x: 0 m<br>η = 5.7      | x: 0 m<br>η = 3.3      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 38.3     | η < 0.1               | η = 0.6                                        | x: 0 m<br>η = 5.7      | x: 0 m<br>η = 3.4      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 38.3 |
| N33/N34 | η = 7.7                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.505 m<br>η = 21.0 | x: 0.505 m<br>η = 12.4 | x: 0.505 m<br>η = 5.7  | x: 0.505 m<br>η = 3.4  | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.505 m<br>η = 38.4 | η < 0.1               | η = 0.7                                        | x: 0.505 m<br>η = 5.7  | x: 0.505 m<br>η = 3.4  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 38.4 |
| N34/N35 | η = 9.1                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.505 m<br>η = 33.4 | x: 0.505 m<br>η = 34.8 | x: 0.505 m<br>η = 11.6 | x: 0.505 m<br>η = 7.5  | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.505 m<br>η = 77.3 | η < 0.1               | η = 1.9                                        | x: 0.505 m<br>η = 11.7 | x: 0.505 m<br>η = 7.6  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 77.3 |
| N36/N37 | η = 15.9                                       | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 21.9     | x: 0 m<br>η = 42.1     | x: 0 m<br>η = 2.3      | x: 0 m<br>η = 12.3     | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 79.9     | x: 0 m<br>η < 0.1     | η = 1.0                                        | x: 0 m<br>η = 2.3      | x: 0 m<br>η = 12.3     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 79.9 |
| N37/N38 | η = 17.3                                       | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.327 m<br>η = 22.4 | x: 0.327 m<br>η = 22.5 | x: 0.327 m<br>η = 2.7  | x: 0 m<br>η = 4.4      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.327 m<br>η = 62.2 | η < 0.1               | M <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>    | N.P. <sup>(3)</sup>    | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 62.2 |
| N38/N39 | η = 17.3                                       | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 22.4     | x: 0 m<br>η = 22.6     | x: 0 m<br>η = 2.7      | x: 0.327 m<br>η = 4.4  | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 62.3     | η < 0.1               | M <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>    | N.P. <sup>(3)</sup>    | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 62.3 |
| N39/N40 | η = 15.9                                       | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.327 m<br>η = 21.8 | x: 0.327 m<br>η = 42.2 | x: 0.327 m<br>η = 2.3  | x: 0.327 m<br>η = 12.3 | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.327 m<br>η = 79.9 | η < 0.1               | η = 1.1                                        | x: 0.327 m<br>η = 2.2  | x: 0.327 m<br>η = 12.3 | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 79.9 |
| N41/N42 | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | η = 18.7                                       | x: 0 m<br>η = 8.1      | x: 0 m<br>η = 11.5     | x: 1.44 m<br>η = 2.7   | x: 1.44 m<br>η = 0.6   | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 39.1     | η < 0.1               | η = 1.5                                        | x: 1.44 m<br>η = 2.7   | x: 1.44 m<br>η = 0.6   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>η = 39.1 |
| N42/N43 | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | η = 18.4                                       | x: 0 m<br>η = 4.1      | x: 0.539 m<br>η = 0.7  | x: 0 m<br>η = 1.9      | x: 1.44 m<br>η = 0.1   | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 23.0     | x: 0.359 m<br>η < 0.1 | η = 0.5                                        | x: 0 m<br>η = 1.9      | x: 1.44 m<br>η = 0.1   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>η = 23.0 |
| N43/N44 | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | η = 18.7                                       | x: 1.44 m<br>η = 8.1   | x: 1.44 m<br>η = 11.5  | x: 0 m<br>η = 2.7      | x: 0 m<br>η = 0.6      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.44 m<br>η = 39.1  | x: 0.718 m<br>η < 0.1 | η = 1.5                                        | x: 0 m<br>η = 2.7      | x: 0 m<br>η = 0.6      | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>η = 39.1 |
| N44/N45 | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | η = 27.2                                       | x: 0 m<br>η = 12.6     | x: 0 m<br>η = 33.3     | x: 1.58 m<br>η = 2.0   | x: 1.58 m<br>η = 1.9   | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 75.3     | η < 0.1               | η = 3.0                                        | x: 1.58 m<br>η = 1.9   | x: 1.58 m<br>η = 1.9   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>η = 75.3 |
| N45/N46 | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | η = 25.8                                       | x: 0 m<br>η = 6.9      | x: 1.58 m<br>η = 1.7   | x: 1.58 m<br>η = 0.6   | x: 0 m<br>η = 0.2      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.986 m<br>η = 33.6 | η < 0.1               | M <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>    | N.P. <sup>(3)</sup>    | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>η = 33.6 |
| N46/N47 | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | η = 25.8                                       | x: 1.58 m<br>η = 7.3   | x: 0 m<br>η = 1.9      | x: 0 m<br>η = 0.7      | x: 1.58 m<br>η = 0.2   | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0.591 m<br>η = 33.8 | η < 0.1               | M <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>    | N.P. <sup>(3)</sup>    | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>η = 33.8 |
| N47/N48 | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | η = 27.1                                       | x: 1.58 m<br>η = 12.5  | x: 1.58 m<br>η = 32.9  | x: 0 m<br>η = 1.9      | x: 0 m<br>η = 1.8      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.58 m<br>η = 74.8  | η < 0.1               | η = 3.0                                        | x: 0 m<br>η = 1.8      | x: 0 m<br>η = 1.9      | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>η = 74.8 |
| N49/N50 | η = 6.3                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 13.9     | x: 0 m<br>η = 6.5      | x: 0 m<br>η = 5.4      | x: 0 m<br>η = 0.9      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 26.7     | x: 0.932 m<br>η < 0.1 | η = 2.4                                        | x: 0 m<br>η = 5.4      | x: 0 m<br>η = 0.9      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 26.7 |
| N50/N51 | η = 3.9                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.17 m<br>η = 5.0   | x: 1.4 m<br>η = 3.4    | x: 0 m<br>η = 2.3      | x: 1.4 m<br>η = 0.8    | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.4 m<br>η = 12.2   | x: 0.699 m<br>η < 0.1 | M <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>    | N.P. <sup>(3)</sup>    | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 12.2 |
| N51/N52 | η = 3.8                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.233 m<br>η = 5.0  | x: 0.932 m<br>η = 3.1  | x: 1.4 m<br>η = 2.3    | x: 0 m<br>η = 0.7      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 11.8     | x: 0.233 m<br>η < 0.1 | M <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>    | N.P. <sup>(3)</sup>    | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 11.8 |
| N52/N53 | η = 6.2                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.4 m<br>η = 11.1   | x: 1.4 m<br>η = 7.4    | x: 1.4 m<br>η = 4.6    | x: 1.4 m<br>η = 1.0    | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.4 m<br>η = 24.6   | η < 0.1               | η = 2.3                                        | x: 1.4 m<br>η = 4.6    | x: 1.4 m<br>η = 1.0    | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 24.6 |
| N54/N55 | η = 5.9                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 27.3     | x: 0 m<br>η = 16.8     | x: 0 m<br>η = 9.7      | x: 0 m<br>η = 2.1      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 50.0     | x: 1.22 m<br>η < 0.1  | η = 2.9                                        | x: 0 m<br>η = 9.8      | x: 0 m<br>η = 2.1      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 50.0 |
| N55/N56 | η = 6.4                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.22 m<br>η = 4.8   | x: 0 m<br>η = 5.4      | x: 0 m<br>η = 4.3      | x: 0 m<br>η = 1.1      | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 0 m<br>η = 14.1     | x: 0.813 m<br>η < 0.1 | η = 0.3                                        | x: 0 m<br>η = 4.3      | x: 0 m<br>η = 1.1      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 14.1 |
| N56/N57 | η = 6.4                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>η = 4.8      | x: 1.22 m<br>η = 5.4   | x: 1.22 m<br>η = 4.2   | x: 1.22 m<br>η = 1.1   | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.22 m<br>η = 13.7  | η < 0.1               | η = 0.3                                        | x: 1.22 m<br>η = 4.2   | x: 1.22 m<br>η = 1.1   | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 13.7 |
| N57/N58 | η = 5.8                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 1.22 m<br>η = 27.7  | x: 1.22 m<br>η = 16.7  | x: 1.22 m<br>η = 9.9   | x: 1.22 m<br>η = 2.1   | η < 0.1 | η < 0.1 | x: 1.22 m<br>η = 50.2  | η < 0.1               | η = 2.9                                        | x: 1.22 m<br>η = 10.1  | x: 1.22 m<br>η = 2.1   | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>η = 50.2 |
| N59/N60 | η = 5.7                                        | N <sub>Est</sub> = 0.00<br>N.P. <sup>(4)</sup> |                        |                        |                        |                        |         |         |                        |                       |                                                |                        |                        |                          |                    |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|           |                                        |                                        |                             |                             |                             |                             |              |              |                             |                                        |                     |                             |                             |                          |                         |
|-----------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|-----------------------------|----------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| N67/N68   | $\eta = 7.1$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.863 m<br>$\eta = 38.6$ | x: 0.863 m<br>$\eta = 19.1$ | x: 0.863 m<br>$\eta = 14.3$ | x: 0.863 m<br>$\eta = 3.2$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.863 m<br>$\eta = 64.8$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 3.3$        | x: 0.863 m<br>$\eta = 14.5$ | x: 0.863 m<br>$\eta = 3.2$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 64.8$ |
| N69/N70   | $\eta = 8.5$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 37.5$     | x: 0 m<br>$\eta = 24.2$     | x: 0 m<br>$\eta = 14.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 4.5$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 70.3$     | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 2.8$        | x: 0 m<br>$\eta = 14.2$     | x: 0 m<br>$\eta = 4.5$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 70.3$ |
|           | $\eta = 8.2$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 16.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 7.7$      | x: 0 m<br>$\eta = 7.3$      | x: 0 m<br>$\eta = 2.2$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 32.6$     | x: 0.684 m<br>$\eta < 0.1$             | $\eta = 0.7$        | x: 0 m<br>$\eta = 7.3$      | x: 0 m<br>$\eta = 2.2$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 32.6$ |
| N70/N71   | $\eta = 8.2$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.684 m<br>$\eta = 16.9$ | x: 0.684 m<br>$\eta = 7.6$  | x: 0.684 m<br>$\eta = 7.4$  | x: 0.684 m<br>$\eta = 2.2$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.684 m<br>$\eta = 32.7$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.8$        | x: 0.684 m<br>$\eta = 7.4$  | x: 0.684 m<br>$\eta = 2.2$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 32.7$ |
| N71/N72   | $\eta = 8.2$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.684 m<br>$\eta = 16.9$ | x: 0.684 m<br>$\eta = 7.6$  | x: 0.684 m<br>$\eta = 7.4$  | x: 0.684 m<br>$\eta = 2.2$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.684 m<br>$\eta = 32.7$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.8$        | x: 0.684 m<br>$\eta = 7.4$  | x: 0.684 m<br>$\eta = 2.2$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 32.7$ |
| N72/N73   | $\eta = 8.5$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.684 m<br>$\eta = 37.7$ | x: 0.684 m<br>$\eta = 24.1$ | x: 0.684 m<br>$\eta = 14.0$ | x: 0.684 m<br>$\eta = 4.5$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.684 m<br>$\eta = 70.3$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 2.9$        | x: 0.684 m<br>$\eta = 14.2$ | x: 0.684 m<br>$\eta = 4.5$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 70.3$ |
| N74/N75   | $\eta = 9.0$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 33.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 34.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 11.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 7.5$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 77.2$     | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 1.9$        | x: 0 m<br>$\eta = 11.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 7.6$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 77.2$ |
| N75/N76   | $\eta = 7.7$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 20.9$     | x: 0.505 m<br>$\eta = 12.3$ | x: 0 m<br>$\eta = 5.7$      | x: 0 m<br>$\eta = 3.3$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 38.3$     | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 0.6$        | x: 0 m<br>$\eta = 5.7$      | x: 0 m<br>$\eta = 3.4$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 38.3$ |
| N76/N77   | $\eta = 7.7$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.505 m<br>$\eta = 21.0$ | x: 0 m<br>$\eta = 12.4$     | x: 0.505 m<br>$\eta = 5.7$  | x: 0.505 m<br>$\eta = 3.4$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.505 m<br>$\eta = 38.4$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.7$        | x: 0.505 m<br>$\eta = 5.7$  | x: 0.505 m<br>$\eta = 3.4$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 38.4$ |
| N77/N78   | $\eta = 9.1$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.505 m<br>$\eta = 33.4$ | x: 0.505 m<br>$\eta = 34.8$ | x: 0.505 m<br>$\eta = 11.6$ | x: 0.505 m<br>$\eta = 7.5$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.505 m<br>$\eta = 77.3$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.9$        | x: 0.505 m<br>$\eta = 11.7$ | x: 0.505 m<br>$\eta = 7.6$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 77.3$ |
| N79/N80   | $\eta = 15.9$                          | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 21.9$     | x: 0 m<br>$\eta = 42.1$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.3$      | x: 0 m<br>$\eta = 12.3$     | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 79.9$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.0$        | x: 0 m<br>$\eta = 2.3$      | x: 0 m<br>$\eta = 12.3$     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 79.9$ |
| N80/N81   | $\eta = 17.3$                          | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.327 m<br>$\eta = 22.5$ | x: 0.327 m<br>$\eta = 22.5$ | x: 0.327 m<br>$\eta = 2.7$  | x: 0 m<br>$\eta = 4.4$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.327 m<br>$\eta = 62.2$ | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>         | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 62.2$ |
| N81/N82   | $\eta = 17.3$                          | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 22.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 22.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.7$      | x: 0.327 m<br>$\eta = 4.4$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 62.3$     | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>         | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 62.3$ |
| N82/N83   | $\eta = 15.9$                          | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.327 m<br>$\eta = 21.8$ | x: 0.327 m<br>$\eta = 42.2$ | x: 0.327 m<br>$\eta = 2.3$  | x: 0.327 m<br>$\eta = 12.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.327 m<br>$\eta = 79.9$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.1$        | x: 0.327 m<br>$\eta = 2.2$  | x: 0.327 m<br>$\eta = 12.3$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 79.9$ |
| N5/N84    | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $\eta = 18.3$                          | x: 0 m<br>$\eta = 9.2$      | x: 0 m<br>$\eta = 10.9$     | x: 1.44 m<br>$\eta = 0.6$   | x: 1.44 m<br>$\eta = 0.6$   | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 39.2$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.5$        | x: 1.44 m<br>$\eta = 3.9$   | x: 1.44 m<br>$\eta = 0.6$   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 39.2$ |
| N84/N85   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $\eta = 17.8$                          | x: 0 m<br>$\eta = 6.3$      | x: 1.44 m<br>$\eta = 2.0$   | x: 0 m<br>$\eta = 3.4$      | x: 1.44 m<br>$\eta = 0.2$   | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 25.9$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.9$        | x: 0 m<br>$\eta = 3.4$      | x: 1.44 m<br>$\eta = 0.2$   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 25.9$ |
| N85/N86   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $\eta = 17.8$                          | x: 1.44 m<br>$\eta = 6.3$   | x: 0 m<br>$\eta = 2.0$      | x: 1.44 m<br>$\eta = 3.4$   | x: 0 m<br>$\eta = 0.2$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 1.44 m<br>$\eta = 25.9$  | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | $\eta = 0.9$        | x: 1.44 m<br>$\eta = 3.4$   | x: 0 m<br>$\eta = 0.2$      | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 25.9$ |
| N86/N48   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $\eta = 18.3$                          | x: 1.44 m<br>$\eta = 9.2$   | x: 1.44 m<br>$\eta = 10.9$  | x: 0 m<br>$\eta = 3.8$      | x: 0 m<br>$\eta = 0.6$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 1.44 m<br>$\eta = 39.2$  | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.5$        | x: 0 m<br>$\eta = 3.9$      | x: 0 m<br>$\eta = 0.6$      | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 39.2$ |
| N40/N87   | $\eta = 3.6$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.516 m<br>$\eta = 21.3$ | x: 0 m<br>$\eta = 23.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 35.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 4.2$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 44.1$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 4.3$        | x: 0 m<br>$\eta = 36.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 4.1$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 44.1$ |
| N87/N88   | $\eta = 3.1$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.516 m<br>$\eta = 36.2$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 9.4$  | x: 0 m<br>$\eta = 18.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.9$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 48.3$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.3$        | x: 0 m<br>$\eta = 18.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.9$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 48.3$ |
| N88/N89   | $\eta = 3.1$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 36.2$     | x: 0 m<br>$\eta = 9.4$      | x: 0.516 m<br>$\eta = 18.3$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 0.9$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 48.3$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.3$        | x: 0.516 m<br>$\eta = 18.4$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 0.9$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 48.3$ |
| N89/N83   | $\eta = 3.6$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 21.3$     | x: 0.516 m<br>$\eta = 23.7$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 35.7$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 4.2$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 44.1$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 4.3$        | x: 0.516 m<br>$\eta = 36.3$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 4.1$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 44.1$ |
| N35/N90   | $\eta = 4.0$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 29.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 19.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 40.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 52.4$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 2.4$        | x: 0 m<br>$\eta = 40.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 52.4$ |
| N90/N91   | $\eta = 4.5$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.648 m<br>$\eta = 46.4$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 10.5$ | x: 0 m<br>$\eta = 20.1$     | x: 0 m<br>$\eta = 1.2$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 61.2$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.4$        | x: 0 m<br>$\eta = 20.1$     | x: 0 m<br>$\eta = 1.2$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 61.2$ |
| N91/N92   | $\eta = 4.5$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 46.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 10.5$     | x: 0.648 m<br>$\eta = 20.1$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 1.2$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 61.2$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.4$        | x: 0.648 m<br>$\eta = 20.1$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 1.2$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 61.2$ |
| N92/N78   | $\eta = 4.0$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.648 m<br>$\eta = 29.3$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 19.6$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 40.4$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 3.1$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 52.4$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 2.4$        | x: 0.648 m<br>$\eta = 40.8$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 3.0$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 52.4$ |
| N30/N93   | $\eta = 4.6$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 33.5$     | x: 0 m<br>$\eta = 16.2$     | x: 0 m<br>$\eta = 37.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.2$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 53.6$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.3$        | x: 0 m<br>$\eta = 37.2$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 53.6$ |
|           | $\eta = 4.8$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.779 m<br>$\eta = 46.8$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 9.1$  | x: 0 m<br>$\eta = 18.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 1.0$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 60.4$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.2$        | x: 0 m<br>$\eta = 18.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.9$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 60.4$ |
| N93/N94   | $\eta = 4.8$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 46.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 9.1$      | x: 0.779 m<br>$\eta = 18.7$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 1.0$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 60.4$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.2$        | x: 0.779 m<br>$\eta = 18.7$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 0.9$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 60.4$ |
| N94/N95   | $\eta = 4.8$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 46.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 9.1$      | x: 0.779 m<br>$\eta = 18.7$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 1.0$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 60.4$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.2$        | x: 0.779 m<br>$\eta = 18.7$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 0.9$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 60.4$ |
| N95/N73   | $\eta = 4.6$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.779 m<br>$\eta = 33.5$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 16.2$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 37.0$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 2.2$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 53.6$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.3$        | x: 0.779 m<br>$\eta = 37.2$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 2.1$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 53.6$ |
| N25/N96   | $\eta = 4.0$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 34.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 12.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 31.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 1.5$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 50.9$     | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>         | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 50.9$ |
| N96/N97   | $\eta = 4.1$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.911 m<br>$\eta = 41.2$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 7.4$  | x: 0 m<br>$\eta = 15.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.8$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 52.6$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.8$        | x: 0 m<br>$\eta = 15.9$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.7$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 52.6$ |
| N97/N98   | $\eta = 4.1$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 41.2$     | x: 0 m<br>$\eta = 7.4$      | x: 0.911 m<br>$\eta = 15.8$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 0.8$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 52.6$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.8$        | x: 0.911 m<br>$\eta = 15.9$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 0.7$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 52.6$ |
| N98/N68   | $\eta = 4.0$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.911 m<br>$\eta = 34.7$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 12.8$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 31.7$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 1.5$  | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 50.9$ | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>         | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 50.9$ |
| N20/N99   | $\eta = 3.1$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 32.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 9.0$      | x: 0 m<br>$\eta = 25.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.9$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 43.7$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.3$        | x: 0 m<br>$\eta = 25.1$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.9$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 43.7$ |
| N99/N100  | $\eta = 3.2$                           | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0.868 m<br>$\eta = 31.9$ | x: 1.04 m<br>$\eta = 5.5$   | x: 0 m<br>$\eta = 12.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.6$      | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.868 m<br>$\eta = 40.5$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.3$        | x: 0 m<br>$\eta = 12.1$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.6$      | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 40.5$ |
| N100/N101 | $\eta = 3.2$                           | $N$                                    |                             |                             |                             |                             |              |              |                             |                                        |                     |                             |                             |                          |                         |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|           |                            |                                         |                             |                                        |                             |                                        |                            |                     |                             |                                        |                                        |                             |                            |                                         |                         |
|-----------|----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
| N113/N54  | $\eta = 2.6$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 1.17 m<br>$\eta = 25.0$  | x: 1.17 m<br>$\eta = 4.5$              | x: 1.17 m<br>$\eta = 17.2$  | x: 1.17 m<br>$\eta = 0.4$              | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 1.17 m<br>$\eta = 31.9$  | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 2.6$                           | x: 1.17 m<br>$\eta = 17.4$  | x: 1.17 m<br>$\eta = 0.4$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 31.9$ |
| N16/N114  | $\eta = 3.1$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 31.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 8.6$                 | x: 0 m<br>$\eta = 24.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.9$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 43.3$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.4$                           | x: 0 m<br>$\eta = 24.9$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.9$     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 43.3$ |
| N114/N115 | $\eta = 3.2$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.868 m<br>$\eta = 31.4$ | x: 0.695 m<br>$\eta = 4.5$             | x: 0 m<br>$\eta = 11.9$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.5$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.868 m<br>$\eta = 39.0$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.4$                           | x: 0 m<br>$\eta = 12.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.4$     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 39.0$ |
| N115/N116 | $\eta = 3.2$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.174 m<br>$\eta = 31.4$ | x: 0.347 m<br>$\eta = 4.5$             | x: 0.104 m<br>$\eta = 11.9$ | x: 0.104 m<br>$\eta = 0.5$             | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.174 m<br>$\eta = 39.0$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.4$                           | x: 0.104 m<br>$\eta = 12.0$ | x: 0.104 m<br>$\eta = 0.4$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 39.0$ |
| N116/N59  | $\eta = 3.1$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 1.04 m<br>$\eta = 31.6$  | x: 1.04 m<br>$\eta = 8.6$              | x: 1.04 m<br>$\eta = 24.8$  | x: 1.04 m<br>$\eta = 0.9$              | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 1.04 m<br>$\eta = 43.3$  | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.4$                           | x: 1.04 m<br>$\eta = 24.9$  | x: 1.04 m<br>$\eta = 0.9$  | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 43.3$ |
| N21/N117  | $\eta = 4.0$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 34.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 12.3$                | x: 0 m<br>$\eta = 31.5$     | x: 0 m<br>$\eta = 1.5$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 50.7$     | $\eta < 0.1$                           | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 50.7$ |
| N117/N118 | $\eta = 4.1$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.911 m<br>$\eta = 41.1$ | x: 0.683 m<br>$\eta = 6.1$             | x: 0 m<br>$\eta = 15.9$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.6$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.911 m<br>$\eta = 51.1$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.8$                           | x: 0 m<br>$\eta = 16.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.6$     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 51.1$ |
| N118/N119 | $\eta = 4.1$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 41.1$     | x: 0.228 m<br>$\eta = 6.1$             | x: 0.911 m<br>$\eta = 15.9$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 0.6$             | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 51.1$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.8$                           | x: 0.911 m<br>$\eta = 16.0$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 0.6$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 51.1$ |
| N119/N64  | $\eta = 4.0$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.911 m<br>$\eta = 34.4$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 12.3$            | x: 0.911 m<br>$\eta = 31.5$ | x: 0.911 m<br>$\eta = 1.5$             | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.911 m<br>$\eta = 50.7$ | $\eta < 0.1$                           | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 50.7$ |
| N26/N120  | $\eta = 4.6$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 33.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 15.6$                | x: 0 m<br>$\eta = 36.9$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 53.5$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 37.1$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 53.5$ |
| N120/N121 | $\eta = 4.7$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.779 m<br>$\eta = 46.8$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 7.3$             | x: 0 m<br>$\eta = 18.9$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.8$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.779 m<br>$\eta = 58.8$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 18.9$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.7$     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 58.8$ |
| N121/N122 | $\eta = 4.7$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 46.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 7.3$                 | x: 0.779 m<br>$\eta = 18.9$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 0.8$             | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 58.8$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.2$                           | x: 0.779 m<br>$\eta = 18.9$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 0.7$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 58.8$ |
| N122/N69  | $\eta = 4.6$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.779 m<br>$\eta = 33.4$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 15.6$            | x: 0.779 m<br>$\eta = 36.9$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 2.1$             | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.779 m<br>$\eta = 53.5$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.2$                           | x: 0.779 m<br>$\eta = 37.1$ | x: 0.779 m<br>$\eta = 2.1$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 53.5$ |
| N31/N123  | $\eta = 4.0$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 29.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 18.8$                | x: 0 m<br>$\eta = 40.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 52.0$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 2.4$                           | x: 0 m<br>$\eta = 40.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 52.0$ |
| N123/N124 | $\eta = 4.5$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.648 m<br>$\eta = 46.6$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 8.3$             | x: 0 m<br>$\eta = 20.2$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.9$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.648 m<br>$\eta = 59.3$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.4$                           | x: 0 m<br>$\eta = 20.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.9$     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 59.3$ |
| N124/N125 | $\eta = 4.5$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 46.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 8.3$                 | x: 0.648 m<br>$\eta = 20.2$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 0.9$             | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 59.3$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 0.4$                           | x: 0.648 m<br>$\eta = 20.3$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 0.9$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 59.3$ |
| N125/N74  | $\eta = 4.0$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.648 m<br>$\eta = 29.3$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 18.8$            | x: 0.648 m<br>$\eta = 40.3$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 3.0$             | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.648 m<br>$\eta = 52.0$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 2.4$                           | x: 0.648 m<br>$\eta = 40.7$ | x: 0.648 m<br>$\eta = 3.0$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 52.0$ |
| N36/N126  | $\eta = 3.6$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.516 m<br>$\eta = 21.3$ | x: 0 m<br>$\eta = 22.9$                | x: 0 m<br>$\eta = 35.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 4.2$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 43.6$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 4.4$                           | x: 0 m<br>$\eta = 36.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 4.2$     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 43.6$ |
| N126/N127 | $\eta = 3.2$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.516 m<br>$\eta = 36.6$ | x: 0.258 m<br>$\eta = 7.1$             | x: 0 m<br>$\eta = 18.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.5$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.516 m<br>$\eta = 46.3$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 18.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 0.5$     | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 46.3$ |
| N127/N128 | $\eta = 3.2$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 36.6$     | x: 0.258 m<br>$\eta = 7.1$             | x: 0.516 m<br>$\eta = 18.6$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 0.5$             | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 46.3$     | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 1.2$                           | x: 0.516 m<br>$\eta = 18.7$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 0.5$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 46.3$ |
| N128/N79  | $\eta = 3.6$               | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 21.3$     | x: 0.516 m<br>$\eta = 22.9$            | x: 0.516 m<br>$\eta = 35.7$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 4.2$             | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.516 m<br>$\eta = 43.6$ | $\eta < 0.1$                           | $\eta = 4.4$                           | x: 0.516 m<br>$\eta = 36.3$ | x: 0.516 m<br>$\eta = 4.2$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 43.6$ |
| N129/N88  | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$ | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$  | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$ | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$             | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | x: 0.0805 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$  |
| N88/N91   | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                  | x: 0.555 m<br>$\eta = 4.4$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 3.0$  | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 4.5$  | x: 0.278 m<br>$\eta < 0.1$             | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 4.5$  |
| N91/N94   | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.4$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.2$                  | x: 0.555 m<br>$\eta = 15.0$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 7.1$  | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 15.3$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 15.3$ |
| N94/N97   | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.5$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.2$                  | x: 0.555 m<br>$\eta = 27.0$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 8.0$      | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 27.4$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 27.4$ |
| N97/N100  | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.6$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.2$                  | x: 0.555 m<br>$\eta = 34.9$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 5.2$      | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 35.4$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 35.4$ |
| N100/N103 | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.7$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                  | x: 0 m<br>$\eta = 35.0$     | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.8$  | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 35.6$     | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 35.6$ |
| N103/N106 | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.8$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                  | x: 0 m<br>$\eta = 34.2$     | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 7.1$  | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 34.9$     | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 34.9$ |
| N106/N85  | x: 0.555 m<br>$\eta = 1.0$ | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 23.6$     | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 12.0$ | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 24.5$     | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 24.5$ |
| N130/N127 | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$ | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(14)</sup> | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$  | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$ | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.161 m<br>$\eta = 0.1$  | x: 0.161 m<br>$\eta < 0.1$             | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | x: 0.0805 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$  |
| N127/N124 | x: 0.555 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.4$                  | x: 0.555 m<br>$\eta = 4.6$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$      | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 4.9$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 4.9$  |
| N124/N121 | x: 0.555 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.4$                  | x: 0.555 m<br>$\eta = 15.3$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 7.2$      | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 15.6$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 15.6$ |
| N121/N118 | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.5$                  | x: 0.555 m<br>$\eta = 27.4$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 8.1$      | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 27.9$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 27.9$ |
| N118/N115 | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.1$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.5$                  | x: 0.555 m<br>$\eta = 35.6$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 5.4$      | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 36.0$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 36.0$ |
| N115/N112 | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.2$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.6$                  | x: 0 m<br>$\eta = 35.7$     | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 1.2$  | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 36.1$     | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 36.1$ |
| N112/N109 | x: 0.555 m<br>$\eta = 0.3$ | x: 0 m<br>$\eta = 0.5$                  | x: 0 m<br>$\eta = 34.5$     | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.555 m<br>$\eta = 9.2$  | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$               | N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 34.9$     | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>         | N.P. <sup>(3)</sup>        | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 34.9$ |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

|           |                                        |                                        |                             |                                        |                            |                                        |                            |                     |                             |                                        |                                        |                        |                                                     |                                                  |                        |
|-----------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|
| N51/N46   | x: 0.5 m<br>$\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$      | x: 0.5 m<br>$\eta = 0.5$               | x: 0 m<br>$\eta = 2.3$     | $\eta = 0.1$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 3.6$      | $\eta < 0.1$                           | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>    | N.P. <sup>(3)</sup>                                 | $\bar{\lambda} < 2.0$                            | CUMPLE<br>$\eta = 3.6$ |
| N133/N37  | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$ | $V_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$ | N.P. <sup>(8)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>                    | N.P. <sup>(3)</sup>    | x: 0.0769 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$             | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$                           |                        |
| N37/N32   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.2$                 | x: 0 m<br>$\eta = 7.6$      | x: 0 m<br>$\eta = 28.1$                | x: 0 m<br>$\eta = 5.9$     | $\eta = 4.7$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 37.9$     | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 0.5$                           | x: 0 m<br>$\eta = 6.0$ | $\eta = 4.7$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 37.9$ |                        |
| N32/N27   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 3.5$                 | x: 0 m<br>$\eta = 8.2$      | x: 0.531 m<br>$\eta = 15.8$            | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$     | $\eta = 2.8$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 24.7$     | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 0.6$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$ | $\eta = 2.8$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 24.7$ |                        |
| N27/N22   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 3.5$                 | x: 0 m<br>$\eta = 10.0$     | x: 0.531 m<br>$\eta = 13.0$            | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$     | $\eta = 1.9$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 22.7$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 1.3$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$ | $\eta = 1.9$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 22.7$ |                        |
| N22/N17   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.9$                 | x: 0 m<br>$\eta = 11.0$     | x: 0.531 m<br>$\eta = 10.8$            | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$     | $\eta = 1.4$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 20.5$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 1.6$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$ | $\eta = 1.5$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 20.5$ |                        |
| N17/N12   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.3$                 | x: 0 m<br>$\eta = 10.7$     | x: 0.531 m<br>$\eta = 9.4$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.9$     | $\eta = 1.2$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 16.8$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 1.4$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.9$ | $\eta = 1.3$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 16.8$ |                        |
| N12/N7    | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 1.6$                 | x: 0 m<br>$\eta = 8.8$      | x: 0.531 m<br>$\eta = 14.3$            | x: 0 m<br>$\eta = 6.0$     | $\eta = 1.7$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 16.1$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 1.0$                           | x: 0 m<br>$\eta = 6.1$ | $\eta = 1.7$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 16.1$ |                        |
| N7/N2     | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$                 | x: 0.531 m<br>$\eta = 3.8$  | x: 0.531 m<br>$\eta = 15.3$            | x: 0.531 m<br>$\eta = 2.3$ | $\eta = 2.8$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 21.1$ | $\eta = 0.5$                           | x: 0.531 m<br>$\eta = 2.3$             | $\eta = 2.8$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 21.1$    |                                                  |                        |
| N134/N39  | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$ | $V_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$ | N.P. <sup>(8)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>                    | N.P. <sup>(3)</sup>    | x: 0.0769 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$             | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$                           |                        |
| N39/N34   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.2$                 | x: 0 m<br>$\eta = 7.6$      | x: 0 m<br>$\eta = 28.2$                | x: 0 m<br>$\eta = 6.0$     | $\eta = 4.7$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 38.0$     | $\eta = 0.6$                           | x: 0 m<br>$\eta = 6.0$                 | $\eta = 4.7$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 38.0$    |                                                  |                        |
| N34/N29   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 3.5$                 | x: 0 m<br>$\eta = 8.1$      | x: 0.531 m<br>$\eta = 15.8$            | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$     | $\eta = 2.8$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 24.7$     | $\eta = 0.5$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$                 | $\eta = 2.8$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 24.7$    |                                                  |                        |
| N29/N24   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 3.5$                 | x: 0 m<br>$\eta = 9.9$      | x: 0.531 m<br>$\eta = 13.0$            | x: 0 m<br>$\eta = 2.5$     | $\eta = 1.9$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 22.9$ | $\eta = 1.3$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.5$                 | $\eta = 1.9$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 22.9$    |                                                  |                        |
| N24/N19   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.9$                 | x: 0 m<br>$\eta = 11.1$     | x: 0.531 m<br>$\eta = 10.8$            | x: 0 m<br>$\eta = 2.8$     | $\eta = 1.4$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 20.9$ | $\eta = 1.6$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.8$                 | $\eta = 1.4$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 20.9$    |                                                  |                        |
| N19/N14   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.3$                 | x: 0 m<br>$\eta = 11.0$     | x: 0.531 m<br>$\eta = 9.1$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.9$     | $\eta = 1.2$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 16.8$ | $\eta = 1.4$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.9$                 | $\eta = 1.2$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 16.8$    |                                                  |                        |
| N14/N9    | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 1.6$                 | x: 0 m<br>$\eta = 9.0$      | x: 0.531 m<br>$\eta = 14.0$            | x: 0 m<br>$\eta = 6.5$     | $\eta = 1.7$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 16.0$ | $\eta = 0.9$                           | x: 0 m<br>$\eta = 6.6$                 | $\eta = 1.7$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 16.0$    |                                                  |                        |
| N9/N4     | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.0$                 | x: 0.531 m<br>$\eta = 3.5$  | x: 0.531 m<br>$\eta = 14.2$            | x: 0.531 m<br>$\eta = 2.3$ | $\eta = 2.5$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 19.7$ | $\eta = 0.6$                           | x: 0.531 m<br>$\eta = 2.3$             | $\eta = 2.5$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 19.7$    |                                                  |                        |
| N135/N80  | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$ | $V_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$ | N.P. <sup>(8)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>                    | N.P. <sup>(3)</sup>    | x: 0.0769 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$             | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$                           |                        |
| N80/N75   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.2$                 | x: 0 m<br>$\eta = 7.6$      | x: 0 m<br>$\eta = 28.1$                | x: 0 m<br>$\eta = 5.9$     | $\eta = 4.7$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 37.9$     | $\eta = 0.5$                           | x: 0 m<br>$\eta = 6.0$                 | $\eta = 4.7$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 37.9$    |                                                  |                        |
| N75/N70   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 3.5$                 | x: 0 m<br>$\eta = 8.2$      | x: 0.531 m<br>$\eta = 15.8$            | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$     | $\eta = 2.8$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 24.7$     | $\eta = 0.6$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$                 | $\eta = 2.8$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 24.7$    |                                                  |                        |
| N70/N65   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 3.5$                 | x: 0 m<br>$\eta = 10.0$     | x: 0.531 m<br>$\eta = 13.0$            | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$     | $\eta = 1.9$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 22.7$ | $\eta = 1.3$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$                 | $\eta = 1.9$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 22.7$    |                                                  |                        |
| N65/N60   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.9$                 | x: 0 m<br>$\eta = 11.0$     | x: 0.531 m<br>$\eta = 10.8$            | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$     | $\eta = 1.4$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 20.5$ | $\eta = 1.6$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$                 | $\eta = 1.5$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 20.5$    |                                                  |                        |
| N60/N55   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.3$                 | x: 0 m<br>$\eta = 10.7$     | x: 0.531 m<br>$\eta = 9.4$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.9$     | $\eta = 1.2$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 16.8$ | $\eta = 1.4$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.9$                 | $\eta = 1.3$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 16.8$    |                                                  |                        |
| N55/N50   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 1.6$                 | x: 0 m<br>$\eta = 8.8$      | x: 0.531 m<br>$\eta = 14.3$            | x: 0 m<br>$\eta = 6.0$     | $\eta = 1.7$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 16.1$ | $\eta = 1.0$                           | x: 0 m<br>$\eta = 6.1$                 | $\eta = 1.7$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 16.1$    |                                                  |                        |
| N50/N45   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$                 | x: 0.531 m<br>$\eta = 3.8$  | x: 0.531 m<br>$\eta = 15.3$            | x: 0.531 m<br>$\eta = 2.3$ | $\eta = 2.8$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 21.1$ | $\eta = 0.5$                           | x: 0.531 m<br>$\eta = 2.3$             | $\eta = 2.8$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 21.1$    |                                                  |                        |
| N136/N82  | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$ | $V_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$ | N.P. <sup>(8)</sup> | x: 0.154 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>                    | N.P. <sup>(3)</sup>    | x: 0.0769 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$             | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$                           |                        |
| N82/N77   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.2$                 | x: 0 m<br>$\eta = 7.6$      | x: 0 m<br>$\eta = 28.2$                | x: 0 m<br>$\eta = 6.0$     | $\eta = 4.7$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 38.0$     | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 0.6$                           | x: 0 m<br>$\eta = 6.0$ | $\eta = 4.7$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 38.0$ |                        |
| N77/N72   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 3.5$                 | x: 0 m<br>$\eta = 8.1$      | x: 0.531 m<br>$\eta = 15.8$            | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$     | $\eta = 2.8$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 24.7$     | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 0.5$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$ | $\eta = 2.8$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 24.7$ |                        |
| N72/N67   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 3.5$                 | x: 0 m<br>$\eta = 9.9$      | x: 0.531 m<br>$\eta = 13.0$            | x: 0 m<br>$\eta = 2.5$     | $\eta = 1.9$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 22.9$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 1.3$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.5$ | $\eta = 1.9$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 22.9$ |                        |
| N67/N62   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.9$                 | x: 0 m<br>$\eta = 11.1$     | x: 0.531 m<br>$\eta = 10.8$            | x: 0 m<br>$\eta = 2.8$     | $\eta = 1.4$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 20.9$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 1.6$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.8$ | $\eta = 1.4$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 20.9$ |                        |
| N62/N57   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.3$                 | x: 0 m<br>$\eta = 11.0$     | x: 0.531 m<br>$\eta = 9.1$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.9$     | $\eta = 1.2$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 16.8$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 1.4$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.9$ | $\eta = 1.2$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 16.8$ |                        |
| N57/N52   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 1.6$                 | x: 0 m<br>$\eta = 9.0$      | x: 0.531 m<br>$\eta = 14.0$            | x: 0 m<br>$\eta = 6.5$     | $\eta = 1.7$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 16.0$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 0.9$                           | x: 0 m<br>$\eta = 6.6$ | $\eta = 1.7$                                        | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 16.0$ |                        |
| N52/N47   | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.0$                 | x: 0.531 m<br>$\eta = 3.5$  | x: 0.531 m<br>$\eta = 14.2$            | x: 0.531 m<br>$\eta = 2.3$ | $\eta = 2.5$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.531 m<br>$\eta = 19.7$ | $\eta = 0.6$                           | x: 0.531 m<br>$\eta = 2.3$             | $\eta = 2.5$           | $\bar{\lambda} < 2.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 19.7$    |                                                  |                        |
| N137/N126 | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(5)</sup> | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$ | $V_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$ | N.P. <sup>(8)</sup> | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>                    | N.P. <sup>(3)</sup>    | x: 0.0827 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$             | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$                           |                        |
| N126/N123 | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.2$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.571 m<br>$\eta = 2.0$  | x: 0 m<br>$\eta = 9.7$                 | x: 0 m<br>$\eta = 0.6$     | $\eta = 1.5$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0 m<br>$\eta = 12.0$     | $\eta = 2.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 0.6$                 | $\eta = 1.5$           | $\bar{\lambda} \leq 3.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 12.0$ |                                                  |                        |
| N123/N120 | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.9$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.571 m<br>$\eta = 9.3$  | x: 0.571 m<br>$\eta = 6.4$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.8$     | $\eta = 1.0$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.571 m<br>$\eta = 17.6$ | $\eta = 1.1$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.8$                 | $\eta = 1.0$           | $\bar{\lambda} \leq 3.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 17.6$ |                                                  |                        |
| N120/N117 | x: 0.571 m<br>$\eta = 2.2$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.571 m<br>$\eta = 16.4$ | x: 0.571 m<br>$\eta = 6.5$             | x: 0 m<br>$\eta = 4.0$     | $\eta = 0.7$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.571 m<br>$\eta = 25.1$ | $\eta = 0.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 4.0$                 | $\eta = 0.7$           | $\bar{\lambda} \leq 3.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 25.1$ |                                                  |                        |
| N117/N114 | x: 0.571 m<br>$\eta = 2.4$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.571 m<br>$\eta = 21.0$ | x: 0.571 m<br>$\eta = 6.0$             | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$     | $\eta = 0.4$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.571 m<br>$\eta = 29.4$ | $\eta = 1.5$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$                 | $\eta = 0.4$           | $\bar{\lambda} \leq 3.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 29.4$ |                                                  |                        |
| N114/N111 | x: 0.571 m<br>$\eta = 2.4$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.571 m<br>$\eta = 22.4$ | x: 0.571 m<br>$\eta = 4.9$             | x: 0 m<br>$\eta = 0.7$     | $\eta = 0.1$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$        | x: 0.571 m<br>$\eta = 29.7$ | $\eta = 2.8$                           | x: 0 m<br>$\eta = 0.7$                 | $\eta = 0.1$           | $\bar{\lambda} \leq 3.0$<br>CUMPLE<br>$\eta = 29.7$ |                                                  |                        |
| N111/N108 | x: 0.571 m<br>$\eta = 2.4$             | $N_{ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 22.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 5.5$                 | x: 0.571 m<br><            |                                        |                            |                     |                             |                                        |                                        |                        |                                                     |                                                  |                        |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|           |                             |                                        |                             |                                        |                            |                                        |                            |                            |                             |                            |                                        |                            |                        |                                         |                         |
|-----------|-----------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
| N95/N98   | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.8$  | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                 | x: 0.571 m<br>$\eta = 16.3$ | x: 0.571 m<br>$\eta = 7.3$             | x: 0 m<br>$\eta = 4.0$     | $\eta = 0.9$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.571 m<br>$\eta = 25.2$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 0.1$                           | x: 0 m<br>$\eta = 4.0$     | $\eta = 0.8$           | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 25.2$ |
| N98/N101  | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.8$  | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                 | x: 0.571 m<br>$\eta = 21.5$ | x: 0.571 m<br>$\eta = 6.8$             | x: 0 m<br>$\eta = 2.9$     | $\eta = 0.6$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.571 m<br>$\eta = 29.9$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 1.5$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.9$     | $\eta = 0.5$           | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 29.9$ |
| N101/N104 | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.7$  | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | x: 0.571 m<br>$\eta = 23.3$ | x: 0.571 m<br>$\eta = 5.9$             | x: 0 m<br>$\eta = 1.0$     | $\eta = 0.3$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.571 m<br>$\eta = 30.8$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 2.7$                           | x: 0 m<br>$\eta = 1.0$     | $\eta = 0.2$           | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 30.8$ |
| N104/N107 | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.7$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 23.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 5.5$                 | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.4$ | $\eta = 0.5$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 30.5$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 3.5$                           | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.3$ | $\eta = 0.5$           | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 30.5$ |
| N107/N86  | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.5$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 21.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 10.0$                | x: 0.571 m<br>$\eta = 7.4$ | $\eta = 1.0$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 25.0$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 3.4$                           | x: 0.571 m<br>$\eta = 7.6$ | $\eta = 1.1$           | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 25.0$ |
| N140/N87  | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$ | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$ | N.P. <sup>(8)</sup>        | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.165 m<br>$\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>        | N.P. <sup>(3)</sup>    | x: 0.0827 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$  |
| N87/N90   | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.0$  | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.8$  | x: 0 m<br>$\eta = 11.4$                | x: 0 m<br>$\eta = 0.3$     | $\eta = 1.8$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 13.8$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 2.3$                           | x: 0 m<br>$\eta = 0.4$     | $\eta = 1.7$           | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 13.8$ |
| N90/N93   | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.5$  | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                 | x: 0.571 m<br>$\eta = 9.0$  | x: 0.571 m<br>$\eta = 7.3$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.6$     | $\eta = 1.1$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.571 m<br>$\eta = 17.8$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 1.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.7$     | $\eta = 1.1$           | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 17.8$ |
| N93/N96   | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.8$  | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                 | x: 0.571 m<br>$\eta = 16.3$ | x: 0.571 m<br>$\eta = 7.3$             | x: 0 m<br>$\eta = 4.0$     | $\eta = 0.9$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.571 m<br>$\eta = 25.2$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 0.1$                           | x: 0 m<br>$\eta = 4.0$     | $\eta = 0.8$           | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 25.2$ |
| N96/N99   | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.8$  | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                 | x: 0.571 m<br>$\eta = 21.5$ | x: 0.571 m<br>$\eta = 6.8$             | x: 0 m<br>$\eta = 2.9$     | $\eta = 0.6$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.571 m<br>$\eta = 29.9$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 1.5$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.9$     | $\eta = 0.5$           | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 29.9$ |
| N99/N102  | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.7$  | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | x: 0.571 m<br>$\eta = 23.3$ | x: 0.571 m<br>$\eta = 5.9$             | x: 0 m<br>$\eta = 1.0$     | $\eta = 0.3$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.571 m<br>$\eta = 30.8$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 2.7$                           | x: 0 m<br>$\eta = 1.0$     | $\eta = 0.2$           | $\bar{\lambda} < 2.0$                   | CUMPLE<br>$\eta = 30.8$ |
| N102/N105 | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.7$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 23.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 5.5$                 | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.4$ | $\eta = 0.5$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 30.5$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 3.5$                           | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.3$ | $\eta = 0.5$           | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 30.5$ |
| N105/N84  | x: 0.571 m<br>$\eta = 1.5$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 21.8$     | x: 0.571 m<br>$\eta = 10.0$            | x: 0.571 m<br>$\eta = 7.4$ | $\eta = 1.0$                           | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 25.0$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 3.4$                           | x: 0.571 m<br>$\eta = 7.6$ | $\eta = 1.1$           | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 25.0$ |
| N141/N36  | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$             | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$             | x: 0.089 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.089 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.089 m<br>$\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>        | N.P. <sup>(3)</sup>    | x: 0.089 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$  | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$  |
| N36/N31   | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.5$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 14.1$     | x: 0.615 m<br>$\eta = 5.0$             | x: 0 m<br>$\eta = 5.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 23.6$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 4.1$                           | x: 0 m<br>$\eta = 5.5$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 23.6$ |
| N31/N26   | x: 0.615 m<br>$\eta = 10.7$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 7.4$      | x: 0.615 m<br>$\eta = 5.7$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.4$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 23.1$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 1.9$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.4$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 23.1$ |
| N26/N21   | x: 0.615 m<br>$\eta = 14.5$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 5.9$  | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.3$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 26.7$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 0.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 26.7$ |
| N21/N16   | x: 0.615 m<br>$\eta = 17.7$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 5.2$      | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.1$             | x: 0 m<br>$\eta = 2.5$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 28.6$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 2.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 28.6$ |
| N16/N11   | x: 0.615 m<br>$\eta = 20.3$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 5.4$      | x: 0 m<br>$\eta = 5.4$                 | x: 0 m<br>$\eta = 2.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.7$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 31.0$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 3.9$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.8$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 31.0$ |
| N11/N6    | x: 0.615 m<br>$\eta = 22.8$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 12.2$ | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.0$             | x: 0 m<br>$\eta = 4.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.7$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 40.9$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 5.3$                           | x: 0 m<br>$\eta = 4.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.7$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 40.9$ |
| N6/N1     | x: 0.615 m<br>$\eta = 24.9$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 44.3$ | x: 0.615 m<br>$\eta = 11.6$            | x: 0 m<br>$\eta = 9.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 80.7$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 6.3$                           | x: 0 m<br>$\eta = 9.5$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.7$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 80.7$ |
| N142/N40  | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$             | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$             | x: 0.089 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.089 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.089 m<br>$\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>        | N.P. <sup>(3)</sup>    | x: 0.089 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$  | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$  |
| N40/N35   | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.5$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 5.0$  | x: 0 m<br>$\eta = 14.1$                | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$     | x: 0 m<br>$\eta = 5.4$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 23.6$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 4.1$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$     | x: 0 m<br>$\eta = 5.5$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 23.6$ |
| N35/N30   | x: 0.615 m<br>$\eta = 10.7$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 5.7$  | x: 0 m<br>$\eta = 7.4$                 | x: 0 m<br>$\eta = 2.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.6$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 23.2$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 1.9$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.7$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 23.2$ |
| N30/N25   | x: 0.615 m<br>$\eta = 14.5$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.3$  | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.0$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 26.9$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 0.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 26.9$ |
| N25/N20   | x: 0.615 m<br>$\eta = 17.7$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.2$  | x: 0 m<br>$\eta = 5.1$                 | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.5$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 28.6$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 2.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.5$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 28.6$ |
| N20/N15   | x: 0.615 m<br>$\eta = 20.4$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 5.5$      | x: 0 m<br>$\eta = 5.3$                 | x: 0 m<br>$\eta = 2.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.3$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 31.1$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 4.0$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.8$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.4$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 31.1$ |
| N15/N10   | x: 0.615 m<br>$\eta = 22.8$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 5.5$  | x: 0.615 m<br>$\eta = 11.5$            | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 4.2$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 39.8$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 6.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 4.3$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 39.8$ |
| N10/N5    | x: 0.615 m<br>$\eta = 24.8$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 11.7$ | x: 0.615 m<br>$\eta = 44.7$            | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 9.4$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 81.3$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 5.6$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 9.6$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 81.3$ |
| N143/N83  | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$             | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$             | x: 0.089 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.089 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.178 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.089 m<br>$\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>        | N.P. <sup>(3)</sup>    | x: 0.089 m<br>$\bar{\lambda} \leq 3.0$  | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$  |
| N83/N78   | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.5$  | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 14.1$     | x: 0.615 m<br>$\eta = 5.0$             | x: 0 m<br>$\eta = 5.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 23.6$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 4.1$                           | x: 0 m<br>$\eta = 5.5$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.1$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 23.6$ |
| N78/N73   | x: 0.615 m<br>$\eta = 10.7$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 7.4$      | x: 0.615 m<br>$\eta = 5.7$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.6$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.4$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 23.2$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 1.9$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.7$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.4$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 23.2$ |
| N73/N68   | x: 0.615 m<br>$\eta = 14.5$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.0$  | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.3$             | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 26.9$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 0.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.0$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 26.9$ |
| N68/N63   | x: 0.615 m<br>$\eta = 17.7$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 5.1$      | x: 0.615 m<br>$\eta = 6.2$             | x: 0 m<br>$\eta = 2.5$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 28.6$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 2.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.5$     | x: 0 m<br>$\eta = 3.1$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 28.6$ |
| N63/N58   | x: 0.615 m<br>$\eta = 20.4$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 5.3$      | x: 0 m<br>$\eta = 5.5$                 | x: 0 m<br>$\eta = 2.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.8$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0 m<br>$\eta = 31.1$     | $\eta < 0.1$               | $\eta = 4.0$                           | x: 0 m<br>$\eta = 2.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.8$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 31.1$ |
| N58/N53   | x: 0.615 m<br>$\eta = 22.8$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 11.5$ | x: 0.615 m<br>$\eta = 5.5$             | x: 0 m<br>$\eta = 4.2$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 39.8$ | $\eta < 0.1$               | $\eta = 6.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 4.3$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$ | $\bar{\lambda} \leq 3.0$                | CUMPLE<br>$\eta = 39.8$ |
| N53/N48   | x: 0.615 m<br>$\eta = 24.8$ | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.615 m<br>$\eta = 44.7$ | x: 0.615 m<br>$\eta = 11.7$            | x: 0 m<br>$\eta = 9.4$     | x: 0 m<br>$\eta = 2.6$                 | $\eta < 0.1$               | $\eta < 0.1$               | x: 0.615 m<br>$\eta = 8$    |                            |                                        |                            |                        |                                         |                         |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|           |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                                        |                           |                          |                           |                                        |                                        |                           |                       |                          |                         |
|-----------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| N163/N43  | $\eta = 1.0$                           | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.2 m<br>$\eta = 15.3$              | x: 0.2 m<br>$\eta = 0.5$               | x: 0 m<br>$\eta = 20.6$                | $\eta = 0.1$                           | $\eta < 0.1$              | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.2 m<br>$\eta = 16.8$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 5.2$                           | x: 0 m<br>$\eta = 21.1$   | $\eta = 0.1$          | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 21.1$ |
| N149/N164 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0.2 m<br>$\eta < 0.1$               | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.2 m<br>$\eta < 0.1$               | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$  | N.P. <sup>(8)</sup>      | N.P. <sup>(9)</sup>       | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$  |
| N164/N44  | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $\eta = 0.2$                           | x: 0.2 m<br>$\eta = 61.3$              | x: 0.2 m<br>$\eta = 12.1$              | x: 0 m<br>$\eta = 55.8$                | $\eta = 10.5$                          | x: 0.2 m<br>$\eta = 62.1$ | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.2 m<br>$\eta = 74.1$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $\eta = 16.1$                          | x: 0 m<br>$\eta = 66.1$   | $\eta = 13.1$         | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 73.6$ |
| N5/N155   | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 61.6$                | x: 0 m<br>$\eta = 12.5$                | x: 0.2 m<br>$\eta = 55.5$              | $\eta = 10.9$                          | x: 0 m<br>$\eta = 62.4$   | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$   | x: 0 m<br>$\eta = 74.1$   | x: 0 m<br>$\eta = 85.3$                | $\eta = 16.6$                          | x: 0.2 m<br>$\eta = 66.2$ | $\eta = 13.6$         | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta = 85.3$ |
| N155/N150 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$    | N.P. <sup>(8)</sup>      | N.P. <sup>(9)</sup>       | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$  |
| N84/N156  | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 11.0$                | x: 0 m<br>$\eta = 0.4$                 | x: 0.2 m<br>$\eta = 20.2$              | $\eta = 0.1$                           | $\eta < 0.1$              | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$   | x: 0 m<br>$\eta = 11.4$   | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | $\eta = 4.1$                           | x: 0.2 m<br>$\eta = 20.6$ | $\eta = 0.1$          | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta = 20.6$ |
| N156/N151 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                 | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$    | N.P. <sup>(8)</sup>      | N.P. <sup>(9)</sup>       | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta = 0.1$  |
| N85/N157  | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 5.6$                 | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.2 m<br>$\eta = 10.3$              | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta < 0.1$              | N.P. <sup>(8)</sup>      | N.P. <sup>(9)</sup>       | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta = 10.3$ |
| N157/N152 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                 | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$    | N.P. <sup>(8)</sup>      | N.P. <sup>(9)</sup>       | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta = 0.1$  |
| N86/N158  | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 11.0$                | x: 0 m<br>$\eta = 0.4$                 | x: 0.2 m<br>$\eta = 20.2$              | $\eta = 0.1$                           | $\eta < 0.1$              | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$   | x: 0 m<br>$\eta = 11.4$   | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | $\eta = 4.1$                           | x: 0.2 m<br>$\eta = 20.6$ | $\eta = 0.1$          | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta = 20.6$ |
| N158/N153 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 0.1$                 | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$    | N.P. <sup>(8)</sup>      | N.P. <sup>(9)</sup>       | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta = 0.1$  |
| N48/N159  | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 61.6$                | x: 0 m<br>$\eta = 12.5$                | x: 0.2 m<br>$\eta = 55.5$              | $\eta = 10.9$                          | x: 0 m<br>$\eta = 62.4$   | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$   | x: 0 m<br>$\eta = 74.1$   | x: 0 m<br>$\eta = 85.3$                | $\eta = 16.6$                          | x: 0.2 m<br>$\eta = 66.2$ | $\eta = 13.6$         | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta = 85.3$ |
| N159/N154 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(4)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$                 | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0 m<br>$\eta < 0.1$    | N.P. <sup>(8)</sup>      | N.P. <sup>(9)</sup>       | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | N.P. <sup>(10)</sup>     | CUMPLE<br>$\eta < 0.1$  |
| N165/N155 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 14.3$                | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.2 m<br>$\eta = 18.2$              | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta = 7.7$                           | N.P. <sup>(8)</sup>       | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.2 m<br>$\eta = 32.5$ | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$               | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 32.5$ |
| N166/N156 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.7$                 | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.2 m<br>$\eta = 0.4$               | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta = 0.1$                           | N.P. <sup>(8)</sup>       | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.2 m<br>$\eta = 3.1$  | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$               | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 3.1$  |
| N167/N157 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 1.4$                 | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | N.P. <sup>(8)</sup>                    | N.P. <sup>(9)</sup>       | N.P. <sup>(9)</sup>      | N.P. <sup>(5)</sup>       | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>                    | N.P. <sup>(3)</sup>       | $\bar{\lambda} < 2.0$ | CUMPLE<br>$\eta = 1.4$   |                         |
| N168/N158 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.7$                 | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.2 m<br>$\eta = 0.4$               | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta = 0.1$                           | N.P. <sup>(8)</sup>       | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.2 m<br>$\eta = 3.1$  | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 3.1$  |
| N169/N159 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 14.3$                | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | x: 0.2 m<br>$\eta = 18.2$              | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | $\eta = 7.7$                           | N.P. <sup>(8)</sup>       | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.2 m<br>$\eta = 32.5$ | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 32.5$ |
| N170/N164 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 14.4$                | x: 0.2 m<br>$\eta = 0.5$               | x: 0.2 m<br>$\eta = 17.6$              | $\eta = 1.7$                           | $\eta = 7.4$                           | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.2 m<br>$\eta = 32.3$ | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$               | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 32.3$ |
| N171/N163 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.7$                 | x: 0.2 m<br>$\eta = 4.1$               | x: 0.2 m<br>$\eta = 0.5$               | $\eta = 7.6$                           | $\eta = 0.1$                           | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.2 m<br>$\eta = 7.3$  | N.P. <sup>(5)</sup>                    | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 7.6$  |
| N172/N162 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 1.0$                 | x: 0.2 m<br>$\eta = 6.1$               | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(6)</sup> | $\eta = 11.1$                          | $V_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(7)</sup> | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$  | N.P. <sup>(8)</sup>      | x: 0.2 m<br>$\eta = 6.9$  | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$               | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 11.1$ |
| N173/N161 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 2.7$                 | x: 0.2 m<br>$\eta = 4.1$               | x: 0.2 m<br>$\eta = 0.5$               | $\eta = 7.6$                           | $\eta = 0.1$                           | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.2 m<br>$\eta = 7.3$  | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$               | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 7.6$  |
| N174/N160 | $N_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(1)</sup> | x: 0 m<br>$\eta = 14.4$                | x: 0.2 m<br>$\eta = 0.5$               | x: 0.2 m<br>$\eta = 17.6$              | $\eta = 1.7$                           | $\eta = 7.4$                           | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$  | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$ | x: 0.2 m<br>$\eta = 32.3$ | x: 0.1 m<br>$\eta < 0.1$               | $M_{Ed} = 0.00$<br>N.P. <sup>(2)</sup> | N.P. <sup>(3)</sup>       | N.P. <sup>(3)</sup>   | $\bar{\lambda} < 2.0$    | CUMPLE<br>$\eta = 32.3$ |

Notación:  
 $N_x$ : Resistencia a tracción  
 $N_c$ : Resistencia a compresión  
 $M_x$ : Resistencia a flexión eje Y  
 $M_z$ : Resistencia a flexión eje Z  
 $V_x$ : Resistencia a corte Z  
 $V_z$ : Resistencia a corte Y  
 $M_x V_z$ : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados  
 $M_z V_x$ : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante X combinados  
 $NM_x M_z$ : Resistencia a flexión y axil combinados  
 $NM_x V_z V_x$ : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados  
 $M_x$ : Resistencia a torsión  
 $M_x V_z$ : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados  
 $M_z V_x$ : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados  
 $i$ : Limitación de esbeltez  
 $x$ : Distancia al origen de la barra  
 $\alpha$ : Coeficiente de aprovechamiento (%)  
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):  
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.  
(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.  
(3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
(4) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.  
(5) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
(6) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.  
(7) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.  
(8) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
(9) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.  
(10) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

## 2.4.- Placas de anclaje

Nota: Las placas de anclaje que no están correctamente definidas no se muestran en los listados.

### 2.4.1.- Descripción

| Descripción                  |                                                      |                                              |                                  |                                       |
|------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Referencia                   | Placa base                                           | Disposición                                  | Rigidizadores                    | Pernos                                |
| N170,N171,N172,<br>N173,N174 | Ancho X: 400 mm<br>Ancho Y: 300 mm<br>Espesor: 30 mm | Posición X: Centrada<br>Posición Y: Centrada | Paralelos X: -<br>Paralelos Y: - | 4Ø20 mm L=30 cm<br>Prolongación recta |

### 2.4.2.- Comprobación de las placas de anclaje



| Referencia: N170 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                             |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                     | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                            | Mínimo: 60 mm<br>Calculado: 140 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                                          | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 80 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                                 | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                                       |                                                                             |        |
| -Tracción:                                                                                                                                                                       | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0 t                                           | Cumple |
| -Cortante:                                                                                                                                                                       | Máximo: 3.66 t<br>Calculado: 1.796 t                                        | Cumple |
| -Tracción + Cortante:                                                                                                                                                            | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 2.566 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                                   | Máximo: 10.243 t<br>Calculado: 0 t                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                                       | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1100.86 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                                 | Máximo: 33.639 t<br>Calculado: 1.796 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                                      | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                        | Calculado: 861.243 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                      | Calculado: 861.243 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                         | Calculado: 221.666 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                          | Calculado: 221.666 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                               | Mínimo: 250                                                                 |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                                       | Calculado: 2274.48                                                          | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                                     | Calculado: 2274.48                                                          | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                                        | Calculado: 18195.9                                                          | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                                         | Calculado: 18195.9                                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>       | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                              |                                                                             |        |



| Referencia: N171 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                             |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                     | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                            | Mínimo: 60 mm<br>Calculado: 140 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                                          | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 80 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                                 | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                                       |                                                                             |        |
| -Tracción:                                                                                                                                                                       | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0 t                                           | Cumple |
| -Cortante:                                                                                                                                                                       | Máximo: 3.66 t<br>Calculado: 0.227 t                                        | Cumple |
| -Tracción + Cortante:                                                                                                                                                            | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.325 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                                   | Máximo: 10.243 t<br>Calculado: 0 t                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                                       | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 139.367 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                                 | Máximo: 33.639 t<br>Calculado: 0.227 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                                      | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                        | Calculado: 141.028 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                      | Calculado: 141.028 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                         | Calculado: 61.1444 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                          | Calculado: 61.1444 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                               | Mínimo: 250                                                                 |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                        | Calculado: 9205.67                                                          | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                      | Calculado: 9205.67                                                          | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                         | Calculado: 29925.7                                                          | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                          | Calculado: 29925.7                                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>       | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                              |                                                                             |        |



| Referencia: N172 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                             |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                     | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                            | Mínimo: 60 mm<br>Calculado: 140 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                                          | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 80 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                                 | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                                       |                                                                             |        |
| -Tracción:                                                                                                                                                                       | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0 t                                           | Cumple |
| -Cortante:                                                                                                                                                                       | Máximo: 3.66 t<br>Calculado: 0.326 t                                        | Cumple |
| -Tracción + Cortante:                                                                                                                                                            | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.466 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                                   | Máximo: 10.243 t<br>Calculado: 0 t                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                                       | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 205.341 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                                 | Máximo: 33.639 t<br>Calculado: 0.335 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                                      | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                        | Calculado: 56.7678 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                      | Calculado: 56.7678 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                         | Calculado: 25.7735 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                          | Calculado: 25.7735 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                               | Mínimo: 250                                                                 |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                        | Calculado: 25533.9                                                          | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                      | Calculado: 25533.9                                                          | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                         | Calculado: 83005.3                                                          | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                          | Calculado: 83005.3                                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>       | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                              |                                                                             |        |



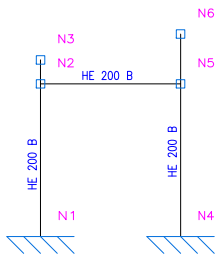
| Referencia: N173 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                             |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                     | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                            | Mínimo: 60 mm<br>Calculado: 140 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                                          | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 80 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                                 | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                                       |                                                                             |        |
| -Tracción:                                                                                                                                                                       | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0 t                                           | Cumple |
| -Cortante:                                                                                                                                                                       | Máximo: 3.66 t<br>Calculado: 0.227 t                                        | Cumple |
| -Tracción + Cortante:                                                                                                                                                            | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.325 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                                   | Máximo: 10.243 t<br>Calculado: 0 t                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                                       | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 139.367 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                                 | Máximo: 33.639 t<br>Calculado: 0.227 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                                      | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                        | Calculado: 141.028 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                      | Calculado: 141.028 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                         | Calculado: 61.1444 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                          | Calculado: 61.1444 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                               | Mínimo: 250                                                                 |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                        | Calculado: 9205.67                                                          | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                      | Calculado: 9205.67                                                          | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                         | Calculado: 29925.7                                                          | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                          | Calculado: 29925.7                                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>       | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                              |                                                                             |        |



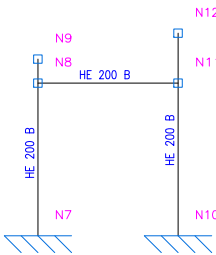
| Referencia: N174 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 300 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada |                                                                             |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                     | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                            | Mínimo: 60 mm<br>Calculado: 140 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                                          | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 80 mm                                           | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                                 | Mínimo: 24 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                                       |                                                                             |        |
| - Tracción:                                                                                                                                                                      | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0 t                                           | Cumple |
| - Cortante:                                                                                                                                                                      | Máximo: 3.66 t<br>Calculado: 1.796 t                                        | Cumple |
| - Tracción + Cortante:                                                                                                                                                           | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 2.566 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                                   | Máximo: 10.243 t<br>Calculado: 0 t                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                                       | Máximo: 4077.47 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 1100.86 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                                 | Máximo: 33.639 t<br>Calculado: 1.796 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                                      | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                                       | Calculado: 861.243 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                                     | Calculado: 861.243 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                                        | Calculado: 221.666 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                                         | Calculado: 221.666 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                               | Mínimo: 250                                                                 |        |
| - Derecha:                                                                                                                                                                       | Calculado: 2274.48                                                          | Cumple |
| - Izquierda:                                                                                                                                                                     | Calculado: 2274.48                                                          | Cumple |
| - Arriba:                                                                                                                                                                        | Calculado: 18195.9                                                          | Cumple |
| - Abajo:                                                                                                                                                                         | Calculado: 18195.9                                                          | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                                    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 0 kp/cm <sup>2</sup>       | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                              |                                                                             |        |

# **COMPROBACIONES DE CÁLCULO** **SOPORTE**

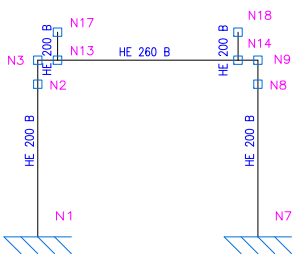
2D: ALIN. 1



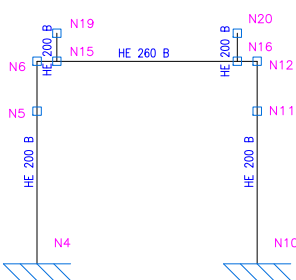
2D: ALIN. 2



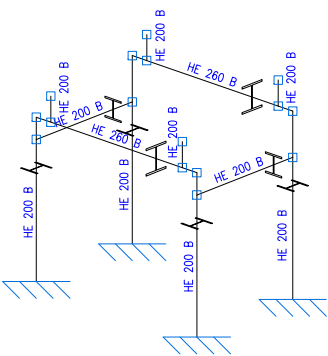
2D: ALIN. A



2D: ALIN. B



3D





## 1.- DATOS DE OBRA

### 1.1.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: EHE-08-CTE

Aceros laminados y armados: CTE DB-SE A

### 1.2.- ESTADOS LÍMITE

|                                  |                                                 |
|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| E.L.U. de rotura. Hormigón       | CTE<br>Categoría de uso: A. Zonas residenciales |
| E.L.U. de rotura. Acero laminado | CTE<br>Categoría de uso: A. Zonas residenciales |
| Desplazamientos                  | Acciones características                        |

#### 1.2.1.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

#### CON COEFICIENTES DE COMBINACIÓN

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

#### SIN COEFICIENTES DE COMBINACIÓN

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$



Donde:

- $G_k$  Acción permanente  
 $Q_k$  Acción variable  
 $\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes  
 $\gamma_Q$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal  
 $\gamma_{Q_i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento ( $i \neq 1$ )  
 $\psi_p$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal  
 $\psi_{a_i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento ( $i \neq 1$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. DE ROTURA. HORMIGÓN: EHE-08-CTE**

| PERSISTENTE O TRANSITORIA |                                                  |              |                                        |                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                           | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                           | Favorable                                        | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente ( $G$ )  | 1.000                                            | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga ( $Q$ )        | 0.000                                            | 1.500        | 1.000                                  | 0.700                       |

**E.L.U. DE ROTURA. ACERO LAMINADO: CTE DB-SE A**

| PERSISTENTE O TRANSITORIA |                           |              |                                        |                             |
|---------------------------|---------------------------|--------------|----------------------------------------|-----------------------------|
|                           | Coeficientes parciales de |              | Coeficientes de combinación ( $\psi$ ) |                             |
|                           | Favorable                 | Desfavorable | Principal ( $\psi_p$ )                 | Acompañamiento ( $\psi_a$ ) |
| Carga permanente ( $G$ )  | 0.800                     | 1.350        | -                                      | -                           |
| Sobrecarga ( $Q$ )        | 0.000                     | 1.500        | 1.000                                  | 0.700                       |

**DESPLAZAMIENTOS**

| ACCIONES VARIABLES SIN SISMO |                                                  |  |              |
|------------------------------|--------------------------------------------------|--|--------------|
|                              | Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) |  |              |
|                              | Favorable                                        |  | Desfavorable |
| Carga permanente ( $G$ )     | 1.000                                            |  | 1.000        |
| Sobrecarga ( $Q$ )           | 0.000                                            |  | 1.000        |



## 1.2.2.- COMBINACIONES

### NOMBRES DE LAS HIPÓTESIS

|                  |                  |
|------------------|------------------|
| G                | Carga permanente |
| P.P. ALIMENTADOR | P.P. ALIMENTADOR |
| DESCARGA TOLVA   | DESCARGA TOLVA   |
| CARGA DINAMICA   | CARGA DINAMICA   |
| CARGA DINAMICA   | CARGA DINAMICA   |

### ▪ E.L.U. DE ROTURA. HORMIGÓN

| Comb. | G     | P.P.  | DESCARGA | CARGA DINAMICA | CARGA DINAMICA |
|-------|-------|-------|----------|----------------|----------------|
| 1     | 1.000 | 1.000 |          |                |                |
| 2     | 1.350 | 1.000 |          |                |                |
| 3     | 1.000 | 1.350 |          |                |                |
| 4     | 1.350 | 1.350 |          |                |                |
| 5     | 1.000 | 1.000 | 1.500    |                |                |
| 6     | 1.350 | 1.000 | 1.500    |                |                |
| 7     | 1.000 | 1.350 | 1.500    |                |                |
| 8     | 1.350 | 1.350 | 1.500    |                |                |
| 9     | 1.000 | 1.000 |          | 1.500          |                |
| 10    | 1.350 | 1.000 |          | 1.500          |                |
| 11    | 1.000 | 1.350 |          | 1.500          |                |
| 12    | 1.350 | 1.350 |          | 1.500          |                |
| 13    | 1.000 | 1.000 | 1.500    | 1.500          |                |
| 14    | 1.350 | 1.000 | 1.500    | 1.500          |                |
| 15    | 1.000 | 1.350 | 1.500    | 1.500          |                |
| 16    | 1.350 | 1.350 | 1.500    | 1.500          |                |
| 17    | 1.000 | 1.000 |          |                | 1.500          |
| 18    | 1.350 | 1.000 |          |                | 1.500          |
| 19    | 1.000 | 1.350 |          |                | 1.500          |
| 20    | 1.350 | 1.350 |          |                | 1.500          |
| 21    | 1.000 | 1.000 | 1.500    |                | 1.500          |
| 22    | 1.350 | 1.000 | 1.500    |                | 1.500          |
| 23    | 1.000 | 1.350 | 1.500    |                | 1.500          |
| 24    | 1.350 | 1.350 | 1.500    |                | 1.500          |
| 25    | 1.000 | 1.000 |          | 1.500          | 1.500          |
| 26    | 1.350 | 1.000 |          | 1.500          | 1.500          |
| 27    | 1.000 | 1.350 |          | 1.500          | 1.500          |
| 28    | 1.350 | 1.350 |          | 1.500          | 1.500          |
| 29    | 1.000 | 1.000 | 1.500    | 1.500          | 1.500          |



|    |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 30 | 1.350 | 1.000 | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| 31 | 1.000 | 1.350 | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| 32 | 1.350 | 1.350 | 1.500 | 1.500 | 1.500 |

### ▪ E.L.U. DE ROTURA. ACERO LAMINADO

| Comb. | G     | P.P.  | DESCARGA | CARGA DINAMICA | CARGA DINAMICA |
|-------|-------|-------|----------|----------------|----------------|
| 1     | 0.800 | 0.800 |          |                |                |
| 2     | 1.350 | 0.800 |          |                |                |
| 3     | 0.800 | 1.350 |          |                |                |
| 4     | 1.350 | 1.350 |          |                |                |
| 5     | 0.800 | 0.800 | 1.500    |                |                |
| 6     | 1.350 | 0.800 | 1.500    |                |                |
| 7     | 0.800 | 1.350 | 1.500    |                |                |
| 8     | 1.350 | 1.350 | 1.500    |                |                |
| 9     | 0.800 | 0.800 |          | 1.500          |                |
| 10    | 1.350 | 0.800 |          | 1.500          |                |
| 11    | 0.800 | 1.350 |          | 1.500          |                |
| 12    | 1.350 | 1.350 |          | 1.500          |                |
| 13    | 0.800 | 0.800 | 1.500    | 1.500          |                |
| 14    | 1.350 | 0.800 | 1.500    | 1.500          |                |
| 15    | 0.800 | 1.350 | 1.500    | 1.500          |                |
| 16    | 1.350 | 1.350 | 1.500    | 1.500          |                |
| 17    | 0.800 | 0.800 |          |                | 1.500          |
| 18    | 1.350 | 0.800 |          |                | 1.500          |
| 19    | 0.800 | 1.350 |          |                | 1.500          |
| 20    | 1.350 | 1.350 |          |                | 1.500          |
| 21    | 0.800 | 0.800 | 1.500    |                | 1.500          |
| 22    | 1.350 | 0.800 | 1.500    |                | 1.500          |
| 23    | 0.800 | 1.350 | 1.500    |                | 1.500          |
| 24    | 1.350 | 1.350 | 1.500    |                | 1.500          |
| 25    | 0.800 | 0.800 |          | 1.500          | 1.500          |
| 26    | 1.350 | 0.800 |          | 1.500          | 1.500          |
| 27    | 0.800 | 1.350 |          | 1.500          | 1.500          |
| 28    | 1.350 | 1.350 |          | 1.500          | 1.500          |
| 29    | 0.800 | 0.800 | 1.500    | 1.500          | 1.500          |
| 30    | 1.350 | 0.800 | 1.500    | 1.500          | 1.500          |
| 31    | 0.800 | 1.350 | 1.500    | 1.500          | 1.500          |
| 32    | 1.350 | 1.350 | 1.500    | 1.500          | 1.500          |

### ▪ DESPLAZAMIENTOS



## 2.- ESTRUCTURA

## 2.1.- GEOMETRÍA

### 2.1.1.- NUDOS

### Referencias:

$\square_x, \square_y, \square_z$ : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\square_x, \square_y, \square_z$ : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.  
 'X'.

| NUDC       |             |       |       |                            |                            |                            |                          |                          |                          |                      |
|------------|-------------|-------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| Referencia | Coordenadas |       |       | Vinculación exterior       |                            |                            |                          |                          |                          | Vinculación interior |
|            | X(m)        | Y(m)  | Z(m)  | <input type="checkbox"/> x | <input type="checkbox"/> y | <input type="checkbox"/> z | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |                      |
| N1         | 0.000       | 0.000 | 0.000 | X                          | X                          | X                          | X                        | X                        | X                        | Empotrado            |
| N2         | 0.000       | 0.000 | 1.362 | -                          | -                          | -                          | -                        | -                        | -                        | Empotrado            |
| N3         | 0.000       | 0.000 | 1.576 | -                          | -                          | -                          | -                        | -                        | -                        | Empotrado            |
| N4         | 0.000       | 1.250 | 0.000 | X                          | X                          | X                          | X                        | X                        | X                        | Empotrado            |
| N5         | 0.000       | 1.250 | 1.362 | -                          | -                          | -                          | -                        | -                        | -                        | Empotrado            |
| N6         | 0.000       | 1.250 | 1.806 | -                          | -                          | -                          | -                        | -                        | -                        | Empotrado            |
| N7         | 1.964       | 0.000 | 0.000 | X                          | X                          | X                          | X                        | X                        | X                        | Empotrado            |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
 Universidad de Cantabria

|     |       |       |       |   |   |   |   |   |   |           |
|-----|-------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|-----------|
| N8  | 1.964 | 0.000 | 1.362 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N9  | 1.964 | 0.000 | 1.576 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N10 | 1.964 | 1.250 | 0.000 | X | X | X | X | X | X | Empotrado |
| N11 | 1.964 | 1.250 | 1.362 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N12 | 1.964 | 1.250 | 1.806 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N13 | 0.177 | 0.000 | 1.576 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N14 | 1.787 | 0.000 | 1.576 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N15 | 0.177 | 1.250 | 1.806 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N16 | 1.787 | 1.250 | 1.806 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N17 | 0.177 | 0.000 | 1.826 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N18 | 1.787 | 0.000 | 1.826 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N19 | 0.177 | 1.250 | 2.056 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |
| N20 | 1.787 | 1.250 | 2.056 | - | - | - | - | - | - | Empotrado |

## 2.1.2.- BARRAS

### 2.1.2.1.- Materiales utilizados

| MATERIALES UTILIZADOS                                                                                                                                                                                 |             |                        |                        |                                         |                           |                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| Material                                                                                                                                                                                              |             | E(kp/cm <sup>2</sup> ) | G(kp/cm <sup>2</sup> ) | □ <sub>e</sub><br>(kp/cm <sup>2</sup> ) | □ <sub>t</sub><br>(m/m°C) | □ <sub>s</sub><br>(kg/dm <sup>3</sup> ) |
| Tipo                                                                                                                                                                                                  | Designación |                        |                        |                                         |                           |                                         |
| Acero laminado                                                                                                                                                                                        | S275        | 2100000.00             | 807692.31              | 2803.26                                 | 1.2e-005                  | 7.85                                    |
| Notación:<br><i>E</i> : Módulo de elasticidad<br><i>G</i> : Módulo de cortadura<br>□ <sub>e</sub> : Límite elástico<br>□ <sub>t</sub> : Coeficiente de dilatación<br>□ <sub>s</sub> : Peso específico |             |                        |                        |                                         |                           |                                         |

### 2.1.2.2.- Descripción

| DESCRIPCIÓN    |             |              |              |                |             |                 |                 |               |               |
|----------------|-------------|--------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|
| Material       |             | Barra(Ni/Nf) | Pieza(Ni/Nf) | Perfil(Serie)  | Longitud(m) | □ <sub>xy</sub> | □ <sub>xz</sub> | LbSup.<br>(m) | LbInf.<br>(m) |
| Tipo           | Designación |              |              |                |             |                 |                 |               |               |
| Acero laminado | S275        | N1/N2        | N1/N3        | HE 200 B (HEB) | 1.36        | 1.00            | 1.00            | -             | -             |
|                |             | N2/N3        | N1/N3        | HE 200 B (HEB) | 0.21        | 1.00            | 1.00            | -             | -             |
|                |             | N4/N5        | N4/N6        | HE 200 B (HEB) | 1.36        | 1.00            | 1.00            | -             | -             |
|                |             | N5/N6        | N4/N6        | HE 200 B (HEB) | 0.44        | 1.00            | 1.00            | -             | -             |
|                |             | N2/N5        | N2/N5        | HE 200 B (HEB) | 1.25        | 1.00            | 1.00            | -             | -             |
|                |             | N7/N8        | N7/N9        | HE 200 B (HEB) | 1.36        | 1.00            | 1.00            | -             | -             |
|                |             | N8/N9        | N7/N9        | HE 200 B (HEB) | 0.21        | 1.00            | 1.00            | -             | -             |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
 Universidad de Cantabria

|  |  |         |         |                |      |      |      |   |   |
|--|--|---------|---------|----------------|------|------|------|---|---|
|  |  | N10/N11 | N10/N12 | HE 200 B (HEB) | 1.36 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N11/N12 | N10/N12 | HE 200 B (HEB) | 0.44 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N8/N11  | N8/N11  | HE 200 B (HEB) | 1.25 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N3/N13  | N3/N9   | HE 260 B (HEB) | 0.18 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N13/N14 | N3/N9   | HE 260 B (HEB) | 1.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N14/N9  | N3/N9   | HE 260 B (HEB) | 0.18 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N6/N15  | N6/N12  | HE 260 B (HEB) | 0.18 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N15/N16 | N6/N12  | HE 260 B (HEB) | 1.61 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N16/N12 | N6/N12  | HE 260 B (HEB) | 0.18 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N13/N17 | N13/N17 | HE 200 B (HEB) | 0.25 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N14/N18 | N14/N18 | HE 200 B (HEB) | 0.25 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N15/N19 | N15/N19 | HE 200 B (HEB) | 0.25 | 1.00 | 1.00 | - | - |
|  |  | N16/N20 | N16/N20 | HE 200 B (HEB) | 0.25 | 1.00 | 1.00 | - | - |

**Notación:**

*Ni:* Nudo inicial  
*Nf:* Nudo final  
 $\square_{xy}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
 $\square_{xz}$ : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
*LbSup.:* Separación entre arriostramientos del ala superior  
*LbInf.:* Separación entre arriostramientos del ala inferior

### 2.1.2.3.- Características mecánicas

| TIPOS DE PIEZA |                                                                                  |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Ref.           | Piezas                                                                           |
| 1              | N1/N3, N4/N6, N2/N5, N7/N9, N10/N12, N8/N11, N13/N17, N14/N18, N15/N19 y N16/N20 |
| 2              | N3/N9 y N6/N12                                                                   |

| CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS |             |      |                                 |        |          |          |          |
|---------------------------|-------------|------|---------------------------------|--------|----------|----------|----------|
| Material                  |             | Ref. | Descripción                     | A(cm²) | Iyy(cm4) | Izz(cm4) | Ixx(cm4) |
| Tipo                      | Designación |      |                                 |        |          |          |          |
| Acero laminado            | S275        | 1    | HE 200 B , Perfil simple, (HEB) | 78.10  | 5696.00  | 2003.00  | 59.28    |
|                           |             | 2    | HE 260 B , Perfil simple, (HEB) | 118.40 | 14920.00 | 5135.00  | 123.80   |

**Notación:**

*Ref.:* Referencia  
*A:* Sección  
*Iyy:* Inercia flexión Iyy  
*Izz:* Inercia flexión Izz  
*Ixx:* Inercia torsión  
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.



## 2.2.- CARGAS

### 2.2.1.- NUDOS

| CARGAS EN NUDOS |                   |                     |           |        |        |
|-----------------|-------------------|---------------------|-----------|--------|--------|
| Referencia      | Hipótesis         | Cargas puntuales(t) | Dirección |        |        |
|                 |                   |                     | X         | Y      | Z      |
| N17             | P.P. ALIMENTADOR  | 0.429               | 0.000     | 0.000  | -1.000 |
| N17             | DESCARGA TOLVA    | 0.242               | 0.000     | 0.000  | -1.000 |
| N17             | CARGA DINAMICA +Y | 0.240               | 0.665     | 0.665  | 0.339  |
| N17             | CARGA DINAMICA -Y | 0.240               | 0.665     | -0.665 | 0.339  |
| N18             | P.P. ALIMENTADOR  | 0.429               | 0.000     | 0.000  | -1.000 |
| N18             | DESCARGA TOLVA    | 0.242               | 0.000     | 0.000  | -1.000 |
| N18             | CARGA DINAMICA +Y | 0.240               | 0.665     | 0.665  | 0.339  |
| N18             | CARGA DINAMICA -Y | 0.240               | 0.665     | -0.665 | 0.339  |
| N19             | P.P. ALIMENTADOR  | 0.286               | 0.000     | 0.000  | -1.000 |
| N19             | DESCARGA TOLVA    | 0.161               | 0.000     | 0.000  | -1.000 |
| N19             | CARGA DINAMICA +Y | 0.240               | 0.665     | 0.665  | 0.339  |
| N19             | CARGA DINAMICA -Y | 0.240               | 0.665     | -0.665 | 0.339  |
| N20             | P.P. ALIMENTADOR  | 0.286               | 0.000     | 0.000  | -1.000 |
| N20             | DESCARGA TOLVA    | 0.161               | 0.000     | 0.000  | -1.000 |
| N20             | CARGA DINAMICA +Y | 0.240               | 0.665     | 0.665  | 0.339  |
| N20             | CARGA DINAMICA -Y | 0.240               | 0.665     | -0.665 | 0.339  |

### 2.2.2.- BARRAS

Referencias:

'P1', 'P2':

- ⇒ Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.
- ⇒ Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- ⇒ Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- ⇒ Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal



dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- ⇒ Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- ⇒ Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- ⇒ Cargas puntuales: t
- ⇒ Momentos puntuales: t·m.
- ⇒ Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: t/m.
- ⇒ Incrementos de temperatura: °C.

| CARGAS EN BARRAS |                  |          |         |    |          |       |           |       |       |        |
|------------------|------------------|----------|---------|----|----------|-------|-----------|-------|-------|--------|
| Barra            | Hipótesis        | Tipo     | Valores |    | Posición |       | Dirección |       |       |        |
|                  |                  |          | P1      | P2 | L1(m)    | L2(m) | Ejes      | X     | Y     | Z      |
| N1/N2            | Carga permanente | Uniforme | 0.061   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N2/N3            | Carga permanente | Uniforme | 0.061   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N4/N5            | Carga permanente | Uniforme | 0.061   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N5/N6            | Carga permanente | Uniforme | 0.061   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N2/N5            | Carga permanente | Uniforme | 0.061   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N7/N8            | Carga permanente | Uniforme | 0.061   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N8/N9            | Carga permanente | Uniforme | 0.061   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N10/N11          | Carga permanente | Uniforme | 0.061   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N11/N12          | Carga permanente | Uniforme | 0.061   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N8/N11           | Carga permanente | Uniforme | 0.061   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N3/N13           | Carga permanente | Uniforme | 0.093   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N14          | Carga permanente | Uniforme | 0.093   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N14/N9           | Carga permanente | Uniforme | 0.093   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N6/N15           | Carga permanente | Uniforme | 0.093   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N15/N16          | Carga permanente | Uniforme | 0.093   | -  | -        | -     | Globales  | 0.000 | 0.000 | -1.000 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|         |                  |          |       |   |   |   |          |       |       |        |
|---------|------------------|----------|-------|---|---|---|----------|-------|-------|--------|
| N16/N12 | Carga permanente | Uniforme | 0.093 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N13/N17 | Carga permanente | Uniforme | 0.061 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N14/N18 | Carga permanente | Uniforme | 0.061 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N15/N19 | Carga permanente | Uniforme | 0.061 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |
| N16/N20 | Carga permanente | Uniforme | 0.061 | - | - | - | Globales | 0.000 | 0.000 | -1.000 |

## 2.3.- RESULTADOS

### 2.3.1.- BARRAS

#### 2.3.1.1.- Resistencia

Referencias:

N: Esfuerzo axil (t)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- ☐ G: Sólo gravitatorias
- ☐ GV: Gravitatorias + viento
- ☐ GS: Gravitatorias + sismo
- ☐ GVS: Gravitatorias + viento + sismo

☐: Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

resistencia de la norma si se cumple que  $\square \square 100 \%$ .

| COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA |                  |             |                   |        |        |         |         |         |        |        |
|-----------------------------|------------------|-------------|-------------------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|
| Barra                       | $\square$<br>(%) | Posición(m) | Esfuerzos pésimos |        |        |         |         |         | Origen | Estado |
|                             |                  |             | N(t)              | Vy(t)  | Vz(t)  | Mt(t·m) | My(t·m) | Mz(t·m) |        |        |
| N1/N2                       | 4.97             | 0.000       | -0.532            | 0.446  | -0.004 | -0.000  | -0.002  | 0.383   | G      | Cumple |
| N2/N3                       | 4.42             | 0.214       | 0.303             | 0.469  | 0.002  | 0.002   | -0.000  | -0.349  | G      | Cumple |
| N4/N5                       | 5.66             | 0.000       | 0.347             | 0.472  | 0.005  | -0.000  | 0.002   | 0.448   | G      | Cumple |
| N5/N6                       | 5.18             | 0.444       | 0.470             | 0.475  | 0.001  | 0.001   | -0.000  | -0.405  | G      | Cumple |
| N2/N5                       | 1.54             | 1.250       | 0.008             | -0.002 | 0.427  | 0.000   | -0.253  | 0.001   | G      | Cumple |
| N7/N8                       | 5.92             | 0.000       | -1.511            | 0.517  | -0.007 | -0.000  | -0.004  | 0.419   | G      | Cumple |
| N8/N9                       | 5.50             | 0.214       | -1.329            | 0.514  | -0.002 | 0.002   | 0.000   | -0.397  | G      | Cumple |
| N10/N11                     | 6.30             | 0.000       | -1.268            | 0.495  | 0.004  | -0.000  | -0.001  | 0.462   | G      | Cumple |
| N11/N12                     | 5.82             | 0.444       | -1.067            | 0.498  | -0.001 | 0.001   | 0.000   | -0.433  | G      | Cumple |
| N8/N11                      | 1.53             | 1.250       | 0.009             | -0.001 | 0.425  | 0.000   | -0.251  | 0.000   | G      | Cumple |
| N3/N13                      | 5.49             | 0.000       | 0.226             | -0.238 | -0.063 | 0.060   | 0.165   | 0.000   | G      | Cumple |
| N13/N14                     | 1.49             | 0.000       | -0.035            | 0.002  | 0.386  | 0.000   | 0.501   | 0.002   | G      | Cumple |
| N14/N9                      | 5.49             | 0.000       | -0.254            | -0.238 | 0.537  | 0.060   | -0.098  | -0.042  | G      | Cumple |
| N6/N15                      | 5.49             | 0.000       | 0.231             | -0.239 | 0.078  | 0.060   | 0.195   | 0.000   | G      | Cumple |
| N15/N16                     | 1.60             | 1.610       | -0.007            | 0.001  | 0.640  | 0.000   | -0.422  | -0.001  | G      | Cumple |
| N16/N12                     | 5.49             | 0.000       | -0.247            | -0.239 | 0.448  | 0.060   | -0.134  | -0.042  | G      | Cumple |
| N13/N17                     | 1.81             | 0.000       | -0.719            | 0.479  | -0.000 | 0.000   | -0.000  | 0.120   | G      | Cumple |
| N14/N18                     | 1.81             | 0.000       | -0.719            | 0.479  | -0.000 | 0.000   | -0.000  | 0.120   | G      | Cumple |
| N15/N19                     | 1.66             | 0.000       | -0.404            | 0.479  | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.120   | G      | Cumple |
| N16/N20                     | 1.66             | 0.000       | -0.404            | 0.479  | 0.000  | 0.000   | 0.000   | 0.120   | G      | Cumple |

### 2.3.1.2.- Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

| Barras | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) |                |           |          |           |     |      |        |           |         |                |                   |                   |      | Estado |
|--------|------------------------------|----------------|-----------|----------|-----------|-----|------|--------|-----------|---------|----------------|-------------------|-------------------|------|--------|
|        | N <sub>t</sub>               | N <sub>c</sub> | MY        | MZ       | VZ        | VY  | MYVZ | MZVY   | NMYMZ     | NMYMZ   | M <sub>t</sub> | M <sub>t</sub> VZ | M <sub>t</sub> VY | □□   |        |
| N1/N2  | x: 1.36 m                    | x: 0 m         | x: 0 m    | x: 0 m   | □ = 0.9   | □ = | □ <  | □ <    | x: 0 m    | □ < 0.1 | □ = 0.1        | □ < 0.1           | □ =               | □□ □ | CUMP   |
| N2/N3  | x: 0.214                     | x: 0 m         | x: 0 m    | x: 0.214 | □ = 0.9   | □ = | □ <  | □ <    | x: 0.214  | □ < 0.1 | □ = 0.3        | □ < 0.1           | □ =               | □□ □ | CUMP   |
| N4/N5  | x: 1.36 m                    | x: 0 m         | x: 0 m    | x: 0 m   | □ = 0.8   | □ = | □ <  | □ <    | x: 0 m    | □ < 0.1 | □ = 0.1        | □ < 0.1           | □ =               | □□ □ | CUMP   |
| N5/N6  | x: 0.444                     | x: 0 m         | x: 0 m    | x: 0.444 | □ = 0.9   | □ = | □ <  | □ <    | x: 0.444  | □ < 0.1 | □ = 0.1        | □ < 0.1           | □ =               | □□ □ | CUMP   |
| N2/N5  | □ < 0.1                      | □ <            | x: 1.25 m | x: 0 m   | x: 1.25 m | □ < | □ <  | x: 0 m | x: 1.25 m | □ < 0.1 | □ = 0.1        | x: 1.25 m         | □ <               | □□ □ | CUMP   |
| N7/N8  | N <sub>Ed</sub> =            | x: 0 m         | x: 0 m    | x: 0 m   | □ = 0.9   | □ = | □ <  | □ <    | x: 0 m    | □ < 0.1 | □ = 0.1        | □ < 0.1           | □ =               | □□ □ | CUMP   |
| N8/N9  | N <sub>Ed</sub> =            | x: 0 m         | x: 0 m    | x: 0.214 | □ = 0.9   | □ = | □ <  | □ <    | x: 0.214  | □ < 0.1 | □ = 0.3        | □ < 0.1           | □ =               | □□ □ | CUMP   |
| N10/N1 | N <sub>Ed</sub> =            | x: 0 m         | x: 0 m    | x: 0 m   | □ = 0.8   | □ = | □ <  | □ <    | x: 0 m    | □ < 0.1 | □ = 0.1        | □ < 0.1           | □ =               | □□ □ | CUMP   |
| N11/N1 | N <sub>Ed</sub> =            | x: 0 m         | x: 0 m    | x: 0.444 | □ = 0.9   | □ = | □ <  | □ <    | x: 0.444  | □ < 0.1 | □ = 0.1        | □ < 0.1           | □ =               | □□ □ | CUMP   |
| N8/N11 | □ < 0.1                      | □ <            | x: 1.25 m | x: 0 m   | x: 1.25 m | □ < | □ <  | x: 0 m | x: 1.25 m | □ < 0.1 | □ = 0.1        | x: 0 m            | □ <               | □□ □ | CUMP   |
| N3/N13 | □ = 0.1                      | □ <            | x: 0.177  | x: 0.177 | x: 0 m    | □ = | □ <  | □ <    | x: 0.177  | □ < 0.1 | □ = 5.5        | x: 0 m            | □ <               | □□ □ | CUMP   |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

|        |                   |        |          |          |           |     |        |        |          |         |                   |          |         |       |      |
|--------|-------------------|--------|----------|----------|-----------|-----|--------|--------|----------|---------|-------------------|----------|---------|-------|------|
| N13/N1 | N <sub>Ed</sub> = | □ <    | x: 0 m   | x: 0 m   | x: 1.61 m | □ < | □ <    | □ <    | x: 0 m   | □ < 0.1 | M <sub>Ed</sub> = | N.P.(3)  | N.P.(3) | □ □ □ | CUMP |
| N14/N9 | N <sub>Ed</sub> = | □ =    | x: 0.177 | x: 0 m   | x: 0.177  | □ = | □ <    | □ <    | x: 0.177 | □ < 0.1 | □ = 5.5           | x: 0.177 | □ <     | □ □ □ | CUMP |
| N6/N15 | □ = 0.2           | □ <    | x: 0 m   | x: 0.177 | x: 0 m    | □ = | □ <    | □ <    | x: 0 m   | □ < 0.1 | □ = 5.5           | x: 0.177 | □ <     | □ □ □ | CUMP |
| N15/N1 | N <sub>Ed</sub> = | □ <    | x: 0 m   | x: 0 m   | x: 1.61 m | □ < | □ <    | □ <    | x: 0 m   | □ < 0.1 | M <sub>Ed</sub> = | N.P.(3)  | N.P.(3) | □ □ □ | CUMP |
| N16/N1 | N <sub>Ed</sub> = | □ =    | x: 0.177 | x: 0 m   | x: 0.177  | □ = | □ <    | □ <    | x: 0.177 | □ < 0.1 | □ = 5.5           | x: 0.177 | □ <     | □ □ □ | CUMP |
| N13/N1 | N <sub>Ed</sub> = | x: 0 m | x: 0 m   | x: 0 m   | □ = 0.9   | □ = | x: 0 m | x: 0 m | x: 0 m   | x: 0 m  | M <sub>Ed</sub> = | N.P.(3)  | N.P.(3) | □ □ □ | CUMP |
| N14/N1 | N <sub>Ed</sub> = | x: 0 m | x: 0 m   | x: 0 m   | □ = 0.9   | □ = | x: 0 m | x: 0 m | x: 0 m   | x: 0 m  | M <sub>Ed</sub> = | N.P.(3)  | N.P.(3) | □ □ □ | CUMP |
| N15/N1 | x: 0.25 m         | x: 0 m | x: 0 m   | x: 0 m   | □ = 0.9   | □ = | x: 0 m | x: 0 m | x: 0 m   | x: 0 m  | M <sub>Ed</sub> = | N.P.(3)  | N.P.(3) | □ □ □ | CUMP |
| N16/N2 | x: 0.25 m         | x: 0 m | x: 0 m   | x: 0 m   | □ = 0.9   | □ = | x: 0 m | x: 0 m | x: 0 m   | x: 0 m  | M <sub>Ed</sub> = | N.P.(3)  | N.P.(3) | □ □ □ | CUMP |

Notación:

*N<sub>T</sub>*: Resistencia a tracción

*N<sub>C</sub>*: Resistencia a compresión

*M<sub>Y</sub>*: Resistencia a flexión eje Y

*M<sub>Z</sub>*: Resistencia a flexión eje Z

*V<sub>Z</sub>*: Resistencia a corte Z

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

(3) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## 2.4.- PLACAS DE ANCLAJE

### 2.4.1.- DESCRIPCIÓN

| DESCRIPCIÓN  |                                                      |                                              |                                                            |                                       |
|--------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Referencia   | Placa base                                           | Disposición                                  | Rigidizadores                                              | Pernos                                |
| N1,N4,N7,N10 | Ancho X: 400 mm<br>Ancho Y: 400 mm<br>Espesor: 20 mm | Posición X: Centrada<br>Posición Y: Centrada | Paralelos X: 2(100x30x10.0)<br>Paralelos Y: 2(100x30x10.0) | 4Ø20 mm L=30 cm<br>Prolongación recta |

### 2.4.2.- COMPROBACIÓN DE LAS PLACAS DE ANCLAJE

| Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x10.0) Paralelos Y: 2(100x30x10.0) |                                    |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                           | Valores                            | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br>3 diámetros                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 60 mm<br>Calculado: 320 mm | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br>1.5 diámetros                                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 40 mm  | Cumple |



|                                                                                                  |                                                                             |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Esbeltez de rigidizadores:                                                                       | Máximo: 50                                                                  |        |
| -Paralelos a X:                                                                                  | Calculado: 24.5                                                             | Cumple |
| -Paralelos a Y:                                                                                  | Calculado: 24.5                                                             | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i> | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                       |                                                                             |        |
| -Tracción:                                                                                       | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.618 t                                       | Cumple |
| -Cortante:                                                                                       | Máximo: 3.66 t<br>Calculado: 0.117 t                                        | Cumple |
| -Tracción + Cortante:                                                                            | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.786 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                   | Máximo: 12.803 t<br>Calculado: 0.653 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                       | Máximo: 5096.84 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 220.313 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i> | Máximo: 22.426 t<br>Calculado: 0.118 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                      |                                                                             |        |
| -Derecha:                                                                                        | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 109.457 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                      | Calculado: 101.588 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Arriba:                                                                                         | Calculado: 67.7241 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Abajo:                                                                                          | Calculado: 82.3339 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>               |                                                                             |        |
| -Derecha:                                                                                        | Mínimo: 250<br>Calculado: 87175.7                                           | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                      | Calculado: 91651.1                                                          | Cumple |
| -Arriba:                                                                                         | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| -Abajo:                                                                                          | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>    | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 212.731 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                              |                                                                             |        |



| Referencia: N4 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x10.0) Paralelos Y: 2(100x30x10.0) |                                                                             |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br>3 diámetros                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 60 mm<br>Calculado: 320 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br>1.5 diámetros                                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 40 mm                                           | Cumple |
| Esbeltez de rigidizadores:                                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 50                                                                  |        |
| -Paralelos a X:                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 24.5                                                             | Cumple |
| -Paralelos a Y:                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 24.5                                                             | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.                                                                                                                                                              | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                                                                                                             |                                                                             |        |
| -Tracción:                                                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.741 t                                       | Cumple |
| -Cortante:                                                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 3.66 t<br>Calculado: 0.118 t                                        | Cumple |
| -Tracción + Cortante:                                                                                                                                                                                                                                  | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.909 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                                                                                                         | Máximo: 12.803 t<br>Calculado: 0.77 t                                       | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 5096.84 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 255.58 kp/cm <sup>2</sup>  | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa                                                                                                                                                              | Máximo: 22.426 t<br>Calculado: 0.118 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                                                                                                            | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                                                                                              | Calculado: 116.067 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 119.777 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 76.2713 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                                                                                                | Calculado: 58.6515 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br>Limitación de la deformabilidad de los vuelos                                                                                                                                                                            | Mínimo: 250                                                                 |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                                                                                              | Calculado: 76685.3                                                          | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 77112.6                                                          | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                                                                                                | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo                                                                                                                                                                 | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 250.723 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                    |                                                                             |        |



| Referencia: N7 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x10.0) Paralelos Y: 2(100x30x10.0) |                                                                             |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                           | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br>3 diámetros                                                                                                                                                                                                         | Mínimo: 60 mm<br>Calculado: 320 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br>1.5 diámetros                                                                                                                                                                                                       | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 40 mm                                           | Cumple |
| Esbeltez de rigidizadores:                                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 50                                                                  |        |
| -Paralelos a X:                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 24.5                                                             | Cumple |
| -Paralelos a Y:                                                                                                                                                                                                                                        | Calculado: 24.5                                                             | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.                                                                                                                                                              | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                                                                                                             |                                                                             |        |
| -Tracción:                                                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.477 t                                       | Cumple |
| -Cortante:                                                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 3.66 t<br>Calculado: 0.13 t                                         | Cumple |
| -Tracción + Cortante:                                                                                                                                                                                                                                  | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.662 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                                                                                                         | Máximo: 12.803 t<br>Calculado: 0.509 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 5096.84 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 171.061 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa                                                                                                                                                              | Máximo: 22.426 t<br>Calculado: 0.13 t                                       | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                                                                                                            | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                                                                                              | Calculado: 133.927 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 69.1497 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 75.5553 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                                                                                                | Calculado: 89.468 kp/cm <sup>2</sup>                                        | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br>Limitación de la deformabilidad de los vuelos                                                                                                                                                                            | Mínimo: 250                                                                 |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                                                                                              | Calculado: 79926.7                                                          | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                                                                                            | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                                                                                                | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo                                                                                                                                                                 | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 165.751 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                    |                                                                             |        |



| Referencia: N10 -Placa base: Ancho X: 400 mm Ancho Y: 400 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 4Ø20 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x30x10.0) Paralelos Y: 2(100x30x10.0) |                                                                             |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| Comprobación                                                                                                                                                                                                                                            | Valores                                                                     | Estado |
| Separación mínima entre pernos:<br><i>3 diámetros</i>                                                                                                                                                                                                   | Mínimo: 60 mm<br>Calculado: 320 mm                                          | Cumple |
| Separación mínima pernos-borde:<br><i>1.5 diámetros</i>                                                                                                                                                                                                 | Mínimo: 30 mm<br>Calculado: 40 mm                                           | Cumple |
| Esbeltez de rigidizadores:                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 50                                                                  |        |
| -Paralelos a X:                                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 24.5                                                             | Cumple |
| -Paralelos a Y:                                                                                                                                                                                                                                         | Calculado: 24.5                                                             | Cumple |
| Longitud mínima del perno:<br><i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>                                                                                                                                                        | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm                                           | Cumple |
| Anclaje perno en hormigón:                                                                                                                                                                                                                              |                                                                             |        |
| -Tracción:                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.524 t                                       | Cumple |
| -Cortante:                                                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 3.66 t<br>Calculado: 0.124 t                                        | Cumple |
| -Tracción + Cortante:                                                                                                                                                                                                                                   | Máximo: 5.228 t<br>Calculado: 0.701 t                                       | Cumple |
| Tracción en vástago de pernos:                                                                                                                                                                                                                          | Máximo: 12.803 t<br>Calculado: 0.55 t                                       | Cumple |
| Tensión de Von Mises en vástago de pernos:                                                                                                                                                                                                              | Máximo: 5096.84 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 184.423 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Aplastamiento perno en placa:<br><i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>                                                                                                                                                        | Máximo: 22.426 t<br>Calculado: 0.124 t                                      | Cumple |
| Tensión de Von Mises en secciones globales:                                                                                                                                                                                                             | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup>                                          |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 142.829 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                                                                                             | Calculado: 82.2641 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                                                                                                | Calculado: 82.0353 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 68.8867 kp/cm <sup>2</sup>                                       | Cumple |
| Flecha global equivalente:<br><i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>                                                                                                                                                                      | Mínimo: 250                                                                 |        |
| -Derecha:                                                                                                                                                                                                                                               | Calculado: 71910.9                                                          | Cumple |
| -Izquierda:                                                                                                                                                                                                                                             | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| -Arriba:                                                                                                                                                                                                                                                | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| -Abajo:                                                                                                                                                                                                                                                 | Calculado: 100000                                                           | Cumple |
| Tensión de Von Mises local:<br><i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>                                                                                                                                                           | Máximo: 2803.26 kp/cm <sup>2</sup><br>Calculado: 179.129 kp/cm <sup>2</sup> | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones                                                                                                                                                                                                                     |                                                                             |        |

## **ANEJO III. FOTOGRÁFICO**



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

## INDICE

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. ZONA DE ACTUA CIÓN .....        | 2 |
| 2. CANAL DE VERTIDO PREVISTO ..... | 4 |
| 3. GALERÍA SUBTERRÁNEA .....       | 5 |



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

## 1. ZONA DE ACTUACIÓN

---



*Zona de actual vertido de carbón sobre la cinta C4. Autor "Samuel Povedano García"  
Actualmente se vierte el carbón con maquinaria pesada a través del tolvin sobre la cinta C4.*



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA



*Zona de actuación prevista. Autor "Samuel Povedano García"*  
*Instalación de tolva y alimentador vibrante para el vertido y control del carbón sobre la cinta C4 antes del vertido de la cinta C5 sobre la C4*



## 2. CANAL DE VERTIDO PREVISTO

---

La siguiente fotografía corresponde al canal en el que se prevé realizar la instalación de la tolva y por lo tanto del alimentador vibrante para la regulación del caudal de carbón sobre la cinta C4.



*Canal de hormigón.  
Zona prevista de instalación de la tolva. Autor "Samuel Povedano García"*



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

### **3. GALERÍA SUBTERRÁNEA**

---

Las siguientes fotografías corresponden a la galería subterránea por la que circula el transportador C4.



*Estaciones superiores de transportador C4. Autor "Samuel Povedano García"*



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA



*Galería transitable por la que transcurre el transportador C4.  
Autor "Samuel Povedano García"*



Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA



*Boca del canal de hormigón. Autor "Samuel Povedano García"*



## **ÍNDICE DE PLANOS**

**PLANO N°1. EMPLAZAMIENTO.**

**PLANO N°2. OBRAS A REALIZAR. SECCIONES.**

**PLANO N°3. IMPLANTACION.**

**PLANO N°4.1. OBRA CIVIL. DEMOLICIONES Y RELLENO.**

**PLANO N°4.2. OBRA CIVIL. DEMOLICIONES Y RELLENO.**

**PLANO N°5.1. TOLVA. SECCIONES Y DETALLES.**

**PLANO N°5.2. TOLVA. PANEL-A.**

**PLANO N°5.3. TOLVA. PANEL-B.**

**PLANO N°5.4. TOLVA. SOPORTES PANEL-B.**

**PLANO N°5.5. TOLVA. CHAPAS DE ACERO INOXIDABLE.**

**PLANO N°6.1. ESTRUCTURA SOPORTE. SITUACION.**

**PLANO N°6.2. ESTRUCTURA SOPORTE. VISTAS GENERALES.**

**PLANO N°7. ALIMENTADOR.**

**PLANO N°8.1. TOLVIN DESCARGA. SITUACION.**

**PLANO N°8.2. TOLVIN DESCARGA. VISTAS GENERALES.**

**PLANO N°9. BARANDILLA.**

**PLANO N°10.1. SECCION LONGITUDINAL CINTA.**



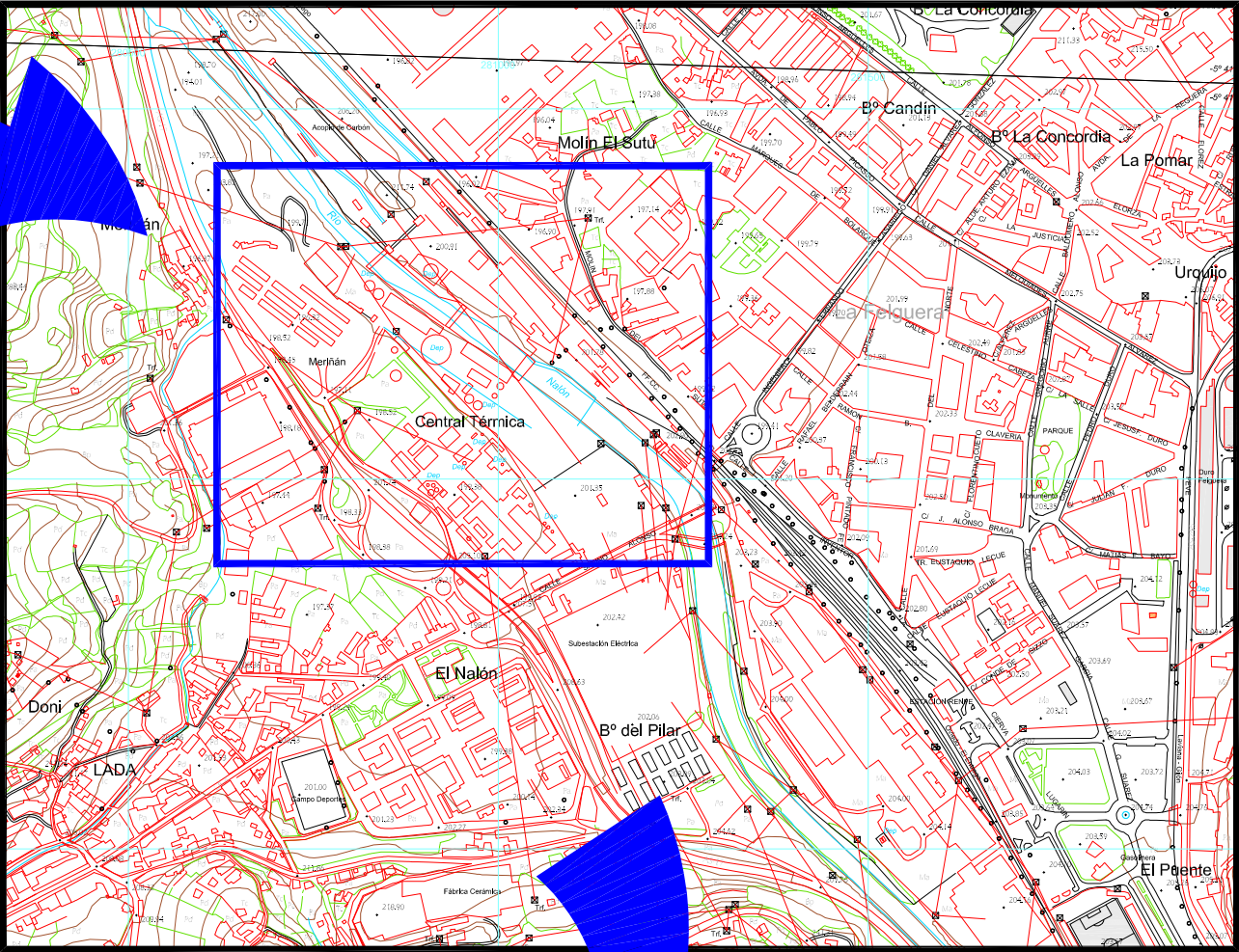
Escuela Técnica Superior de Náutica  
Universidad de Cantabria

TRABAJO FIN DE GRADO  
*"INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBON EN TRANSPORTADOR"*  
GRADO INGENIERÍA MARÍTIMA

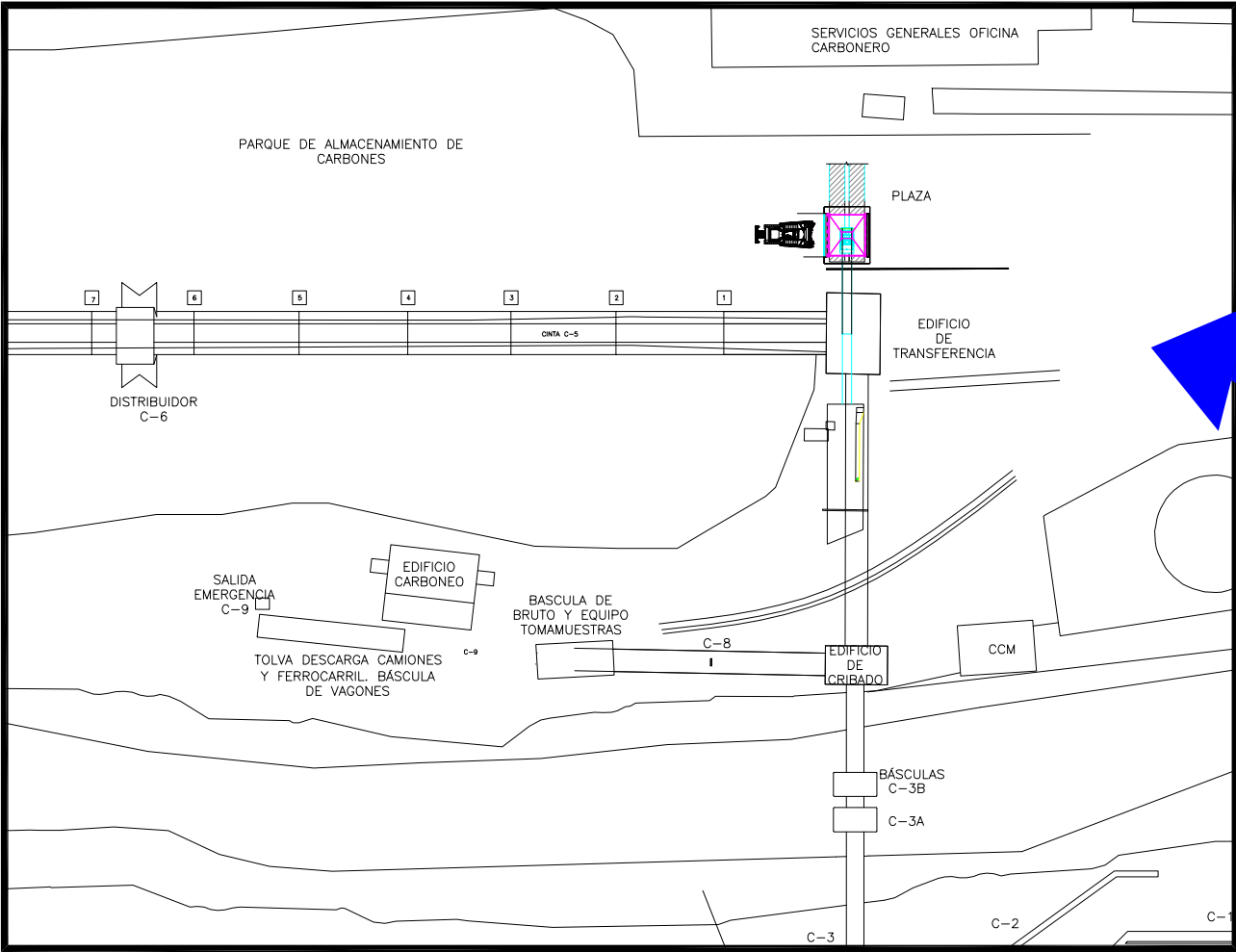
## **PLANO N°10.2. ESTACIONES**

## **PLANO N°10.3. BASTIDORES.**

## **II.PLANOS**



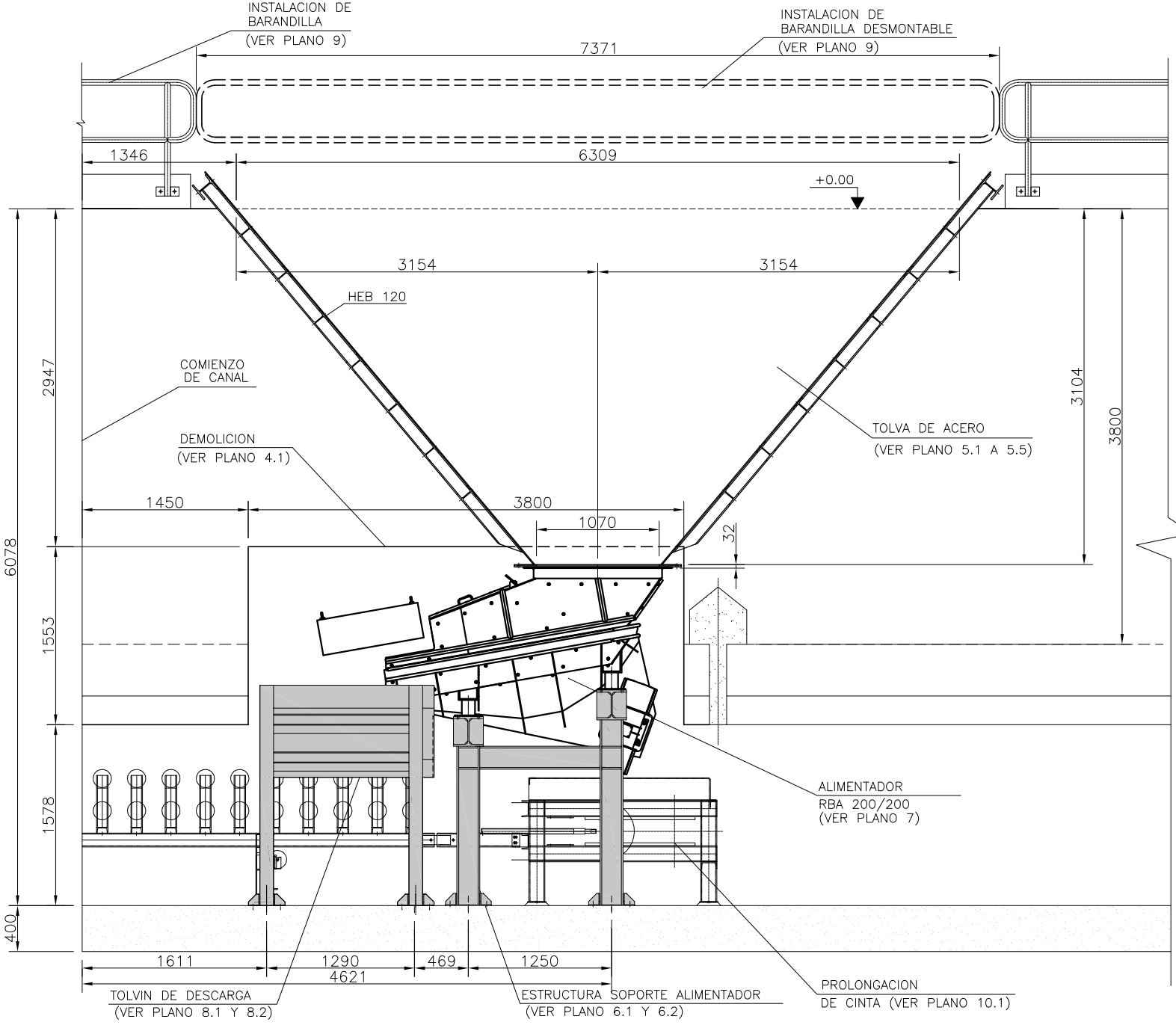
ZONA DE ACTUACIÓN S/E



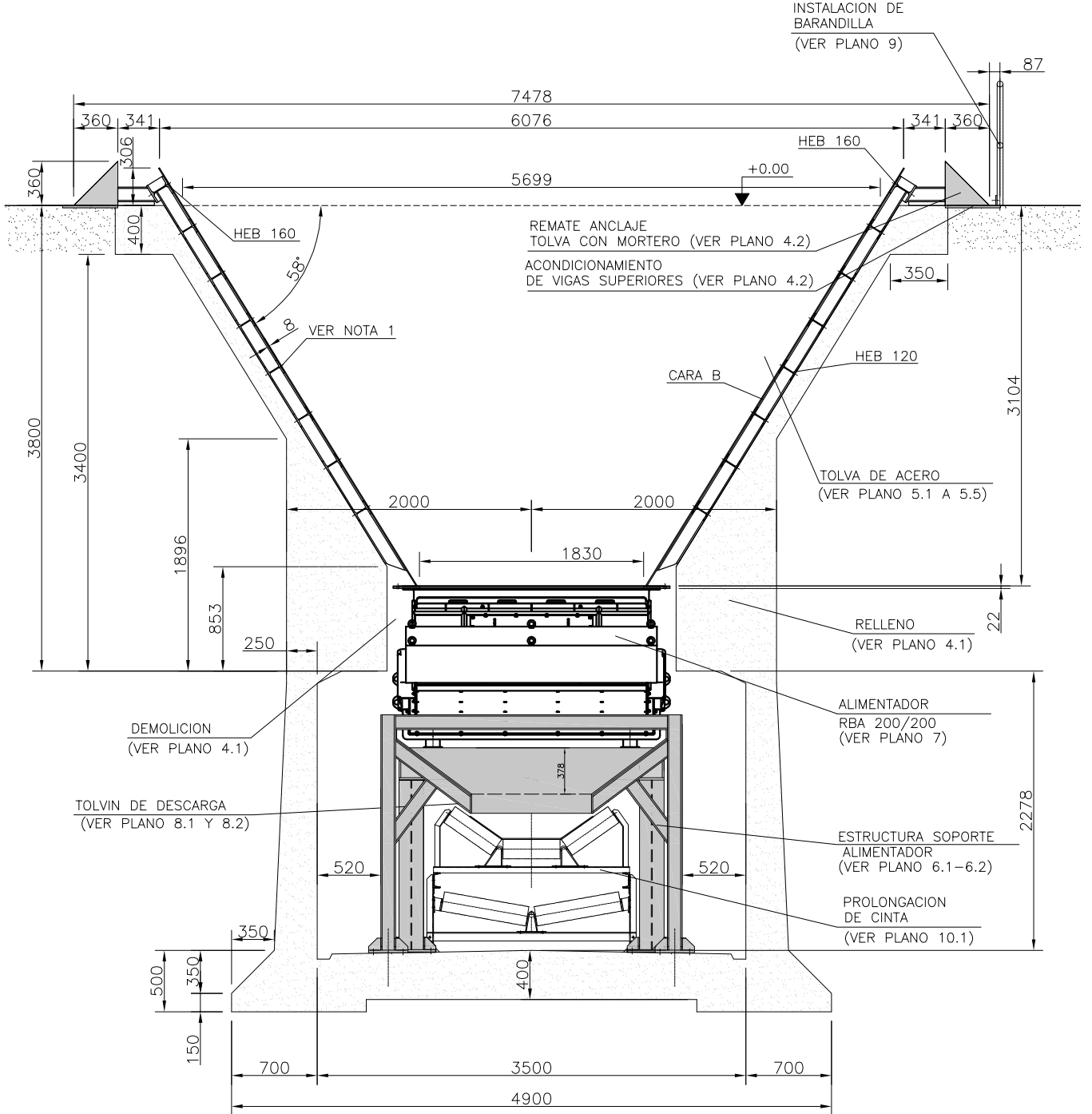
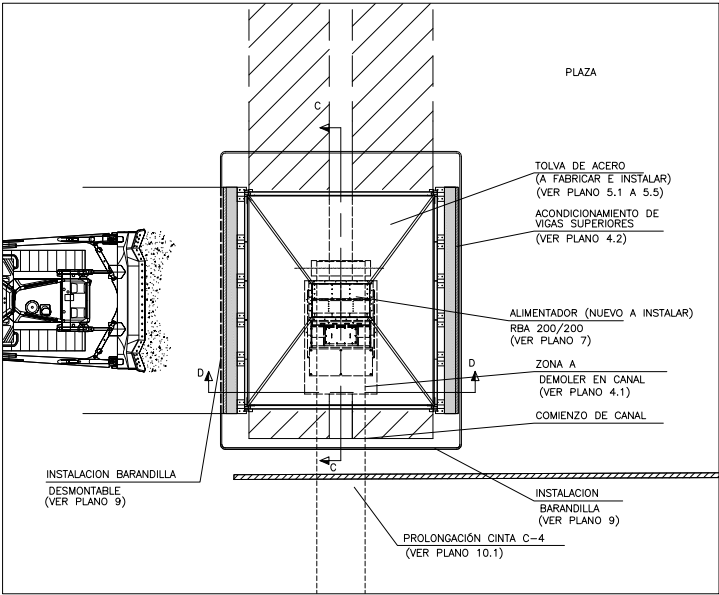
SITUACIÓN S/E



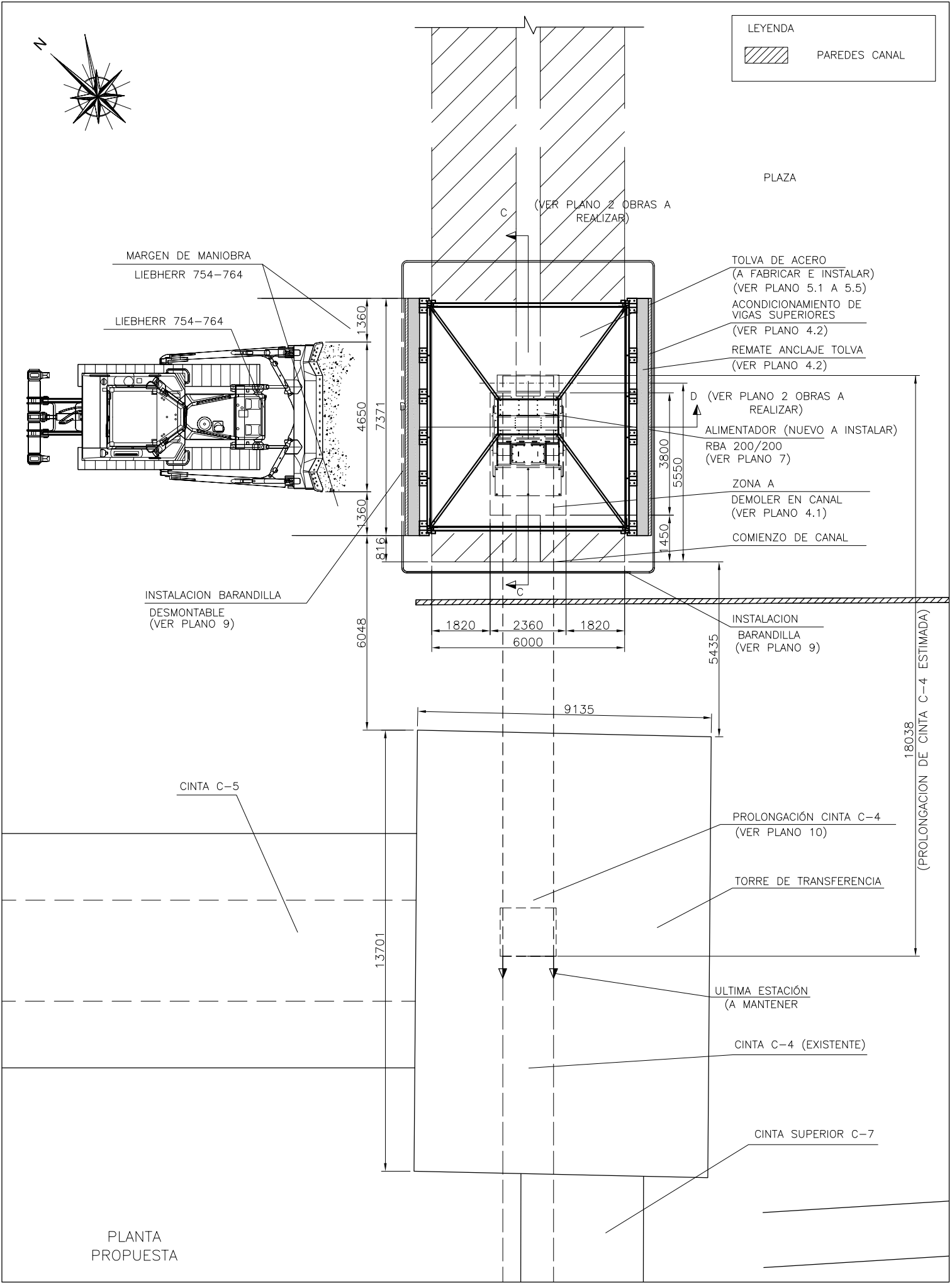
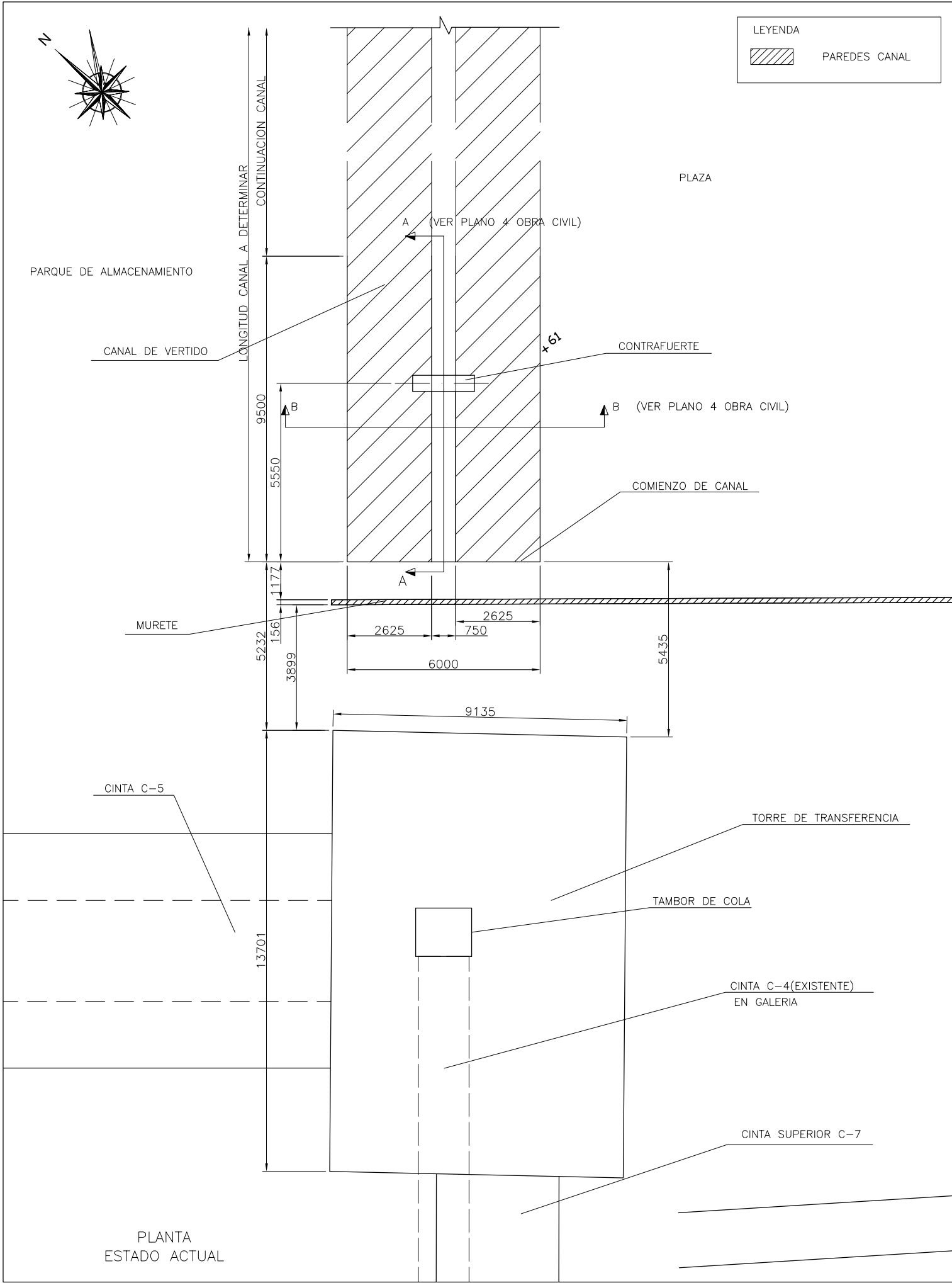
NOTAS:  
1.-TOLVA DE ACERO S-275-JR  
CON RECUBRIMIENTO DE AISI 304



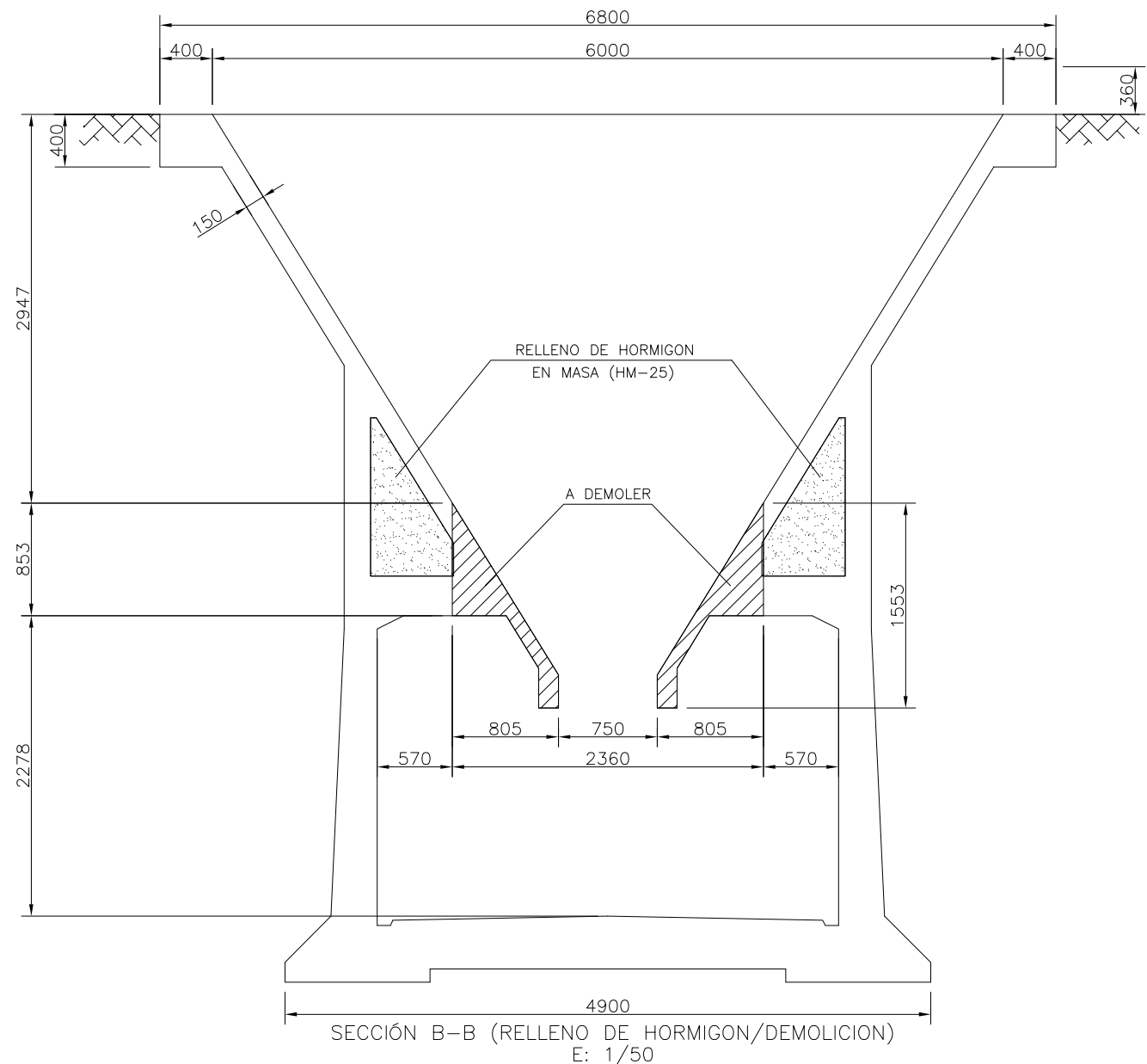
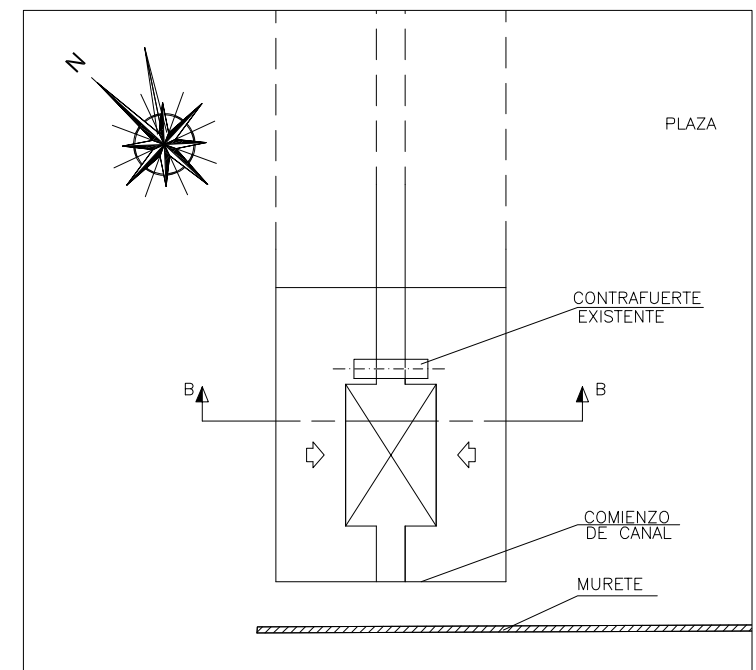
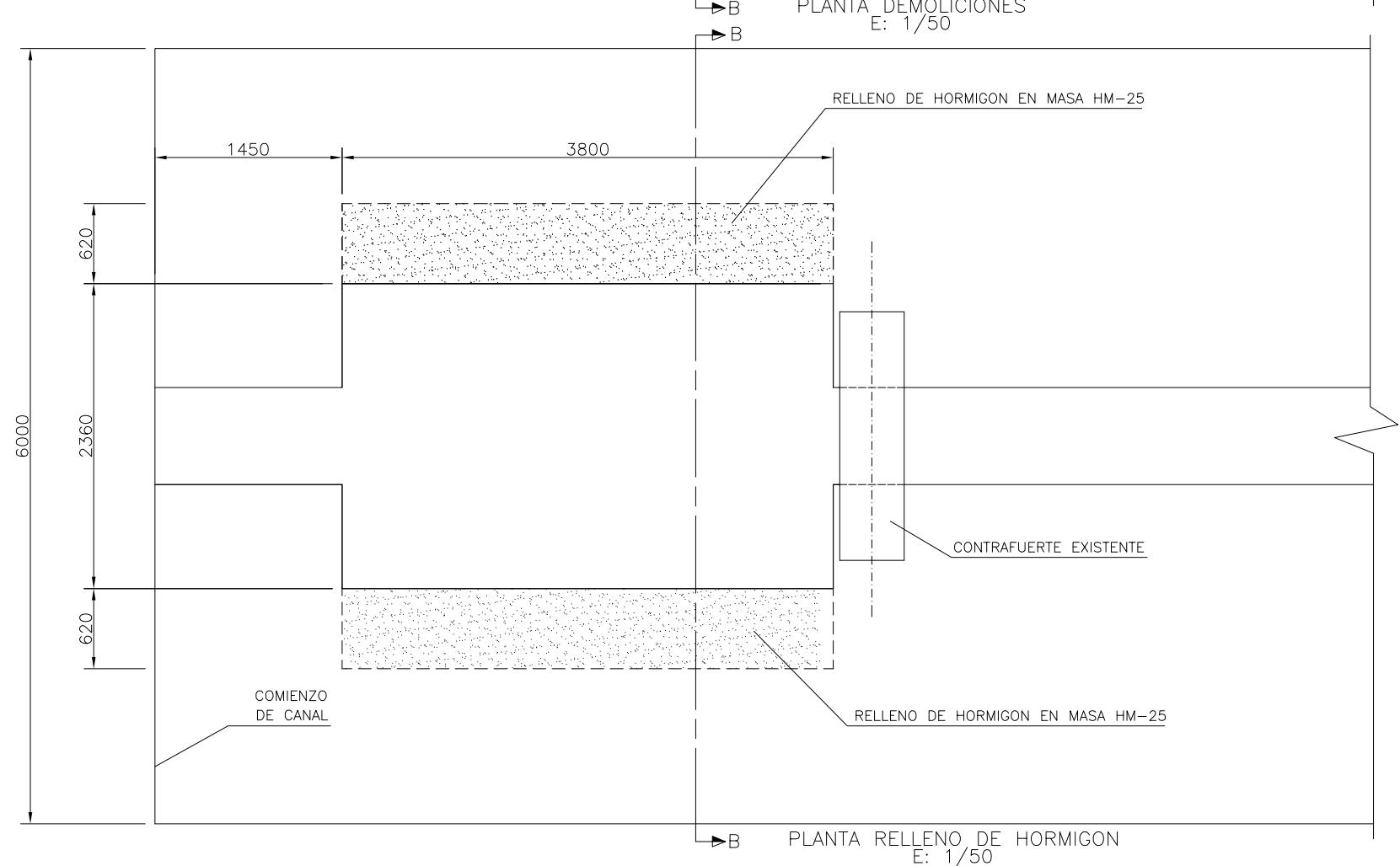
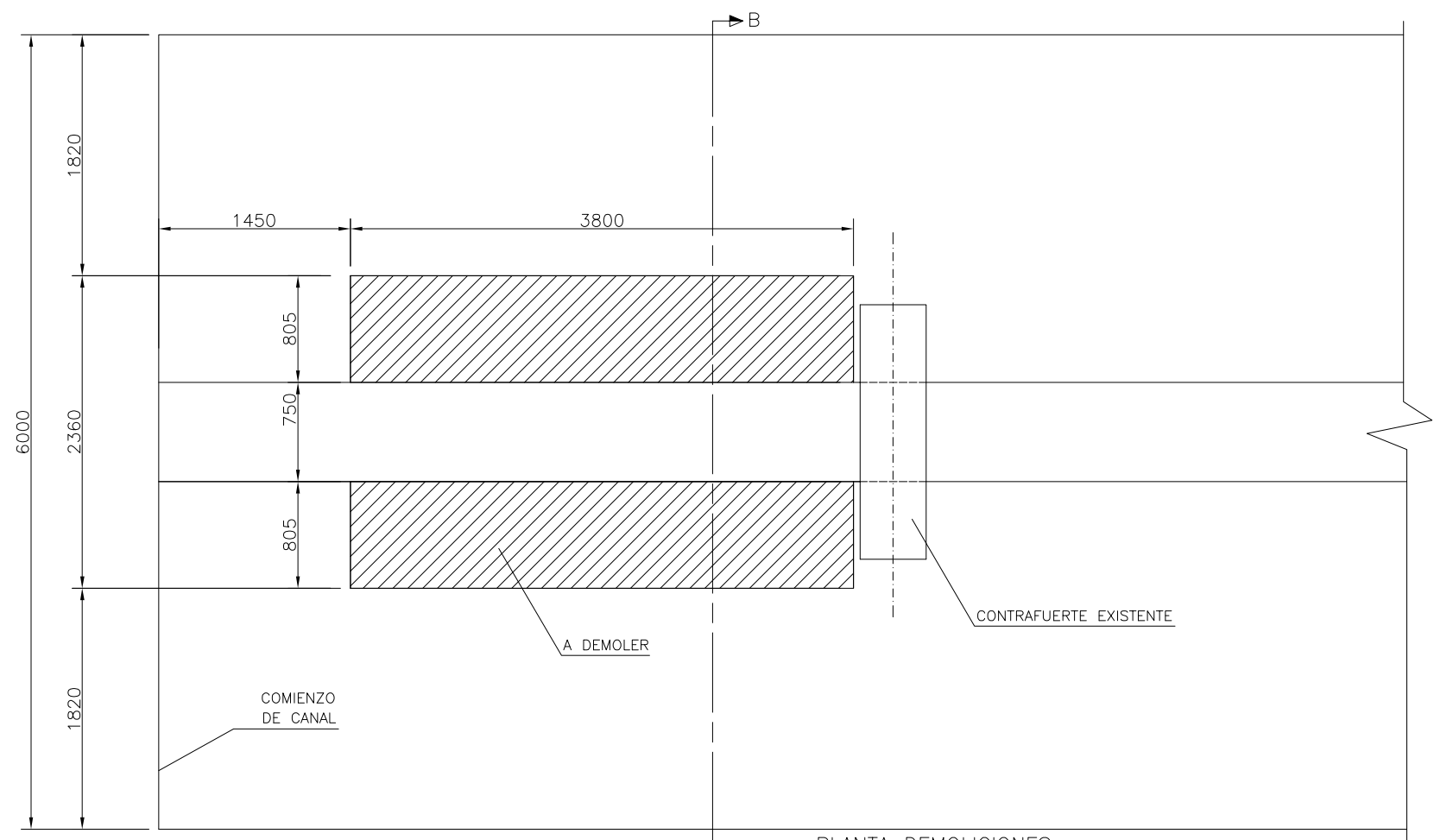
SECCIÓN C-C  
E: 1/50

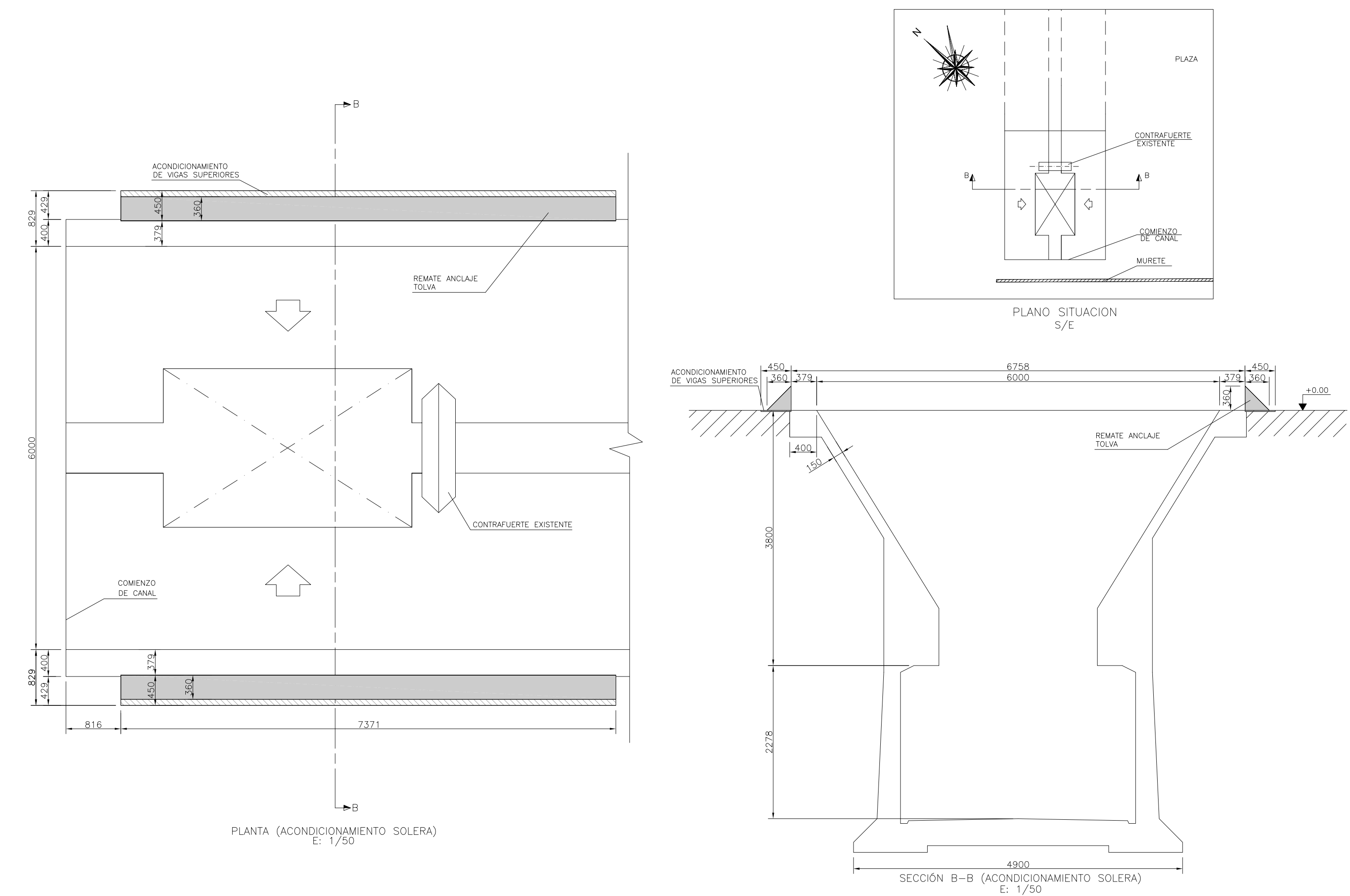


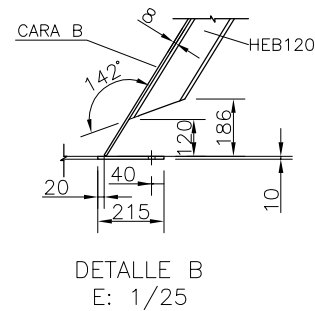
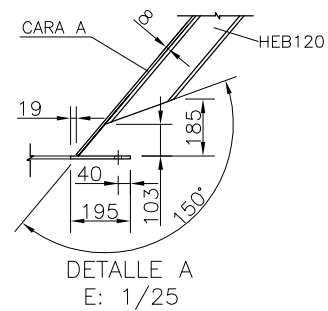
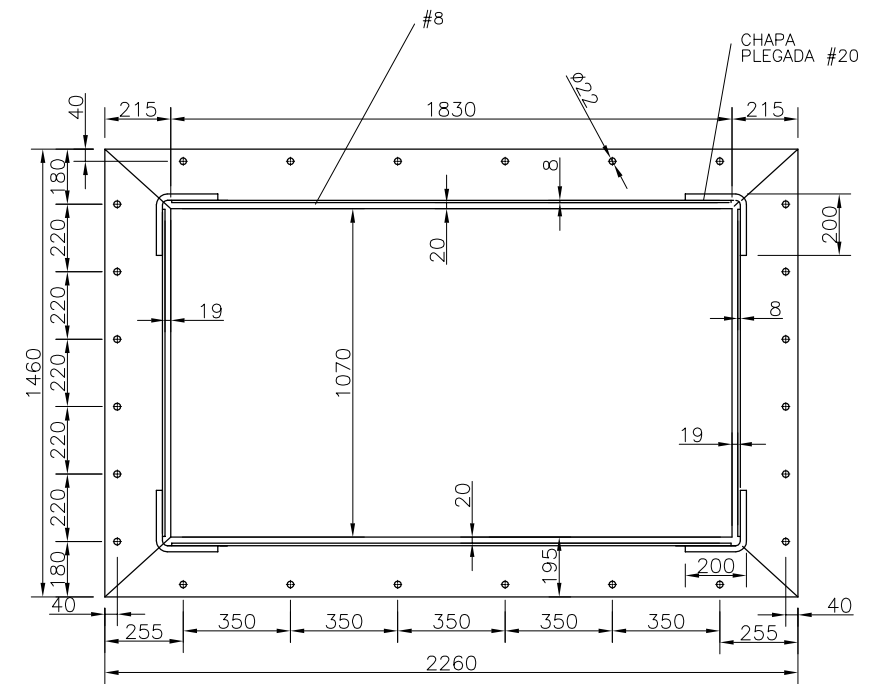
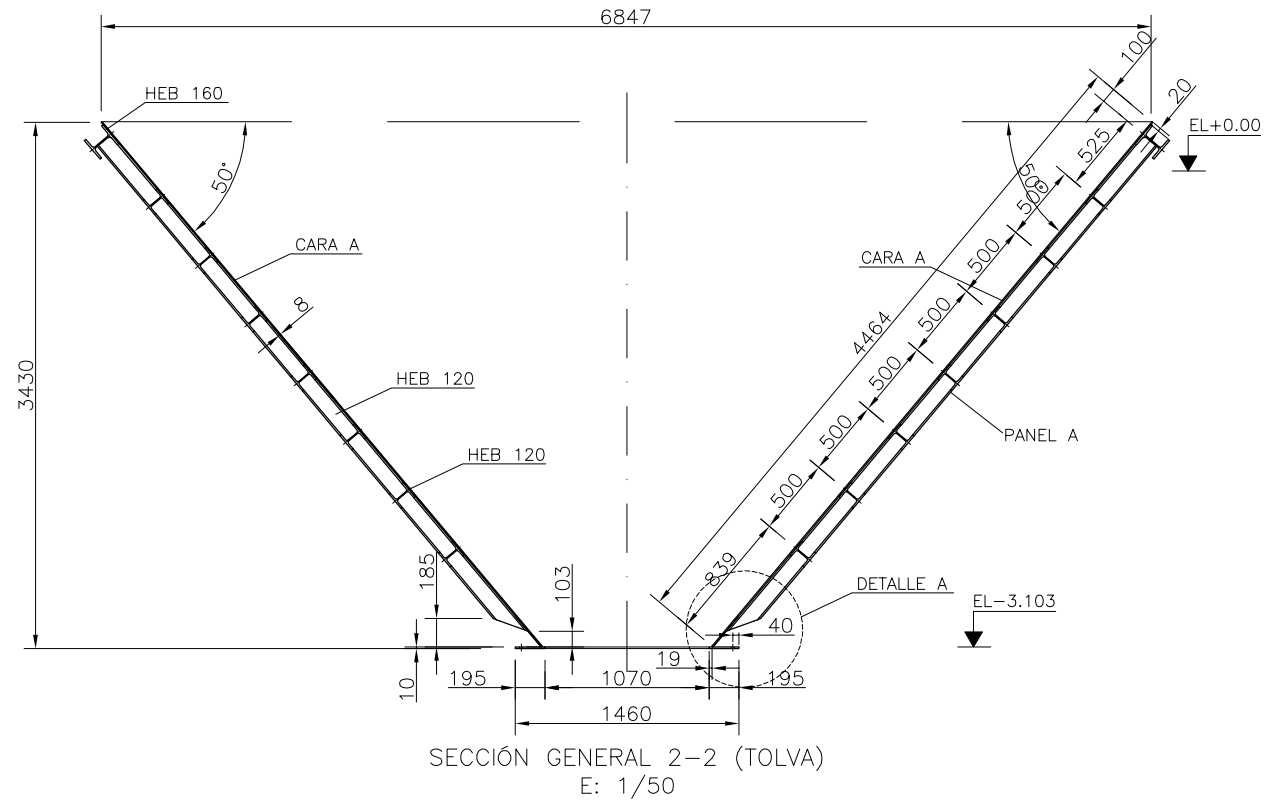
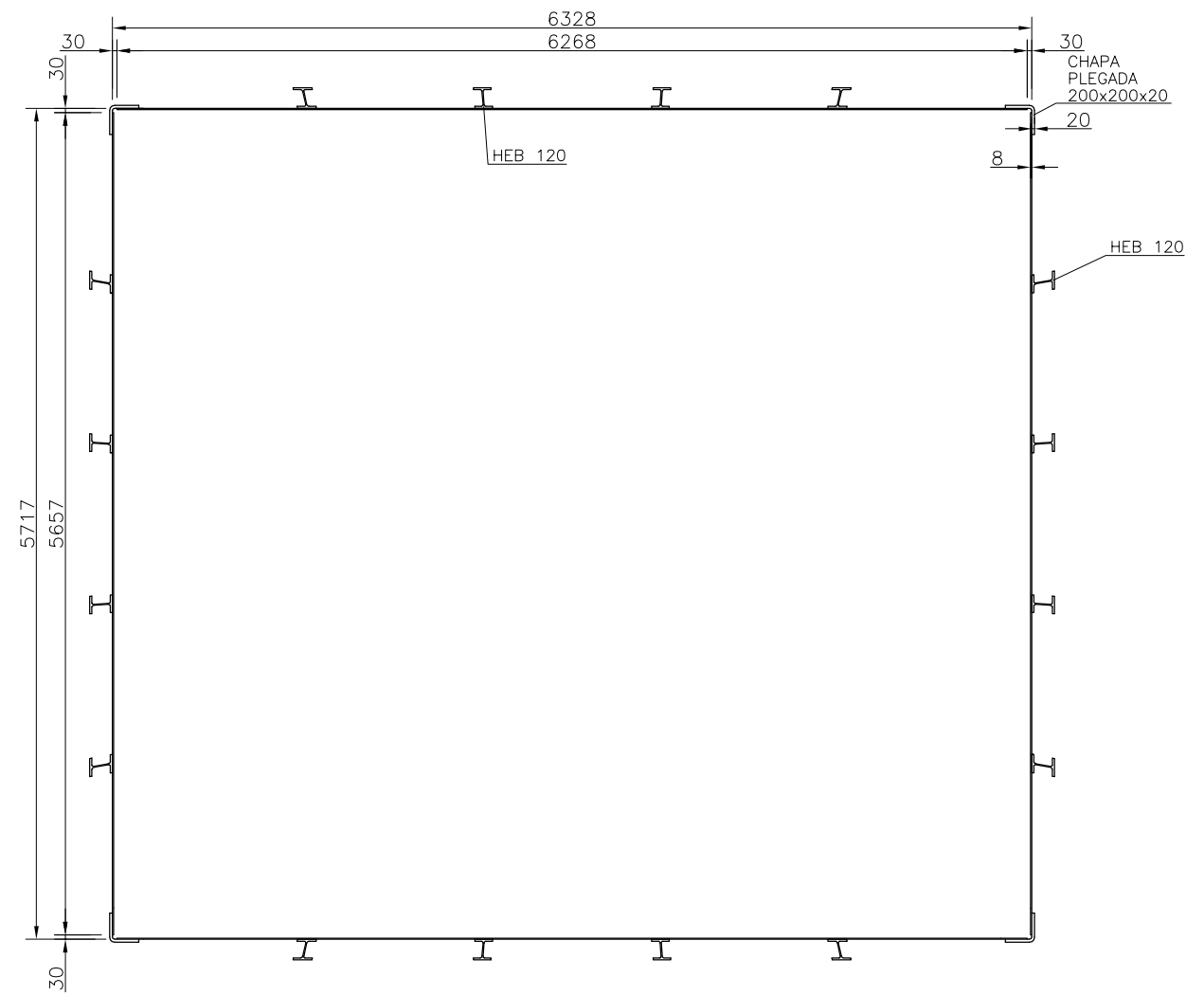
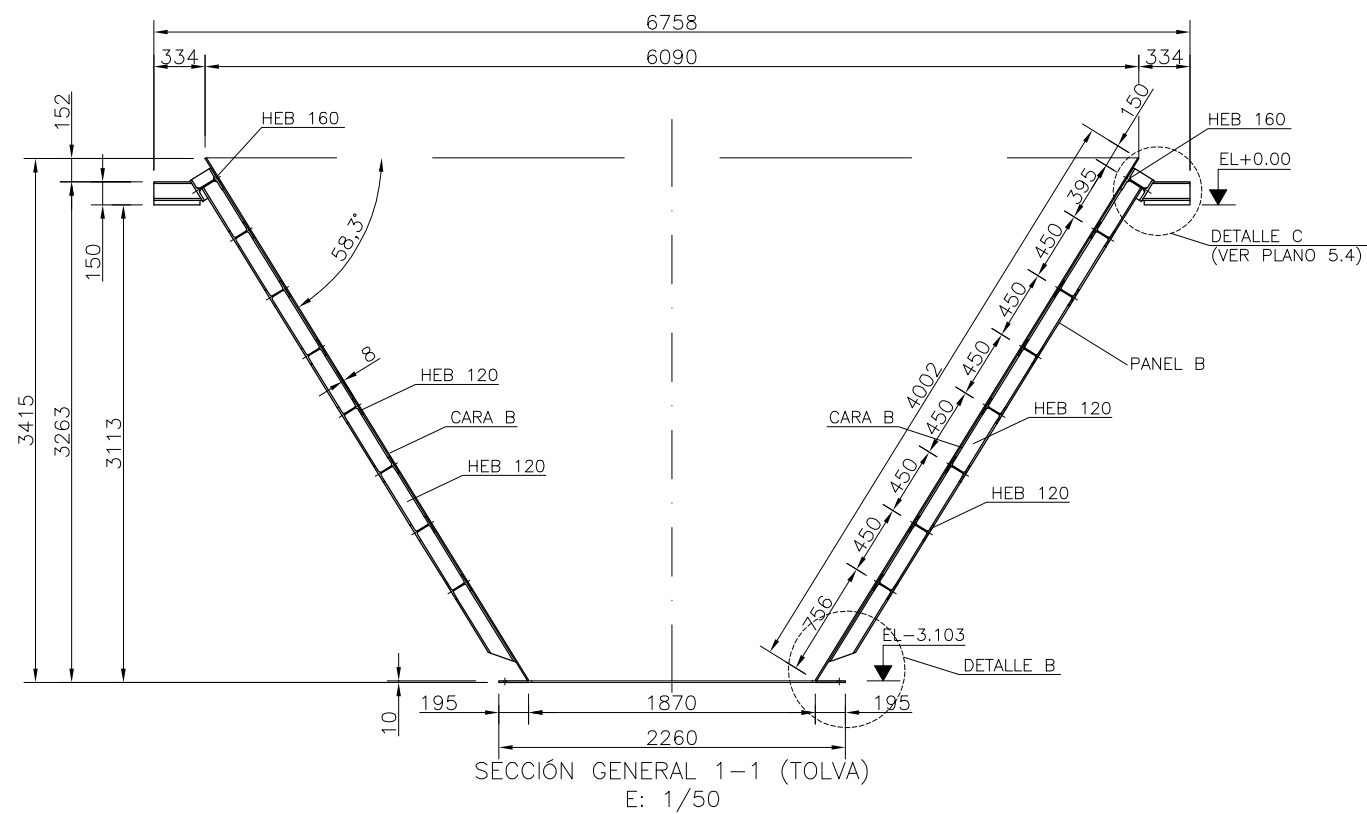
SECCIÓN D-D  
E: 1/50



| PROYECTADO   | FECHA    | AUTOR |
|--------------|----------|-------|
| DIBUJADO     | 03/12/14 |       |
| REVISADO     | 03/12/14 |       |
| VERIFICADO   |          |       |
| REVISION: 00 |          |       |







INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBÓN  
EN TRANSPORTADOR C4. 'C.T. LADA'

EMPLAZAMIENTO:  
"LADA"

CONSULTORES:



ESCALA:  
VARIAS  
FORMATO:  
A3

| PROYECTADO   | FECHA    | AUTOR |
|--------------|----------|-------|
| 07/01/14     | 07/01/14 |       |
| DIBUJADO     |          |       |
| REVISADO     |          |       |
| VERIFICADO   |          |       |
| REVISION: 00 |          |       |

REVISIONES:

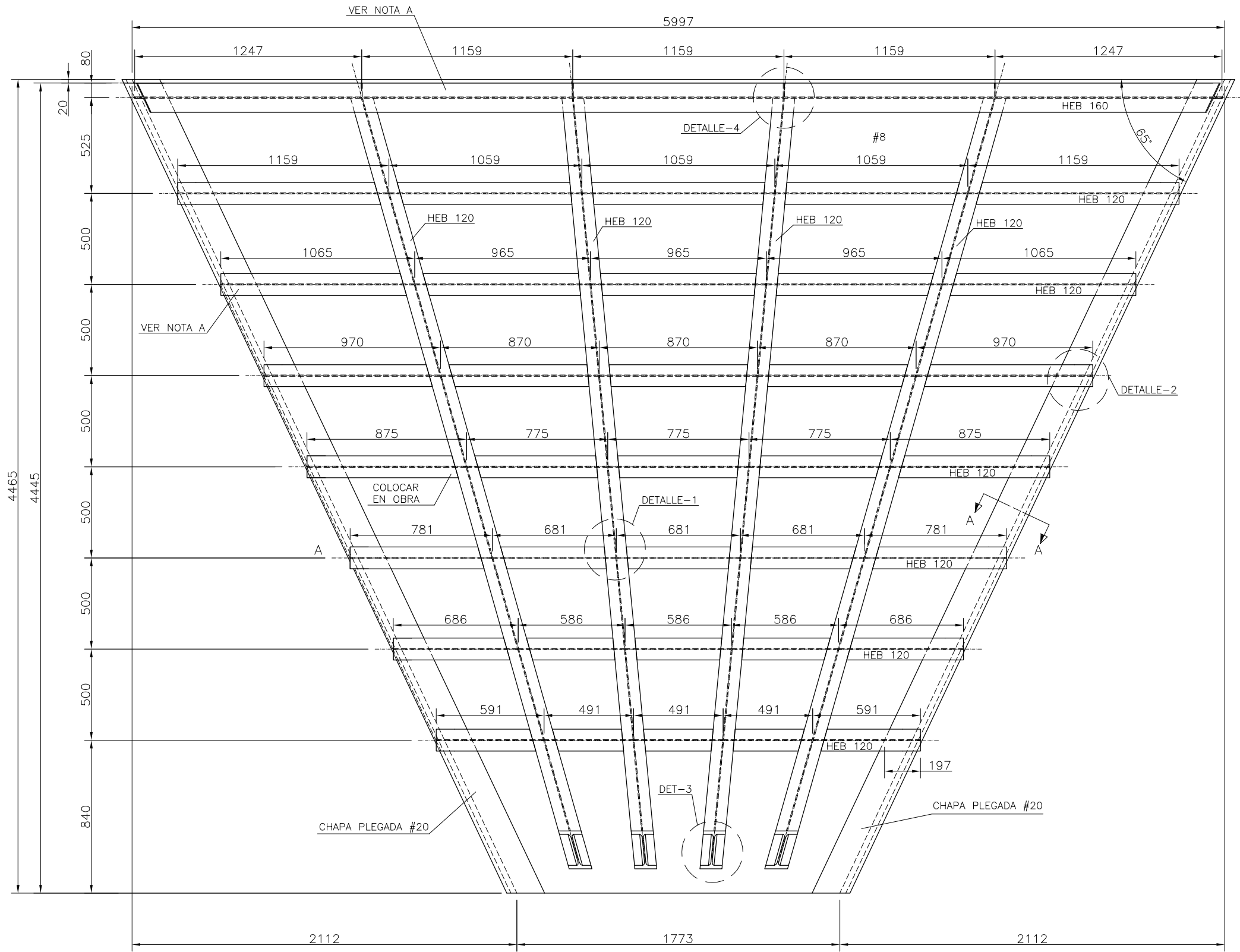
AUTOR:

*[Signature]*

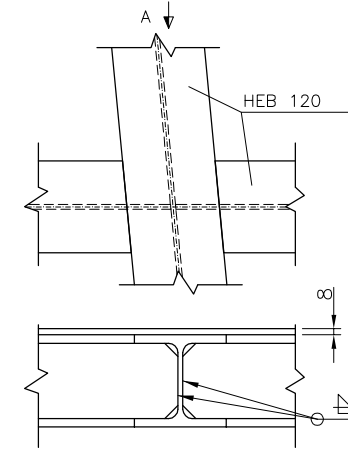
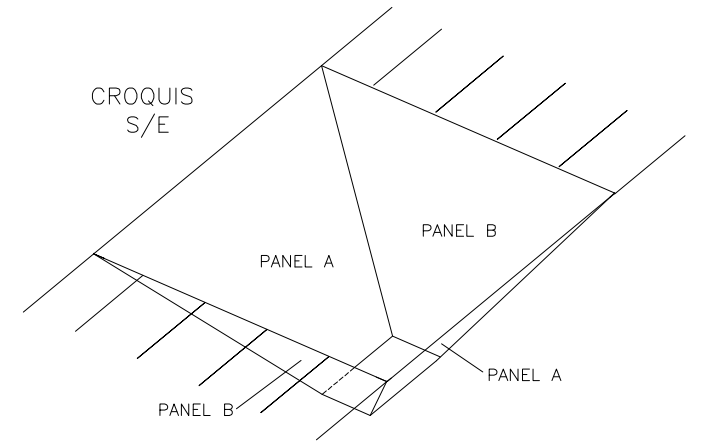
DESIGNACIÓN:

TOLVA  
SECCIONES Y DETALLES

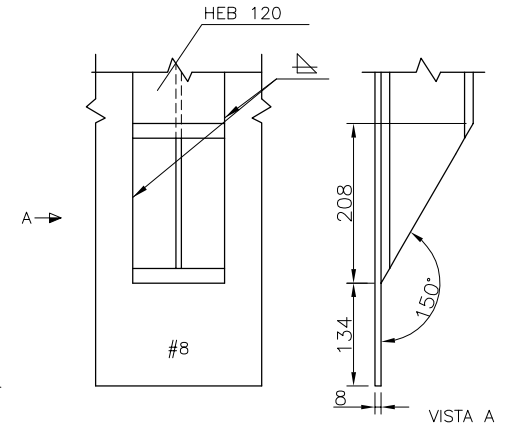
N° PLANO:  
5.1



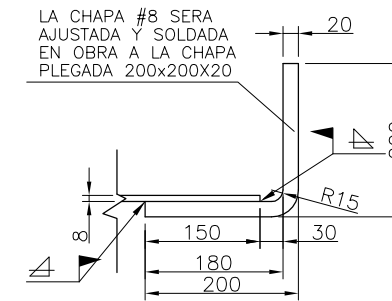
CROQUIS  
S/E



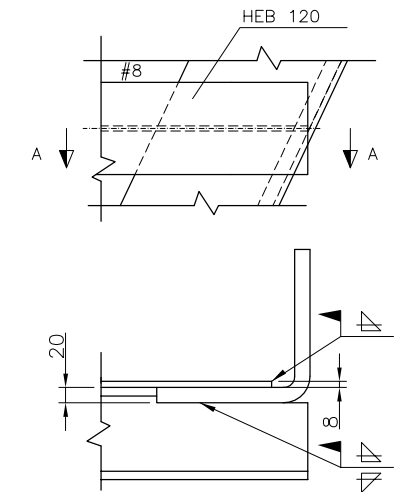
VISTA A  
DETALLE-1  
E: 1/10



DETALLE-3  
E: 1/10



SECCION A-A  
E: 1/10

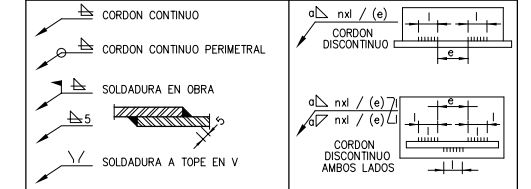


SECCION A-A  
DETALLE-2  
E: 1/10

ACERO TIPO S 275 JR, SALVO QUE SE  
ESPECIFIQUE OTRO MATERIAL

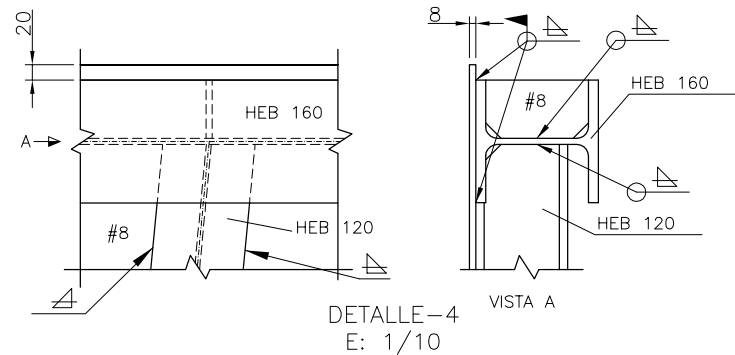
NOTA: TODAS LAS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE 0,4 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, CUANDO SE SUELDE POR DOS LADOS Y 0,7 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, SE SUELDE SOLO POR UNO.

SÍMBOLOS DE SOLDADURA (DIN)



PANEL-A (2 UNIDADES)  
E: 1/25

NOTA A:  
LOS PERFILES DE LOS EXTREMOS SE SUMINISTRARAN COMO PIEZAS INDEPENDIENTES, DEBIENDO SER AJUSTADAS Y SOLDADAS EN OBRA. EL PERFIL HEB-160 SERA SUMINISTRADO DE TALLER CON 200mm DE SOBREDIMENSION, DEBIENDO SER AJUSTADO EN OBRA.



DETALLE-4  
E: 1/10

PROYECTO DE:  
INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBÓN  
EN TRANSPORTADOR C4. 'C.T. LADA'

EMPLAZAMIENTO:  
"LADA"

CONSULTORES:  
**NGC Mining**



ESCALA:  
INDICADAS  
FORMATO:  
A3

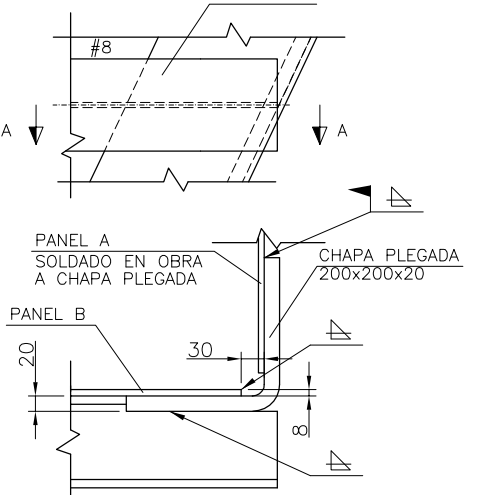
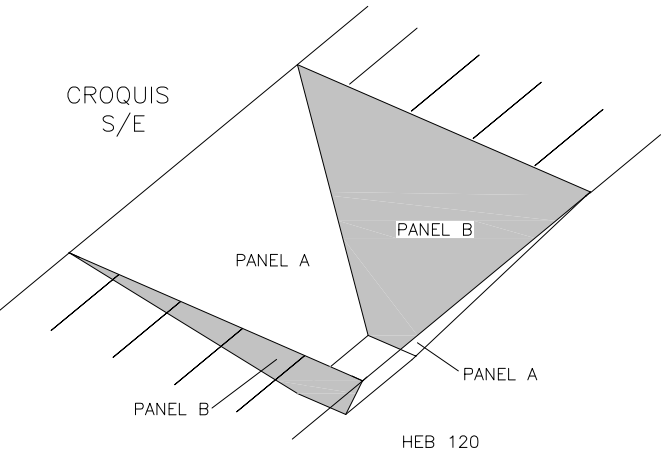
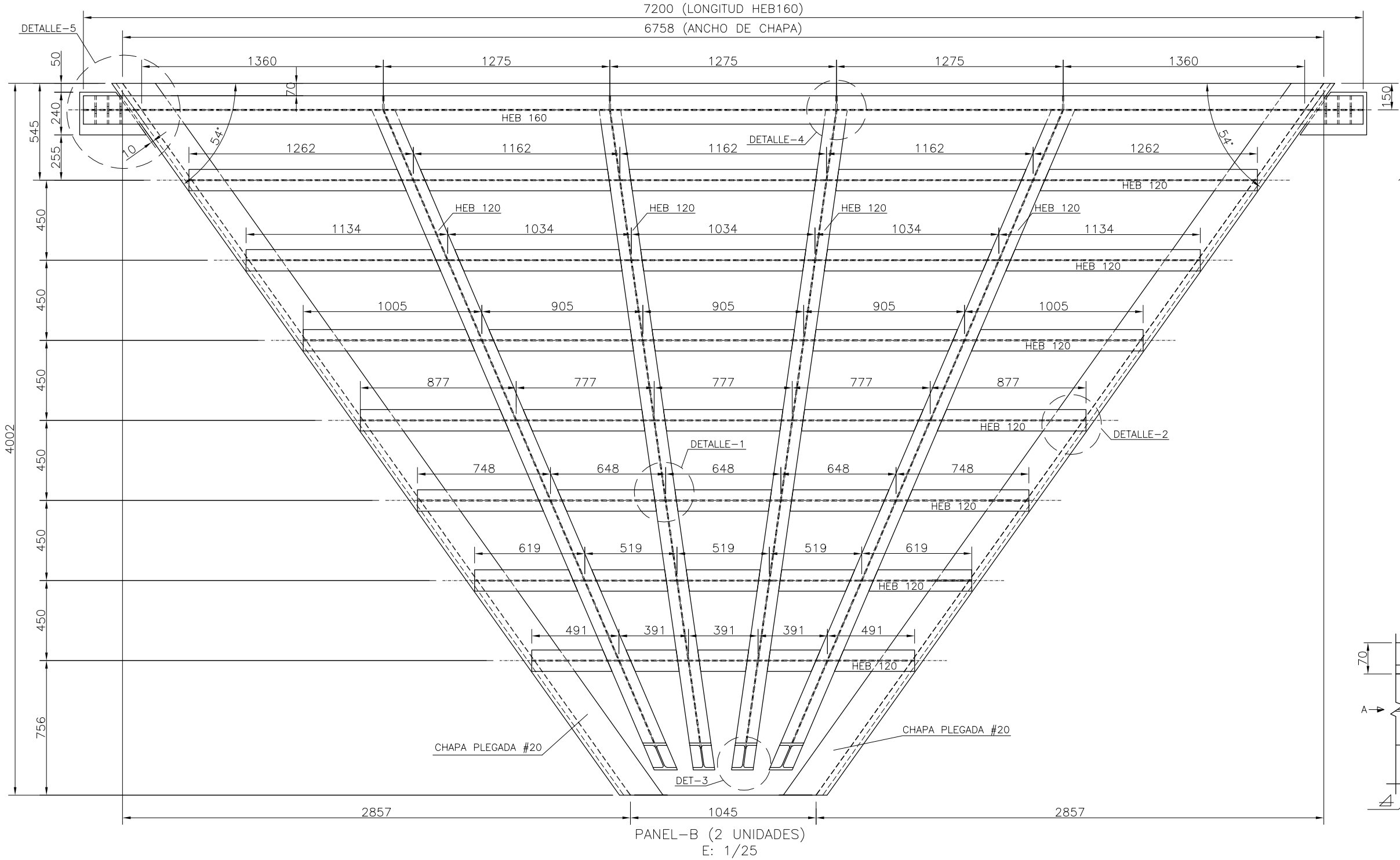
| FECHA               | AUTOR |
|---------------------|-------|
| PROYECTADO 03/12/14 |       |
| DIBUJADO 03/12/14   |       |
| REVISADO            |       |
| VERIFICADO          |       |
| REVISION: 00        |       |

REVISIONES:

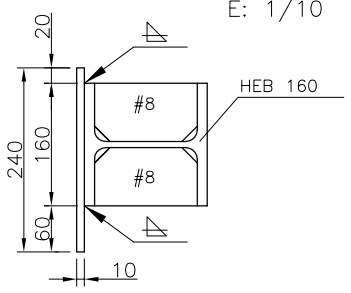
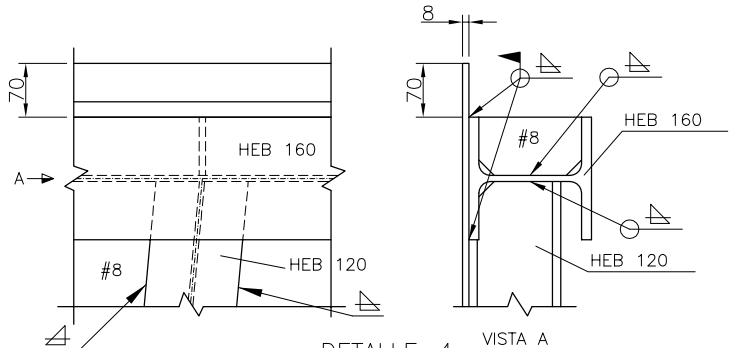
AUTOR:  
*Estefanía Díaz González*  
Estefanía Díaz González  
INGENIERO DE MINAS, COL: 1464

DESIGNACIÓN:  
TOLVA  
PANEL-A

Nº PLANO:  
5.2



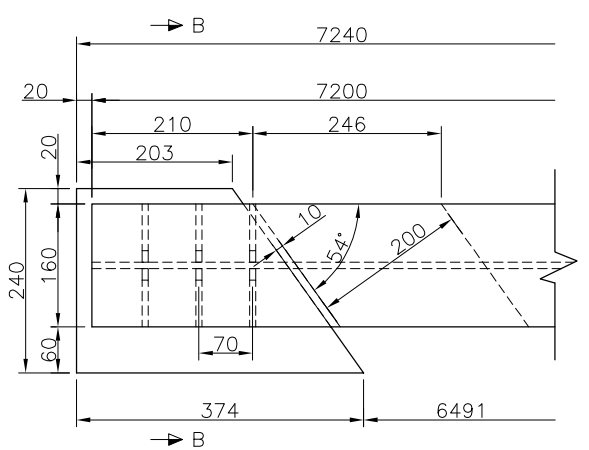
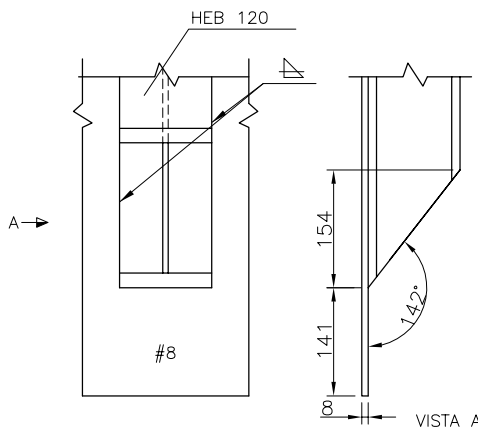
SECCION A-A  
DETALLE-2  
E: 1/10



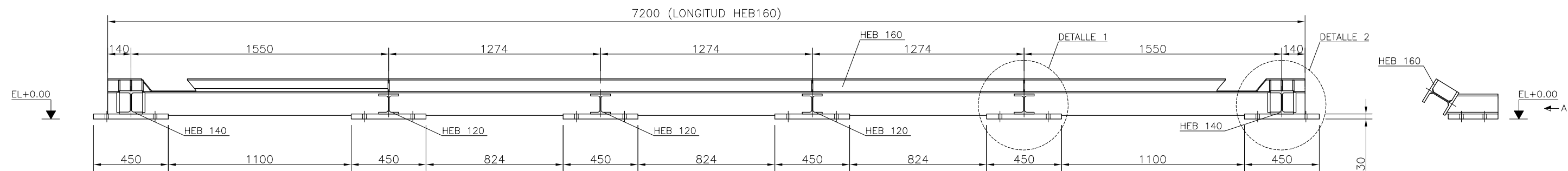
ACERO TIPO S 275 JR, SALVO QUE SE  
ESPECIFIQUE OTRO MATERIAL

NOTA: TODAS LAS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE 0,4 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, CUANDO SE SUELDE POR DOS LADOS Y 0,7 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, SE SUELDE SOLO POR UNO.

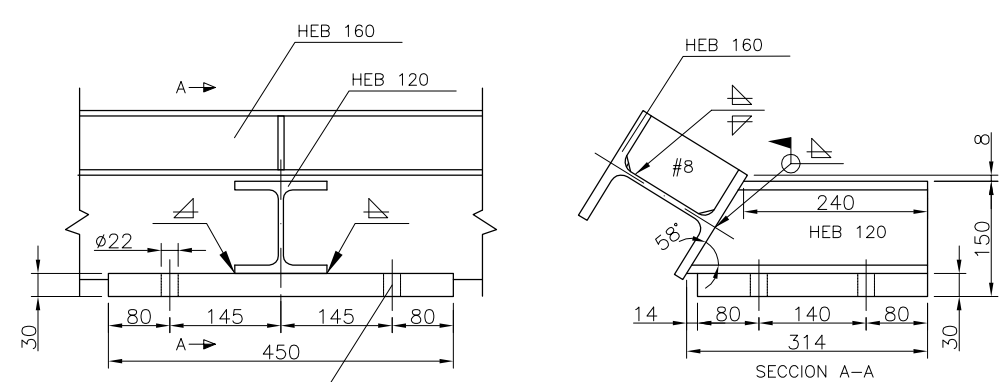
| SIMBOLOS DE SOLDADURA (DIN) |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| CORDON CONTINUO             | CORDON CONTINUO PERIMETRAL     |
| SOLDADURA EN OBRA           | SOLDADURA A TOPE EN V          |
| CORDON DISCONTINUO          | CORDON DISCONTINUO AMBOS LADOS |



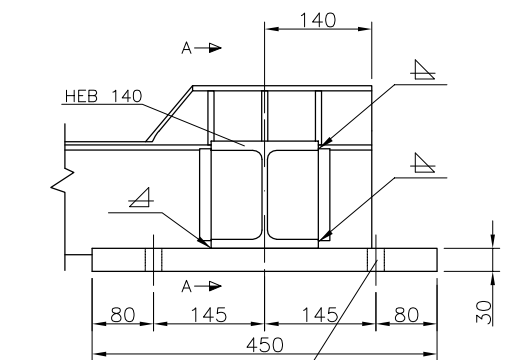
NOTA:  
EL PANEL B SE SUMINISTRARA DE TALLER SOLDADO A LA CHAPA PLEGADA 200x200x20  
EN OBRA SE SOLDARA EL PANEL A LA CHAPA PLEGADA



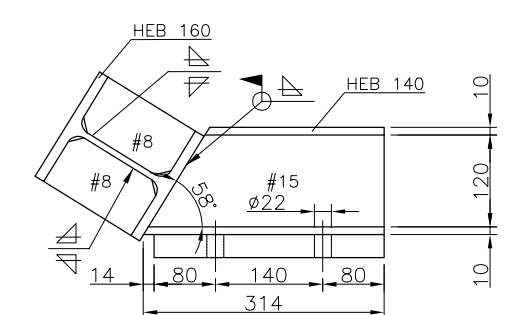
VISTA POR A  
DETALLE C (VER PLANO 5.1)  
E: 1/25



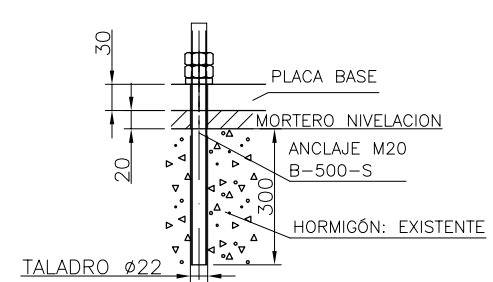
VER DETALLE ANCLAJE PERNO  
DETALLE-1  
E: 1/10



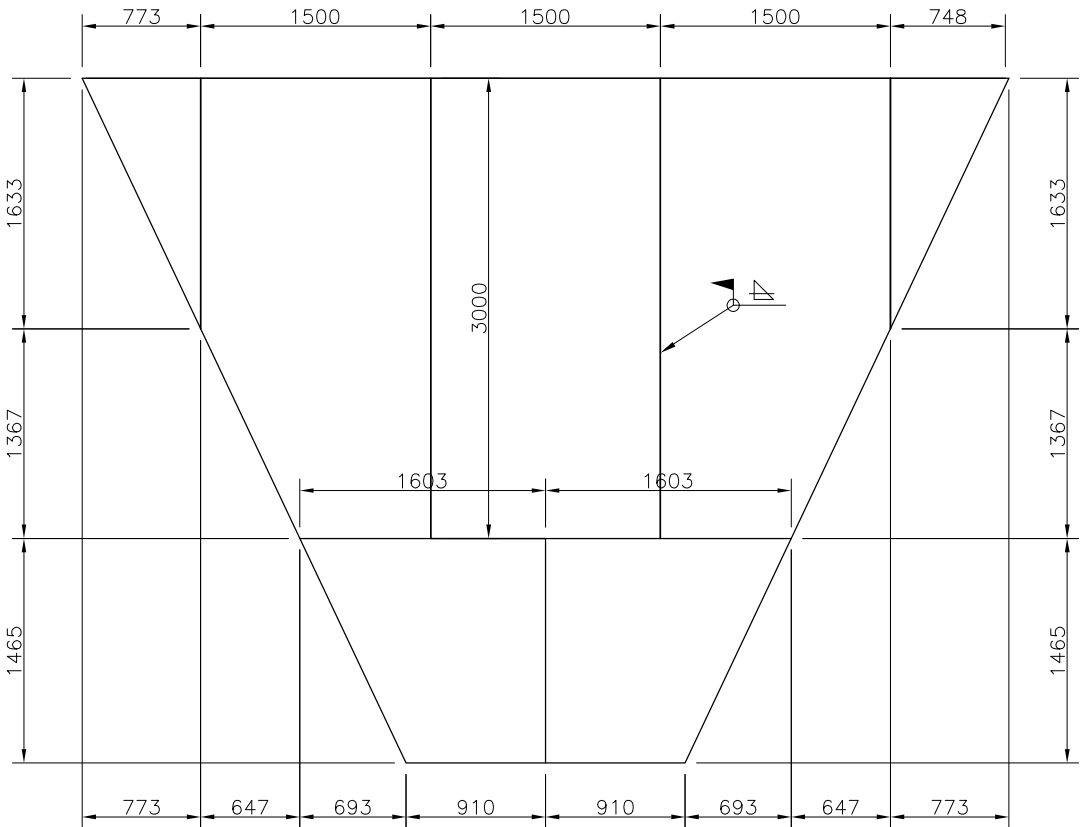
VER DETALLE ANCLAJE PERNO



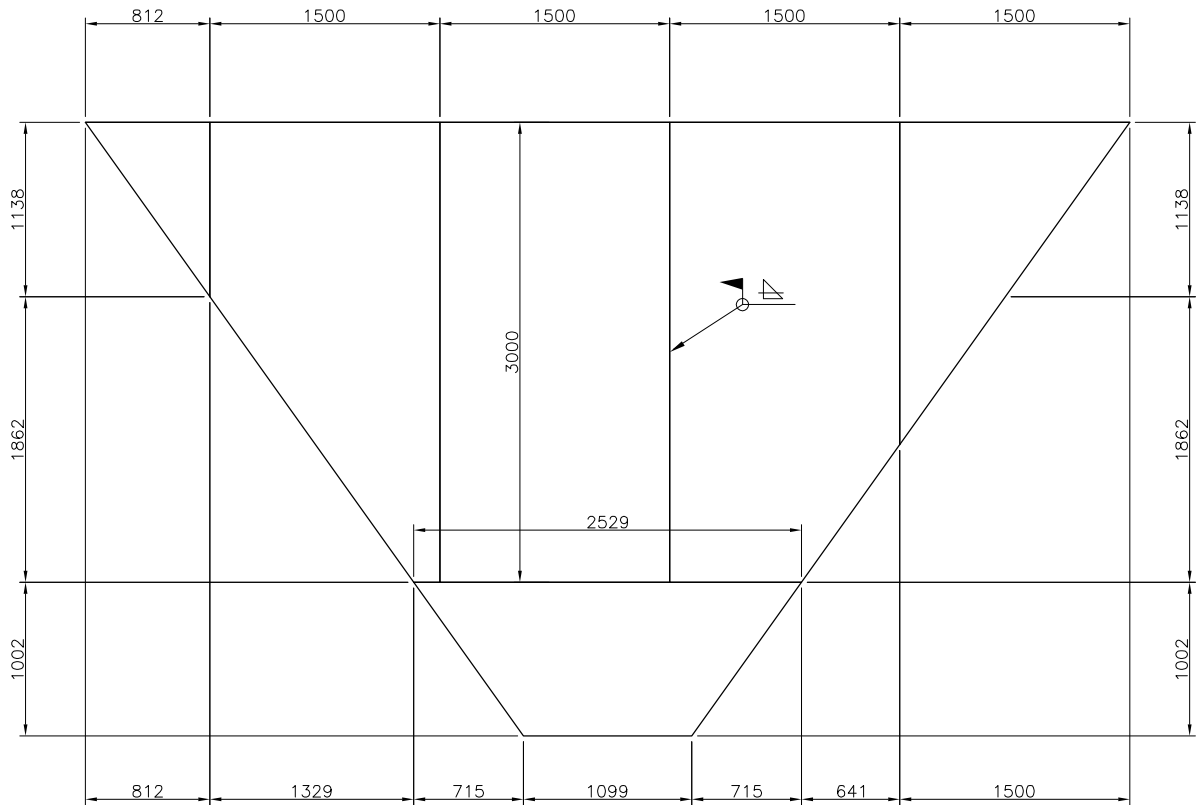
DETALLE-2  
E: 1/10



DETALLE ANCLAJE PERNO  
S/E



CHAPAS INOXIDABLE (2 CONJUNTOS PANEL-A)  
E: 1/50  
5 UNIDADES 1500X3000 AISI 304



CHAPAS INOXIDABLE (2 CONJUNTOS PANEL-B)  
E: 1/50  
5 UNIDADES 1500X3000 AISI 304

|                                                                                                                                                                          |                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| NOTA : TODAS LAS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE 0,4 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, CUANDO SE SUELDE POR DOS LADOS  Y 0,7 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, SE SUELDE SOLO POR UNO |                                |
| SIMBOLOS DE SOLDADURA (DIN)                                                                                                                                              |                                |
| CORDON CONTINUO                                                                                                                                                          | CORDON CONTINUO PERIMETRAL     |
| SOLDADURA EN OBRA                                                                                                                                                        | SOLDADURA A TOPE EN V          |
| CORDON DISCONTINUO                                                                                                                                                       | CORDON DISCONTINUO AMBOS LADOS |

PROYECTO DE:  
INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBÓN  
EN TRANSPORTADOR C4. 'C.T. LADA'

EMPLAZAMIENTO:  
"LADA"

CONSULTORES:



|                                   |              |          |       |
|-----------------------------------|--------------|----------|-------|
| ESCALA:<br>1/50<br>FORMATO:<br>A3 | PROYECTADO   | FECHA    | AUTOR |
|                                   | DIBUJADO     | 03/12/14 |       |
|                                   | REVISADO     | 03/12/14 |       |
|                                   | VERIFICADO   |          |       |
|                                   | REVISION: 00 |          |       |

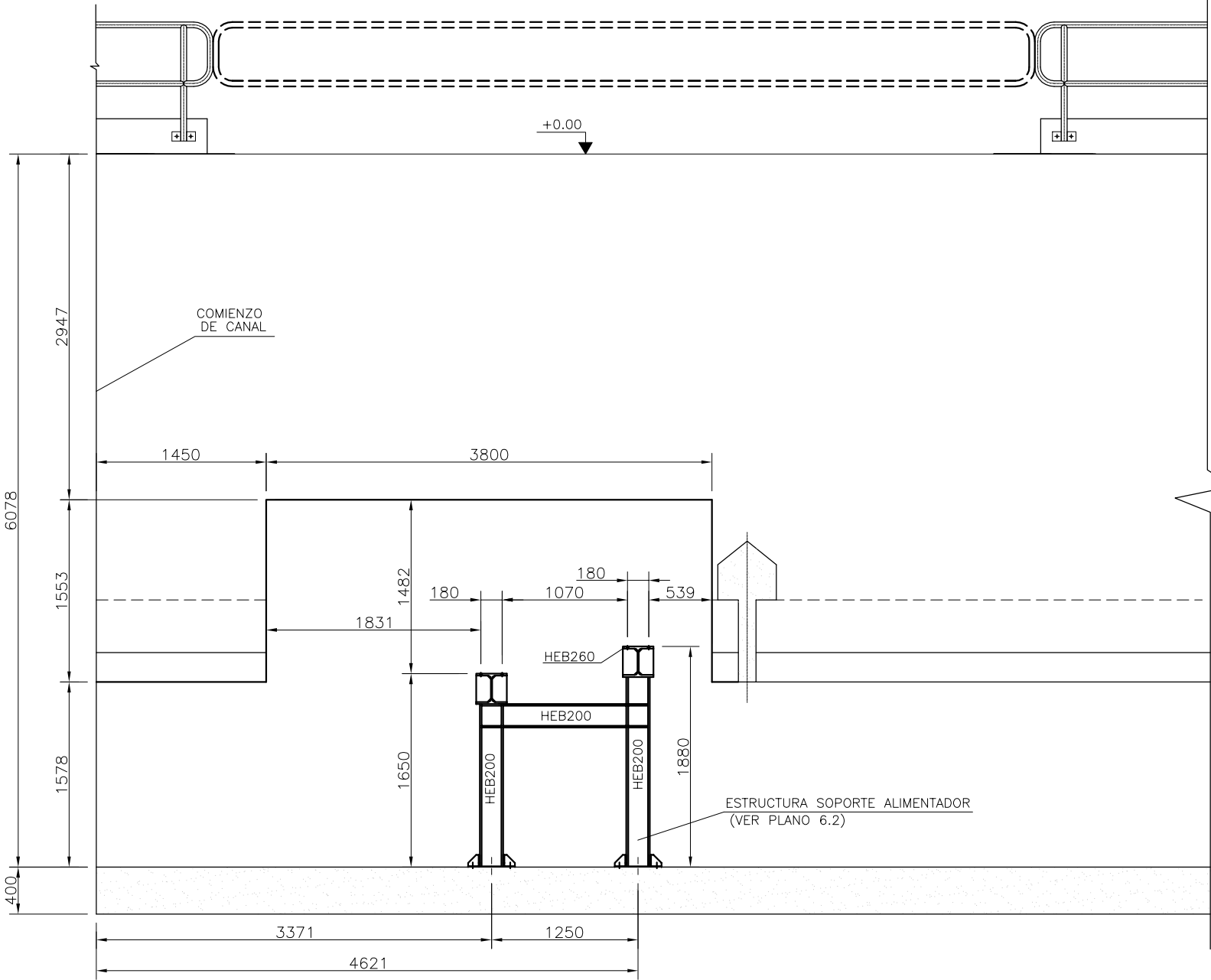
REVISIONES:

AUTOR:  
  
Estefanía Díaz González  
INGENIERO DE MINAS, COL: 1464

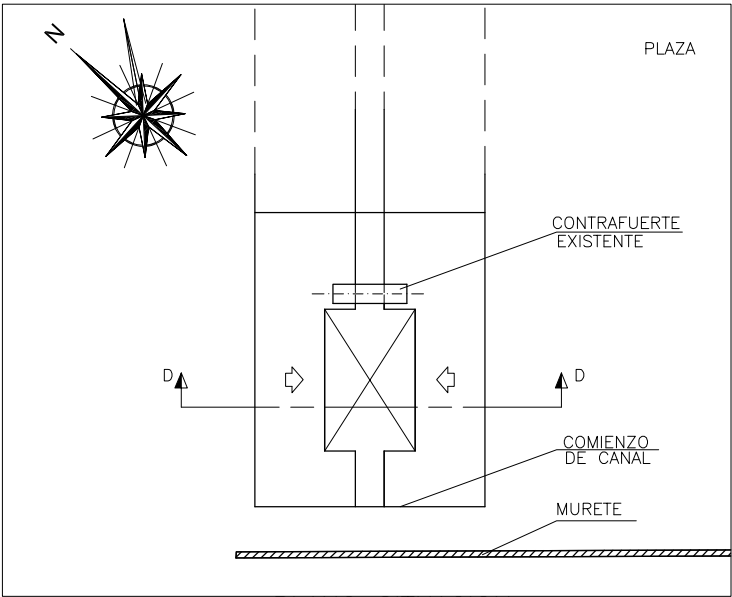
DESIGNACIÓN:  
TOLVA  
CHAPAS INOXIDABLE

N°PLANO:  
5.5

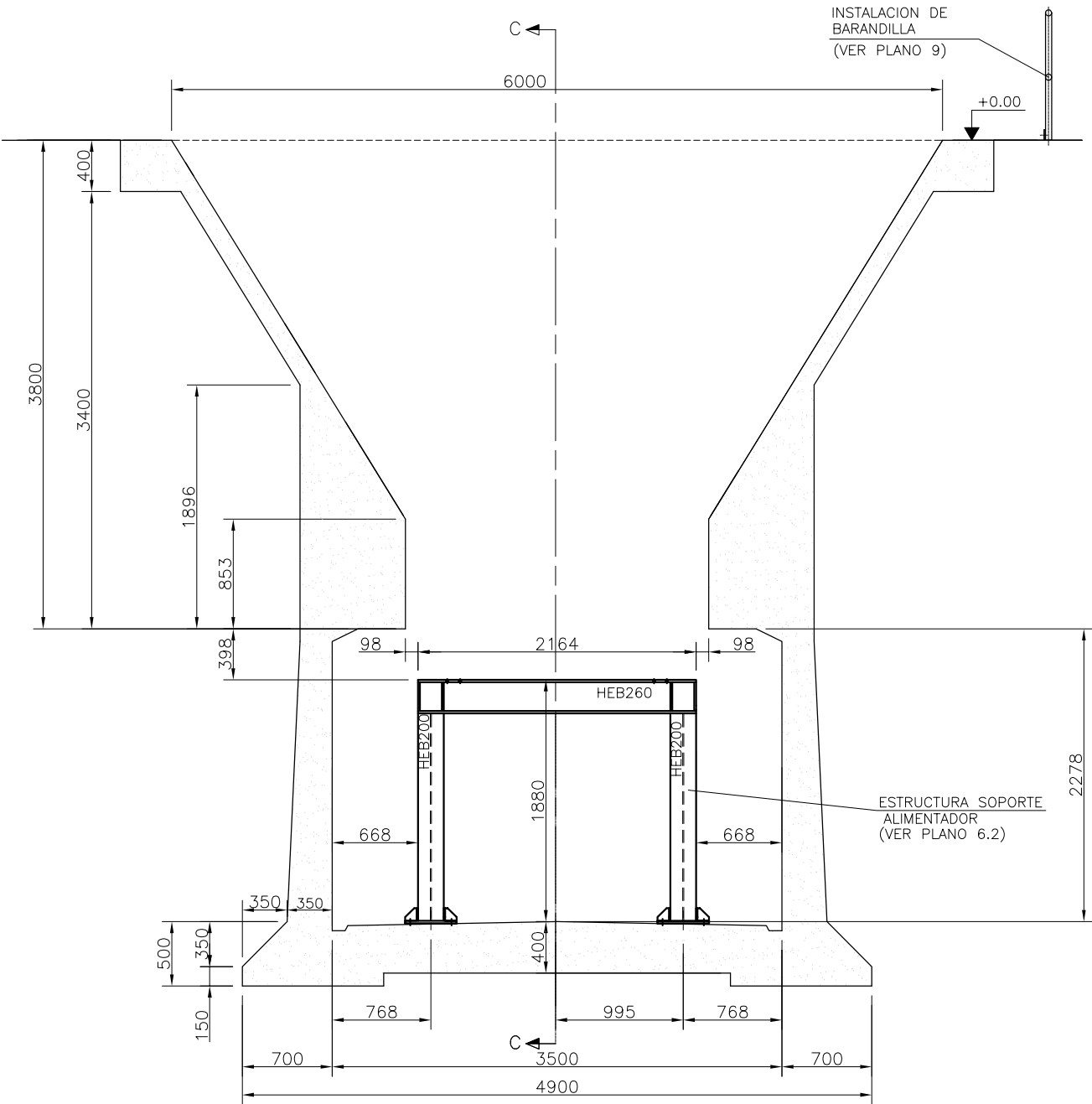
NOTAS:  
1.-TOLVA DE ACERO S-275-JR  
CON RECUBRIMIENTO DE AISI 304



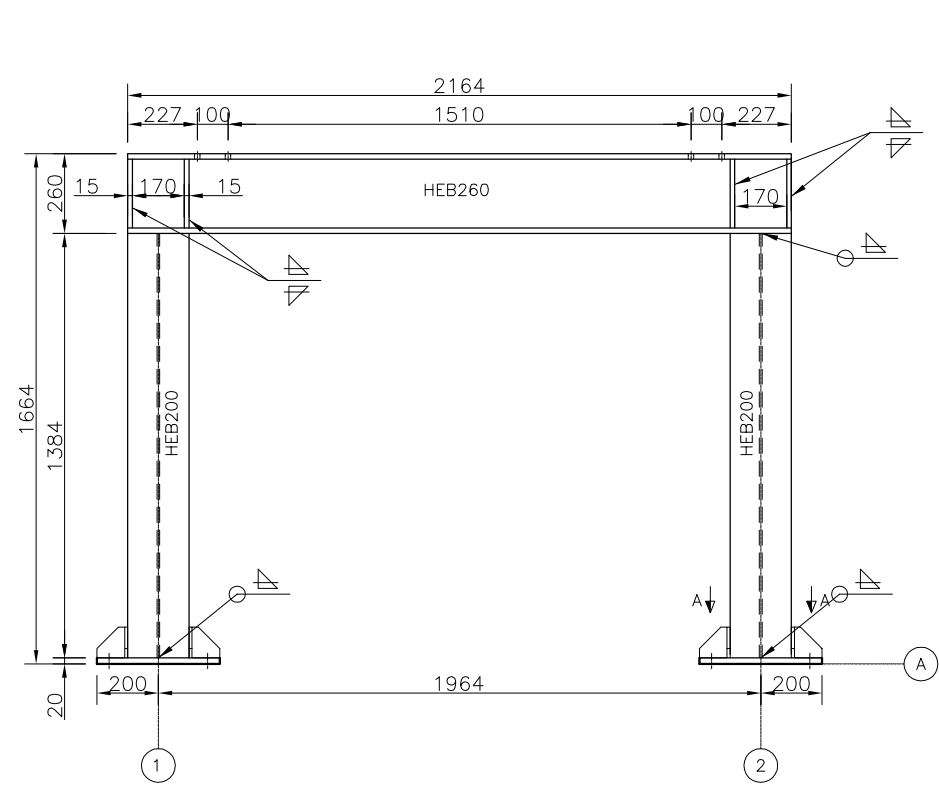
SECCIÓN C-C  
E: 1/50



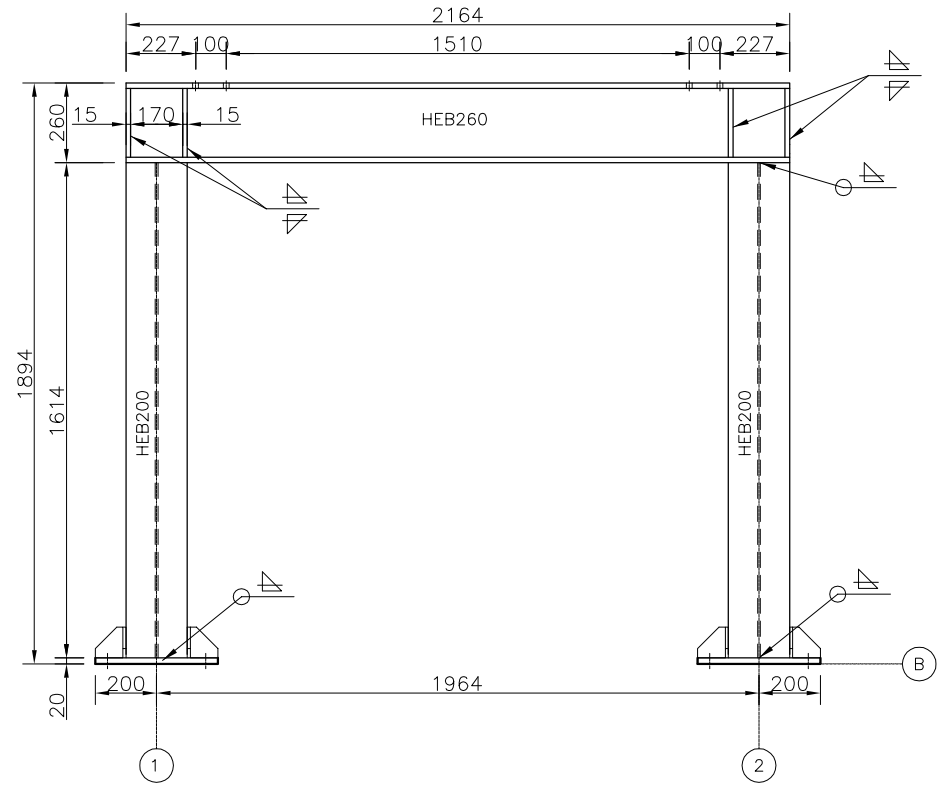
PLANO SITUACION  
S/E



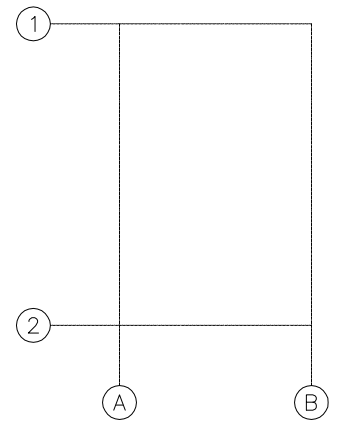
SECCIÓN D-D  
E: 1/50



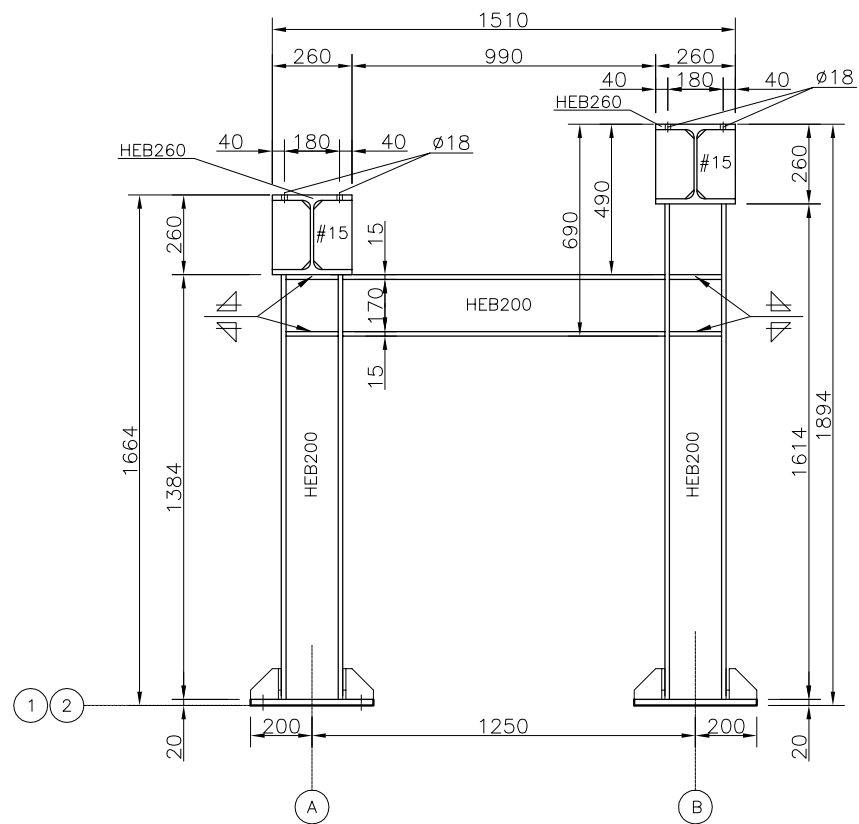
ALINEACION A  
E: 1/25



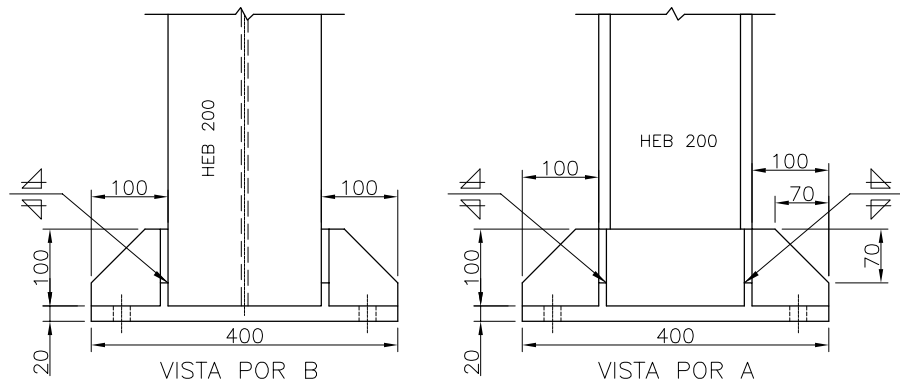
ALINEACION B  
E: 1/25



ALINEACIONES  
E: 1/50

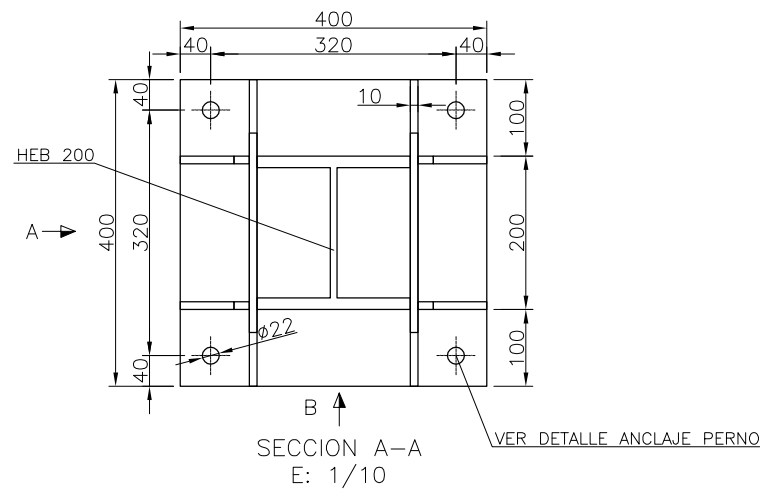


ALINEACIONES 1 Y 2  
E: 1/25

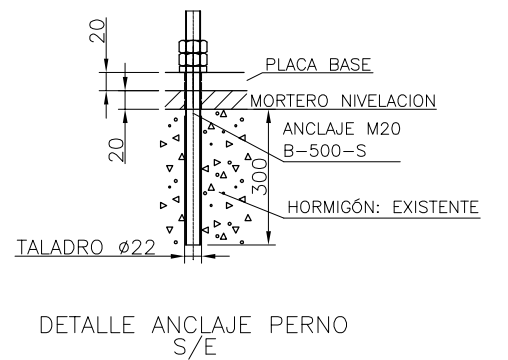


VISTA POR B

VISTA POR A



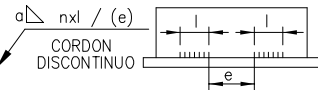
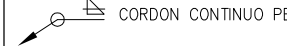
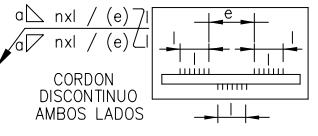
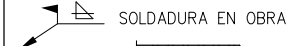
SECCION A-A  
E: 1/10

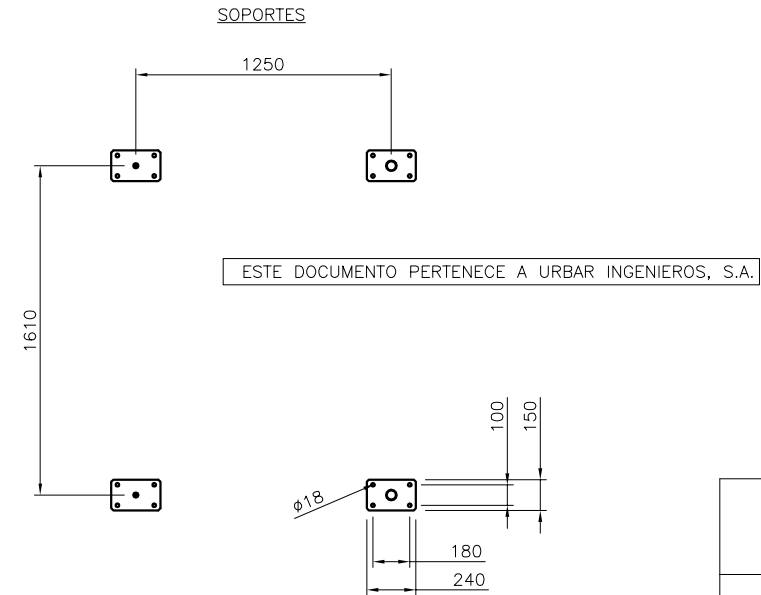
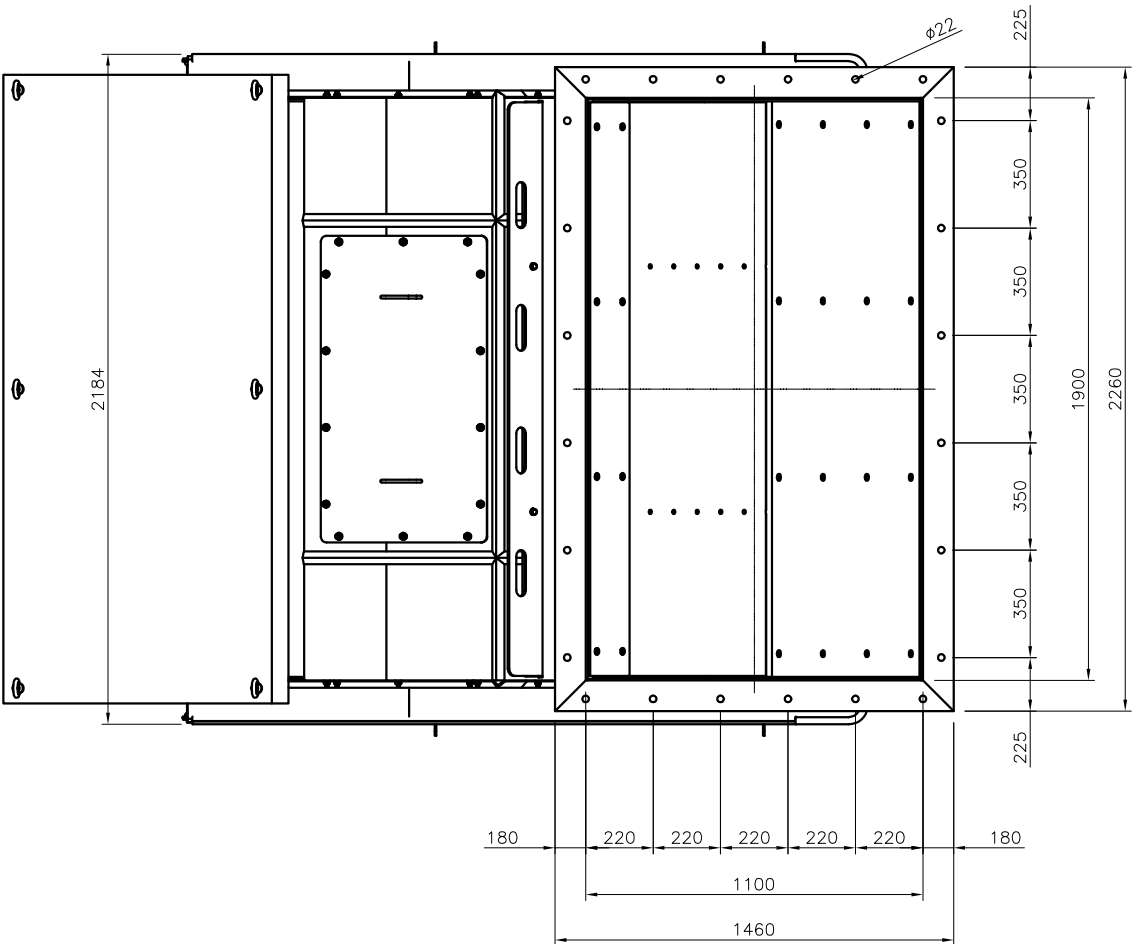
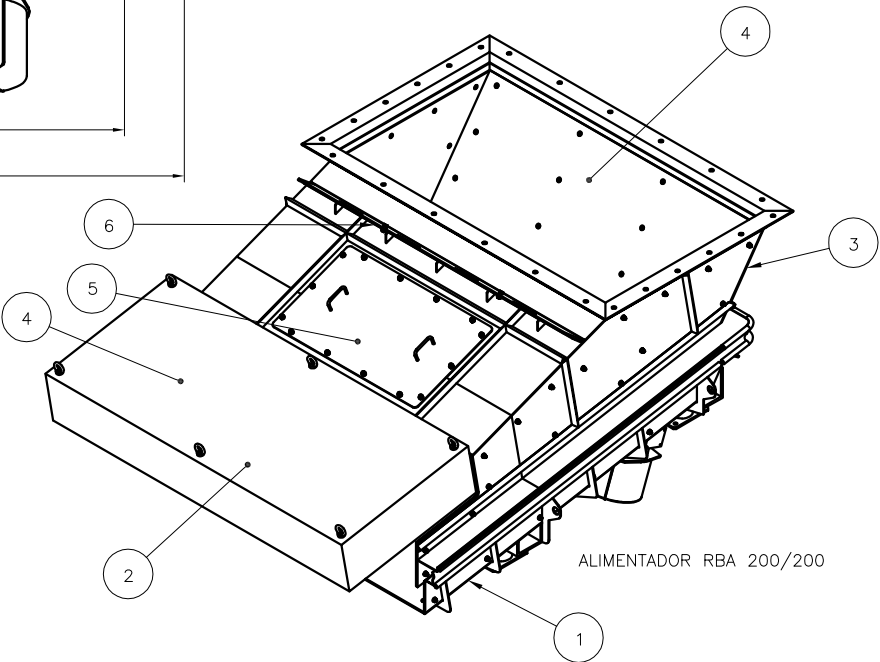
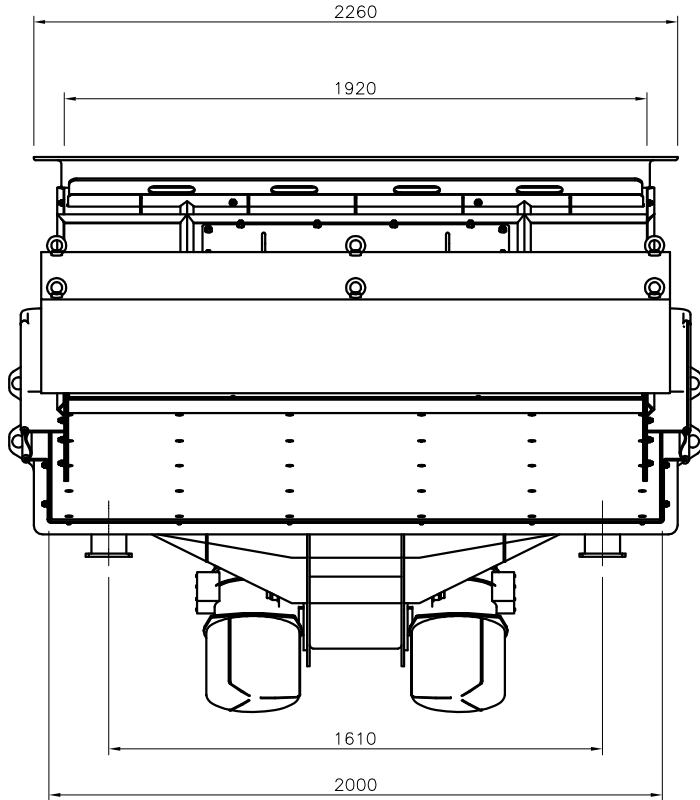
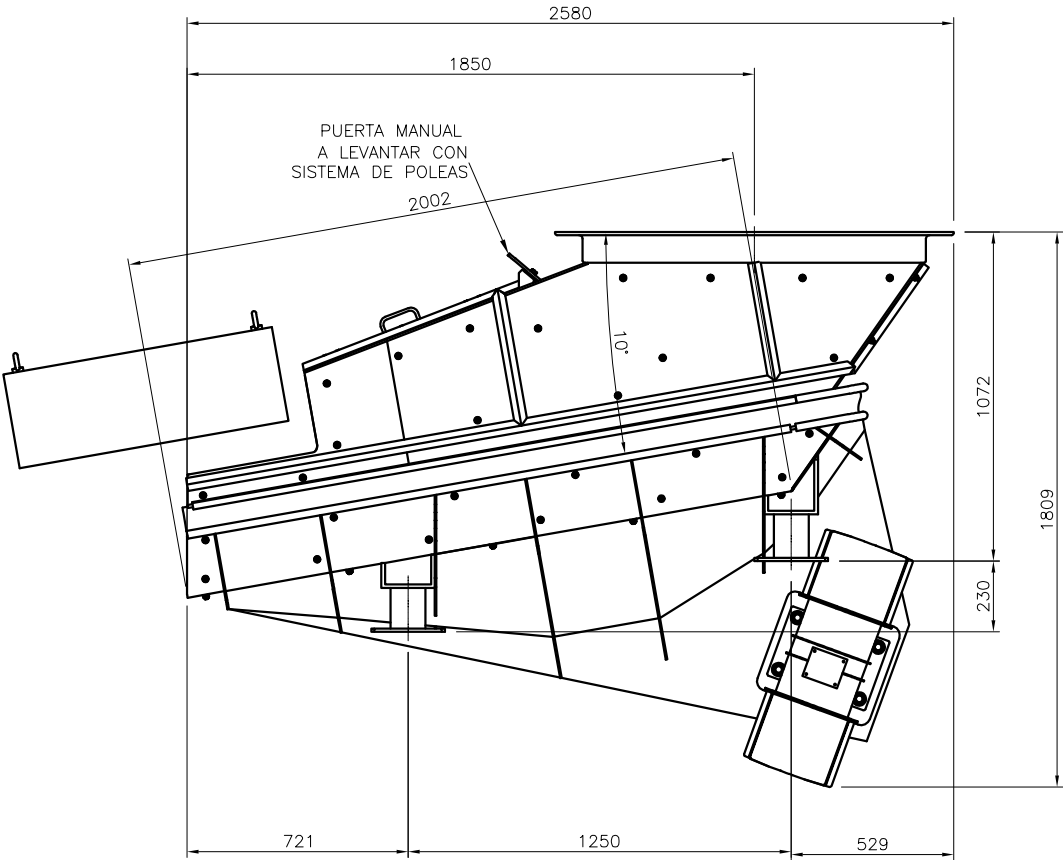


DETALLE ANCLAJE PERNO  
S/E

ACERO TIPO S 275 JR, SALVO QUE SE  
ESPECIFIQUE OTRO MATERIAL

NOTA : TODAS LAS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE 0,4 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, CUANDO SE SUELDE POR DOS LADOS Y 0,7 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, SE SUELDE SOLO POR UNO.

| SIMBOLOS DE SOLDADURA (DIN)                                                                                      |                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  CORDON CONTINUO            |  CORDON DISCONTINUO             |
|  CORDON CONTINUO PERIMETRAL |  CORDON DISCONTINUO AMBOS LADOS |
|  SOLDADURA EN OBRA          |                                                                                                                      |
|  SOLDADURA A TOPE EN V      |                                                                                                                      |



**CARGAS:**

- CARGA ESTATICA DESCARGA TOLVA: 805kg
- CARGA ESTATICA ALIMENTADOR: 1430kg

|            |
|------------|
| MATERIAL   |
| St-44.2    |
| AISI 304   |
| PESOS (kg) |
| 2819.8     |

| TABLA DE MATERIALES |                         |                  |
|---------------------|-------------------------|------------------|
| POS                 | COMPONENTES             | MATERIAL         |
| 1                   | BANDEJA                 | AISI 304         |
| 2                   | FORRO BANDEJA           | AISI 304         |
| 3                   | TOLVA DESCARGA          | AISI 304/ST-44.2 |
| 4                   | FORRO TOLVA DESCARGA    | AISI 304         |
| 5                   | CUBIERTA TOLVA DESCARGA | AISI 304         |
| 6                   | PUERTA TOLVA DESCARGA   | ST-44.2          |

**PARAMETROS DE TRABAJO:**  
DESPEJE PARTES ESTATICAS.....50 mm  
FRECUENCIA DE TRABAJO.....1000 r.p.m.  
CARGA ESTATICA-TOTAL.....1430 kg.  
CARGA DINAMICA TOTAL.....940 daN.

PROYECTO DE:  
INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBÓN  
EN TRANSPORTADOR C4. 'C.T. LADA'

EMPLAZAMIENTO:  
"LADA"

CONSULTORES:  
**NGC Mining**



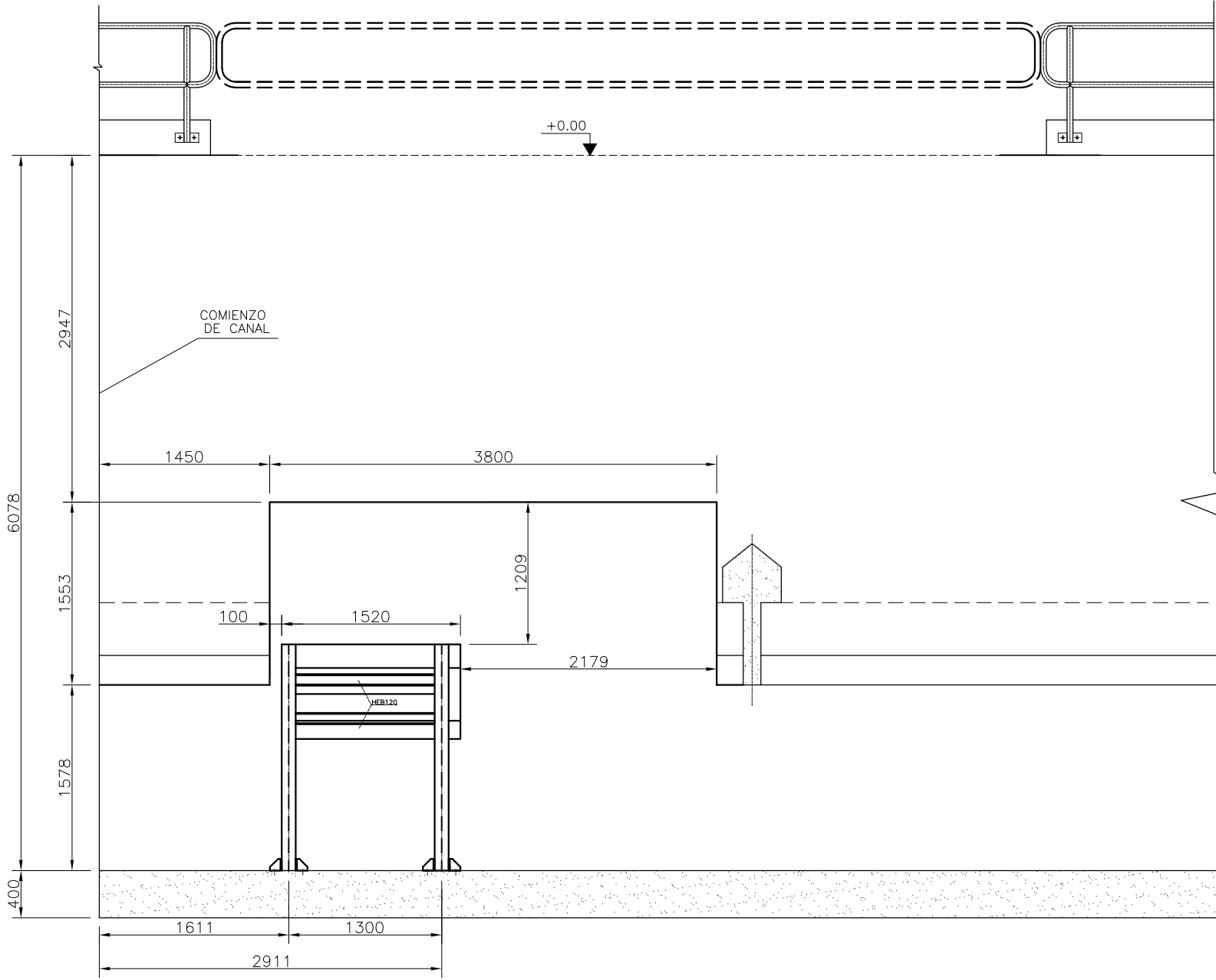
|          |              |          |       |
|----------|--------------|----------|-------|
| ESCALA:  | PROYECTADO   | FECHA    | AUTOR |
| S/E      | DIBUJADO     | 03/12/14 |       |
| FORMATO: | REVISADO     | 03/12/14 |       |
| A3       | VERIFICADO   |          |       |
|          | REVISION: 00 |          |       |

REVISIONES:

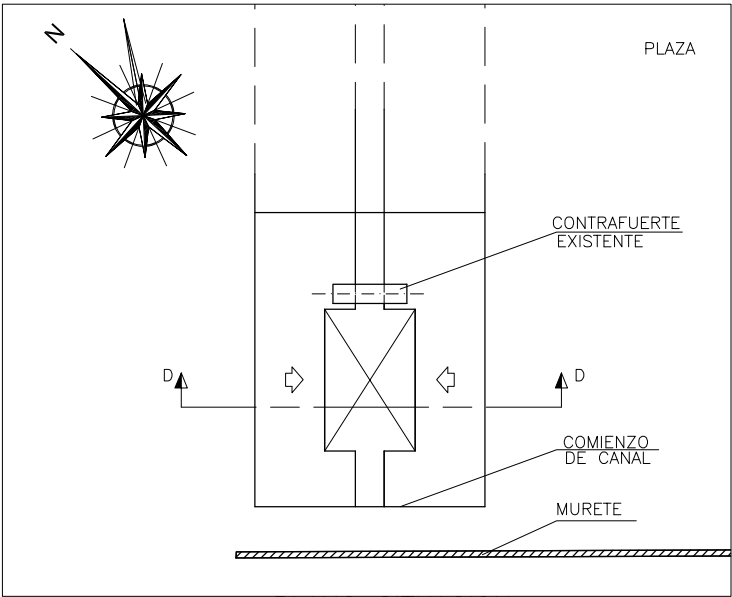
AUTOR:  
  
Estefanía Díaz González  
INGENIERO DE MINAS, COL: 1464

DESIGNACIÓN:  
ALIMENTADOR

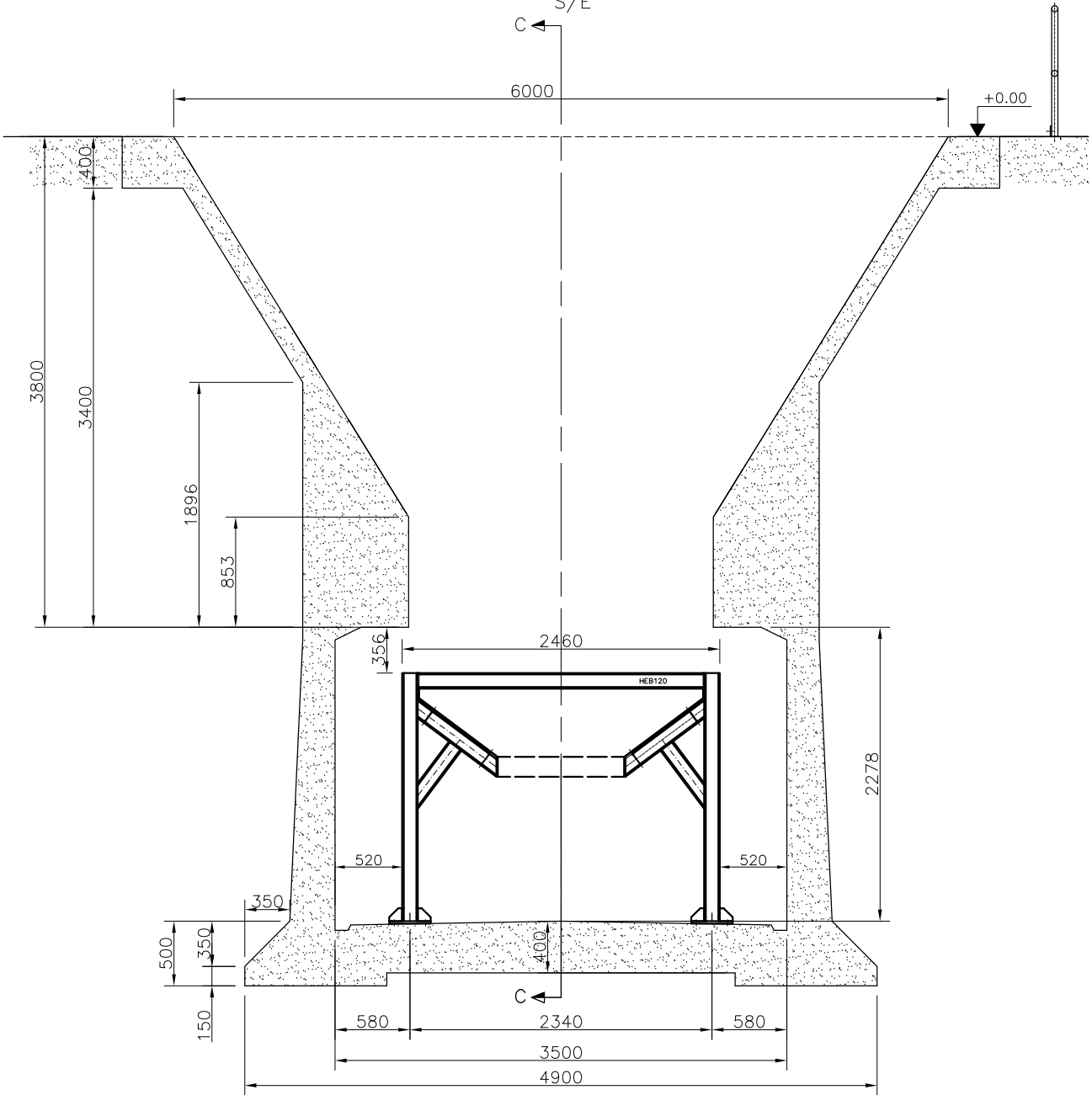
N°PLANO:  
7



SECCIÓN C-C  
E: 1/50



PLANO SITUACION  
S/E



SECCIÓN D-D  
E: 1/50

PROYECTO DE:  
INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBÓN  
EN TRANSPORTADOR C4. 'C.T. LADA'

EMPLAZAMIENTO:  
"LADA"

CONSULTORES:  
**NGC Mining**



ESCALA:  
INDICADAS  
FORMATO:  
A3

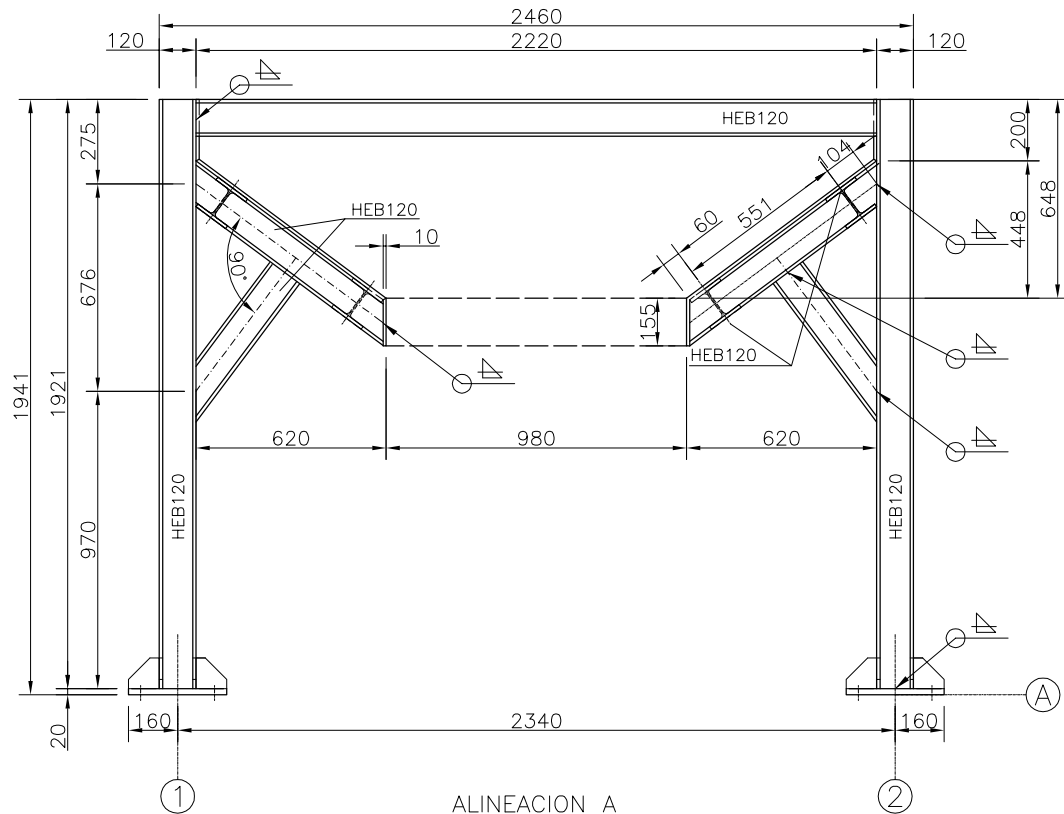
| FECHA               | AUTOR |
|---------------------|-------|
| PROYECTADO 12/01/15 |       |
| DIBUJADO 12/01/15   |       |
| REVISADO            |       |
| VERIFICADO          |       |
| REVISION: 00        |       |

REVISIONES:

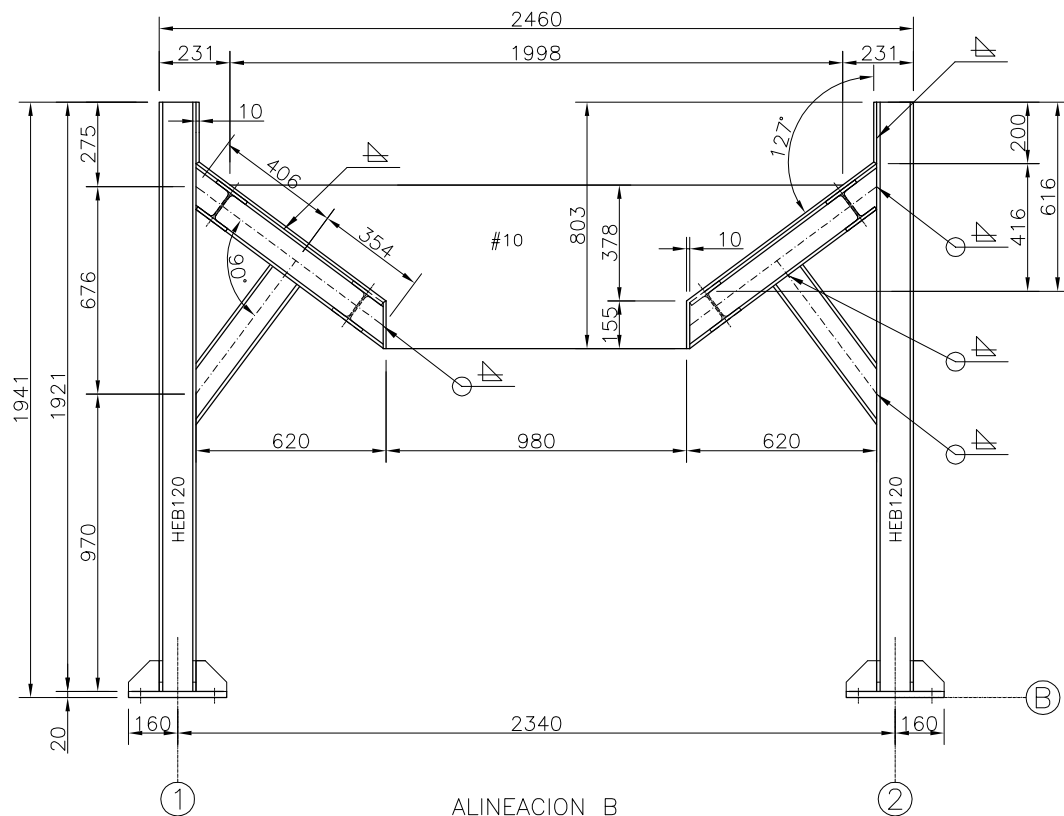
AUTOR:  
  
Estefanía Díaz González  
INGENIERO DE MINAS, COL: 1464

DESIGNACIÓN:  
TOLVIN DESCARGA  
SITUACION

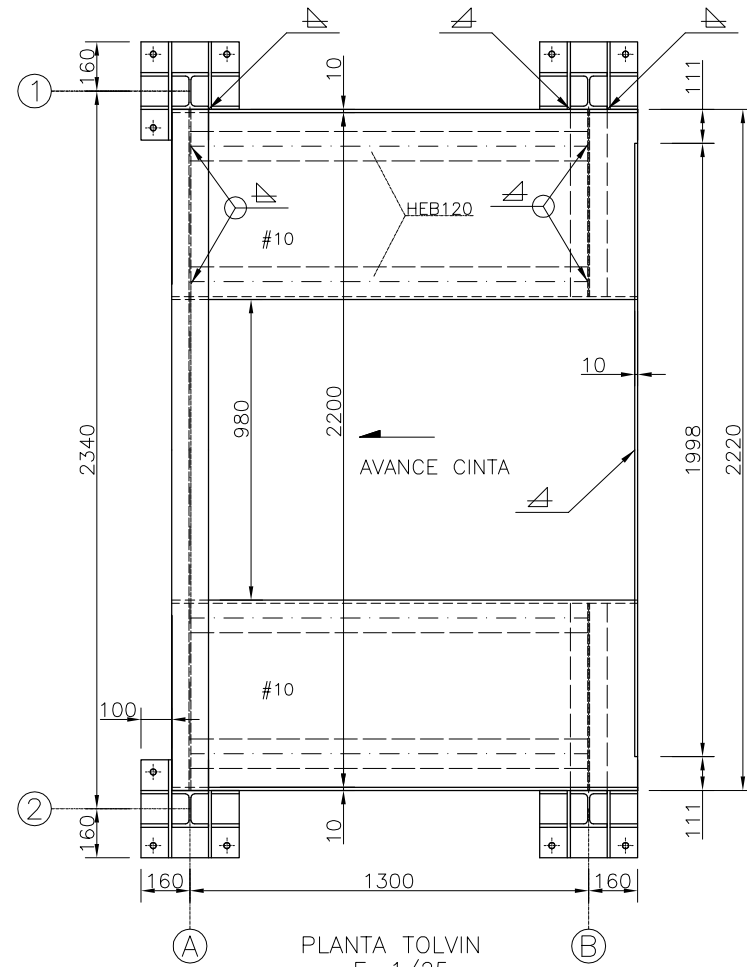
N°PLANO:  
8.1



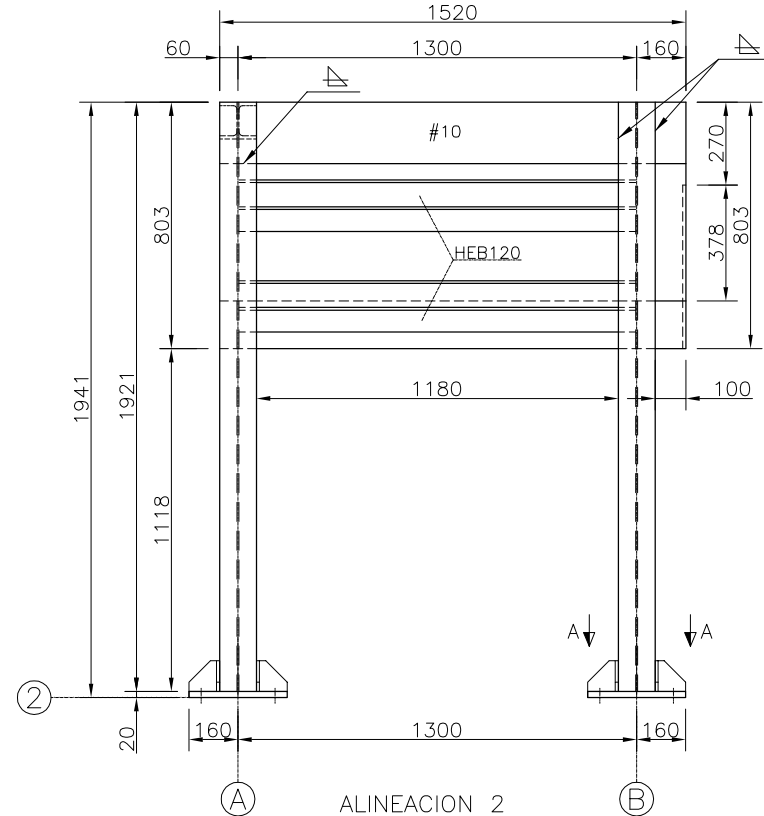
ALINEACION A  
E: 1/25



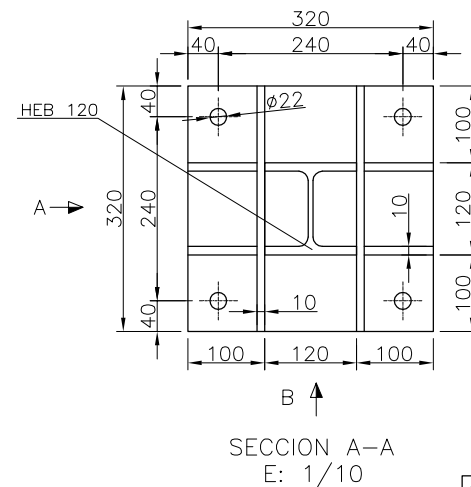
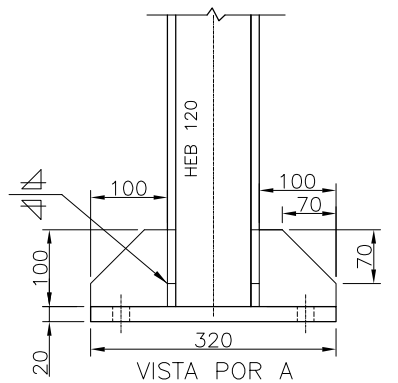
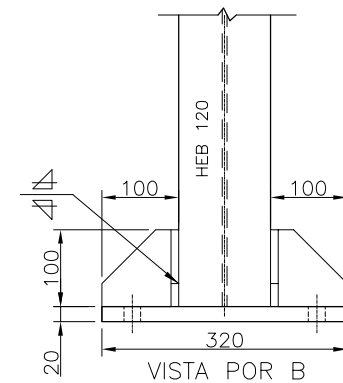
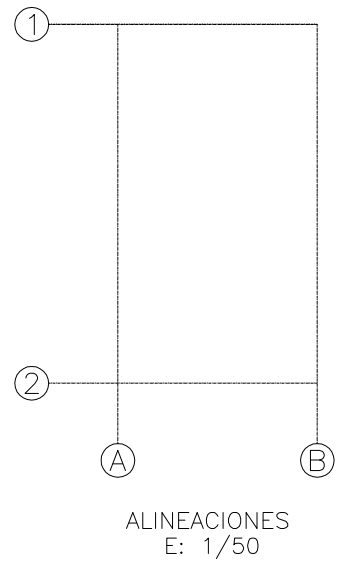
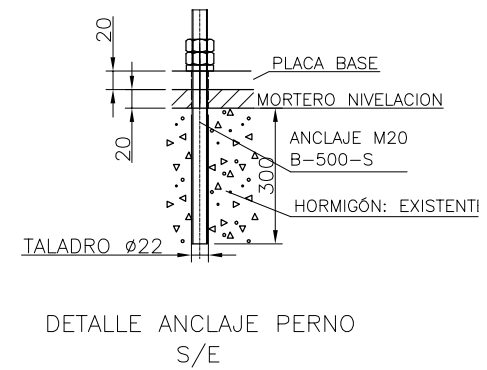
ALINEACION B  
E: 1/25



PLANTA TOLVIN  
E: 1/25



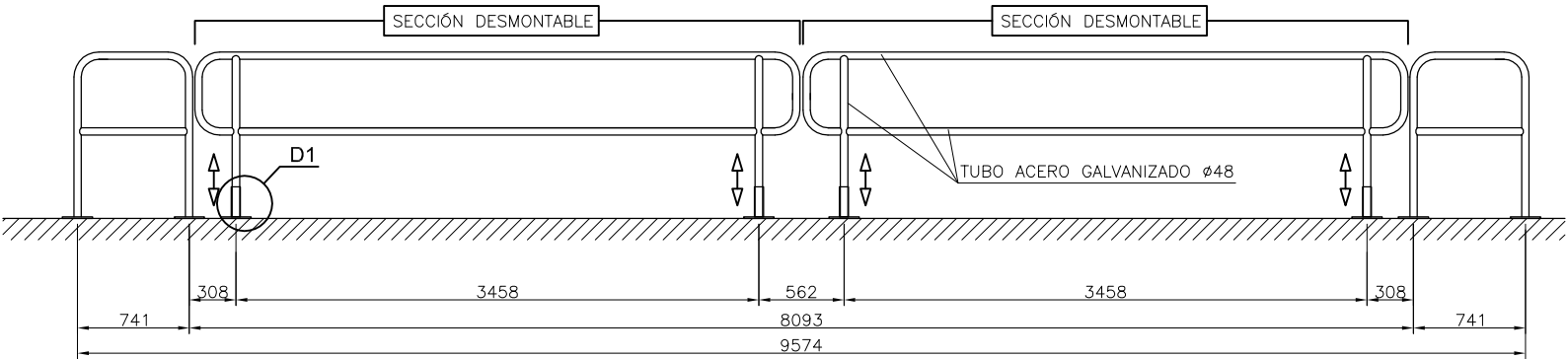
ALINEACION 2  
E: 1/25



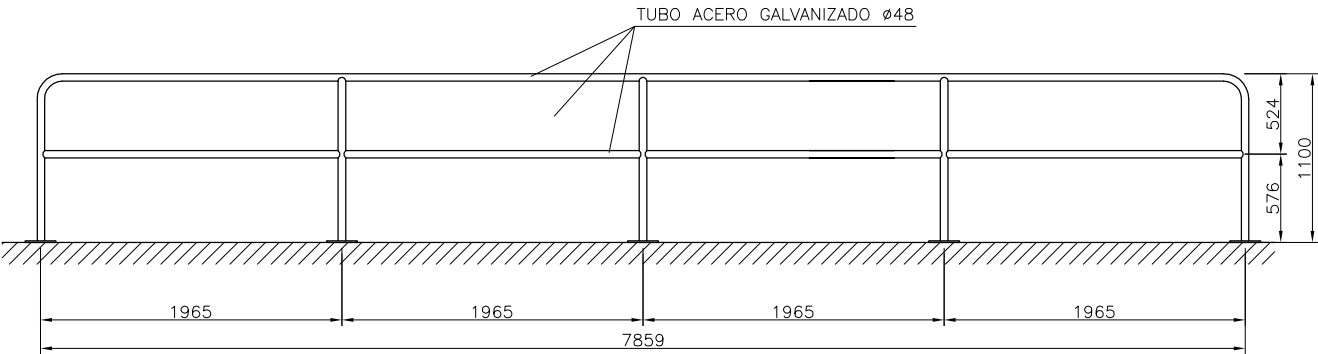
ACERO TIPO S 275 JR, SALVO QUE SE  
ESPECIFIQUE OTRO MATERIAL

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NOTA: TODAS LAS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE 0,4 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, CUANDO SE SUELDE POR DOS LADOS Y 0,7 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, SE SUELDE SOLO POR UNO. |                                                                                                                      |
| SIMBOLOS DE SOLDADURA (DIN)                                                                                                                                             |                                                                                                                      |
|  CORDON CONTINUO                                                                   |  CORDON DISCONTINUO             |
|  CORDON CONTINUO PERIMETRAL                                                        |  CORDON DISCONTINUO AMBOS LADOS |
|  SOLDADURA EN OBRA                                                                 |                                                                                                                      |
|  SOLDADURA A TOPE EN V                                                             |                                                                                                                      |

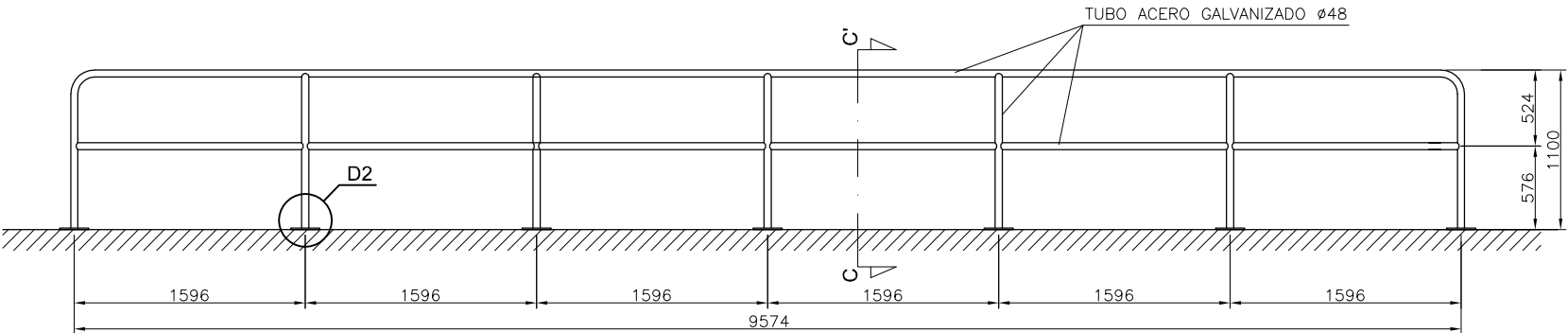
SECCIÓN "A" LONGITUDINAL DE BARANDILLA DESMONTABLE (1conjunto)



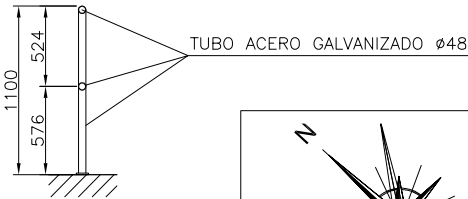
SECCIÓN "B" TRANSVERSAL DE BARANDILLA TOLVA (2 conjuntos)



SECCIÓN "C" LONGITUDINAL DE BARANDILLA TOLVA (1 conjunto)

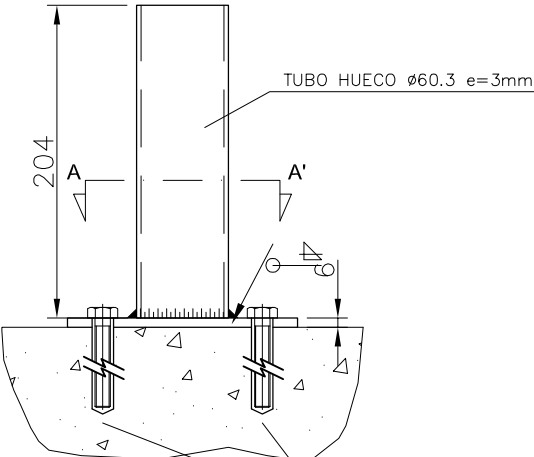


SECCIÓN C-C'

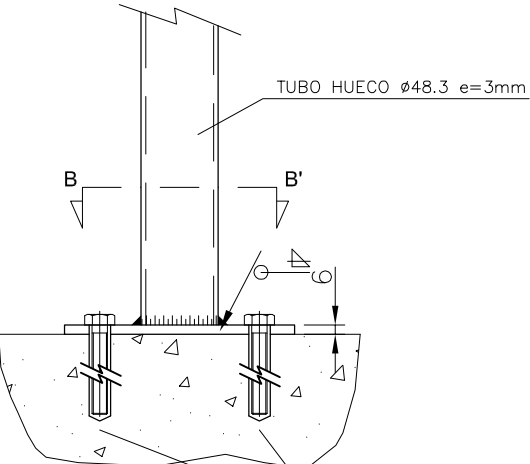


\*NOTA: LAS COTAS DE LONGITUD SE COMPROBARÁN EN OBRA

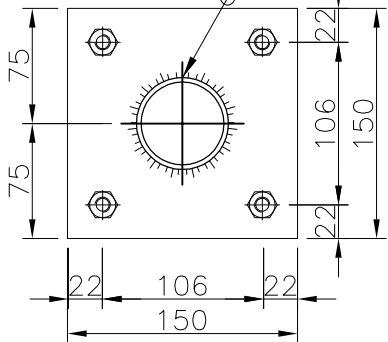
DETALLE 1. BASE SOPORTE PARA BARANDILLA DESMONTABLE



DETALLE 2. PLACA DE ANCLAJE

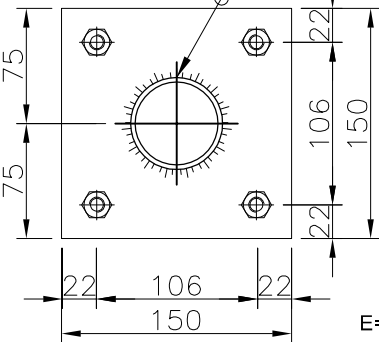


SECCIÓN A-A'

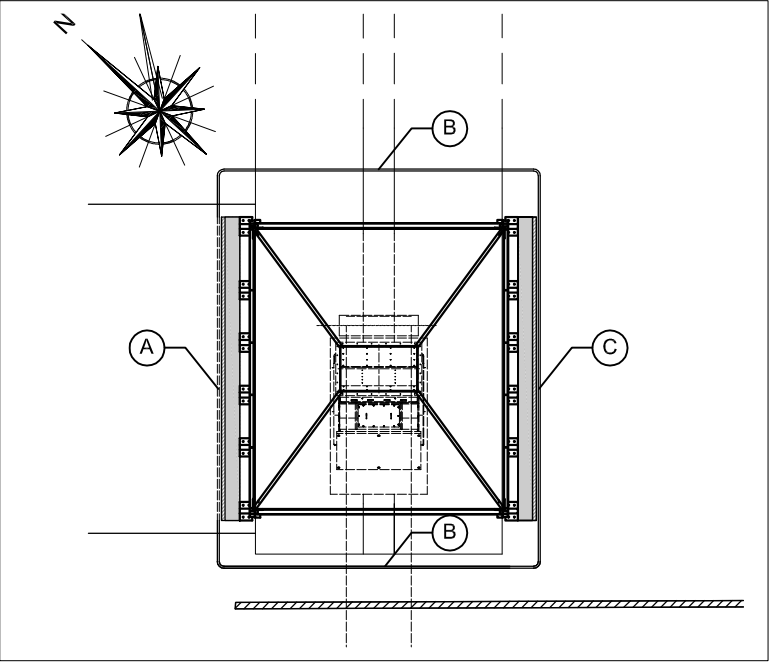


E=1:5

SECCIÓN B-B'



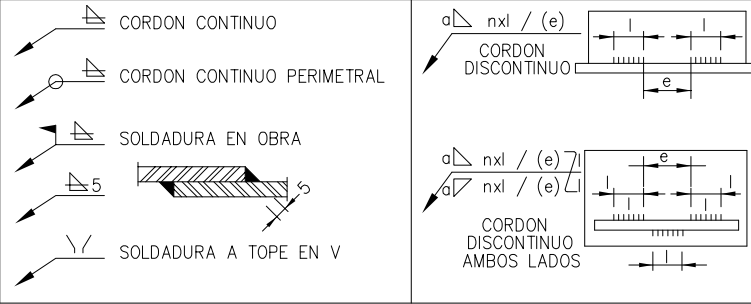
E=1:5



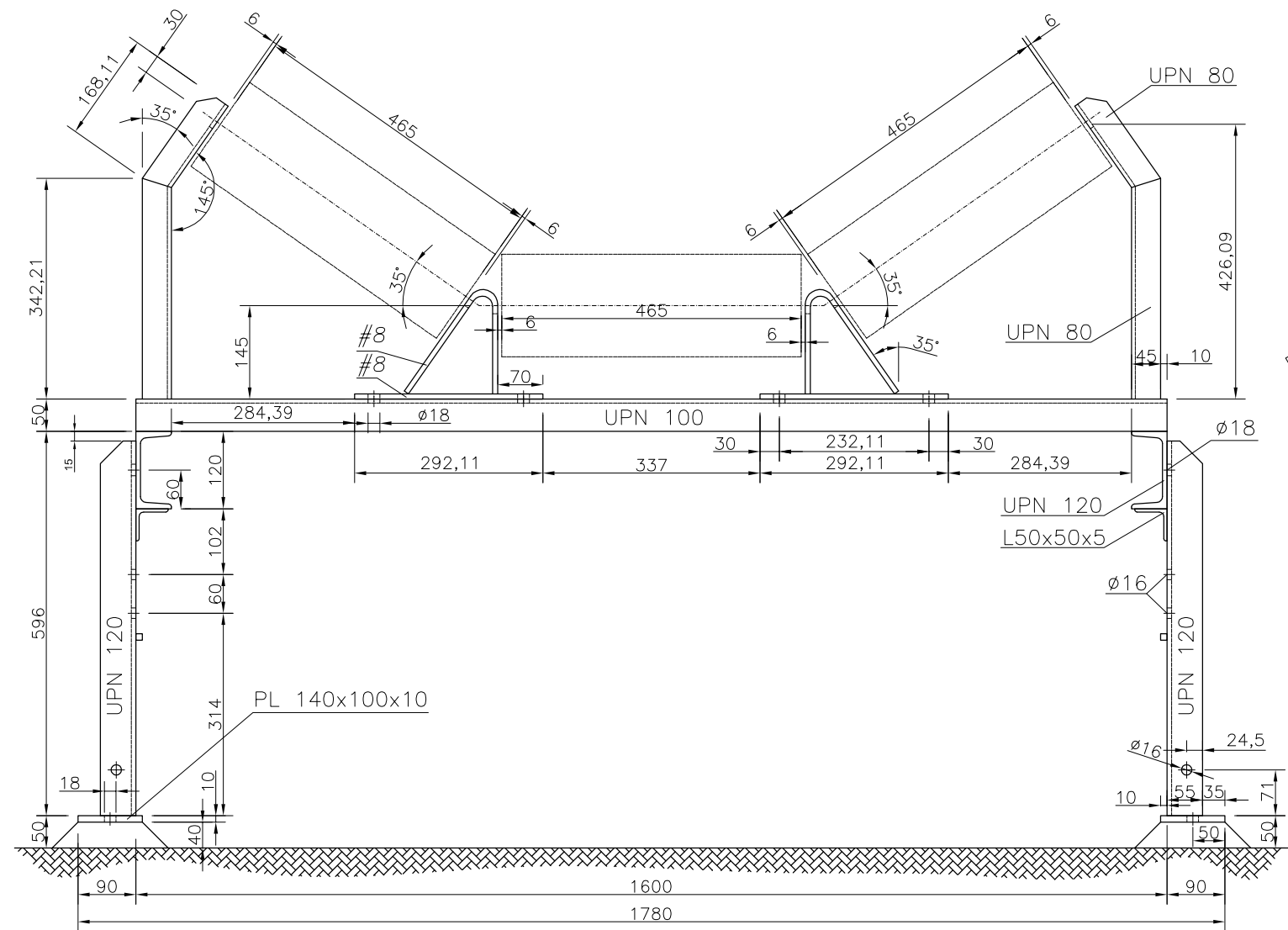
ACERO TIPO S 275 JR, SALVO QUE SE ESPECIFIQUE OTRO MATERIAL

NOTA : TODAS LAS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE 0,4 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, CUANDO SE SUELDE POR DOS LADOS Y 0,7 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, SE SUELDE SOLO POR UNO

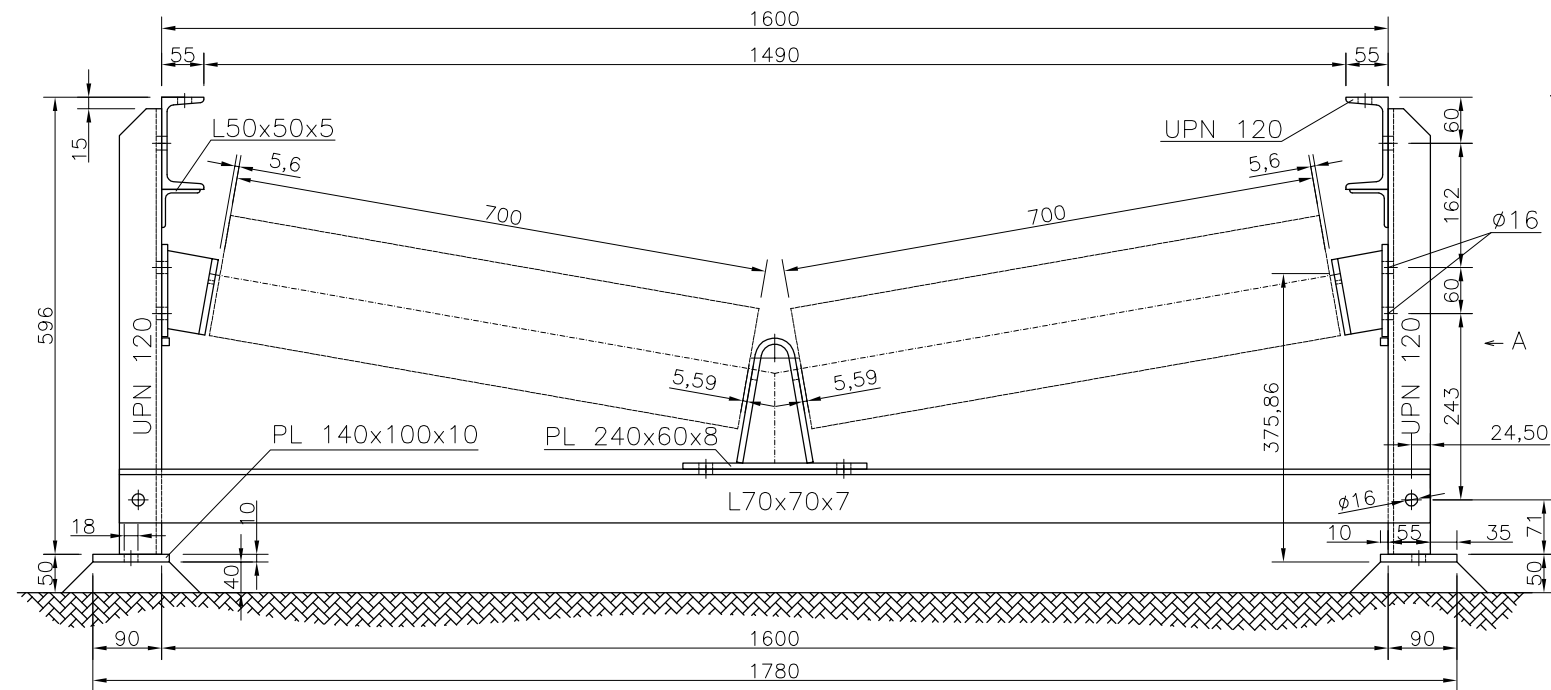
SÍMBOLOS DE SOLDADURA (DIN)







SECCIÓN TIPO ESTACION SUPERIOR  
E: 1/10



SECCIÓN TIPO ESTACION INFERIOR  
E: 1/10

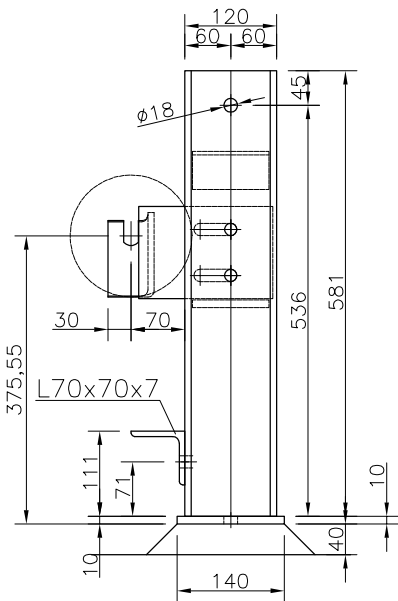
### SOLDADURAS DE ESTRUCTURA METALICA

- Todas las uniones soldadas a tope serán de penetración completa. Cuando las uniones de este tipo se realicen entre dos piezas de distinta sección transversal, el extremo de la que tenga mayor sección se achaflanará en todas las caras en las que ello sea necesario, con pendiente no superior a 1:4. Todas las soldaduras manuales en taller o montaje serán efectuadas mediante el procedimiento de pasadas múltiples.
- Antes de la iniciación de las juntas soldadas, las piezas se colocarán y alinearán dentro de las tolerancias prescritas en AWS-D1.1.
- El borde resultante de cualquier tipo de penetración quedará perfectamente uniforme y liso y estará exento de cualquier tipo de oxidación. Cuando el procedimiento base utilizado no produzca estos resultados se repasará mediante piedra esmeril hasta conseguirlo.
- Para el ajuste de bordes a soldar podrán emplearse elementos auxiliares punteados en las piezas, así como puntos de soldadura sobre los bordes. En este último caso, los puntos serán realizados por un soldador cualificado a fin de poder ser eliminados o incluidos como parte de la soldadura.
- Los elementos auxiliares de ajuste serán punteados a las piezas solamente por una de sus caras, al objeto de poder ser retirados sin producir mordeduras.
- Los restos habrán de ser cuidadosamente eliminados.
- Se limpiará la escoria por medios mecánicos antes de dar la siguiente pasada, eliminando todo defecto que se aprecie, tal como porosidad, fisuración, proyección, irregularidades y zonas de difícil penetración.
- En todos los casos de soldadura a tope que no exista pletina de soporte se procederá a sanear la penetración por la segunda cara de la chapa antes de depositar los cordones correspondientes a la segunda cara. Se podrá sanear mediante, arco aire o esmerilado, aunque en los casos en que se utilice el primer procedimiento se procederá a realizar una inspección mediante líquidos penetrantes, pudiendo entonces iniciar la soldadura.
- El acabado de las soldaduras presentará un aspecto uniforme libre de mordeduras y solapes.
- No se podrán reliazar trabajos de soldadura a la intemperie en condiciones atmosféricas desfavorables tales como excesiva humedad, lluvia o viento.
- Como norma general y salvo indicación en contrario, todas las soldaduras de fuerza se relizarán con penetración completa.

NOTA : TODAS LAS SOLDADURAS NO INDICADAS SERAN DE 0,4 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, CUANDO SE SUELDE POR DOS LADOS  $\nabla$  Y 0,7 DEL ESPESOR MINIMO A UNIR, SE SUELDE SOLO POR UNO  $\nabla$

#### SIMBOLOS DE SOLDADURA (DIN)

|  |                            |  |                                |
|--|----------------------------|--|--------------------------------|
|  | CORDON CONTINUO            |  | CORDON DISCONTINUO             |
|  | CORDON CONTINUO PERIMETRAL |  | CORDON DISCONTINUO AMBOS LADOS |
|  | SOLDADURA EN OBRA          |  |                                |
|  | SOLDADURA A TOPE EN V      |  |                                |



VISTA A  
E: 1/5

PROYECTO DE:  
INSTALACIONES PARA DESCARGA DE CARBÓN  
EN TRANSPORTADOR C4. 'C.T. LADA'

EMPLAZAMIENTO:  
"LADA"

CONSULTORES:  
**NGC Mining**



ESCALA:  
1/10  
FORMATO:  
A3

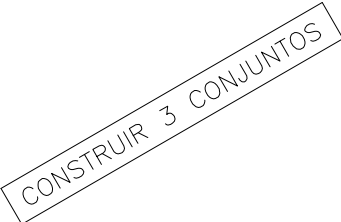
| FECHA               | AUTOR |
|---------------------|-------|
| PROYECTADO 03/12/14 |       |
| DIBUJADO 03/12/14   |       |
| REVISADO            |       |
| VERIFICADO          |       |
| REVISION: 00        |       |

REVISIONES:

AUTOR:  
  
Estefanía Díaz González  
INGENIERO DE MINAS, COL: 1464

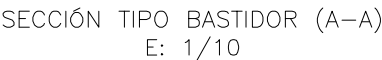
DESIGNACIÓN:  
ESTACIONES

N°PLANO:  
10.2



**SÍMBOLOS DE SOLDADURA (DIN)**

|  |                            |  |  |
|--|----------------------------|--|--|
|  | CORDON CONTINUO            |  |  |
|  | CORDON CONTINUO PERIMETRAL |  |  |
|  | SOLDADURA EN OBRA          |  |  |
|  |                            |  |  |
|  | SOLDADURA A TOPE EN V      |  |  |



- Todas las uniones soldadas a tope serán de penetración completa. Cuando las uniones de este tipo se realicen entre dos piezas de distinta sección transversal, el extremo de la que tenga mayor sección se achafalanará en todas las caras en la que ello sea necesario, con pendiente no superior a 1:4. Todas las soldaduras manuales en taller o montaje serán efectuadas mediante el procedimiento de pasadas múltiples.
- Antes de la iniciación de las juntas soldadas, las piezas se colocarán y alinearán dentro de las tolerancias prescritas en AWS-D1.1.
- El borde resultante de cualquier tipo de penetración quedará perfectamente uniforme y liso y estará exento de cualquier tipo de oxidación. Cuando el procedimiento base utilizado no produzca estos resultados se reparará mediante piedra esmeril hasta conseguirlo.
- Para el ajuste de bordes a soldar podrán emplearse elementos auxiliares punteados en las piezas, así como puntos de soldadura sobre los bordes. En este último caso, los puntos serán realizados por un soldador cualificado a fin de poder ser eliminados o incluidos como parte de la soldadura.
- Los elementos auxiliares de ajuste serán punteados a las piezas solamente por una de sus caras, al objeto de poder ser retirados sin producir mordeduras.
- Los restos habrán de ser cuidadosamente eliminados.
- Se limpiará la escoria por medios mecánicos antes de dar la siguiente pasada, eliminando todo defecto que se aprecie, tal como porosidad, fisuración, proyección, irregularidades y zonas de difícil penetración.
- En todos los casos de soldadura a tope que no exista pletina de soporte se procederá a sanear la penetración por la segunda cara de la chapa antes de depositar los cordones correspondientes a la segunda cara. Se podrá sanear mediante, arco aire o esmerilado, aunque en los casos en que se utilice el primer procedimiento se procederá a realizar una inspección mediante líquidos penetrantes, pudiendo entonces iniciar la soldadura.
- El acabado de las soldaduras presentará un aspecto uniforme libre de mordeduras y solapes.
- No se podrán relajar trabajos de soldadura a la intemperie en condiciones atmosféricas desfavorables tales como excesiva humedad, lluvia o viento.
- Como norma general y salvo indicación en contrario, todas las soldaduras de fuerza se realizarán con penetración completa.

### **III.PLIEGO DE CONDICIONES**



## III.1.- CONDICIONES GENERALES

### 1. OBJETO DEL PLIEGO

---

El presente Pliego tiene por objeto la ordenación de las condiciones facultativas, económicas y legales que han de regir en la ejecución, desarrollo, control y recepción de las obras de construcción del Proyecto para “Instalaciones para descarga de carbón en Transportador C4”.

En todo caso el contenido expresado en cada uno de los apartados que componen el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares rige para las materias referidas en el correspondiente título.

### 2. DEFINICIONES

---

Este Capítulo, tiene por objeto la comprensión de los términos utilizados en el presente Pliego.

- Proyecto de Construcción: Es el Proyecto que define las obras y trabajos a realizar de acuerdo con la Oferta y las condiciones complementarias, que en su caso hayan podido establecerse.
- Director de Obra: Es el responsable de la vigilancia y comprobación de la correcta realización de las obras y trabajos contratados, nombrado por la Propiedad.
- Dirección de Obra: Es el órgano colegiado, formado por el Director de Obra y sus colaboradores, en el que los colaboradores realizan sus funciones por delegación del Director de Obra.
- Documentos de detalle: Son el conjunto de documentos que aclaran, complementan o definen con precisión el Proyecto de Construcción durante la ejecución de las obras o trabajos contratados.

Entre otros serían:

- Planos de detalle.
- Copias de pedidos.
- Informes de progreso de obra.



- Certificados de pruebas.
- Hojas de envío de materiales y equipos.
- Planos de detalle: Son aquellos que definen en toda su extensión y precisión, las características físicas y geométricas de cada uno de los elementos y sistemas contenidos en el Proyecto de Construcción.
- Copias de Pedidos: Son los documentos del Contratista que reflejan los pedidos realizados a sus suministradores y en los que deben figurar todas las condiciones técnicas del suministro, así como el plazo de entrega.
- Informes de progreso: Son los documentos que reflejan el avance de la construcción, fabricación y montaje de cada uno de los elementos o equipos, tanto si se realizan en taller como en obra.
- Certificados de Pruebas: Son los documentos que reflejan los resultados de las pruebas efectuadas en taller o en obra y que sirven como antecedentes para las recepciones Provisional y definitiva.
- Hojas de envío de materiales y elementos: Son los documentos emitidos por el suministrador justificativo de la salida de los materiales o elementos desde el lugar de suministro a obra.
- Período de Construcción: Es el tiempo de realización de obra, que comienza con la firma del Acta Comprobación de Replanteo y finaliza cuando todos los elementos que forman parte de la obra han sido instalados y están listos y en condiciones de funcionar.
- Período de Puesta a Punto: Es el tiempo que abarca desde la terminación del Período de Construcción, hasta que la instalación está en condiciones de realizar la Prueba general de Funcionamiento.
- Período de Prueba General de Funcionamiento: Es el tiempo exigido en el Pliego de Bases Generales o en el Pliego de Bases Específicas, como tiempo mínimo de funcionamiento interrumpido y satisfactorio de todos los sistemas instalados antes de que se proceda a la Recepción Provisional.



- Prueba de Reconocimiento: Son las Pruebas que han de realizarse en taller o en obra, sobre los elementos o sistemas parciales antes de la Prueba General de Funcionamiento.
- Pruebas de Rendimiento: Son las Pruebas que se realizan durante el Período de Garantía, que permiten comprobar que las prestaciones de la Planta cumplen lo exigido en la Licitación y en lo ofertado por el Contratista.
- Proyecto Final: Es el conjunto de descripciones, planos y condiciones, que definen con detalle toda las características de la obra al término de su construcción.

## **2.1. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS**

Las obras quedan definidas por los Documentos que integran la totalidad del proyecto, es decir: Memoria General, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto, así como la normativa incluida en otro apartado del presente Pliego.

No es propósito sin embargo, de Memoria General, Planos y Pliego de Condiciones el definir todos y cada uno de los detalles o particularidades constructivas que puede requerir la ejecución de las obras, ni será responsabilidad de la Propiedad la ausencia de tales detalles.

### **2.1.1. Planos**

Las obras se realizarán de acuerdo con los planos del Proyecto utilizado para su adjudicación y con las instrucciones y planos complementarios de ejecución que, con detalle suficiente para la descripción de las obras, sean elaborados.

### **2.1.2. Interpretaciones de planos**

Cualquier duda en la interpretación de los planos deberá ser comunicada por escrito al Director de Obra, el cual, antes de quince (15) días, dará las explicaciones necesarias para aclarar los detalles que no estén perfectamente definidos en los planos.

### **2.1.3. Confrontación de planos y medidas**

El Contratista deberá confrontar, inmediatamente todos los planos que le hayan sido facilitados y deberá informar prontamente al Director de Obra sobre cualquier anomalía o contradicción. Las cotas de los planos prevalecerán siempre sobre las medidas a escala.



El Contratista deberá confrontar los diferentes planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

### **3. CONTRADICCIONES Y OMISIONES DE LA DOCUMENTACIÓN**

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos, En caso de contradicción entre los planos y el presente Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último, salvo criterio en contra del Ingeniero Director de Obra.

Las omisiones de los planos y Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y Pliego de Condiciones y lo que, por uso y costumbre deba ser realizado, no solo no exime al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si lo hubieran sido correctamente y de forma completa tanto en planos como en el Pliego de Condiciones.

### **4. NORMAS Y DISPOSICIONES DE APLICACIÓN**

Será de aplicación a estas obras cuanto se prescribe en el presente Pliego de Condiciones.

Para todo cuanto esté expresamente previsto en este Pliego serán de aplicación, es decir, preceptivas y obligatorias, las Leyes, Reglamentos, Instrucciones, Normas y otros Documentos que se relacionan a continuación y cuantos otros tuvieran alguna relación con estas obras.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. En concreto los Documentos Básicos DB-SE (Seguridad Estructural), DB-SE-A (Seguridad Estructural. Acero), DB-SE-AE (Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación), DB-SE-C (Seguridad Estructural. Cimientos).
- Norma de Construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación. NCSE-02. Ministerio de Fomento, 2.002.
- Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución de Cimentaciones Superficiales. Sociedad Española de Mecánica del Suelo e Instituto Eduardo Torroja (I.E.T.)



- Normas UNE:
  - o UNE-7.014-50 Determinación cuantitativa del carbono en los aceros empleados en construcción.
  - o UNE-EN ISO 6506 Ensayos de dureza en productos de acero por el método BRINELL.
  - o UNE-7019. Determinación cuantitativa del azufre en los aceros empleados en construcción.
  - o UNE-7027. Determinación del manganeso en los aceros empleados en construcción.
  - o UNE-7028. Determinación cuantitativa del silicio en los aceros empleados en la construcción.
  - o UNE-7029. Determinación cuantitativa del fósforo en los aceros empleados en construcción.
  - o UNE-EN ISO 6508. Materiales metálicos. Ensayo de dureza en productos de acero por el método Rockwel.
  - o UNE-EN ISO 6507. Materiales metálicos. Ensayo de dureza en productos de acero por el método Vickers.
  - o UNE-EN 10002. Materiales metálicos. Ensayo de tracción de chapas metálicas.
  - o UNE-EN ISO 7438. Materiales metálicos. Ensayo de plegado simple de chapas metálicas.
  - o UNE-EN ISO 2566. Acero. Conversión de valores de alargamiento.
  - o UNE-EN 10160. Examen por ultrasonidos de los productos planos de acero de espesor igual o superior a 6 mm.
  - o UNE-EN ISO 377. Acero y productos de acero. Localización y preparación de muestras y probetas para ensayos mecánicos.
  - o UNE-7475. Materiales metálicos. Ensayo de flexión por choque sobre probeta Charpy.
  - o UNE-EN ISO 7438. Materiales metálicos. Ensayo de doblado.



- o UNE-7306. preparación de probetas de acero con envejecimiento por deformación en frío para ensayo de flexión por choque.
- o UNE-EN 571. Ensayos no destructivos. Ensayos por líquidos penetrantes.
- o UNE-14001 Electrodo para soldadura y corte por arco: terminología.
- o UNE-EN ISO 544. Consumibles para soldeo. Condiciones técnicas de suministro para materiales de aportación para soldeo. Tipos de producto, medidas, tolerancias y marcado.
- o UNE-EN ISO 2560. Consumibles para soldeo. Electrodo recubiertos para el soldeo manual al arco de aceros no aleados y de grano fino.
- o UNE-EN ISO 9606. Cualificación de soldadores. Soldero por fusión.
- o UNE-EN 12517 Ensayo no destructivo de uniones soldadas.
- o UNE-14012 Características de los cables conductores, para su empleo en la soldadura por arco eléctrico.
- o UNE-EN 1597. Consumibles para el soldeo. Métodos de ensayo.
- o UNE-EN 22401. Electrodo revestidos. Determinación del rendimiento y del coeficiente de depósito.
- o UNE-EN 462. Ensayos no destructivos. Calidad de la imagen de las radiografías.
- o UNE-14044 Uniones soldadas de las estructuras metálicas. Inspección durante su ejecución y montaje.
- o UNE-EN ISO 6520. Soldero y procesos afines. Clasificación de las imperfecciones geométricas en las soldaduras de materiales metálicos.
- o UNE-14211. Determinación de la humedad total en electrodo revestidos.
- o UNE-EN 1435. Examen no destructivo de uniones soldadas. Examen no destructivo de uniones soldadas.



- o UNE-EN 895. Ensayos destructivos de uniones soldadas de materiales metálicos. Ensayo de tracción transversal.
- o UNE-EN 910. Ensayos destructivos en soldaduras en materiales metálicos. Ensayos de doblado.
- o UNE-EN 1290. Examen no destructivo de uniones soldadas. Examen de uniones soldadas mediante partículas magnéticas.
- o UNE-14611. Bloque de calibrado para el examen ultrasónico de piezas de acero.
- o UNE-14612. Práctica recomendada para el examen de las uniones soldadas mediante la utilización de líquidos penetrantes.
- o UNE-EN ISO 1714. Ensayo no destructivo de soldaduras. Ensayo ultrasónico de uniones soldadas.
- o UNE-EN ISO 3690. Soldeo y técnicas afines. Determinación del contenido en hidrógeno en metales ferríticos soldados por arco.
- o UNE-EN ISO 6847. Consumibles para soldeo. Ejecución de un depósito de metal de soldadura para su análisis químico.
- o UNE-EN 10021. Acero y productos siderúrgicos. Condiciones técnicas generales de suministro.
- o UNE-EN 10025. Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.
- o UNE-EN ISO 377. Acero y productos de acero. Localización y preparación de muestras y probetas para ensayos mecánicos.
- o UNE-EN 10002. Materiales metálicos. Ensayos de tracción. Método de ensayo a temperatura ambiente.
- o UNE-7475. Materiales metálicos. Ensayo de flexión por choque con probeta Charpy.
- o UNE-36415. Aceros. Conversiones de dureza.
- o UNE-EN 10079. Definición de los productos de acero.



- o UNE-EN ISO 13920. Soldeo. Tolerancias generales en construcciones soldadas. Dimensiones de longitudes y ángulos. Forma y posición.
- o UNE-EN ISO 8501. Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas y productos relacionados. Evaluación visual de la limpieza de las superficies.
- o UNE-EN ISO 544. Consumibles para soldeo. Condiciones técnicas de suministro para material de aportación para soldeo. Tipos de producto, medidas, tolerancias y marcado.
- o UNE-EN ISO 1461. Recubrimientos galvanizados en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
- o UNE 7183. Método de ensayo para determinar la uniformidad de los recubrimientos galvanizados aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero.
- o UNE 125300. Envases metálicos ligeros. Envases metálicos redondos para pinturas, barnices y disolventes. Características dimensionales.
- o UNE-EN ISO 1517. Pinturas y barnices. Ensayo de secado superficial. Método de las esferas de vidrio.
- o UNE-EN ISO 3678. Pinturas y barnices. Ensayo de secado a la huella.
- o UNE 48293. Pinturas y barnices. Imprimación de silicato de etilo, rica en cinc, para acero.
- Normas Europeas:
  - o Eurocódigo 3 Diseño de estructuras metálicas
- Normas AWS (American Welding Society)
  - o AWS D 1.1 Structural Welding Code Steel (American Welding Code).
  - o AWS A 5.1 Specification for Mild Steel Covered Arc-Welding Electrodes.



- o AWS A 5.5 Specification for Low-Alloy Steel covered Arc-Welding Electrodes.
- o AWS D 12.1 Reinforcing Steel Welding Code.
- Normas AISC (Manual of Steel Construction)
  - o AISC Specification for Structural Joints using ASTM A-325 A-490 Bolts
- Normas de Ensayo MELC. Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales (B.O.E. nº 269 de 10 de noviembre de 1.995).
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (B.O.E. 13-12-2003).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (B.O.E. nº 256 de 25 de octubre de 1997).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

En caso de discrepancia entre lo especificado en dicha documentación, salvo manifestación expresa en contrario en el presente Proyecto, se entenderá que es válida la prescripción más restrictiva, o en su defecto la relacionada en primer lugar en la lista previa.

Cuando en alguna disposición se haga referencia a otra que haya sido modificada o derogada, se entenderá que dicha modificación o derogación se extiende a aquella parte de la primera que haya quedado afectada.

Serán, además, de aplicación en la ejecución de estas unidades de obra, las siguientes disposiciones sobre protección del entorno o Impacto Ambiental:

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.



Cuantas disposiciones oficiales existan sobre la materia de acuerdo con la Legislación vigente que guarden relación con la misma, con sus instalaciones auxiliares o con trabajos necesarios para ejecutarlas.

Serán de aplicación de modo explícito las siguientes Normas y disposiciones.

- Legislación Social.
- El Contratista se obliga al cumplimiento de lo dispuesto en el Estatuto de los Trabajadores así como de aquellas normativas que pudieran entrar en vigor durante el período de construcción de las obras.

## **5. CONSIDERACIONES PREVIAS**

---

Antes de que el Contratista comience la ejecución de los trabajos, deberá comprobar cuidadosamente que la seguridad de los edificios, obras de infraestructura y demás obras existentes que se encuentren próximas a la ubicación de las actuaciones contempladas en este Proyecto, no padecerán por causas de éstas.

Previo al inicio de los trabajos, el Contratista determinará la existencia de cables subterráneos, como líneas de transporte de energía eléctrica tanto en alta como en baja tensión, telégrafos, teléfonos, etc. en la zona afectada por las obras, advirtiéndolo a sus propietarios, a fin de que éstos adopten las oportunas medidas de seguridad. Esto es también aplicable a cualquier otra conducción subterránea, incluidas las redes de distribución de agua potable y saneamientos existentes.

Siempre que no se indique nada en contra, el Contratista deberá reponer en su estado anterior, antes de comenzar las obras, los terrenos no afectados directamente por la ejecución de las mismas y que hayan sido afectados por él.

El Contratista deberá procurarse los permisos oficiales necesarios para la realización de las obras, así como para las consecuencias derivadas de éstas; incluyendo las precauciones y dispositivos destinados al mantenimiento del tráfico, tales como iluminación, balizamiento de las obras, palenques, defensas, encauzamientos de aguas etc.

Los daños producidos por inundaciones en las obras, durante la ejecución de las mismas son de cuenta del Contratista.

Eventualmente el Director de las obras podrá ordenar la ejecución de drenajes para la evacuación en excavaciones, obras que se abonarán separadamente.

Las mediciones para ejecución y abono de las obras, incluyendo el suministro de los medios precisos para la realización de los mismos, como plantillas, jalones, etc., su



conservación durante los trabajos y suministros del personal, serán de cuenta del Contratista. También deberá entregar planos completos y detallados de las obras efectuadas.

Las tuberías de saneamiento, conducciones, instalaciones bajo tubo y cables que aparezcan durante las obras, deberán ser protegidas de acuerdo con las indicaciones de los propietarios de forma que continúen prestando servicio. Se protegerán las conducciones de agua potable y gas (caso de existir). Cuando sea preciso sustituirlas se hará por otras de calidades no inferiores a las existentes suplidas siempre previo consentimiento del Director de Obra. Sólo se admitirán reclamaciones cuando la reparación de las conducciones no pueda efectuarse en la misma zanja en que se encuentren las anteriores.

### **5.1. DIRECCIÓN DE OBRA**

El Director de Obra es la persona con titulación adecuada y suficiente, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras contratadas.

Las atribuciones asignadas en el presente Pliego al Director de Obra y las que asigne la Legislación vigente, podrán ser delegadas en su personal colaborador de acuerdo con las prescripciones establecidas, pudiendo exigir el Contratista que dichas atribuciones delegadas se emitan explícitamente en orden que conste en el correspondiente "Libro de Órdenes" de la obra.

Cualquier miembro del equipo colaborador del Director de Obra, incluido explícitamente en el órgano de Dirección de Obra, podrá dar en caso de emergencia, a juicio de él mismo, las instrucciones que estime pertinentes dentro de las atribuciones legales, que serán de obligado cumplimiento por el Contratista.

Las funciones del Director de Obra, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afecten a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajo.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.



- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados a ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal, material de la obra y maquinaria necesaria.
- Elaborar las certificaciones al Contratista de las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las Normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director de Obra para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

## **5.2. ORGANIZACIÓN Y REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA**

El Contratista con su oferta incluirá un Organigrama designando para las distintas funciones el personal que compromete en la realización de los trabajos, incluyendo como mínimo las funciones que más adelante se indican con independencia de que en función del tamaño de la obra puedan ser asumidas varias de ellas por una misma persona.

El Contratista, antes de que se inicien las obras comunicará por escrito el nombre de la personal que haya de estar por su parte al frente de las obras para representarle como "Jefe de Obra"

Este representante, con plena dedicación a la obra tendrá la titulación adecuada y la experiencia profesional suficiente, a juicio de la Dirección de Obra, debiendo residir



en la zona donde se desarrollen los trabajos y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento y aceptación por parte de aquélla.

Igualmente, comunicará los nombres, condiciones y organigramas adicionales de las personas que, dependiendo del citado representante, hayan de tener mando y responsabilidad en sectores de la obra.

El Contratista comunicará el nombre del Jefe de Seguridad e Higiene responsable de la misma.

Antes de iniciarse los trabajos, la representación del Contratista y la Dirección de Obra acordarán los detalles de sus relaciones estableciéndose modelos y procedimientos para comunicación escrita entre ambos, transmisión de órdenes, así como la periodicidad y nivel de reuniones para control de la marcha de las obras. Las reuniones se celebrarán cada quince (15) días salvo orden escrita de la Dirección de Obra.

La Dirección de Obra podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzcan alteración alguna de los términos y plazos contratados, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado por el Contratista para los mismos y en tanto no se cumpla este requisito.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista la designación de nuevo personal facultativo, cuando la marcha de los trabajos respecto al Plan de Trabajos así lo requiera a juicio de la Dirección de Obra. Se presumirá existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la dirección de Obra y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para su mejor desarrollo del mismo.

## **6. INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LAS OBRAS**

---

La inspección y vigilancia de las obras corresponde al Ingeniero Director de las mismas y al personal técnico a sus órdenes.

El Ingeniero Director decidirá sobre la interpretación de los planos y de las condiciones de este Pliego y será el único autorizado para modificarlos. Podrá vigilar todos los trabajos y los materiales que se empleen, pudiendo rechazar los que no cumplan las condiciones exigidas.

El Ingeniero Director, o su representante, tendrá acceso a todas las partes de la obra, y el Contratista les prestará toda la información y ayuda necesarias para llevar a cabo una inspección completa y detallada. Se podrá ordenar la remoción y sustitución, a



expensas del Contratista, de toda la obra hecha o de todos los materiales usados sin la supervisión de la Dirección de Obra.

El Contratista comunicará con antelación suficiente, nunca menor de ocho (8) días, los materiales que tenga intención de utilizar, enviando muestras para su ensayo y aceptación, y facilitando los medios necesarios para la inspección.

El Ingeniero Director podrá exigir que el Contratista retire de las obras a cualquier empleado u operarios por incompetencia, falta de subordinación o que sea susceptible de cualquier otra objeción.

El Ingeniero Director podrá rechazar cualquier máquina o elemento que juzgue inadecuado y podrá exigir los que razonablemente considere necesarios.

Tanto el personal como la maquinaria y restantes medios quedarán afectados a la obra, y en ningún caso el Contratista podrá retirarlos sin autorización expresa del Ingeniero Director.

El Contratista aumentará los medios e instalaciones auxiliares, almacenes y personal técnico siempre que el Director lo estime necesario para el desarrollo de las obras en el plazo ofrecido.

El Contratista podrá exigir que todas las órdenes del Ingeniero Director le sean dadas por escrito y firmadas, con arreglo a las normas habituales en estas relaciones técnico -administrativas.

Se llevará un Libro de Órdenes, con hojas numeradas, en el que se expondrán, por duplicado, las que se dicten en el curso de las obras y serán firmadas por ambas partes, entregándose una copia firmada al Contratista.

Si el Contratista conviniese establecer más de un turno de trabajo por día laborable, deberá solicitarlo al Ingeniero Director.

Si antes de comenzar las obras, o durante su construcción, el Ingeniero Director acordase introducir en el proyecto modificaciones que impongan aumento o reducción, y aún supresión de las cantidades de obra marcadas en el Presupuesto, o sustitución de una clase de fábrica por otra, serán obligatorias para el Contratista estas disposiciones, sin que tenga derecho, en caso de supresión o reducción de obra, a reclamar ninguna indemnización a pretexto de pretendidos beneficios que hubiera podido obtener en la parte reducida o suprimida. Aun cuando las reformas hicieran variar los trazados, si se le participan al Contratista con la debida anticipación, no podrá exigir indemnización alguna bajo ningún concepto.

Tendrá derecho, en caso de modificación, a que se le prorrogue prudencialmente, y a juicio del Ingeniero Director, el plazo para la terminación de las obras.



El Contratista no podrá hacer por sí alteraciones en ninguna de las partes del proyecto aprobado sin autorización escrita del Ingeniero Director, sin cuyo requisito no le serán de abono los aumentos que pudieran resultar a consecuencia de las variaciones no autorizadas.

## **7. DISPOSICIONES LEGALES**

---

Queda obligado el Contratista a dar cumplimiento a lo que obligan las Leyes, debiendo estar al corriente en el pago de Seguros Sociales, de Accidentes, Mutualidades, y demás de índole laboral, abono de fiestas y vacaciones, etc. En definitiva, al cumplimiento de todas las disposiciones legales, leyes, normas, reglamentaciones, etc., en vigor sobre Legislación social, así como las aplicables en la contratación de obras públicas y protección a la Industria Nacional.

Está también obligado al cumplimiento de cuanto el Director de Obra le dicte encaminado a garantizar la seguridad de los obreros y buena marcha de las obras, bien entendido que, en ningún caso, dicho cumplimiento eximirá al Contratista de responsabilidad.

El Contratista deberá cumplir todas las disposiciones vigentes sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## **8. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA EN CASOS NO ESPECIFICADOS EN ESTE PLIEGO**

---

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se haya estipulado en estas condiciones, siempre que, sin separarse del espíritu y recta interpretación, lo disponga por escrito el Ingeniero Director.

El Contratista, deberá ejercer la necesaria vigilancia y adoptar de un modo general, al efectuarse los trabajos, las precauciones necesarias para evitar desgracias y perjuicios, debiendo tener personal técnico competente al frente de los trabajos y responsable de los mismos, domiciliados en la misma localidad.

El Contratista estará obligado a colaborar con otros contratistas o sub-contratistas en la medida que le sea solicitado por la Dirección de la Obra.



## **9. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA**

---

El Contratista es el único responsable de los daños, accidentes o desgracias que puedan ocurrir por falta de precaución, órdenes de ejecución, mala calidad de los útiles o herramientas, etc., que se empleen en las obras y que puedan imputarse a la impericia o imprudencia del Contratista, o de sus operarios, ya que las referidas faltas son independientes de la inspección y vigilancia de las obras, la cual solo responderá del cumplimiento de las reglas generales de orden técnico que se deriven del proyecto aprobado y de las instrucciones del Ingeniero Director. Deberá, por tanto, el Contratista tomar toda clase de precauciones durante la ejecución de las obras y en todo momento, para evitar que sobrevengan daños a las propiedades y personas con motivo de aquellas, teniendo obligación también de colocar las señales y elementos de precaución que sean necesarios, en evitación de daños y perjuicios.

El Contratista protegerá todos los materiales y la propia obra contra todo deterioro y daño durante el período de construcción y almacenará y protegerá contra incendios todas las materias inflamables, explosivos, etc., cumpliendo todos los reglamentos aplicables.

Salvo que se indique expresamente lo contrario, construirá y conservará a su costa todos los pasos o caminos provisionales, alcantarillas, señales de tráfico y todos los recursos necesarios para proporcionar seguridad y facilitar el tránsito dentro de las obras.

El Contratista tomará, a sus expensas, las medidas oportunas para que no se interrumpa el tráfico de vías existentes.

El Contratista queda obligado, por su cuenta a construir y retirar al final de las obras todas las edificaciones auxiliares para oficinas, almacenes, etc., que sean necesarias para la ejecución de los trabajos.

Todas estas construcciones estarán supeditadas a la aprobación del Director de la obra en lo que se refiere a su ubicación, dimensiones, etc.

El suministro de energía eléctrica será por cuenta del promotor, quien deberá establecer la línea de suministro en alta tensión, subestaciones, red de baja, etc., que sea necesario. También será de su cuenta el suministro de agua.

A la terminación de las obras y dentro del plazo que señale el Director, el Contratista retirará todas sus instalaciones, herramientas, materiales, etc., y procederá a la limpieza general de la obra.

Será cuenta del Contratista indemnizar todos los daños que se causen a terceros como consecuencia de las operaciones que requiera la ejecución de las obras.



Será, asimismo, de cuenta del Contratista los gastos de ejecución de cuantos ensayos estime oportuno realizar el Director de Obra, no pudiendo ser superior el 1% del Presupuesto para la Contrata.

El Contratista deberá asegurar los materiales, maquinaria, obra realizada, instalaciones, etc., así como sus responsabilidades contra terceros, y a su propio personal contra todo riesgo durante el plazo de ejecución de la obra.

### **9.1. RECLAMACIONES DE TERCEROS**

Todas las reclamaciones por daños que reciba el Contratista serán notificadas por escrito y sin demora al Director de Obra.

El Contratista notificará al Director de Obra por escrito y sin demora cualquier accidente o daño que se produzca en la ejecución de los trabajos.

El Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar cualquier clase de daños a terceros, y atenderá, a la mayor brevedad, las reclamaciones de propietarios y afectados que sean aceptadas y comunicadas por escrito por el Director de Obra.

En el caso de que se produjesen daños a terceros, el Contratista informará de ellos al Director de Obra y a los afectados. El Contratista repondrá el bien a su situación original con la máxima rapidez, especialmente si se trata de un servicio público fundamental o si hay riesgos importantes.

## **10. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

Antes de los treinta (30) días contados a partir de la fecha de la firma del Contrato, el Contratista deberá presentar, por escrito y cuadruplicado, un programa de trabajo, en el que se especifiquen los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras, para ser aprobado o modificado por la Dirección. A dicho programa habrá de atenerse la Contrata en lo sucesivo obligándole los plazos parciales de la misma forma que el final.

## **11. REPLANTEO**

El Director de la Obra proporcionará las referencias materiales sobre las que habrá de basarse el Proyecto.

Por la Dirección de Obra se efectuará la comprobación del replanteo de toda la obra o de los replanteos parciales que sean necesarios, debiendo presenciar dichas



operaciones el Contratista, el cual se hará cargo de los hitos, marcas, señales, estacas o referencias que se dejen en el terreno, estando obligado a su conservación.

Del resultado de estas operaciones se levantarán actas, por duplicado, que firmarán la Dirección de Obra y el Contratista. A este se le entregará un ejemplar firmado de cada una de dichas actas.

El Contratista podrá exponer todas las dudas referentes al replanteo, pero una vez firmada el acta correspondiente quedará responsable de la exacta ejecución de las obras.

El Contratista será responsable de los errores de los replanteos con relación a los planos acotados que el Ingeniero Director le facilite.

### **11.1. ELEMENTOS QUE SE ENTREGARÁN AL CONTRATISTA**

Como acto inicial de los trabajos, la Dirección de Obra y el Contratista comprobarán e inventariarán las Bases de Replanteo que han servido de soporte para la realización de la Topografía del Proyecto y que se encuentran reseñadas en los correspondientes planos de localización. Solamente se considerarán como inicialmente válidas aquéllas marcadas sobre hitos permanentes que no muestren señales de alteración.

Mediante un acta de Recepción, el Contratista dará por recibidas las Bases de Replanteo que se haya encontrado en condiciones satisfactorias de conservación. A partir de este momento será responsabilidad del Contratista la Conservación y mantenimiento de las Bases debidamente referenciadas y su reposición con los correspondientes levantamientos complementarios.

El Contratista, en base a la información del Proyecto e hitos de replanteo conservados, elaborará un Plan de Replanteo que incluya la comprobación de las coordenadas de los hitos existentes y su cota de elevación, colocación y asignación de coordenadas y cota de elevación a las bases complementarias y programa de replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales, secundarias y obras de fábrica.

Este programa será entregado al Director de Obra para la aprobación, inspección y comprobación de los trabajos de replanteo, por la Dirección de Obra, si lo considera oportuno.

### **11.2. CONFRONTACIÓN DE PLANOS Y MEDIDAS**

El CONTRATISTA deberá confrontar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados, y deberá informar prontamente a la DIRECCIÓN de DE CONSTRUCCIÓN cualquier anomalía o contradicción.



Las cotas de los planos prevalecerán siempre sobre las medidas a escala. Los planos a mayor escala, por lo general, serán preferidos a los de menor escala.

El CONTRATISTA deberá confrontar los diferentes planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

### **11.3. REPLANTEO Y NIVELACIÓN DE PUNTOS DE ALINEACIONES PRINCIPALES**

El Contratista procederá al replanteo y estaquillado de puntos característicos de las alineaciones principales partiendo de las bases de replanteo comprobadas y aprobadas por la Dirección de Obra como válidas para la ejecución de los Trabajos.

Asimismo ejecutará los trabajos de nivelación necesarios para asignar la correspondiente cota de elevación a los puntos característicos.

La ubicación de los puntos característicos, se realizará de forma que pueda conservarse dentro de lo posible en situación segura durante el desarrollo de los trabajos.

### **11.4. ACTA DE COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO PREVIO. AUTORIZACIÓN DE INICIO**

La Dirección de Obra, en presencia del Jefe de Obra o del responsable del equipo de topografía del Contratista, procederá a efectuar la Comprobación del Replanteo, antes del inicio de las obras. La comprobación incluirá como mínimo el eje principal de los diversos tramos de obra y de las obras de fábrica así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

El Contratista transcribirá y el Director de Obra autorizará con su firma, el texto del Acta de Comprobación del Replanteo previo en el libro de Órdenes. Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán, en un anejo al Acta.

Cuando el resultado de la comprobación del replanteo demuestre la posición y la disposición real de los terrenos, su idoneidad y la viabilidad del proyecto, a juicio facultativo del Director de Obra, éste dará la autorización para iniciarlas, haciéndose constar este extremo explícitamente en el Acta de Comprobación de Replanteo extendida, de cuya autorización quedará notificado el Contratista por el hecho de suscribirla.



### **11.5. RESPONSABILIDAD DE LA COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO PREVIO**

En cuanto que, forman parte de los trabajos de comprobación del Replanteo Previo, será responsabilidad del Contratista la realización de los trabajos incluidos en el Plan de Replanteo así como todos los trabajos de Topografía precisos para la ejecución de las obras, conservación y reposición de hitos, excluyéndose los trabajos de comprobación realizados por la Dirección de Obra.

Los trabajos responsabilidad del Contratista anteriormente mencionados serán a su costa y por lo tanto se considerarán repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

Está obligado el Contratista a poner en conocimiento del Director de Obra cualquier error o insuficiencia que observase en las Bases del Replanteo Previo, aun cuando ello no hubiese sido advertido al hacerse la Comprobación del Replanteo Previo. En tal caso, el Contratista podrá exigir que se levante acta complementaria, en la que consten las diferencias observadas y la forma de subsanarlas.

## **12. PLAZO DE EJECUCION DE LAS OBRAS**

El plazo de ejecución de las obras se fijará en las condiciones administrativas que formarán parte de los documentos de contrata.

Si el Contratista no ejecutase la cantidad de obra especificada en los plazos marcados, se le impondrá la multa que se especifique en el Pliego de Condiciones Económico-Administrativas.

En el caso de fuerza mayor será prorrogable el plazo de terminación de las obras, siendo potestativo de la propiedad concederlo o no. Esta prórroga será propuesta por el Ingeniero Director a petición del Contratista. No serán consideradas causa de fuerza mayor las precipitaciones atmosféricas.

## **13. RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS**

Una vez terminadas las obras, la Dirección Facultativa practicará todos los reconocimientos que juzgue necesarios para cerciorarse de que las obras están ejecutadas con arreglo a las condiciones del contrato, procediéndose a la recepción provisional de las mismas.



## **14. PLAZO DE GARANTÍA**

---

Hecha la recepción provisional, empezará a correr el plazo de garantía, que será de un (1) año. Durante este período será de cuenta del Contratista todas las obras de conservación y reparación necesarias de acuerdo.

## **15. RECEPCIÓN DEFINITIVA**

---

Terminado el plazo de garantía se reconocerá nuevamente la obra y si está en condiciones de ser recibida se efectuará la recepción definitiva.

Si al hacer este reconocimiento se notarán desperfectos que acusen vicios de construcción, no achacables al uso, o bien, mala calidad de materiales, deberá corregirlos el contratista por su cuenta en el plazo que se señale, no superior a dos (2) meses, declarándose en caso de no hacerlo así, rescindido el contrato con pérdida de fianza.

## **16. SUSPENSIÓN DE LAS OBRAS**

---

Cuando la entidad propietaria desee suspender la ejecución de las obras, tendrá que avisar con un mes de anticipación y el Contratista tendrá que suspender los trabajos sin derecho a indemnización, siempre que se le abone el importe de la obra ejecutada y el valor de los materiales acumulados a pie de obra, al precio corriente en la localidad, igual se hará en los casos de rescisión justificada.

Si la suspensión de las obras fuese motivada por el Contratista, el propietario se reserva el derecho a la rescisión del Contrato, abonando al Contratista tan solo la obra ejecutada, con pérdida de garantía como indemnización de perjuicios irrogados a la Propiedad, quedando siempre obligado el Contratista a responder de los perjuicios superiores.

## **17. PAGO DE LAS OBRAS**

---

El pago de las obras se verificará en la forma que se establezca a la firma del Contrato.



## **18. CONTRADICCIONES**

---

En caso de contradicción entre este Pliego y el Pliego de Condiciones Económico-Administrativas se entiende que regirá el último Pliego en lugar de éste.

## **19. ACTUALIZACIÓN**

---

El presente Pliego será objeto de las modificaciones que le imponga la evolución normal de la técnica, y de aquellas otras que vengan impuestas por nuevas legislaciones sobre su contenido y finalidad.



## III.2.- CONDICIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES

### 1. CONSIDERACIONES DE TIPO GENERAL

---

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en las disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de la construcción.

En cualquier caso tendrán prioridad, sobre cualquier otro, aquellos materiales, sistemas, prototipos, instalaciones o unidades de obra que posean autorización de uso, sellos y marcas de calidad vigentes, refrendadas por la Propiedad. Igualmente, tendrán preferencia los nuevos productos amparados por el D.I.T. Documento de Idoneidad Técnica.

Todos los materiales, podrán ser sometidos a los análisis o pruebas por cuenta del Contratista, que se crean necesarios para acreditar su calidad, según los criterios establecidos en este Pliego.

Aquellos materiales que no se especifiquen y que resulte necesario emplear en la obra, deberán ser aprobados por la Dirección de la misma, bien entendido que serán rechazados aquellos que no reúnan las condiciones exigidas por la buena práctica de la Construcción.

### 2. ACEROS Y MATERIALES METÁLICOS

---

#### 2.1. ACEROS ESTRUCTURALES

Salvo indicación en contrario en los planos, tanto los perfiles laminados como las chapas empleadas en la fabricación serán de acero S275JR o AISI 304. Las propiedades de estos aceros son las especificadas en el CTE (Código Técnico de Edificación) en el apartado Documento Básico SE-A (Seguridad Estructural Acero).

Todos los hierros y aceros deben cumplir las prescripciones indicadas en la normativa indicada anteriormente.

Todas las piezas de acero laminado para construcción metálica estarán exentas de exfoliaciones, láminas, estrías, fisuras, grietas, sopladuras, o mermas de sección superiores al 5%. Las superficies serán regulares; todos los defectos superficiales podrán



ser eliminados con buril o muela, siempre que la sección resultante cumpla la anterior tolerancia.

## **2.2. EMPLEO DE OTRO TIPO DE ACEROS**

El empleo como material de base de la estructura de cualquier otro tipo de acero, distinto de los mencionados en el apartado anterior, deberá ser justificado exhaustivamente por el CONTRATISTA, señalando sus características mecánicas, de soldabilidad y sensibilidad a la rotura frágil, y la repercusión de las mismas sobre los distintos documentos del presente proyecto. Se justificarán igualmente con la técnica operatoria recomendada.

En cualquier caso, cualquier cambio en los materiales anteriormente indicados deberá someterse a la aprobación del contratista.

## **2.3. RECEPCIÓN DE LOS ACEROS**

Los aceros para entrega serán recibidos a su llegada a obra, por el CONTRATISTA mismo, quien firmará el albarán de entrega. El original de este documento quedará en los archivos de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN, entregándose una copia al CONTRATISTA. Durante la recepción se realizará al menos una inspección visual total de daños y una comprobación del número de elementos recibidos y sus correspondientes marcas identificadas de acuerdo con los planos de montaje.

Obtenido certificado de garantía de la factoría siderúrgica, puede prescindirse en general de los ensayos de recepción de los aceros. Si por cualquier causa resultase dudosa la calidad del material, la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN podrá exigir al CONTRATISTA que realice los citados ensayos de acuerdo con los apartados 5 y 6 de la Norma UNE-EN 10025.

El grado de oxidación superficial del material a la recepción debe medirse según la norma sueca SIS 055900, equivalente a la norma ISO 8501-1 (2008).

Las tolerancias admisibles en la recepción de productos laminados deben ser las fijadas en el CTE Documento Básico SE-A.

## **2.4. ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES**

El CONTRATISTA acondicionará previamente el lugar de almacenamiento, que le asigne la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN, partiendo de una superficie explanada. Como mínimo, el acondicionamiento incluirá la realización de una red de drenaje y la compactación de las zonas de circulación de vehículos.



Los materiales para estructura metálica se almacenarán de modo que se asegure su correcta conservación y de forma que se facilite su inspección si fuese necesario. El CONTRATISTA será responsable del almacenamiento, conservación y correcta utilización de los materiales que se le entreguen, desde su entrega por la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN hasta la recepción provisional, siendo a su cargo las pérdidas de material y los daños causados a cualquiera de los elementos. Se deberá prestar sumo cuidado a que las piezas esbeltas no queden expuestas a choque de camiones o maquinaria, ya que de producirse deformaciones permanentes, que afecten a sus características resistentes o estéticas, se sustituirán las piezas afectadas con cargo al suministrador.

Los materiales que resulten defectuosos, o que no concuerden con los datos de envío, serán apartados por el CONTRATISTA para su inspección por un representante de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN quien decidirá las medidas a tomar. Todas las anomalías que se detecten en los materiales serán por cuenta del CONTRATISTA en caso que dichas anomalías no hayan sido comunicadas en 15 días a partir de su llegada a obra, según fecha del albarán de entrega y firma de recepción en obra.

### **2.5. TORNILLOS, TUERCAS Y ARANDELAS**

Se definen como tornillos los elementos de unión con fileteado helicoidal de perfil apropiado, que se emplean como piezas de unión o para ejercer un esfuerzo de compresión.

Los tornillos pueden ser de tres clases:

- Ordinarios
- Calibrados
- De alta resistencia

En todo caso cumplirán con lo especificado para ellos en CTE Documento Básico SE-A.

El CONTRATISTA debe suministrar todos los tornillos necesarios para el montaje de la estructura o de cualquier elemento mecánico con un exceso de por lo menos un 5%, pero en ningún caso menos de dos piezas por cada tipo de tornillo.

### **2.6. ELECTRODOS**

Los electrodos a utilizar en las distintas costuras serán de las calidades de la norma UNE-EN ISO 2560.



En el caso de que la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN considerara conveniente la comprobación de las características del metal de aportación se realizará siguiendo las prescripciones de la norma UNE-EN ISO 1597.

### **2.6.1. Soldadura manual por arco eléctrico**

Se emplearán electrodos con revestimiento básico, de bajo contenido en hidrógeno, y serán tales, que las propiedades químicas y físicas de las soldaduras resultantes, superen las características resistentes especificadas en este Pliego para el metal base. Los ensayos y pruebas de impacto correspondientes se harán de acuerdo con la elección del electrodo.

Estarán de acuerdo con la especificación UNE-EN ISO 2560, con la AWS/ASME 5.1 y AWS A 5.5. En cuanto al tipo de acero a soldar, estarán de acuerdo con las especificaciones de la Norma AWS D.1-1. Si esta última no contempla alguno de los tipos de acero a soldar, el CONTRATISTA preparará un procedimiento específico de soldadura para cada tipo de unión, que deberá ser sometido a la aprobación de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN antes de su uso.

Adicionalmente y en el caso de soldadura de acero estructural a armaduras, los electrodos deberán cumplir con AWS D 12.1.

Queda expresamente prohibida la utilización de electrodos de gran penetración en la ejecución de uniones de fuerza.

En las uniones realizadas en montaje no se permitirá el uso de electrodos cuyo rendimiento nominal sea superior a 120. La determinación del rendimiento y del coeficiente de depósito de electrodos revestidos se realizará de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 22401.

Las dimensiones de los electrodos se ajustarán a la Norma UNE-EN ISO 544.

La determinación de la humedad total de los electrodos revestidos se ajustará a la Norma UNE 14211.

### **2.6.2. Soldadura automática por arco sumergido**

Los electrodos para soldadura automática con arco sumergido estarán de acuerdo con la especificación AWS A5-17, AWS A5-23 y con la Norma AWS D 1-1, en cuanto a tipo de acero a soldar. En caso de que la Norma AWS D 1-1 no contemple alguno de los tipos de acero a soldar, el CONTRATISTA preparará un procedimiento específico de soldadura para cada tipo de unión, que deberá ser sometido a la aprobación de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN antes de su uso.



En cualquier caso el material de aportación tendrá características resistentes (incluso resiliencia) superiores a las del metal base.

## **2.7. RECUBRIMIENTOS**

El material a emplear en los recubrimientos se suministrará en los envases originales, sellados y con la etiqueta del fabricante, con la que se proporcionarán las instrucciones necesarias para su correcta aplicación.

Igualmente estarán impresas en el envase la fecha de fabricación, caducidad y el número del lote.

Los materiales deben suministrarse con el correspondiente certificado de composición, con referencia al número del lote e indicando el número de kg suministrados.

Los materiales se almacenarán de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante, y en todo caso estarán protegidos de la humedad, del sol directo y en locales bien ventilados.

La temperatura del recinto de almacenamiento no debe ser inferior a 10 °C ni superior a 32 °C.

### **2.7.1. Galvanizados por inmersión en caliente**

#### **Material a emplear**

Para la galvanización en caliente se utilizarán lingotes de zinc bruto de primera fusión. Se realizará según norma UNE-EN ISO 1461 y ASTM-A525, se sellarán los poros con agua a 90°.

En los casos en los cuales el material sea posteriormente soldado, se esmerilará el galvanizado, antes de soldar, en una anchura de 50 mm contada desde el borde del cordón.

#### **Características de recubrimiento**

El aspecto de la superficie galvanizada será homogéneo y no presentará discontinuidad en la capa de zinc.

En aquellas piezas en las que la cristalización de recubrimiento sea visible a simple vista, se comprobará que aquélla presenta un aspecto regular en toda la superficie.



No se producirá ningún desprendimiento al someter la pieza galvanizada al ensayo de adherencia indicado en la Norma MELC 8.06a.

Realizada la determinación de acuerdo con lo indicado en la Norma MELC 8.06a, o Norma UNE-EN ISO 1461, la cantidad de zinc depositada por unidad de superficie será como mínimo de seiscientos gramos por metro cuadrado (600 gr/m<sup>2</sup>), en doble exposición.

**Espesor del revestimiento.** Mínimo 80 micras.

#### **Continuidad del revestimiento de zinc**

Realizado el ensayo de acuerdo con lo indicado en la Norma MLC 8.06a o Norma UNE 7183 el recubrimiento aparecerá continuo y uniforme, y el metal base no se pondrá al descubierto en ningún punto después de haber sometido la pieza a cinco (5) inmersiones.

#### **Toma de muestras**

La toma de muestras se efectuará de acuerdo con la Norma ASTM A-444.

#### **2.7.2. Imprimación para galvanizados y metales no férricos**

Hará de puente de adherencia entre el metal y la capa posterior, garantizándose que no ataca la superficie galvanizada. Vendrá en envase adecuado para su protección, en el que se especificarán:

- Instrucciones de uso.
- Proporción de la mezcla.
- Permanencia válida de la mezcla.
- Tiempo máximo de permanencia al aire sin repintar.
- Tiempo de secado.
- Aspecto de la película seca.
- Toxicidad e inflamabilidad.
- Capacidad del envase en litros y kg.
- Rendimiento teórico en m<sup>2</sup>/litro.



- Sello del fabricante.

y cumplirá las Normas UNE 125300, 1517 y 3678.

### **2.7.3. Imprimación anticorrosiva (hierro y acero)**

Soportará la acción de los agentes atmosféricos para recibir sobre él una capa posterior de acabado, aplicada no más tarde de 30 días en climas marinos o agresivos y de 90 días en climas normales.

Vendrá en envase adecuado para su protección en el que se especificarán:

- Instrucciones de uso.
- Tiempo máximo de permanencia al aire sin repintar.
- Aspecto de la película seca.
- Toxicidad e inflamabilidad.
- Capacidad del envase en litros y kg.
- Rendimiento teórico en m<sup>2</sup>/litro.
- Fecha de fabricación.
- Sello del fabricante.

### **2.7.4. Sistema de pintado para elementos metálicos**

#### **Definición**

Se denominan pinturas anticorrosivas o protectoras para estructuras metálicas a un conjunto de productos industriales que se presentan en estado líquido, pastoso o sólido pulverulento y que, aplicados en forma de recubrimiento superficial sobre superficies metálicas, se transforman mediante procesos físicos o químicos en una película sólida, adherida, continua y duradera cuya finalidad es la de evitar o inhibir la corrosión metálica, además de dotar de alguna cualidad estética o alguna otra técnicamente específica.

#### **Materiales**

Todas las pinturas a utilizar en un mismo sistema de pintura serán de un mismo fabricante o suministrador, siendo éste una primera firma del mercado.



Los materiales que componen el sistema de pintado vendrán acompañados de la correspondiente Información Técnica, que cubrirá los siguientes aspectos:

- Denominación del sistema.
- Fabricante.
- Condiciones de servicio.
- Preparación de superficie.
- Número de constituyentes.
- Denominación comercial de los productos.
- Naturaleza.
- Espesores: nominal, máximo y mínimo.
- Tiempos de repintado, máximo y mínimo.
- Tiempo de secado total.
- Espesor total mínimo.
- Disolventes a utilizar.
- Adiciones máximas para espesor.
- Forma de aplicación.
- Proporciones de mezcla.
- Tiempo máximo de utilización de la mezcla.
- Tiempo mínimo de espera antes de usar la mezcla.
- Condiciones atmosféricas de aplicación.
- Temperatura máxima y mínima.
- Humedad relativa máxima y mínima.

Se deberá igualmente garantizar la compatibilidad de las capas con los espesores requeridos.



Si algún apartado de este artículo se contradice con las Informaciones Técnicas del fabricante, el suministrador aclarará por escrito ese punto.

Deberán seguirse estrictamente todos los puntos indicados en dichas Informaciones Técnicas en todo el proceso de pintado, tales como tiempos de repintado, tiempos de secado, tiempos de utilización de la mezcla, condiciones atmosféricas, etc.

Cada capa deberá tener una tonalidad diferente, de forma que permita verificar el poder cubriente de las capas superiores.

Todas las pinturas a utilizar se entregarán en sus envases originales, precintados, sin muestra de deterioro y acompañados de los certificados de fábrica y las instrucciones de almacenamiento y aplicación.

Los envases deberán llevar claramente visibles la firma del fabricante, la designación del producto, color, número de lote de fabricación y fecha de fabricación.

Se inspeccionarán los envases de los materiales comprobando que llegan precintados y sin deterioros y que cada envío de pinturas va acompañado de los correspondientes certificados de Control de Calidad del suministrador.

El almacenamiento se realizará conforme a las instrucciones del suministrador, conservándose los envases bajo techo, en lugar ventilado y protegido contra el fuego.

Las pinturas se prepararán y aplicarán de acuerdo con las instrucciones del suministrador, debiendo estar perfectamente mezcladas y manteniendo consistencia uniforme durante la aplicación.

Solamente se utilizarán disolventes, espesadores o estabilizadores suministrados y recomendados por el suministrador y siempre siguiendo sus instrucciones.

## **2.8. ACERO EN ARMADURAS**

### **2.8.1. Clasificación y características**

El acero a emplear en armaduras estará formado por barras corrugadas.

El acero ordinario para armaduras B500S cumplirá las condiciones de la Norma UNE y todos los aceros de armaduras cumplirán las condiciones del "Código Técnico de la Edificación" y las Normas de la Instrucción del "Instituto Eduardo Torroja".

Los aceros serán acopiados por el Contratista en parque adecuado para su conservación, clasificados por tipos y diámetros y de forma que sea fácil recuento,



pesaje y manipulación. Se tomarán todas las precauciones para que los aceros no estén expuestos a la oxidación ni se manchen de grasa, ligantes, aceites o barro.

### **2.8.2. Control de calidad**

El Contratista controlará la calidad de los aceros a emplear en armaduras para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego y en el "Código Técnico de la Edificación".

Todas las partidas llegarán a obra perfectamente identificadas y acompañadas del correspondiente certificado de características redactado por el Laboratorio dependiente de la Factoría siderúrgica.

A la llegada de obra de cada partida de 20 Tn o fracción se realizará una toma de muestras para cada diámetro y sobre éstas se procederá a la verificación de la sección equivalente, las características geométricas de los resaltes y al ensayo de plegado, doblando los redondos ciento ochenta grados (180°) sobre un redondo de diámetro doble y comprobando que no se aprecien fisuras ni pelos en la barra plegada, según el Código Técnico de la Edificación y las Normas UNE 36088, 36092, 36097 y 36099.

Las tres ocasiones, cuando juzgue oportuno la Dirección de Obra se determinará el límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura en 2 probetas de cada diámetro.

Todos estos ensayos serán realizados en un Laboratorio Oficial aceptado por la Dirección de Obra y a costa del Contratista.

## **2.9. MALLAS ELECTROSOLDADAS**

### **2.9.1. Clasificación y características**

Las mallas electrosoldadas para elementos resistentes de hormigón armado se presentan rectangulares, constituidas por barras soldadas a máquina. Estas mallas deben cumplir las condiciones prescritas en UNE 36092:96. En los paneles las barras se disponen aisladas o apretadas. Las separaciones entre ejes de barras, o en su caso entre ejes de pares de barras, pueden ser en una dirección de 50, 75, 100, 150 y 200 mm. La separación en la dirección normal a la anterior no será superior a tres veces la separación en aquellas, ni a 300 mm.



### **2.9.2. Características mecánicas mínimas. Ensayo de tracción**

Las mallas electrosoldadas cumplirán las condiciones de la siguiente tabla:

| DESIGNACIÓN<br>DE LAS BARRAS | LÍMITE ELÁSTICO $F_Y$<br>(KP/CM <sup>2</sup> ) | CARGA UNITARIA F<br>(KP/CM <sup>2</sup> ) | ALARGAMIENTO DE<br>ROTURA (%) SOBRE BASE<br>DE 5 DIÁMETROS | RELACIÓN EN<br>ENSAYO<br>$F_S/F_Y$ NO |
|------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| B 500 T                      | $\geq 5000$                                    | $\geq 5500$                               | $\geq 8$                                                   | $\geq 1,03$                           |

En ensayo de tracción correspondiente a barras de mallas electrosoldadas se realizará sobre una probeta que tenga al menos una barra transversal soldada.

Las barras, antes de ser soldadas para fabricar la malla, cumplirán la condición de doblado simple sobre mandril de 4 diámetros en el acero B 500 T.

Se prohíbe la soldadura en obra de las barras de acero trefilado.

A las barras corrugadas de acero trefilado se les exigen además las condiciones de adherencia del Código Técnico de la Edificación, garantizadas mediante homologación.

Realizado el ensayo de despegue de las barras de nudo, la carga de despegue no será inferior a  $0,35 A y f_y$ , siendo A la sección nominal de la barra más gruesa, y  $F_Y$  el límite elástico del acero.

### **2.9.3. Control de Calidad**

El Contratista controlará la calidad de los aceros a emplear en armaduras para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego y en el Código Técnico de la Edificación.

La partida deberá estar identificada y el Contratista presentará una hoja de ensayos redactada por el Laboratorio dependiente de la factoría siderúrgica en la cual se comprueba que cumple con las condiciones requeridas.

Independientemente de esto, la Dirección de Obra determinará para cada partida de 20 Tn o fracción los ensayos necesarios para la comprobación de las características anteriormente citadas. Estos ensayos serán de cuenta del Contratista.



## **2.10. ACERO PARA EMBEBIDOS**

Todos los materiales serán de la mejor calidad y estarán libres de toda imperfección, picaduras, inclusión de escoria, costras de laminación, etc., que puedan dañar la resistencia, durabilidad y apariencia.

Los elementos de acero que aparecen en los diferentes embebidos serán de las siguientes calidades, salvo especificación contraria en los Planos:

### **Chapas y perfiles laminas:**

S235 JR

S275 JR

### **Pernos de anclaje:**

S275 JR

### **Tuercas y arandelas:**

Aceros de Clase 4.6, 5.6, 6.8, 8.8 y 10.9.

### **2.10.1. Control de Calidad**

El Contratista controlará la calidad del acero para embebidos para que se ajuste a las características indicadas en el Apartado 1.2.1. del presente Pliego y en las Normas e Instrucciones señaladas.

El Contratista presentará los resultados de los ensayos oficiales de composición química y los de determinación de características mecánicas, pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida del suministro; de no resultar posible la consecución de estos datos el Director de Obra podrá exigir, con cargo al Contratista, la realización de los ensayos pertinentes que se llevarán a cabo de acuerdo con lo detallado en el Código Técnico de la Edificación (C.T.E.), Documento Básico SE-A Acero.

Igualmente, en caso que algunos elementos requieran algún tipo de tratamiento, el Contratista presentará el correspondiente certificado de Control de Calidad realizado por el fabricante.

Por otra parte la Dirección de Obra determinará los ensayos necesarios para la comprobación de las características citadas. Estos ensayos serán abonados al Contratista, salvo en el caso de que sus resultados demuestren que no cumplen las Normas anteriormente reseñadas y entonces serán de cuenta del Contratista.



### **3. ELEMENTOS DE FUNDICIÓN**

---

#### **3.1. GENERALIDADES**

Se recogen en el presente Artículo las condiciones que deben cumplir los distintos elementos de fundición empleados en las obras, con independencia de las tuberías, sus piezas especiales y accesorios que son objeto de otros Artículos.

Todos los elementos que se recogen aquí deberán estar fabricados con fundición nodular o dúctil según lo especificado en el apartado 3.7.4. del presente Pliego.

#### **3.2. MARCOS Y TAPAS DE REGISTRO**

Será de aplicación lo especificado en la Norma UNE-EN 124 “Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos. Principios de construcción, ensayos de tipo, marcado, control de calidad”.

Se empleará en su ejecución fundición dúctil (de grafito esferoidal) y deberá ser de la clase D.400, según lo indicado en la mencionada Norma.

La cota de paso mínima será de seiscientos (600) milímetros y se dotará al contacto entre el marco y la tapa de un material elastomérico que garantice la estanqueidad y la producción de ruido al paso de cargas sobre ellas.

Todos los elementos se suministrarán pintados por inmersión u otro sistema equivalente utilizando compuestos de alquitrán (BS 4164), aplicados en caliente o, alternativamente, pintura bituminosa BS (3416) aplicada en frío.

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo especificado en la Norma antes mencionada, tanto para el control realizado por el fabricante como el denominado “control por tercera parte”.

### **4. MATERIAL FILTRANTE PARA ZANJAS Y TRASDÓS DE OBRAS DE FÁBRICA**

---

El material filtrante será granular, con un equivalente de arena superior a treinta (30) y una curva granulométrica regular y continua que cumple con las condiciones siguientes:

El tamaño máximo no excederá de setenta y seis milímetros (76 mm) y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 200 ASTM (0,074 mm) no rebasará el (5%) cinco por ciento.



Se denomina  $D_i$  al tamaño de la malla por la que pasa el  $i$  % de material.

Para evitar que el material filtrante se segregue durante su colocación, su coeficiente de uniformidad  $C_u$  será inferior a veinte (20).

## 5. AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES

---

Cumplirá lo prescrito en el Código Técnico de la Edificación, siendo, asimismo, obligatorio el cumplimiento del contenido de los comentarios al citado código, en la medida en que sean aplicables.

Como norma general podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de lechadas, morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica; es decir, las que no produzcan o hayan producido en ocasiones anteriores eflorescencias, agrietamientos, corrosiones o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de las masas.

Salvo justificación especial demostrable de que no alteran perjudicialmente las propiedades exigidas a la lechada, mortero u hormigón, se rechazarán las aguas que no cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

- Acidez medida por el pH, igual o superior a cinco (5).
- Sustancias disueltas en cantidad igual o inferior a quince gramos por litro (15 g/l) equivalente a quince mil partes por millón (15.000 p.p.m.).
- Contenido en sulfatos, expresados en  $SO_4$ , igual o inferior a un gramo por litro (1 g/l) equivalente a mil partes por millón (1.000 p.p.m.).
- Ion cloro en proporción igual o inferior a una décima de gramo por litro (0,1 g/l) equivalente a cien partes por millón (100 p.p.m.) para los hormigones pretensados; a seis gramos por litro (6 g/l) equivalente a seis mil partes por millón (6.000 p.p.m.) para los hormigones en masa y morteros que no hayan de estar en contacto con armaduras o elementos metálicos. Asimismo, el ion cloro total aportado por los componentes no excederá de cuatro por mil (0,4%) en peso del cemento en las obras de hormigón armado.
- Exentas de hidratos de carbono.
- Sustancias orgánicas solubles en éter en cantidad inferior a quince gramos por litro (15 g/l) equivalente a quince mil partes por millón (15.000 p.p.m.)



Si el ambiente de las obras es muy seco, lo que favorece la presencia de fenómenos expansivos de cristalización, la limitación relativa a las sustancias disueltas podrá hacerse aún más severa, a juicio del Director de Obra, especialmente en los casos y zonas en que no sean admisibles las eflorescencias.

### **5.1. EMPLEO DE AGUA CALIENTE**

Cuando el hormigonado se realice en ambiente frío, con riesgo de heladas, podrá utilizarse para el amasado, sin necesidad de adoptar precaución especial alguna, agua calentada hasta una temperatura de 40° C.

Cuando excepcionalmente, se utilice agua calentada a temperatura superior a la antes indicada, se cuidará de que el cemento, durante el amasado, no entre en contacto con ella mientras su temperatura sea superior a los 40° C.

### **5.2. CONTROL DE CALIDAD**

El Contratista controlará la calidad del agua para que sus características se ajusten a lo indicado en este Pliego, y en el Código Técnico de la Edificación.

Perceptiblemente se analizarán las aguas antes de su utilización, y al cambiar de procedencia para comprobar su identidad. Un (1) ensayo completo comprende:

- Un (1) análisis de acidez (pH) (UNE 7.236).
- Un (1) ensayo del contenido de sustancias solubles (UNE 7.130).
- Un (1) ensayo del contenido de cloruros (UNE 7.178).
- Un (1) ensayo del contenido de sulfatos (UNE 7.131).
- Un (1) ensayo cualitativo de los hidratos de carbono (UNE 7.132).
- Un (1) ensayo del contenido de aceite o grasa (UNE 7.235).

Cuando los resultados obtenidos estén peligrosamente próximos a los límites prescritos y siempre que el Director de Obra lo estime oportuno, se repetirán los mencionados análisis, ateniéndose en consecuencia a los resultados, sin apelación posible ni derecho a percepciones adicionales por parte del Contratista, caso de verse obligado a variar el origen del suministro.

En particular, cuando el abastecimiento provenga de pozos los análisis deberán repetirse en forma sistemática, con la periodicidad de treinta (30) días dada la facilidad con que las aguas de esa procedencia aumentan en salinidad y otras impurezas a lo largo



del tiempo, o cuando se produzcan tormentas o lluvias que dejen en el agua partículas en suspensión.

En cualquier caso los defectos derivados por el empleo, en la fabricación o curado de los hormigones, de aguas que no cumplan los requisitos exigidos, será de la responsabilidad del Contratista.

## **6. ADITIVOS PARA MORTEROS Y HORMIGONES**

---

Se denomina aditivo para mortero y hormigón a un material diferente del agua, de los áridos y del conglomerante, que se utiliza como ingrediente del mortero y hormigón y es añadido a la mezcla inmediatamente antes o durante el amasado, con el fin de mejorar o modificar algunas propiedades del hormigón fresco, del hormigón endurecido, o de ambos estados del hormigón o mortero.

### **6.1. CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS**

Los aditivos se clasifican en dos grandes grupos:

1. Aditivos químicos.
2. Productos de adición minerales: puzolánicos o inertes.

Los aditivos químicos son productos que, en muy pequeña proporción ponderal respecto de la dosificación del cemento, se adicionan a la mezcla del mortero y hormigón en el momento del amasado, y a su vez se clasifican en:

- Aireantes.
- Plastificantes, puros o de efecto combinado con Aireantes, Retardadores o Aceleradores.
- Retardadores del fraguado.
- Aceleradores del fraguado.
- Colorantes.
- Otros aditivos químicos.



## **6.2. CONTROL DE CALIDAD**

El Contratista, por medio de su departamento de Control de Calidad, controlará la calidad de los aditivos para morteros y hormigones para que sus características se ajusten a lo indicado en este Pliego y en el CTE.

Antes de comenzar la obra, se comprobarán todos los casos el efecto del aditivo sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos del hormigón citado en otro Apartado del presente Pliego. Igualmente se comprobará mediante los oportunos ensayos de laboratorio la ausencia en la composición del aditivo de compuestos químicos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras.

Durante la ejecución se vigilará que el tipo y la marca del aditivo utilizado sean los aceptados por el Director de Obra. El Contratista tendrá en su poder el Certificado del Fabricante de cada partida que certifique el cumplimiento de los requisitos indicados en los documentos señalados en el primer párrafo del presente apartado.

## **7. ÁRIDOS PARA HORMIGONES**

Los áridos procederán de graveras o se producirán en cantera por trituración, pero no indiferentemente, pues su procedencia y uso, en cada caso, deberá ser aprobada por el Director de Obra.

Las características físicas y químicas de los áridos reunirán las condiciones prescritas en la Instrucción para el Proyecto y ejecución de obras de hormigón. Los áridos procedentes de graveras se lavarán y clasificarán mecánicamente. Los procedentes de canteras se triturarán, lavarán, en su caso, y se clasificarán mecánicamente. Se almacenarán de forma que no se mezclen con materiales extraños. Los áridos de diferentes tamaños serán almacenados en montones separados.

Los áridos se clasificarán en tres tamaños, cuya denominación figura en el CTE y con la limitación de tamaños también expresada.

En atención al poder de compactación de los vibradores que se empleen, podría admitirse alguna variación de lo expuesto en la Instrucción previa autorización de la Dirección de Obra de modo que los tamaños cumplan:

- Para espesores superiores a (60 cm) sesenta centímetros no sobrepasarán los ocho (8) centímetros.
- Para espesores inferiores, se admitirán hasta cinco (5) centímetros en hormigones para armar.



- Para hormigones armados no deben superar un cuarto ( $1/4$ ) ni haber más de un diez por ciento (10%) de granos con tamaño superior a la separación entre armaduras.

Los áridos deben cumplir el CTE en lo referente a la pérdida de peso máxima tras ser sometido a cinco ciclos de tratamiento con sulfato sódico o magnésico ensayo UNE-7.136.

Se proscriben aquellos áridos que presenten recubrimiento de arcilla que no sea fácilmente eliminable por lavado así como que presenten minerales oxidables o nocivos para el hormigón.

Se recomienda que el módulo de finura de las arenas, suma de los tantos por uno que pasen por los diferentes tamices de la serie Tyler este comprendida entre dos con ocho décimas (2,8) y tres con dos décimas (3,2).

Los áridos se clasificarán en tres tamaños (3) que, salvo indicación en contra de la Dirección de Obra, podrán ser:

- Entre cero y cinco milímetros (0-5 mm)
- Entre cinco y veinte milímetros (5-20 mm)
- Mayor que veinte milímetros ( $>20$  mm)

Durante el almacenaje de áridos, se cuidará que no se produzcan disgregaciones que alteren la granulometría de forma sensible.

Un silo no deberá contener más de un (10%) diez por ciento de tamaños inferiores ni más de un (5%) cinco por ciento de tamaños superiores a los que se corresponden según el tipo de árido que almacene.

La humedad libre de los áridos no excederá de un (10%) diez por ciento al tiempo de ser empleados, siendo las fluctuaciones admitidas a lo largo de la jornada inferiores al dos por ciento (2%).

## **8. HORMIGON PARA CIMENTACION**

---

Se definen como hormigones los productos formados por mezcla de cemento, agua, árido fino, árido grueso y eventualmente productos de adición, que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia.



### **8.1. CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS**

Para las obras de fábrica en estructuras en general se utilizarán las siguientes clases de hormigones:

HS. Hormigón de gran capacidad, densidad, durabilidad, para estructuras en contacto con aguas residuales, gases producidos por aguas residuales, vapores o terrenos agresivos. En función de la agresividad se definen dos tipos, HS-1 y HS-2. El primero se utilizará en zonas de agresividad media y el segundo en zonas de agresividad fuerte o muy fuerte (en este caso con protección del hormigón).

HE. Hormigón compacto, duro y de alta durabilidad para utilización en estructuras, soleras y obras en general que no estén en contacto con aguas residuales, vapores producidos por aquéllas, gases o terrenos agresivos.

Las características que deben reunir los distintos tipos de cemento se definen en el apartado II.4 del presente Pliego.

La utilización de los distintos tipos de hormigones en función de la agresividad definida según DIN-4030, será:

| CLASE | RESIST.<br>CARÁCTER | GRANULO-<br>METRIA | DOSIF.<br>MINIMA | RELACION<br>AGUA/CEMENTO | PENET.<br>AGUA | ABSORCIÓN |
|-------|---------------------|--------------------|------------------|--------------------------|----------------|-----------|
| HS-1  | 250                 | A/B 20             | 360              | 0,45                     | 5 cm.          | 7%        |
| HS-2  | 300                 | A/B 20             | 400              | 0,45                     | 3 cm.          | 7%        |
| HE    | 175                 |                    | 200              | 0,55                     |                | 12%       |

En camas en masa y armadas, arquetas de servicios, cunetas, rigolas y aceras se utilizará hormigón clase HE. En pozos de Registro, Arquetas, Aliviaderos de tormenta y Estaciones de Bombeo se utilizará hormigón clase HS-1. Se utilizará hormigón H-175 para limpieza, rellenos, camas y otras obras de hormigón en masa.

### **8.2. RECUBRIMIENTO DE ARMADURAS**

Salvo modificación expresa en los planos del proyecto o indicación de la Dirección de Obra, se adoptarán como mínimo los recubrimientos de la tabla siguiente:

HORMIGÓN TIPO HE:

- Zapatas ..... 50 mm.



- Soportes ..... 30 mm.
- Otros elementos estructurales ..... 25 mm.
- Estructuras que contienen líquidos ..... 40 mm.

#### HORMIGÓN TIPO HE:

- Hormigón "in situ" ..... 50 mm.
- Prefabricados ..... 35 mm.
- Hormigón sometido a oscilaciones del agua del mar ..... 75 mm.

### 8.3. **HORMIGONES PREPARADOS EN PLANTA**

Los hormigones preparados en Planta se ajustarán al CTE.

Se deberá demostrar a la Dirección de Obra que el suministrador realiza el control de calidad exigido con los medios adecuados para ello. El suministrador del hormigón deberá entregar cada carga acompañada de una hoja de suministro (albarán) en la que figuren, como mínimo, los datos siguientes:

- Nombre de la central de hormigón preparado.
- Fecha de entrega.
- Nombre del utilizador.
- Designación y características del hormigón, indicando expresamente las siguientes:
  - Cantidad y tipo de cemento
  - Tamaño máximo del árido.
  - Resistencia característica a compresión.
  - Clase y marca de aditivo si lo contiene.
  - Lugar y tajo de destino.
  - Cantidad de hormigón que compone la carga.
  - Hora en que fue cargado el camión.



- Hora límite de uso para el hormigón.

#### **8.4. CONTROL DE CALIDAD**

##### **8.4.1. Resistencia del hormigón**

###### **8.4.1.1. Ensayos característicos**

Para cada uno de los tipos de hormigón utilizado en las obras se realizarán, antes del comienzo del hormigonado, los ensayos característicos especificados por el CTE.

###### **8.4.1.2. Ensayos de control**

Se realizará un control estadístico de cada tipo de los hormigones empleados según lo especificado por el CTE.

El Contratista por medio de su departamento de Control de Calidad procederá a la toma de probetas y a su adecuada protección marcándolas para su control.

La rotura de probetas se hará en un laboratorio oficial aceptado por la Dirección de Obra estando el Contratista obligado a transportarlas a la misma antes de los siete (7) días a partir de su confección.

Todos los gastos producidos por la elaboración, transporte, rotura, etc., serán a cuenta del Contratista.

Si el Contratista desea que la rotura de probetas se efectúe en laboratorio distinto, deberá obtener la correspondiente autorización de la Dirección de Obra y todos los gastos serán de su cuenta.

La toma de muestras se realizará de acuerdo con UNE 41.118 "Toma de muestras del hormigón fresco". Cada serie de probetas será tomada de un amasado diferente completamente al azar, evitando cualquier selección de la mezcla a ensayar, salvo que el orden de toma de muestras haya sido establecido con anterioridad a la ejecución. El punto de toma de la muestra será a la salida de la hormigonera y en caso de usar bombeo, a la salida de la manguera.

Las probetas se moldearán, conservarán y romperán según los métodos de ensayo UNE 7240 y UNE 7242.

Las probetas se numerarán marcando sobre la superficie con pintura indeleble, además de las fechas de confección y rotura, letras y números de identificación. La



Dirección de Obra, al comienzo de los trabajos, definirá, de acuerdo con las características de la obra, la nomenclatura a emplear en cada caso.

La cantidad mínima de probetas a moldear por cada serie para el ensayo de resistencia a la compresión será de seis (6), con objeto de romper una pareja a los siete (7) días y cuatro (4) a los veintiocho (28) días. Deberán moldearse adicionalmente las que se requieran como testigos en reserva y las que se destinen a curado de obra, según determine la Dirección de Obra.

Si una probeta utilizada en los ensayos hubiera sido incorrectamente moldeada, curada o ensayada su resultado será descartado y sustituido por el de la probeta de reserva, si la hubiera. En el caso contrario la Dirección de Obra decidirá si las probetas restantes deben ser identificadas como resultado global de la serie o la misma debe ser eliminada.

Se efectuará un ensayo de resistencia característica en cada tajo con la periodicidad y sobre los tamaños de muestra que a continuación se detallan:

- Hormigón de limpieza, rellenos y camas armadas y sin armar, aceras, rigolas, cunetas, etc.: cuatro (4) series de seis (6) probetas cada una cada doscientos metros cúbicos ( $200 \text{ m}^3$ ) o dos semanas.
- Hormigón en pozos de registro, arquetas, aliviaderos de tormenta y estaciones de bombeo: cuatro (4) series de seis (6) probetas cada cien metros cúbicos ( $100 \text{ m}^3$ ) y mínimo una (1) serie por cada obra de fábrica o fracción hormigonada en el día.

No obstante los criterios anteriores podrán ser modificados por la Dirección de Obra, en función de la calidad y riesgo de la obra hormigonada.

Para estimar la resistencia esperable a veintiocho (28) días se dividirá la resistencia a los siete (7) días por 0,65. Si la resistencia esperable fuera inferior a la de proyecto el Director de Obra podrá ordenar la suspensión del hormigonado en el tajo al que corresponden las probetas. Los posibles retrasos originados por esta suspensión, serán imputables al Contratista.

Si los ensayos sobre probetas curadas en laboratorio resultan inferiores al noventa (90) por ciento de la resistencia característica y/o los efectuados sobre probetas curadas en las mismas condiciones de obra incumplen las condiciones de aceptabilidad para hormigones de veintiocho (28) días de edad, se efectuarán ensayos de información de acuerdo al CTE.

En caso de que la resistencia característica a veintiocho (28) días resultara inferior a la exigida, el Contratista estará obligado a aceptar las medidas correctoras que adopte la Dirección de Obra, reservándose siempre ésta el derecho a rechazar el



elemento de obra o bien a considerarlo aceptable, pero abonable a precio inferior al establecido en el Cuadro de Precios para la unidad de que se trata.

#### **8.4.2. Consistencia del hormigón**

La determinación de la consistencia del hormigón se efectuará según UNE 7103 con la frecuencia más intensa de las siguientes, en cada tajo:

- Cuatro (4) veces al día, una de ellas en la primera mezcla de cada día.
- Una vez cada veinte (20) metros cúbicos o fracción

#### **8.4.3. Relación agua-cemento**

Como ensayos de control se realizará la comprobación de la relación agua-cemento con la siguiente frecuencia:

- Hormigón tipo HS: una vez cada 20 m<sup>3</sup>
- Hormigón en arquetas y pozos. dos veces por cada elemento
- Hormigón tipo HE: una vez cada 25 m<sup>3</sup>

#### **8.4.4. Permeabilidad**

##### **8.4.4.1. Ensayos previos**

Antes de iniciar los trabajos se realizarán los ensayos necesarios para comprobar que la granulometría y dosificación proporcionan la permeabilidad exigida, para cada tipo de hormigón.

##### **8.4.4.2. Ensayos de control**

Se comprobará la permeabilidad del hormigón con la siguiente frecuencia:

- Hormigón tipo HS: una vez cada 75 m<sup>3</sup>.
- Hormigón tipo HE: una vez cada 500 m<sup>3</sup>. Una vez cada 75 m<sup>3</sup> en estructuras que contengan líquidos.



#### **8.4.5. Absorción**

##### **8.4.5.1. Ensayos previos**

Antes de iniciar los trabajos se realizarán los ensayos de absorción necesarios para comprobar que la granulometría y dosificación proporcionan la absorción exigida para cada tipo de hormigón.

##### **8.4.5.2. Ensayos de control**

Se realizarán ensayos de absorción para el hormigón endurecido durante las obras con la siguiente periodicidad:

- Hormigón tipo HS: una vez cada 75 m<sup>3</sup>
- Hormigón tipo HE: una vez cada 500 m<sup>3</sup> una vez cada 75 m<sup>3</sup> en estructuras que contengan líquidos.

### **9. MORTEROS Y LECHADAS**

#### **9.1. MORTEROS Y LECHADAS DE CEMENTO**

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener algún producto de adición para mejorar alguna de sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido previamente aprobado por el Director de Obra.

Se define la lechada de cemento, como la pasta muy fluida de cemento y agua y eventualmente adiciones, utilizada principalmente para inyecciones de terrenos, cimientos, túneles, etc.

##### **9.1.1. Características**

Los morteros serán suficientemente plásticos para rellenar los espacios en que haya de usarse, y no se retraerán de forma tal que pierdan contacto con la superficie de apoyo.

La mezcla será tal que, al apretarla, conserve su forma una vez que se le suelta, sin pegarse ni humedecer las manos.



La proporción, en peso en las lechadas, del cemento y el agua podrá variar desde el uno por ocho (1/8) al uno por uno (1/1), de acuerdo con las características de la inyección y la presión de aplicación. En todo caso, la composición de la lechada deberá ser aprobada por el Director de Obra por cada uso.

## **10. MADERA PARA ENCOFRADOS**

---

Procederá de troncos en sazón, generalmente pino o castaño, y será sana y exenta de nudos. Deberá haber sido secada al aire al menos durante dos (2) años, protegida del sol y de la lluvia.

Estará exenta de cualquier defecto que perjudique su solidez y buen aspecto, como fracturas, grietas, nudos, albura, manchas, apollillados, acebolladura y cualquier otro defecto.

Deberá presentar fibras rectas no reviradas y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.

Los nudos si los hubiera, deberán tener un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión.

Emitirá un sonido claro en la percusión.

No se empleará en ningún caso madera sin descortezar.

Las piezas serán cuadradas con aristas vivas y terminadas a sierra.

## **11. MOLDES, CIMBRAS Y ENCOFRADOS**

---

Deberán cumplir lo dispuesto en la Instrucción.

Las caras interiores de los moldes y encofrados no dejarán huella superior a dos (2) milímetros y una vez usados serán cuidadosamente rectificadas y limpiadas.

Los modelos a utilizar serán previamente presentados al Director de Obra para su aprobación.

Los encofrados de madera serán machihembrados y de rigidez suficiente para que no sufran deformaciones con el vibrado del hormigón, ni dejar escapar mortero por las juntas.

La disposición de las cimbras, medios auxiliares, etc., será propuesta por el Contratista al Director.



## 12. LADRILLOS

---

Se definen como ladrillos macizos prensados de arcilla cocida, en forma de paralelepípedo rectangular, en los que se permiten perforaciones paralelas a una arista de volumen total no superiores al diez por ciento (10%) del total aparente, o rebajos en el grueso, siempre que éste se mantenga íntegro en un ancho mínimo de dos (2) centímetros de una sogá y de los dos tizones, que el área rebajada sea menor del cuarenta por ciento (40%) de la total, y que el grueso mínimo no sea menor de un tercio (1/3) del nominal.

Deben cumplir las siguientes condiciones:

- Ser homogéneos, de grano fino y uniforme, de textura compacta; y capaces de soportar, sin desperfectos, una presión de doscientos kilogramos por centímetro cuadrado (200 kg/cm<sup>2</sup>).
- Carecer de manchas, eflorescencias, quemados, grietas, coqueras, planos de exfoliación y materias extrañas que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido claro al ser golpeados con un martillo, y serán inalterables al agua.
- Tener suficiente adherencia a los morteros.

Los ladrillos macizos estarán perfectamente moldeados, y presentarán aristas vivas y caras planas, sin imperfecciones ni desconchados aparentes.

Sus dimensiones serán:

- Veintitrés (23) centímetros de sogá.
- Once centímetros y medio (11,5) de tizón.
- Siete centímetros y medio (7,5) de grueso.

Se aceptarán tolerancias, en más o en menos, de hasta cinco milímetros (5 mm) en su sogá; cuatro (4) milímetros en su tizón; y solamente dos (2) milímetros en su grueso. Como desviación máxima de la línea recta se admitirán, en toda arista o diagonal superior a once centímetros y medio (11,5), la de tres (3) milímetros; y de dos (2) milímetros en las inferiores.

Su capacidad de absorción de agua será inferior al catorce por ciento (14%) en peso, después de un (1) día de inmersión mediante ensayo obtenido según Norma UNE 7061.



La succión o capacidad de apropiación de agua por inmersión parcial de corta duración se obtendrá mediante el ensayo definido en la Norma UNE 7268.

Para el resto de propiedades, velocidad, dilatación, potencial y efluencia, serán de aplicación respectivamente los ensayos UNE 7062, UNE 7269 y UNE 7063.

### **13. OTROS MATERIALES**

---

Los demás materiales que, sin especificarse en este Pliego, hayan de ser empleados en obra, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin antes haber sido reconocidos por el Director de Obra, que podrá rechazarlos si no reunieran, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivará su empleo.

### **14. MATERIALES QUE NO REÚNAN LAS CONDICIONES**

---

Cuando los materiales no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando a falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Director de Obra dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o consigan el objeto a que se destinan.

Si los materiales fueran defectuosos, pero aceptables a juicio de la Propiedad se recibirán, pero con la rebaja de precio que la misma determine, a no ser que el Contratista prefiera sustituirlos por otros que reúnan las condiciones.

### **15. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA**

---

La recepción de los materiales tiene, en todo caso, carácter provisional, hasta tanto se compruebe su comportamiento en obra y no excluye al Contratista de las responsabilidades sobre la calidad de los mismos, que subsistirá hasta que sean definitivamente recibidas las obras en que hayan sido empleados.

Los reconocimientos, ensayos y pruebas a que se considere conveniente someter los materiales que han de emplearse en las obras para ver si reúnen las condiciones fijadas por el Ingeniero Director o subalterno en quien delegue pudiendo a juicio del primero indicar que se realicen las pruebas que considere en laboratorio homologado según las reglas que en el pliego se consignan y en su defecto las que señala el Laboratorio Central de Transportes y Mecánica del Suelo del Centro de Estudios Experimentales del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.



## III.3- EJECUCION DE LAS OBRAS

### 1. CONDICIONES GENERALES

---

#### 1.1. COMPROBACIÓN DEL REPLANTEO PREVIO

##### 1.1.1. Plan de replanteo

El Contratista, en base a la información del Proyecto e hitos de replanteo conservados, elaborará un Plan de Replanteo que incluya la comprobación de las coordenadas de los hitos existentes y su cota de elevación, colocación y asignación de coordenadas y cota de elevación a las bases complementarias y programa de replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales, secundarias y obras de fábrica.

Este programa será entregado a la Dirección de Obra para su aprobación e inspección y comprobación de los trabajos de replanteo.

##### 1.1.2. Replanteo y nivelación de puntos de alineaciones principales

El Contratista procederá al replanteo y estaquillado de puntos característicos de las alineaciones principales partiendo de las bases de replanteo comprobadas y aprobadas por la Dirección de Obras como válidas para la ejecución de los trabajos.

Asimismo, ejecutará los trabajos de nivelación necesarios para asignar la correspondiente cota de elevación a los puntos característicos.

La ubicación de los puntos característicos se realizará de forma que pueda conservarse dentro de lo posible en situación segura durante el desarrollo de los trabajos.

##### 1.1.3. Acta de comprobación del replanteo. Autorización para iniciar las obras

La Dirección de Obra, en presencia del Contratista, procederá a efectuar la comprobación del replanteo, en el plazo de un mes contado a partir de la formalización del Contrato correspondiente, o contado a partir de la notificación de la adjudicación definitiva cuando el expediente de contratación sea objeto de tramitación urgente (Arts. 142 y 71 del T.R. de la L.C.A.P.). Del resultado se extenderá el correspondiente Acta de Comprobación del Replanteo.



Cuando el resultado de la comprobación del replanteo demuestre la posición y disposición real de los terrenos, su idoneidad y la viabilidad del proyecto, a juicio del facultativo Director de las Obras, se dará por aquél la autorización para iniciarlas, haciéndose constar este extremo explícitamente en el Acta de Comprobación de Replanteo extendida, de cuya autorización quedará notificado el Contratista por el hecho de suscribirla.

#### **1.1.4. Responsabilidad de la comprobación del replanteo**

En cuanto que, forman parte de las labores de comprobación del Replanteo, será responsabilidad del Contratista la realización de los trabajos incluidos en el Plan de Replanteo, además de todos los trabajos de Topografía precisos para la posterior ejecución de las obras, así como la conservación y reposición de los hitos recibidos de la Propiedad.

Los trabajos responsabilidad del Contratista anteriormente mencionados serán a su costa y por lo tanto se considerarán repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

### **1.2. CONSIDERACIONES PREVIAS A LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **1.2.1. Plazo de ejecución de las obras. Comienzo del plazo**

Las obras a que se aplica el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales deberán quedar terminadas en el plazo que el Contratista hubiese ofrecido y fuese aceptado por el contratado subsiguiente. Lo anteriormente indicado es asimismo aplicable para los plazos parciales, si así se hubiera hecho constar.

Todo plazo comprometido comienza al principio del día siguiente al de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo y así se hará constar en el Pliego de Bases de la Licitación. Cuando el plazo se fija en días, estos serán naturales, y el último se computará por entero. Cuando el plazo se fija en meses, se contará de fecha a fecha. Si no existe fecha correspondiente, en el que se ha finalizado el plazo, este termina el último día de ese mes.

#### **1.2.2. Programa de trabajos**

El Contratista está obligado a presentar un Programa de Trabajos de acuerdo con lo que se indique respecto al plazo y forma en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en su defecto en el plazo de 30 días desde la firma del Acta de Comprobación del Replanteo.



Este programa habrá de estar ampliamente razonado y justificado, teniéndose en cuenta los plazos de llegada a obra de materiales y medios auxiliares y la interdependencia de las distintas operaciones, así como la incidencia que sobre su desarrollo hayan de tener las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables, según cálculos estadísticos de probabilidades, siendo de obligado ajuste con el plazo fijado en la licitación o con el menor ofertado por el Contratista, si fuese éste el caso, aún en la línea de apreciación más pesimista.

La Dirección de Obra y el Contratista revisarán conjuntamente y con una frecuencia mínima semanal, la progresión real de los trabajos contratados y los programas parciales a realizar en el período siguiente, sin que estas revisiones eximan al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos estipulados en la adjudicación.

Las demoras que en la corrección de los defectos que pudiera tener el Programa de Trabajos propuesto por el Contratista, se produjeran respecto al plazo legal para su presentación, no serán tenidas en cuenta como aumento del concedido para realizar las obras, por lo que el Contratista queda obligado siempre a hacer sus previsiones y el consiguiente empleo de medios de manera que no se altere el cumplimiento de aquél.

### **1.2.3. Examen de las propiedades afectadas por las obras**

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la recopilación de información adecuada sobre el estado de las propiedades antes del comienzo de las obras, si estas pueden ser afectadas por las mismas o si pueden ser causa de posibles reclamaciones de daños.

El Contratista informará al Director de Obra de la incidencia de los sistemas constructivos en las propiedades próximas.

El Director de Obra establecerá el método de recopilación de información sobre el estado de las propiedades y las necesidades del empleo de actas notariales o similares.

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista confirmará por escrito al Director de la Obra, que existe un informe adecuado sobre el estado actual de las propiedades y terrenos, de acuerdo con los apartados anteriores.

### **1.2.4. Localización de servicios, estructuras e instalaciones**

La situación de los servicios y propiedades que se indica en los planos, ha sido definida con la información disponible pero no hay garantía ni se responsabiliza la Propiedad de la total exactitud de estos datos. Tampoco se puede garantizar que no existan otros servicios o instalaciones no reflejados en el Proyecto.



El Contratista consultará, antes del comienzo de los trabajos, a los afectados sobre la situación exacta de los servicios existentes y adoptará sistemas de construcción que eviten daños. Asimismo, con la suficiente antelación al avance de cada tajo de obra, deberá efectuar las catas convenientes para la localización exacta de los servicios afectados.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto, el Contratista lo notificará inmediatamente, por escrito, al Director de la Obra.

El Programa de Trabajos aprobado y en vigor, ha de suministrar al Director de Obra la información necesaria para gestionar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en el Proyecto, que sean de su competencia en el momento adecuado para la realización de las obras.

#### **1.2.5. Terrenos disponibles para la ejecución de los trabajos**

El Contratista podrá disponer de aquellos espacios adyacentes o próximos al tajo mismo de la obra, expresamente indicados por la propiedad, para el acopio de materiales, la ubicación de instalaciones auxiliares o el movimiento de equipos y personal.

Será de su cuenta y responsabilidad la reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar.

Será también de cuenta del Contratista la provisión de aquellos espacios y accesos provisionales que, no estando expresamente recogidos en el proyecto, decidiera utilizar para la ejecución de las obras, no pudiendo ser objeto de reclamación los gastos, directos o indirectos, que la provisión de tales terrenos pueda originar.

#### **1.2.6. Ocupación y vallado provisional de terrenos**

El Contratista notificará al Director de Obra, para cada tajo de obra, su intención de iniciar los trabajos, con quince (15) días de anticipación, siempre y cuando ello requiera la ocupación de terreno y se ajuste al programa de trabajos en vigor. Si la ocupación supone una modificación del programa de trabajos vigente, la notificación se realizarán con una anticipación de 45 días y quedará condicionada a la aceptación por el Director de Obra.

El Contratista archivará la información y documentación sobre las fechas de entrada y salida de cada propiedad, pública o privada, así como los datos sobre las fechas de montaje y desmontaje de vallas. El Contratista suministrará copias de estos documentos al Director de Obra cuando sea requerido.



El Contratista confinará sus trabajos al terreno disponible y prohibirá a sus empleados el uso de otros terrenos.

Tan pronto como el Contratista tome posesión de los terrenos, procederá a su vallado, si así estuviese previsto en el Proyecto, fuese necesario por razones de seguridad o así lo requiriesen las ordenanzas o reglamentación de aplicación.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación del Director de Obra, informará con quince días de anticipación a los afectados, y proveerá un acceso alternativo. Estos accesos provisionales alternativos no serán objeto de abono.

El vallado de zanjas y pozos se realizará mediante barreras metálicas portátiles enganchables o similar, de acuerdo con el Proyecto de Seguridad presentado por el Contratista y aprobado por la Dirección de Obra. Su costo será de cuenta del Contratista.

El Contratista inspeccionará y mantendrá el estado del vallado y corregirá los defectos y deterioros a su costa y con la máxima rapidez. Se mantendrá el vallado de los terrenos hasta que sea sustituido por un cierre permanente o hasta que se terminen los trabajos de la zona afectada.

### **1.2.7. Reclamaciones de terceros**

El Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar cualquier clase de daños a terceros, atenderá a la mayor brevedad, las reclamaciones de propietarios y afectados, y lo notificará por escrito y sin demora a la Dirección de la Obra.

En el caso de que se produjesen daños a terceros, el Contratista informará de ello al Director de Obra y a los afectados. El Contratista repondrá el bien a su situación original con la máxima rapidez, especialmente si se trata de un servicio público fundamental o si hay riesgos importantes.

## **1.3. ACCESO A LAS OBRAS**

### **1.3.1. Conservación y uso**

El Contratista conservará en condiciones adecuadas para su utilización los accesos y caminos provisionales de obra.

En el caso de caminos que han de ser utilizados por varios Contratistas, éstos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de los gastos de su construcción y conservación.



Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta, si así lo exigieran los propietarios o las administraciones encargadas de su conservación.

La Consejería de Fomento se reserva para sí y para los Contratistas a quienes encomiende trabajos de reconocimientos, sondeos e inyecciones, suministros y montajes especiales, el uso de todos los caminos de acceso construidos por el Contratista sin colaborar en los gastos de conservación.

### **1.3.2. Ocupación temporal de terrenos para construcción de caminos de acceso a las obras**

Las autorizaciones necesarias para ocupar temporalmente terrenos para la construcción de caminos provisionales de acceso a las obras, no previstos en el Proyecto, serán gestionadas por el Contratista quien deberá satisfacer por su cuenta las indemnizaciones correspondientes y realizar los trabajos para restituir los terrenos a su estado inicial tras la ocupación temporal.

## **1.4. INSTALACIONES, MEDIOS Y OBRAS AUXILIARES**

### **1.4.1. Proyecto de instalaciones y obras auxiliares**

El Contratista queda obligado a instalar por su cuenta todas las casetas auxiliares para oficinas, almacenes, instalaciones sanitarias y demás de tipo provisional.

Deberán presentarse al Director de Obras con la antelación suficiente para que dicho Director de Obra pueda decidir sobre su idoneidad.

La conformidad del Director de Obra al proyecto de instalaciones, obras auxiliares y servicios generales en nada disminuirá la responsabilidad del Contratista, tanto en la calidad como en los plazos de ejecución de las obras definitivas.

### **1.4.2. Retirada de instalaciones y obras auxiliares**

La retirada de las instalaciones y demolición de obras auxiliares al finalizar los tajos correspondientes, deberá ser anunciada al Director de Obra quién lo autorizará si está realmente terminada la parte de obra principal correspondiente, quedando éste facultado para obligar esta retirada cuando a su juicio, las circunstancias de la obra lo requieran.

Los gastos provocados por esa retirada de instalaciones y demolición de obras auxiliares y acondicionamiento y limpieza de las superficies ocupadas, para que puedan



recuperar su aspecto original, serán de cuenta del Contratista, debiendo obtener la conformidad del Director de Obra para que pueda considerarse terminado el conjunto de la obra.

Transcurridos 10 días de la terminación de las obras y si el Contratista no hubiese cumplido lo preceptuado en los párrafos anteriores, la Dirección de Obra podrá realizar por terceros la limpieza del terreno y retirada de elementos sobrantes, pasándole al Contratista el correspondiente cargo.

#### **1.4.3. Instalación de acopios**

Las ubicaciones de las áreas para instalación de los acopios serán propuestas por el Contratista a la aprobación de la Dirección de Obra.

### **1.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

#### **1.5.1. Equipos, maquinaria y métodos constructivos**

Los equipos, maquinaria y métodos constructivos necesarios para la ejecución de todas las unidades de obra, deberán ser justificados previamente por el Contratista, de acuerdo con el volumen de obra a realizar y con el programa de trabajos de las obras, y presentados a la Dirección de Obra para su aprobación.

Dicha aprobación cautelar de la Dirección de Obra no eximirá en absoluto al Contratista de ser el único responsable de la calidad, y del plazo de ejecución de las obras.

El Contratista no tendrá derecho a compensación económica adicional alguna por cualesquiera que sean las particularidades de los métodos constructivos, equipos, materiales, etc., que puedan ser necesarios para la ejecución de las obras, a no ser que esté claramente demostrado, a juicio del Director de la Obra, que tales métodos, materiales, equipos, etc., caen fuera del ámbito y espíritu de lo definido en Planos y Pliegos.

El equipo habrá de mantenerse, en todo momento, en condiciones de trabajo satisfactorias y exclusivamente dedicado a las obras del Contrato, no pudiendo ser retirado sin autorización escrita de la Dirección de Obra, previa justificación de que se han terminado las unidades de obra para cuya ejecución se había previsto.



### **1.5.2. Plan de seguridad de la obra**

Simultáneamente a la presentación del Programa de Trabajos, el Contratista deberá elaborar un Plan de Seguridad y Salud, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico correspondiente en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Deberá justificar técnicamente las propuestas de medidas alternativas de prevención que proponga, no pudiendo implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio correspondiente.

Además de lo anterior, deberá cumplir todo aquello que aparece contemplado en el Artículo 7 del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

### **1.5.3. Reposición de servicios, estructuras e instalaciones afectadas**

Será de la competencia del Contratista el gestionar con los organismos y entidades afectados, la protección, desvío, reubicación o derribo y posterior reposición, de aquellos servicios o propiedades afectados, según convenga más a su forma de trabajo, y serán a su cargo los gastos ocasionados, aun cuando los mencionados servicios o propiedades estén dentro de los terrenos disponibles para la ejecución de las obras (sean estos proporcionados por la Propiedad u obtenidos por el Contratista).

La reposición de servicios, estructuras o propiedades afectadas se hará a medida que se vayan completando las obras en los distintos tramos. Si transcurridos 30 días desde la terminación de las obras correspondientes el Contratista no ha iniciado la reposición de los servicios o propiedades afectadas, la Dirección de Obra podrá realizarlo por terceros, pasándole al Contratista el cargo correspondiente.

Únicamente, y por sus características peculiares, serán de abono los trabajos de sostenimiento especificados en el proyecto.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamar cantidad alguna en concepto de indemnización por bajo rendimiento en la ejecución de los trabajos, especialmente en lo que se refiere a operaciones de apertura, sostenimiento, colocación de tubería y cierre de zanja, como consecuencia de la existencia de propiedades y servicios que afecten al desarrollo de las obras, bien sea por las dificultades físicas añadidas, por los tiempos muertos a que den lugar (gestiones, autorizaciones y permisos, refuerzos, desvíos, etc.), o por la inmovilización temporal de los medios constructivos implicados.



#### **1.5.4. Control de ruido y de las vibraciones del terreno**

Antes del comienzo de los trabajos en cada lugar y con la antelación que después se especifica, el Contratista, según el tipo de maquinaria que tenga previsto utilizar, realizará un inventario de las propiedades adyacentes afectadas, respecto a su estado y a la existencia de posibles defectos, acompañado de fotografías. En casos especiales que puedan presentar especial conflictividad a juicio del Ingeniero Director, se levantará acta notarial de la situación previa al comienzo de los trabajos.

Se prestará especial atención al estado de todos aquellos elementos, susceptibles de sufrir daños como consecuencia de las vibraciones.

Donde se evidencien daños en alguna propiedad con anterioridad al comienzo de las obras, se registrarán los posibles movimientos al menos desde un mes antes de dicho comienzo y mientras duren éstas. Esto incluirá la determinación de asientos, fisuración, etc., mediante el empleo de marcas testigo.

#### **1.5.5. Trabajos nocturnos**

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Director y realizados solamente en las unidades de obra que él indique. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación del tipo e intensidad que el Director de Obra apruebe, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

#### **1.5.6. Emergencias**

El Contratista dispondrá de la organización necesaria para solucionar emergencias relacionadas con las obras del Contrato, aun cuando aquellas se produzcan fuera de las horas de trabajo.

El Director de Obra dispondrá en todo momento de una lista actualizada de direcciones y números de teléfono del personal del Contratista responsable de la organización de estos trabajos de emergencia.



## **2. ELEMENTOS METÁLICOS. EJECUCIÓN DE OBRAS**

---

### **2.1. GENERAL**

#### **2.1.1. Empalmes permitidos**

Los empalmes deberán respetar las indicaciones dadas en los planos del proyecto, tanto en lo que se refiere a los tipos de empalme como a su localización.

#### **2.1.2. Calidad de las soldaduras**

Tomando como base la clasificación que se especifica en la NORMA UNE-EN 517, no se admitirán las soldaduras de calidad inferior a dos (2). Las soldaduras de las vigas, carriles y sus ménsulas serán todas de calidad uno (1).

A continuación se reproducen los apartados 2, 3 y 4 de la citada Norma que se refieren, respectivamente a la calidad, definiciones y defectos de soldaduras.

#### **COLOR CALIDAD CLASES DE UNIÓN**

- Negro 1 Soldadura perfecta.
- Azul 2 Soldadura buena.
- Verde 3 Soldadura regular.
- Marrón 4 Soldadura mala.
- Rojo 5 Soldadura muy mala.

Para determinar las clases de unión, que quedarán designadas por el número correspondiente, se tendrán en cuenta los defectos que aparezcan en las radiografías con arreglo a las definiciones siguientes:

**Soldadura perfecta.-** Es la soldadura homogénea o soldadura con algunas inclusiones gaseosas muy pequeñas.

**Soldadura buena.-** Es la soldadura con débiles desviaciones de la homogeneidad, bajo la forma de uno o varios de los defectos siguientes: Inclusiones gaseosas, inclusiones de escoria, mordedura de borde.



**Soldadura regular.-** Es la soldadura con pequeñas desviaciones de la homogeneidad, bajo la forma de uno o varios de los defectos siguientes: Inclusiones gaseosas, inclusiones de escoria, falta de penetración, mordedura de bordes.

**Soldadura mala.-** Es la soldadura con marcadas desviaciones de la homogeneidad bajo la forma de uno o varios de los defectos siguientes: inclusiones de escoria, inclusiones gaseosas, mordedura de bordes, falta de penetración, falta de fusión,

**Soldadura muy mala.-** Es la soldadura con gran desviación de la homogeneidad bajo uno o varios de los defectos siguientes: Inclusiones gaseosas, inclusiones de escoria, mordedura de bordes, falta de penetración, falta de fusión, grietas, etc.

Para la correcta interpretación de las radiografías y las clasificaciones en estos cinco grupos de las soldaduras correspondientes, se tendrá a la vista un álbum de radiografías tipo Instituto

Internacional de la Soldadura, y las Reglamentaciones Especiales que hayan de tenerse en cuenta según los trabajos de soldadura comprobados "Lloyd's Register of Shipping", "Bureau Veritas", "American Bureau".

### **2.1.3. Ensayo del metal de base en las zonas adyacentes a las soldaduras**

Siempre que lo especifique la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN, se prolongarán las costuras soldadas a tope, con el fin de tallar una probeta para someter a ensayo de resistencia a la zona próxima a la costura, por si el metal de base hubiese sido afectado por el soldeo.

### **2.1.4. Condiciones en la ejecución de la estructura**

#### **Acciones mecánicas durante la ejecución**

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier sobrecarga estática o dinámica que pueda provocar daño en los elementos.

Se recomienda que en ningún momento la seguridad de la estructura durante la ejecución sea inferior a la prevista en el proyecto para la estructura en servicio.

#### **Adecuación del proceso constructivo al proyecto**

Se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas, y los procesos de ejecución, se ajusten en todo a lo indicado en el proyecto.



En particular, deberá cuidarse de que tales disposiciones y procesos sean compatibles con las hipótesis consideradas en el cálculo, especialmente en lo relativo a los enlaces (empotramiento, articulaciones, apoyos simples, etc.)

## **2.2. EJECUCIÓN EN TALLER**

### **2.2.1. Planos de taller**

Los planos de taller contendrán:

- Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos y piezas de la estructura.
- Las contraflechas de vigas y cerchas, cuando estén previstas.
- Los empalmes que sea preciso efectuar.
- La disposición y situación de todas las uniones, incluso las provisionales de armado.
- El diámetro y forma de ejecución de los taladros.
- Las clases, diámetro y longitudes de los tornillos, el esfuerzo de pretensado y la forma de aplicarlo.
- La forma y dimensiones de las uniones soldadas, las preparaciones de bordes, el procedimiento, métodos y posiciones de soldeo, los materiales de aportación y el orden de ejecución.
- La forma de efectuar la toma de raíz en las soldaduras a tope con penetración completa, el empleo de chapa dorsal si no es posible la toma de raíz, o el procedimiento para garantizar la penetración completa, cuando no sea posible efectuar la toma de raíz ni recomendable el empleo de chapa dorsal (piezas sometidas a esfuerzos dinámicos).
- Las indicaciones sobre tratamiento térmico y mecanizado de los elementos que lo requieran.
- Indicación de los perfiles, clases de acero, pesos y marcas de todos los elementos.



Para la preparación de los planos de taller se tendrán en cuenta las siguientes anotaciones:

- El espesor de garganta mínimo de los cordones de soldadura en ángulo será de 2,5 mm. El espesor máximo no superará el 70 % del espesor de la pieza más delgada.
- En todo caso, los espesores de garganta cumplirán las disposiciones de la normativa aplicable (CTE DB SE-A).

El CONTRATISTA, antes de comenzar la ejecución en taller, someterá los planos a la revisión de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN, que señalará las correcciones a efectuar, a partir de las cuales el CONTRATISTA entregará nuevas copias para su aprobación definitiva.

### **2.2.2. Preparación de los materiales**

Deben eliminarse las rebabas de laminación en todos los perfiles y chapas que se utilicen en la construcción de las estructuras. Asimismo deben suprimirse las marcas de laminación en relieve, en todas aquellas formas de un perfil que hayan de entrar en contacto con otro en alguna de las uniones de la estructura.

El aplanado y enderezado de las chapas y perfiles debe ejecutarse con prensa o con máquina de rodillos, no permitiéndose el uso de la maza o del martillo.

Tanto las operaciones anteriores como las de curvado o conformación de los perfiles deben realizarse preferentemente en frío, pero con temperaturas del material no inferiores a 0 °C. Las deformaciones locales y permanentes deben mantenerse dentro de límites prudentes, considerándose que esta condición se cumple cuando aquellas no excedan en ningún punto el 2,5 %, a menos que se sometan las piezas deformadas en frío a un recocido de normalización posterior. Asimismo, en las operaciones de curvado y plegado en frío, debe evitarse la aparición de abolladuras en el alma o en el cordón comprimido del perfil que se curva, o de grietas en la superficie de tracción durante la deformación, rechazándose las piezas que presenten cualquiera de estos defectos.

Estas instrucciones amplían los artículos correspondientes del CTE DB SE-A.

Cuando las operaciones de conformación, u otras necesarias, hayan de realizarse en caliente, deben ejecutarse siempre a la temperatura del rojo cereza claro (alrededor de los 950 °C) interrumpiéndose el trabajo cuando el color del metal baje al rojo sombra (alrededor de los 700 °C) para volver a calentar la pieza.

Se prohíbe el uso directo del soplete en las operaciones de conformación y enderezado.



Deben tomarse todas las precauciones necesarias para no alterar la estructura del material, ni introducir tensiones parásitas, durante las fases de calentamiento y enfriamiento. El calentamiento debe efectuarse a ser posible en horno; el enfriamiento, al aire en calma, sin acelerarlo artificialmente.

Todas las piezas de acero forjado deben ser recocidas después de la forja.

Cuando no sea posible eliminar completamente, mediante las precauciones adoptadas "a priori", las deformaciones residuales debidas a las operaciones de soldeo, y éstas resultasen inadmisibles para el servicio o el buen aspecto de la estructura, pueden ser corregidas en frío, con prensa o máquina de rodillos, siempre que en esta operación no se excedan los límites de deformación permitidos en el tercer párrafo de este apartado, y se someta la pieza corregida a un examen cuidadoso para descubrir cualquier fisura que hubiese podido aparecer, en el material de aportación o en la zona de transición del material de base.

### **2.2.3. Trazado**

Antes de proceder al trazado, se debe comprobar que los distintos planos y perfiles presentan la forma exacta, recta o curva, deseada y que están exentos de torceduras.

El trazado debe realizarse por personal calificado, respetándose escrupulosamente las cotas de los planos y las tolerancias máximas permitidas, y de acuerdo con los métodos de fabricación.

Es conveniente no dejar huellas de granete que no sean eliminadas por operaciones posteriores, requisito que es obligatorio en las estructuras que han de estar sometidas a cargas dinámicas.

### **2.2.4. Corte**

El corte puede efectuarse con sierra, cizalla, plasma u oxicorte, debiéndose eliminar posteriormente con piedra esmeril las rebabas, estrías o irregularidades de borde producidas.

No está permitido el corte por arco eléctrico.

El corte con cizalla puede emplearse sólo para chapas, perfiles planos y angulares con un espesor máximo de 15 mm, a condición de que estas piezas vayan a estar sometidas a cargas estáticas.



En el oxicorte deben tomarse las precauciones necesarias para no introducir en las piezas tensiones parásitas de tipo térmico.

Los bordes cortados con cizalla, plasma u oxicorte, que hayan de quedar en las proximidades de uniones soldadas, deben mecanizarse mediante piedra esmeril, buril con esmerilado posterior o fresa en una profundidad no inferior a 5 mm, con el fin de levantar toda la capa de metal alterado por el corte. La mecanización debe llegar por lo menos hasta una distancia de 30 mm del extremo de la soldadura; esta operación no es necesaria cuando los bordes cortados hayan de ser fundidos, en aquella profundidad, durante el soldeo.

La eliminación de todas las irregularidades de bordes debidas al corte, debe efectuarse con mucho esmero en la totalidad de las piezas a soldar, y debe ser especialmente cuidadosa en piezas que vayan a estar sometidas a cargas dinámicas.

Aunque en los planos no pueda apreciarse el detalle correspondiente, no deben cortarse nunca las chapas o perfiles de forma que queden ángulos entrantes con arista viva. Cuando no se puedan eludir estos ángulos deben redondearse siempre en su arista con el mayor radio posible.

#### **2.2.5. Taladrado**

Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente, no estando permitida su ejecución mediante soplete o arco eléctrico.

El punzonado se admite para materiales de hasta 25 mm de espesor, siempre que el espesor nominal del material no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). Se pueden realizar agujeros mediante punzonado sin escariado excepto en las zonas en que el pliego de condiciones especifique que deban estar libres de material endurecido. Una posibilidad es punzonar hasta un tamaño 2 mm inferior al diámetro definitivo y taladrar hasta el diámetro nominal.

Se deben tomar las medidas correspondientes para garantizar que los agujeros sean cilíndricos, sin grietas ni fisuras, y para garantizar la coincidencia de los mismos.

No está permitido el uso de la broca pasante o lima redonda para agrandar o rectificar agujeros, debiendo emplearse el escariador mecánico.

Los agujeros destinados a alojar tornillos calibrados deben efectuarse siempre con taladro, cualesquiera que sean su diámetro y los espesores de las piezas a unir.



Siempre que sea posible deben taladrarse de una sola vez los agujeros que atraviesan dos o más piezas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladradas, las piezas se separarán para eliminar las rebabas. Análogamente se procederá con los agujeros taladrados cuando haya que rectificar su coincidencia.

#### **2.2.6. Ejecución atornillada**

Los tornillos que vayan a quedar con su eje en posición vertical, o inclinada, deben colocarse de modo que la tuerca quede más baja que la cabeza.

Las tuercas deben apretarse por medio de llaves dinamométricas calibradas, de acuerdo con los valores de par y las tolerancias indicadas en los planos. A ambos lados de la tuerca, tanto al exterior como hacia la espiga sin roscar, debe sobresalir al menos un filete de rosca (además de la terminación de la misma).

Cuando se emplean tornillos no pretensados, es conveniente bloquear las tuercas en estructuras no desmontables, empleando un sistema adecuado: arandela de seguridad, contratuerca, matado de la rosca o punto de soldadura.

Empleando tornillos no pretensados, el bloqueo de tuercas es obligatorio cuando la estructura esté sometida a cargas dinámicas, y en tornillos sometidos a esfuerzos de tracción en dirección de su eje.

Las tuercas de los tornillos pretensados están suficientemente aseguradas con el procedimiento normal de apriete, sin necesidad de bloqueo.

#### **Tornillos ordinarios**

El diámetro nominal del tornillo ordinario es el de su espiga. El diámetro del agujero será un milímetro mayor que el nominal de la espiga. Se debe comprobar la coincidencia de los agujeros introduciendo un calibre cilíndrico, de diámetro 1,5 mm menor que el diámetro nominal de agujero. Si el calibre no pasa suavemente, se debe rectificar el agujero mediante escariador.

La longitud mínima de la espiga será igual a la suma de espesores a unir más un milímetro, sin alcanzar la superficie exterior de la arandela, quedando dentro de esta al menos un filete.

Para la colocación de los tornillos en las uniones de dos elementos, se utilizarán punzones para aproximar los taladros, nunca mediante golpeo sobre los tornillos.

Los asientos de las cabezas y tuercas deben estar perfectamente planos y limpios. Es obligatoria la colocación de arandelas bajo la tuerca. Si el perfil a fijar tiene la cara inclinada, se debe emplear arandela de espesor variable en su cara exterior normal al eje



del tornillo, para un correcto apoyo de la tuerca. Esta arandela se debe colocar también bajo la cabeza del tornillo si ésta apoya sobre la cara inclinada. En el caso de haber taladros rasgados se requerirán dos arandelas, una más para la cabeza del tornillo.

### **Tornillos calibrados**

Los agujeros para tornillos calibrados se deben efectuar siempre con taladro de diámetro igual al nominal de la espiga, con las tolerancias que se indican en el apartado 3.5.4.

Los tornillos ajustados deben ir provistos de arandelas bajo la cabeza y bajo la tuerca.

Cuando los agujeros deban escariarse en obra, se recomienda realizarlos en taller con 3 mm menos del diámetro.

La longitud mínima de la espiga será igual a la suma de espesores a unir más un milímetro, sin alcanzar la superficie exterior de la arandela, quedando dentro de esta al menos un filete.

Los asientos de las cabezas y tuercas deben estar perfectamente planos y limpios. Si el perfil a fijar tiene la cara inclinada, se debe emplear arandela de espesor variable en su cara exterior normal al eje del tornillo, para un correcto apoyo de la tuerca. Esta arandela se debe colocar también bajo la cabeza del tornillo si ésta apoya sobre la cara inclinada.

El CONTRATISTA podrá sustituir los tornillos ajustados por tornillos de alta resistencia, previa aprobación por la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN.

### **Tornillos de alta resistencia**

Para la colocación de tornillos de alta resistencia se debe verificar, antes de realizar la unión, que las superficies de las piezas a unir son absolutamente planas. También se debe comprobar antes de realizar la unión que estas superficies están completamente limpias y sin pintar (libres de pintura, polvo, grasa, óxido, cascarilla de laminación, etc.). La grasa que pudiera haber, se debe limpiar con disolventes adecuados.

La cascarilla de laminación de estas superficies debe eliminarse, sometiéndolas a un tratamiento de limpieza a base de chorro de arena silíceo, con diámetros de grano entre 0,5 y 1 mm o bien de chorro de granalla de acero.

La longitud de la espiga del tornillo debe ser tal que, ni la rosca ni la terminación de la rosca, estén en el plano de contacto entre dos chapas consecutivas.



Se debe colocar siempre arandela bajo la cabeza y bajo la tuerca. Estas arandelas se ajustarán a lo especificado en la norma DIN 6.914.

Las tuercas se apretarán mediante llaves taradas que midan el momento torsor aplicado. Este momento torsor será un 10% superior al nominal. Deberá quedar por lo menos un filete fuera de la tuerca después de apretarla. Se colocará la arandela correspondiente bajo la cabeza y bajo la tuerca. Como se ha mencionado, el apriete se hará con llaves taradas, de forma que se comience por los tornillos del centro de la unión y con un momento torsor del 80% del especificado en los planos o normativa, para completar el apriete en una segunda vuelta.

Para todo lo correspondiente al tipo de rosca, tuercas y arandelas, dimensiones nominales, tolerancias dimensionales, designación, características de los aceros, aceros para tornillos y tuercas, acero para arandelas, ensayos, suministro y recepción etc se seguirá lo especificado en la Norma DIN 6.914 y DIN 268. Salvo que los planos indiquen otro valor, el momento torsor a aplicar es el indicado en el CTE DB SE-A para los diferentes diámetros.

#### **2.2.7. Ejecución soldada**

En cuanto al corte de las chapas se ejecutará con máquina automática de oxicorte salvo para aquellos aceros aleados que se requiera técnicas especiales como puede ser el plasma o arco aire. Para espesores inferiores a 15 mm se podrá emplear también cizalla en la realización de los cortes.

El corte de perfiles laminados se ejecutará con sierra mecánica por arranque de viruta salvo en pequeños perfiles que podrá realizarse con disco abrasivo u oxicorte.

Para la preparación de biseles se podrá realizar por mecanizado, por máquina automática de oxicorte o por esmerilado. Todas las entallas producidas, tanto en corte recto como en biseles, con profundidad superior a 0,5 mm se esmerilarán hasta su total eliminación, así como la del óxido adherido, rebabas, estrías u otras irregularidades en los cantos de los bordes.

En cuanto a tolerancias en biseles se indican los siguientes:

- Ángulos:  $\pm 5^\circ$
- Talones: 1 mm
- Separación: +2 mm

Las uniones soldadas pueden ejecutarse por cualquiera de los procedimientos que se citan a continuación, sin necesidad de aprobación previa:



- Soldeo eléctrico manual, con electrodo fusible revestido.
- Soldeo eléctrico, semiautomático o automático por arco en atmósfera gaseosa, con alambre-electrodo fusible.
- Soldeo eléctrico semiautomático o automático por arco con alambre tubular.
- Soldeo eléctrico automático, por arco sumergido, con alambre-electrodo fusible

El CONTRATISTA debe presentar una Memoria de Soldadura detallando para cada unión o grupo de uniones similares:

- Procedimiento de soldeo.
- Tipo de electrodos para el soldeo manual.
- Posición del soldeo.
- Parámetros de soldeo (intensidad, voltaje, velocidad).
- Temperaturas de precalentamiento y entre pasadas, si fuese necesario en función de los espesores de las piezas a unir o de su composición química.
- Secuencia, si se precisa.

El CONTRATISTA debe entregar a la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN la lista de los soldadores calificados para el trabajo, junto con los resultados de las pruebas de calificación.

Las preparaciones de borde se deben efectuar de acuerdo con lo indicado en los apartados correspondientes de esta especificación, recomendándose las formas y disposiciones dadas en el CTE DB SE-A.

Antes del soldeo se limpiarán los bordes de la costura, eliminando cuidadosamente toda la cascarilla, herrumbre y muy especialmente las manchas de grasa o de pintura.

Todas las soldaduras se realizarán únicamente por soldadores aprobados y calificados de acuerdo con las normas A.W.S. D.1.1. “American Welding Society” o UNE-EN ISO 9606. Se mantendrán unos registros de identificación de los soldadores de forma satisfactoria a la representación del Cliente. Esta documentación quedará en todo momento puesta a disposición de dicha representación.



Cada soldador identificará su propio trabajo mediante un punzón de acero que lleve su marca personal con el cual marcará su trabajo junto a cada soldadura. Tales marcas personales serán registradas por el CONTRATISTA. Este registro será accesible en cualquier momento a la representación del Cliente. Estas marcas personales no serán transferibles.

Se retirará de trabajos de soldadura al soldador que demuestre carecer de suficiente habilidad durante el transcurso de la obra.

Se requiere aprobación del procedimiento de soldadura de forma independiente cada vez que concurra un cambio de los especificados en el ASME IX “Welding Qualifications”.

El examen y la calificación de los soldadores deben efectuarse de acuerdo con lo especificado en la norma UNE-EN ISO 9606.

Es conveniente ejecutar los chaflanes o biseles de preparación de bordes para soldadura mediante oxígeno o máquinas herramientas, observándose respecto al primer procedimiento, las prescripciones contenidas en el apartado 3.3.

Las piezas que hayan de unirse con soldadura se deben presentar y fijar en su posición relativa mediante dispositivos adecuados, que aseguren sin una coacción excesiva la inmovilidad durante el soldeo y el enfriamiento subsiguiente.

El orden de ejecución de los cordones, y la secuencia del soldeo dentro de cada uno de ellos y del conjunto, se deben elegir con vistas a conseguir que después de unidas las piezas, adquieran su forma y posición relativas definitivas sin enderezado posterior y que las tensiones residuales se mantengan dentro de los límites aceptables. Debe aplicarse lo dispuesto en el CTE DB SE-A. Como norma general, en primer lugar se deben realizar las uniones a tope y después las uniones en ángulo.

Después de ejecutar cada cordón elemental, y antes de depositar el siguiente, se limpiará su superficie con piqueta y cepillo alambre eliminando todo rastro de escorias. Para facilitar esta operación, y el depósito de los cordones posteriores, se procurará que las superficies exteriores de tales cordones no formen ángulos diedros demasiado agudos, ni entre sí, ni con los bordes de las piezas, y también que las superficies de los cordones sean lo más regulares posible.

Cuando las piezas indicadas en los planos sean de mayores dimensiones que las chapas de que dispone el CONTRATISTA, cada una de las chapas que componen las piezas o conjuntos deben empalmarse con soldadura, independientemente, previa consulta a la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN. Una vez empalmada cada chapa del conjunto se debe proceder a su enderezado en aplanadora de cilindros o prensa.



No está permitido hacer coincidir en una misma sección los finales de varios cordones.

Los escotes para pasos de soldadura, en rigidizadores y demás elementos que los precisen, deben ser de 20 x 20 mm como mínimo y de 30 x 30 mm como máximo, consiguiendo de esta manera un paso limpio del cordón de soldadura, sin interrupciones, y evitando así nudos y concentración de tensiones.

Los cráteres producidos por el cebado y corte del arco, en los extremos de la soldadura, deben eliminarse en estructuras sometidas a cargas dinámicas.

Los elementos provisionales que, por razones del montaje y otras, sea necesario soldar a la estructura, se deben desgazar posteriormente con soplete y no a golpes, procurando no dañar a la propia estructura. Los restos de soldadura ejecutados para la fijación de aquellos elementos se deben eliminar con ayuda de piedra esmeril, fresa o lima.

Entre los medios de fijación provisional pueden utilizarse puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas a unir; el número e importancia de estos puntos debe ser el mínimo compatible con la inmovilización de las piezas. Pueden englobarse estos puntos en la soldadura definitiva, con tal de que no presenten fisuras ni otros defectos, y que hayan quedado perfectamente limpios de escoria.

No deben fijarse las piezas a gálibos de armado con puntos de soldadura.

Se deben tomar las debidas precauciones para proteger los trabajos de soldeo contra el frío. Se debe suspender el trabajo cuando la temperatura baje a los 0 °C, si bien en casos excepcionales se puede soldar con temperaturas comprendidas entre 0 y -5 °C, siempre que se adopten medidas para evitar un enfriamiento excesivamente rápido de la soldadura (precalentamiento del material base, por ejemplo). Para estos casos se debe solicitar la previa aprobación de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN.

Cuando se emplee la soldadura por arco bajo atmósfera gaseosa, se debe proteger la zona de soldeo del viento mediante los oportunos apantallamientos, de forma que, en ningún caso, la velocidad del viento en las proximidades de la soldadura sea superior a siete kilómetros por hora (7 km/h).

Durante el soldeo se deben mantener bien secos y protegidos de la lluvia tanto los bordes de la costura como las piezas a soldar en una zona suficientemente amplia alrededor de la zona en que se esté soldando.

En las circunstancias mencionadas en los párrafos anteriores, el CONTRATISTA deberá proteger la zona de trabajo a satisfacción de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN, previamente a la iniciación de cualquier operación de soldadura.



Es conveniente precalentar el material base para la soldadura y durante la misma, cuando aquel contenga una cantidad de carbono equivalente mayor del 0,20 %.

Está prohibido acelerar el enfriamiento de las soldaduras por medios artificiales.

Es conveniente que el depósito de los cordones de soldadura se efectúe, siempre que sea posible, en posición horizontal. Con este fin deben proporcionarse los dispositivos necesarios para poder voltear las piezas, y orientarlas en la posición más conveniente para la ejecución de las distintas costuras, sin provocar en ellas solicitaciones excesivas que puedan dañar la resistencia de las primeras capas depositadas.

A menos que se prevean los tratamientos térmicos adecuados, no está permitida la realización de soldaduras en las zonas en que el material haya sufrido una fuerte deformación en frío.

### **Soldaduras a tope**

Las soldaduras a tope deben ser siempre continuas y de penetración completa. Cuando las uniones de este tipo se realicen entre dos piezas de distinta sección transversal, y el espesor de una de ellas sea mayor que 1,20 veces el de la otra, el extremo de la que tenga mayor sección se debe achaflanar, en todas las caras en que ello fuese necesario, con una pendiente no superior a 1/5.

En todas las soldaduras manuales a tope debe levantarse la raíz por el revés, recogiéndola, por lo menos, con un nuevo cordón de cierre. Cuando ello no sea posible, porque la raíz sea inaccesible, se deben adoptar las medidas oportunas (chapa dorsal, guía de cobre acanalado, etc.) para conseguir un depósito de material sano en todo el espesor de la costura.

En todas las soldaduras a tope, los cordones deben prolongarse en los extremos, fuera de las piezas a soldar, para lograr una longitud eficaz total.

### **Soldaduras en ángulo**

Cuando no venga especificado en los planos, el espesor de garganta debe determinarse de acuerdo con lo indicado en CTE DB SE-A.

Toda soldadura en ángulo sin penetración completa debe ejecutarse como se indica en el CTE DB SE-A, donde se aprecia que la soldadura llega a cubrir el vértice del cordón. Para lograr este requisito deben emplearse electrodos de diámetro y tipo adecuados.

En los cordones discontinuos, la longitud eficaz de cada uno de los tramos no debe ser inferior a cinco veces su espesor de garganta, ni a 40 mm. La distancia libre



entre cada dos tramos consecutivos de cordón, no debe exceder de quince veces el espesor del elemento unido que tenga menor espesor. En ningún caso la distancia debe ser superior a 300 mm.

### **Soldaduras a solape**

En el caso de soldaduras a solape, la longitud de éste debe ser, como mínimo, tres veces el menor de los espesores de las piezas a soldar, y nunca menor de 30 mm.

### **Electrodos**

La elección del tipo y diámetro de electrodo se hará teniendo en cuenta las características del material base y la posición de aportación. Los electrodos a utilizar en las soldaduras de perfiles y placas cumplirán con el Código A.W.S. o UNE, estando homologados por algún organismo oficialmente conocido. En el caso de estructuras de acero generalmente el tipo de electrodo a emplear será de revestimiento básico, siguiendo las normas de conservación y empleo que estos electrodos requieran.

Una vez hecha la elección de marca y fabricante, se informará a la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN para que dé su aprobación o reparos. Esta información concretará las características del metal de aportación, así como el revestimiento, la tensión de corriente mínima del transformador en continua o alterna y su clasificación según la norma AISC, A.W.S. o UNE-EN ISO 2560.

En el uso de los electrodos se deben seguir las instrucciones del suministrador.

El CONTRATISTA mantendrá los electrodos en paquetes a prueba de humedad, situándolos en un local cerrado y seco a una temperatura tal que se eviten condensaciones. Se tendrá especial cuidado con los electrodos de revestimiento básico, los cuales deben ser aplicados completamente secos.

El CONTRATISTA dispondrá de hornos para mantenimiento de electrodos, en los cuales serán introducidos éstos en el momento en que los paquetes sean abiertos para su utilización. En aquellos casos en que las envolturas exteriores de los paquetes hayan sufrido daños, el Inspector de control adscrito a la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN decidirá si los electrodos deben ser rechazados, desecados o introducidos directamente en los hornos de mantenimiento. Habrá de tenerse en cuenta, a tal efecto, que la misión exclusiva de los hornos de mantenimiento será tener en buenas condiciones de utilización aquellos electrodos que inicialmente lo estén, y que por haber perdido su aislamiento de la atmósfera lo requieran.

Los electrodos recubiertos del tipo básico, cuyos embalajes no presenten una estanqueidad garantizada y se decida desecarlos, lo serán durante 2 horas, como mínimo, a una temperatura de  $225^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ . Estos valores de temperatura y tiempo podrán modificarse en base a las recomendaciones de los fabricantes.



No está permitido desecar más de una vez los electrodos. Los electrodos humedecidos o mojados no deben ser utilizados en ningún caso.

El fundente y las varillas para soldar se almacenarán en locales cerrados, con el fin de evitar excesos de humedad. El fundente, antes de usarlo, se secará dos horas como mínimo a  $200 \pm 25$  °C, o tal como indique el fabricante.

El fundente que haya estado a temperatura ambiente más de dos horas no se usará a menos que sea secado, de acuerdo con lo descrito en el párrafo anterior. El fundente seco puede mantenerse en una estufa a una temperatura no inferior a 50° C hasta usarlo. El reciclaje de la escoria del fundente no está permitido.

Con independencia de los que pudiera disponer en almacén, el CONTRATISTA situará hornos de mantenimiento en las proximidades de las zonas de trabajo de los soldadores. El soldador dispondrá de un recipiente cerrado, en el cual colocará los electrodos que en pequeñas cantidades vaya retirando del horno de mantenimiento más próximo. Estos electrodos deberán ser utilizados en un plazo inferior a una hora.

En casos especiales en que los soldadores trabajen en condiciones ambientales de gran humedad, la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN podrá exigir que el CONTRATISTA provea a sus soldadores de hornos de mantenimiento individuales, de los cuales extraerá los electrodos uno a uno conforme vayan a ser utilizados.

Los Inspectores de Control de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN podrán ordenar la retirada o destrucción de cualquier electrodo que, a pesar de las precauciones tomadas por el CONTRATISTA, haya resultado en su opinión contaminado.

### Ensayos

El radiografiado se hará de acuerdo con las siguientes Normas:

- Las películas para el radiografiado serán del tipo 2 de ASTM-E-94, teniendo la placa una longitud máxima de 40 cm.
- Los penetrómetros serán de acuerdo con la Norma A.W.S. D.1.1.
- Se identificarán las radiografías de acuerdo con el sistema marcado que fije la representación de la Propiedad, pintándose las marcas en los puntos en que se realicen las radiografías y llevando un registro que, mediante croquis realizados al efecto, permita la fácil localización efectuada.
- La sensibilidad de la película será tal que permita apreciar defectos superiores al 2% del espesor de la pared.



- Caso de calificarse como rechazable alguna soldadura, se radiografiarán dos nuevas soldaduras de las realizadas por el mismo soldador en el mismo día. Caso de ser rechazada alguna, se efectuará el radiografiado al 100% de las soldaduras realizadas durante ese día, por dicho soldador, siendo la realización de las mismas siempre a cargo del instalador.
- La calificación de las radiografías se realizará de acuerdo con el Código A.W.S.

### **2.3. MONTAJE**

#### **2.3.1. Comprobaciones previas al montaje**

Antes de iniciar cualquier trabajo será obligación del CONTRATISTA comprobar la disponibilidad de elementos y materiales para un trabajo continuo, notificando a la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN cualquier falta de los mismos. El CONTRATISTA no tendrá derecho a ningún tipo de reclamación si previamente, con el tiempo suficiente para su reclamación al Suministrador, no notifica la inexistencia de cualquier tipo de material necesario para su trabajo, que sea suministro de otros.

Las manipulaciones necesarias para la carga, transporte, descarga, almacenamiento a pie de obra y montaje se deben realizar con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se deben cuidar especialmente, protegiéndolas si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos a utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Con objeto de asegurar el cumplimiento de las tolerancias de montaje especificadas y antes de proceder al montaje, el CONTRATISTA comprobará los replanteos, alineaciones y nivelaciones y en particular los ejes y dimensiones de los pedestales de cimentaciones y el posicionamiento de pernos antes de proceder al montaje de la estructura metálica.

En esta fase el CONTRATISTA corregirá cualquier deformación de elementos estructurales producida en el transporte o en su manipulación. Si el defecto no pudiera corregirse o si el juicio de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN se presumiese que tal corrección pudiera afectar a la resistencia y/o estabilidad o al buen aspecto de la estructura, la pieza será rechazada, marcándola de forma indeleble y procediendo a su retirada de la zona de montaje.



La preparación de las uniones que se vayan a efectuar en montaje debe efectuarse siempre en taller, en particular la preparación de bordes para las soldaduras y la perforación de agujeros para los tornillos.

Siempre que las dimensiones de la estructura lo permitan, se debe realizar un montaje en blanco en taller para garantizar la coincidencia de los elementos a unir y la configuración geométrica de la estructura. En cualquier caso se deben realizar montajes parciales de subconjuntos que puedan ser manejados en el taller.

Se comprobará que la posición y dimensiones de las piezas preparadas coincidan con la definitiva y si se han previsto elementos de corrección, que su posición relativa es la debida y que la posible separación de su forma actual, respecto de la definitiva, podrá ser corregida con los medios de corrección disponibles.

### **2.3.2. Normas generales de montaje**

Los trabajos de montaje de la estructura metálica se realizarán de acuerdo con el CTE DB SE-A, los documentos de proyecto, los planos de montaje y las indicaciones de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN. Si surge discrepancia entre varios documentos se seguirán las normas y procedimientos que resuelva la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN.

El CONTRATISTA aplicará también toda la normativa referente a la Seguridad e Higiene en el trabajo y las disposiciones de Régimen Interior de la Obra. Tanto el CONTRATISTA como su personal acatarán las penalidades establecidas por el comité de Seguridad por la no aplicación de dichas normas.

Se considerará como parte del trabajo de montaje, la corrección de errores que requieren el uso moderado de escariadores o taladros. En ningún caso se permitirá el uso de otro tipo de herramientas distinto que el indicado para estos trabajos.

Durante su montaje, la estructura debe asegurarse provisionalmente mediante cualquier medio auxiliar adecuado, de tal forma que se garantice su estabilidad y resistencia hasta el momento de terminar las uniones definitivas.

Los errores de importancia en la fabricación que impidan el izado o ensamblaje de alguna pieza, una vez tomadas las medidas indicadas en el párrafo anterior, se comunicarán inmediatamente a la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN para que decida el método más eficiente y autorice su corrección.

En todo momento se garantizará la resistencia y estabilidad del conjunto estructural como, la de sus elementos componentes mediante los oportunos refuerzos temporales.



No se retirarán las sujeciones provisionales para soportar cargas accidentales que pueden producirse durante el montaje hasta que desaparezcan las causas que las motivaron.

Los elementos provisionales que, por razones de montaje u otras, sea necesario soldar a las barras de la estructura, se desgazarán posteriormente con soplete, nunca a golpes, procurando no dañar la propia estructura. Los restos de cordones de soldadura ejecutados para la fijación de aquellos elementos se eliminarán con ayuda de piedra esmeril, fresa o lima.

En el montaje se debe prestar la debida atención al ensamblaje de las distintas piezas, con el objeto de que la estructura se adapte a la forma prevista en el proyecto, debiéndose comprobar cuantas veces fuese necesario la exacta colocación relativa de sus diversas partes.

No se debe comenzar el atornillado definitivo, o el soldeo definitivo de las uniones de montaje, hasta que no se haya comprobado que la posición de las piezas a que afecta cada unión coincide exactamente con la definitiva.

Se procurará efectuar las uniones de montaje de forma que todos sus elementos sean accesibles a una inspección posterior. Cuando sea forzoso que queden algunos ocultos no se procederá a colocar los elementos que los cubren hasta que no se hayan inspeccionado los primeros.

Si para facilitar los trabajos de montaje fuese conveniente, a juicio del CONTRATISTA, soldar soportes provisionales sobre estructuras, taladrar forjados, abrir huecos en muros o pilares, etc. bajo ningún concepto realizará dichas operaciones sin contar con la autorización de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN, previa solicitud por escrito.

En las cubiertas y cierres laterales y frontales de las estructuras no se debe comenzar a colocar los ventanales, ladrillos, material de cubierta, etc., hasta no asegurarse de que todas las vigas están completamente terminadas y correctamente montadas.

## **2.4. PROTECCIÓN SUPERFICIAL**

### **2.4.1. General**

#### **Preparación de superficies**

La superficie a preparar será examinada con el fin de comprobar que esté totalmente exenta de aceite, cera, grasa, humos de las soldaduras o productos similares. Si se observan zonas con su presencia, se limpiarán mediante lavado con disolventes,



limpiadores químicos o detergentes orgánicos, terminando siempre con un lavado con agua.

La suciedad de otro tipo como sales o salpicaduras de cemento se eliminará por rascado o con cepillo de alambre o de fibra terminando también con un lavado con agua. En su caso se eliminarán las proyecciones de soldadura con cincel.

El chorreado o granallado y la aplicación de la primera capa de imprimación deben ser realizados en taller pudiéndose efectuar la imprimación con brocha o a pistola.

No se podrá chorrear si la humedad relativa es superior al 85 % o si la temperatura del acero no se encuentra al menos 3 °C por encima del punto de rocío.

El aire a presión utilizado en el chorreado debe estar seco, exento de aceite y libre de contaminación y con la presión suficiente para mantener la eficacia del chorro.

El abrasivo a utilizar en el chorreado debe ser arena de sílice con un diámetro de partícula de 0,8 a 1,5 mm, escoria de cobre o similar. El perfil de rugosidad obtenido con la arena estará comprendido entre 30 y 50 micras.

Si el chorreado se efectúa en instalaciones automáticas de granallado, se utilizará granalla metálica.

Estos abrasivos estarán exentos de humedad, limpios y sin contaminantes y provistos de la dureza apropiada para crear la rugosidad requerida.

Una vez efectuado el chorreado se cepillarán las superficies con útiles de cerda o fibra totalmente limpios, se soplará con aire comprimido y/o limpiará por aspiración para eliminar todo resto de residuos producidos durante el chorreado, como son polvo, contaminantes, etc., que pudieran estar depositados en las cavidades y esquinas del metal tratado. Una forma de verificar que la limpieza es adecuada es aplicar a la pieza una cinta adhesiva, que al despegarse no deberá tener suciedad adherida.

Después del chorreado, la superficie tiene que quedar sin escamación, óxido, grasa, marcas de pintura, sales solubles o ninguna materia extraña y con color entre gris y blanco. La existencia de superficies con manchas indica un chorreado incompleto. Como mínimo, el 95 % de la superficie quedará libre de todo residuo visible observándose en el resto sólo ligeras decoloraciones.

Para la comprobación de esta limpieza se utilizarán los Standard fotográficos de la Norma Sueca SIS 05.59.00.

### **Aplicación de pinturas**



Debe efectuarse la protección en un local seco, cubierto y al abrigo del polvo. Cuando ello no sea posible y previa autorización de la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN, puede efectuarse al aire libre a condición de no trabajar en tiempo húmedo o ventoso o en época de heladas.

La superficie metálica debe estar seca y su temperatura al menos 3 °C por encima del punto de rocío, para que no se produzcan condensaciones. Además, las condiciones de humedad y temperatura deberán estar en el intervalo fijado por el fabricante de la pintura.

Los cantos agudos deben ser redondeados, de forma que el recubrimiento pueda ser aplicado con un espesor uniforme.

No debe efectuarse la imprimación hasta que haya sido autorizada por la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN, después de realizada la inspección de la estructura terminada en el taller.

Entre la preparación de superficie y la aplicación de la imprimación deben transcurrir como máximo:

- 6 horas si la humedad relativa del aire no supera el 60 %.
- 4 horas si la humedad relativa del aire está entre el 60 y el 75 %.
- 2 horas si la humedad relativa del aire está entre el 75 y el 85 %.

No deben imprimarse ni recubrir en general con ninguna capa de protección las superficies que hayan de soldarse en tanto no se haya ejecutado la unión ni tampoco las adyacentes en una anchura mínima de 50 mm contada desde el borde del cordón. Cuando por razones de montaje se juzgue conveniente efectuar una protección temporal, se debe elegir para estas partes un tipo de pintura fácilmente eliminable antes del soldeo.

No deben pintarse ni engrasarse las superficies de contacto si pertenecen a una junta atornillada con tornillos de alta resistencia trabajando a rozamiento.

Terminado el montaje y hechas las pruebas se debe pintar la totalidad de las partes no protegidas con otra mano de pintura de imprimación, después de limpiar cuidadosamente con cepillo de alambre y rasqueta las superficies, eliminando el más leve rastro de suciedad y de óxido así como las escorias y cascarillas.

Entre la limpieza y la aplicación de esta capa de imprimación debe transcurrir el menor tiempo posible.



Seguidamente deben aplicarse las capas de pintura de acabado que estén especificadas en los colores que se determinen.

Entre la aplicación de dos capas consecutivas debe transcurrir el tiempo indicado por el fabricante de la pintura.

#### **2.4.2. Sistema de pintado interior**

Se deben proteger todas las estructuras metálicas situadas en el interior de edificios contra los fenómenos de corrosión y oxidación exigiéndose como mínimo la siguiente protección:

- Chorreado o granallado de la superficie hasta el grado Sa 21/2 de la norma sueca SIS 055900 equivalente a la norma ISO 8501 seguido de soplado y/o aspirado hasta su limpieza total.
- Una capa de pintura de imprimación tipo epoxi rica en zinc–poliamida con fosfato de zinc, tolerante a humedades del 95 % cuyo tiempo de repintabilidad será como mínimo de 6 meses a 20 °C con un espesor mínimo de película seca de 65 micras.
- Pintura de acabado tipo epoxi multifuncional–amina sin disolvente con un espesor de película seca de 100 micras en color a determinar por la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN. La aplicación de esta capa se realizará en obra.

Los espesores indicados en este apartado y en el siguiente se consideran eficaces, es decir, medidos sobre las crestas de la rugosidad resultante del chorreado.

#### **2.4.3. Sistema de pintado exterior**

En estas circunstancias se exige la misma preparación de superficies que en el párrafo 3.4.2, con la aplicación posterior de las siguientes capas:

- Imprimación anticorrosiva a base de silicato inorgánico de zinc–poliamida con fosfato de zinc o epoxi rica en zinc según norma MIL-P-38336 (o INTA 164408, UNE 48293) con un espesor mínimo eficaz de película seca de 85 micras como mínimo. La aplicación de esta capa se realizará en taller.
- Capa intermedia de pintura a base de epoxi poliamida de alto espesor con una formulación especialmente adecuada para la aplicación sobre silicatos de zinc cuyo tiempo de repintabilidad



será como mínimo de 6 meses a 20 °C con un espesor mínimo de película seca de 100 micras y un máximo de 120 micras. La aplicación de esta capa se realizará en taller.

- Dos capas de pintura de acabado a base de poliuretano alifático de repintabilidad ilimitada con un espesor mínimo total de película seca de 50 micras y un máximo de 60 micras en color a determinar por la DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN. La aplicación de esta capa se realizará en obra.

En la siguiente tabla se pueden observar los sistemas de pintado para cada tipo de estructura, tanto para las situadas en el interior de edificios como para las situadas en el exterior de los mismos, así como para escaleras y barandillas.

| SISTEMA | CONDICIONES                                                      | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                               | SISTEMA DE PINTADO                                                                               |                                      | ESPESOR TOTAL (µm) |
|---------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| A       | Acero al carbono enterrado T<60°C                                | Tuberías y equipos sumergidos en agua o enterrados                                                                                                                                                        | 1x50 Epoxi universal<br>2x150 Epoxi aluminio laminar                                             |                                      | 350                |
| B       | Superficies de A°C° en Inmersión continua T<60°C                 | Interior de tanques de agua potable, desmineralizada, bruta, residual, aceite o fuel y superficies sumergidas de equipos, tuberías, etc. Se estudiará según el fluido diferentes alternativas (B-1 o B-2) | B-1                                                                                              | 2x150 Epoxi amina altas prestaciones | 300                |
|         |                                                                  |                                                                                                                                                                                                           | B-2                                                                                              | 2x200 Epoxi sin disolventes          | 400                |
| C       | Superficies de A°C° en exposiciones exteriores o galerías T<60°C | Exterior de tanques, tuberías, equipos y componentes. Superficies en las que se pueda dar condensación o HR>85% y superficies difícilmente o no accesibles                                                | 1x85 Epoxi amida fosfato de zinc<br>1x100 Epoxi amida alto espesor<br>1x50 Poliuretano alifático |                                      | 235                |
| D       | Superficies de A°C° en exposición interior T<60°C                | Tuberías, equipos y componentes en el interior de edificios o en recintos cerrados                                                                                                                        | 1x65 Epoxi amida fosfato de zinc<br>1x100 Epoxi amida alto espesor                               |                                      | 165                |
| E       | Superficies de A°C° que deban ser calorifugadas 60°C<T<400°C     | Superficies metálicas y exterior de tuberías con alta temperatura en operación normal. Incluso con aislamiento                                                                                            | 1x75 Etil silicato inorgánico de zinc                                                            |                                      | 75                 |
| G       | Superficies galvanizadas y                                       | Escaleras y barandillas                                                                                                                                                                                   | 1x30 Epoxi fosfato de zinc                                                                       |                                      | 80                 |



|  |                     |  |                            |  |
|--|---------------------|--|----------------------------|--|
|  | metales no férricos |  | 1x50 Poliuretano alifático |  |
|--|---------------------|--|----------------------------|--|

#### **2.4.4. Protección de las partes mecanizadas**

Aquellas partes de las estructuras metálicas previstas para uniones ajustadas, cuando estos ajustes hayan de hacerse en montaje, deben protegerse contra la oxidación mediante una capa de barniz.

#### **2.4.5. Protección de las piezas mecanizadas**

Las piezas mecanizadas en general y los engranes y ruedas en particular deben también protegerse mediante una capa de barniz en sus partes mecanizadas y en las restantes mediante el sistema de pintado, interior o exterior, que resulte aplicable.

### **2.5. TOLERANCIAS**

#### **2.5.1. Fabricación en taller**

Las desviaciones geométricas correspondientes a estructuras metálicas deben cumplir con los valores máximos admisibles indicados en el capítulo 11 apartado 11.1 del CTE DB SE-A diferenciando los siguientes casos:

- Perfiles en doble T soldados.
- Secciones en cajón.
- Componentes estructurales.
- Almas y rigidizadores.
- Agujeros y entalladuras, bordes y espesor de chapa en uniones atornilladas.
- Empalmes y placas de asiento en pilares.
- Componentes de celosías.



### **2.5.2. Montaje**

Las tolerancias de ejecución para estructuras metálicas en relación a dimensiones, distancia entre pilares, desplome de pilares, desplome de vigas, uniones atornilladas, etc deberán cumplir con lo indicado en el capítulo 11 apartado 11.2 del CTE DB SE-A.

## **3. HORMIGONES**

---

### **3.1. DESCRIPCIÓN**

El trabajo consistirá en la construcción de obras de hormigón y mortero. Incluye el suministro de personal, materiales y equipo necesario para su ejecución, transporte y colocación.

El hormigón cumplirá las prescripciones de la Instrucción para el proyecto de obras de hormigón.

### **3.2. GENERAL**

La clase de hormigón exigida será la dictaminada en los planos.

El Contratista se responsabilizará de la situación y la construcción de los elementos de hormigón, conforme a las líneas, rasantes, dimensiones y tolerancias indicadas en los planos.

#### **3.2.1. Encofrados**

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo "in situ" de hormigones. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda embebido dentro del hormigón o en el paramento exterior contra el terreno o el relleno.

##### **3.2.1.1. Ejecución de obra**

Los encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos poseerán una resistencia y rigidez suficientes para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas y acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y especialmente, las debidas a la compactación de la masa.



Los límites máximo de los movimientos de los encofrados serán de tres milímetros (3 mm) para los movimientos locales y la milésima (1/1.000) de la luz para los de conjunto.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los seis metros (6,00 m), se dispondrá el encofrado de manera que, una vez desencofrada y cargada la pieza, está presente una ligera contraflecha (del orden del milésimo de la luz), para conseguir un aspecto agradable.

El empleo de encofrados deslizantes y/o trepantes para determinados elementos de la obra requerirá la presentación a la Dirección de Obra para su estudio, de la información complementaria necesaria con indicación expresa de las características de los mismos, planos de detalle del sistema, materiales a emplear, maquinaria, medios auxiliares y personal necesarios, fases de trabajo, tiempos de desencofrado para elementos horizontales y verticales, plan de obra, etc.

La Dirección de Obra una vez estudiada la propuesta, en un plazo máximo de dos (2) semanas a partir de la fecha de entrega de la totalidad de la documentación, resolverá bien aceptando la propuesta, indicando sus comentarios o rechazando su uso.

Los encofrados, a excepción del tipo E-1, serán estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada, cualquiera que sea el modo de compactación previsto.

Las superficies interiores de los encofrados aparecerán limpias en el momento del hormigonado. Para facilitar esta limpieza en los fondos de pilares y muros, deberán disponerse aberturas provisionales en la parte inferior de los encofrados correspondientes.

Cuando sea necesario, y con el fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados no impidan la libre retracción del hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de madera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que todas las aristas vistas resulten bien achaflanadas mediante listones triangulares de madera de dos por dos centímetros (2 x 2 cm) salvo en los lugares en que en proyecto esté previsto colocar angulares metálicos. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco milímetros (5 mm) en las líneas de las aristas.



Todos los paramentos exteriores horizontales o inclinados tendrán sus correspondientes botaguas.

Las aristas que queden vistas en todos los elementos de hormigón se ejecutarán con chaflán 25 x 25 mm, salvo que otro tipo de remate diferente se defina en los Planos o lo ordene la Dirección de Obra. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco (5) milímetros en las líneas de las aristas.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán a una distancia vertical y horizontal no mayor de un metro (1,00 m) y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Los separadores a utilizar en encofrados estarán formados por barras o pernos y se diseñarán de tal forma que no quede ningún elemento metálico embebido dentro del hormigón, en una distancia menor de veinticinco milímetros (25 mm) de la superficie del paramento.

El sistema de sujeción del encofrado deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra. En elementos estructurales que contengan líquidos, las barras de atado llevarán una arandela de estanqueidad que quedará embebida en la sección de hormigón.

Los agujeros dejados en los paramentos por los elementos de fijación del encofrado se rellenarán posteriormente con mortero en la forma que lo indique la Dirección de Obra, pudiendo ser preciso utilizar cemento expansivo, cemento blanco, o cualquier otro tipo aditivo que permita obtener el grado de acabado especificado en el proyecto, sin que el Contratista tenga derecho a percibir cantidad alguna por estas labores complementarias.

Todos los agujeros dejados por los separadores se rellenarán posteriormente con mortero de cemento.

No se permitirá el empleo de alambres o pletinas como separadores, salvo en partes intrascendentes de la obra.

Donde su uso sea permitido y autorizado por escrito por la Dirección de Obra, una vez retirados los encofrados, se cortarán a una distancia mínima de 25 mm de la superficie del hormigón, picando ésta si fuera necesario, y rellenando posteriormente los agujeros resultantes con mortero de cemento.

En ningún caso se permitirá el empleo de separadores de madera.



En el caso de encofrados para estructuras estancas, el Contratista se responsabilizará de que las medidas adoptadas no perjudiquen la estanqueidad de aquellas.

Los separadores utilizados para mantener la armadura a la distancia del paramento especificada en el proyecto, podrán ser de plástico o de mortero. En el caso de utilizar dados de mortero y para paramentos con acabado tipo E-2 y E-3 se adoptarán, durante la fase de hormigonado, las precauciones necesarias para evitar que aparezcan manchas de distinto color en la superficie.

Al objeto de facilitar la separación de las piezas que constituyen los encofrados podrán hacerse uso de los desencofrantes, previa autorización por escrito de la Dirección de Obra.

A título de orientación se señala que podrán emplearse como desencofrantes los barnices antiadherentes compuestos por siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, quedando prohibido el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo. El contratista notificará a la Dirección de Obra el tipo y marca previsto emplear.

### **3.2.2. Armadura**

La armadura deberá suministrarse y colocarse de acuerdo con los requisitos marcados por los planos. El recubrimiento del hormigón sobre la armadura no deberá ser menor de lo que se indica asimismo en los planos.

### **3.2.3. Puesta en obra del hormigón**

El método y manera de colocación deberá ser tal que se evite la posibilidad de segregación o separación de los materiales. Se pondrá especial cuidado en no dejar que el árido grueso toque los encofrados. La acumulación de lechosidad o, de materia extraña de cualquier naturaleza, no se permitirá en los rebajes o esquinas ni en ningún punto dentro de los encofrados. Una vez que el hormigón haya fraguado inicialmente se procurará no golpear los encofrados. A medida que el hormigón fresco sube en los encofrados, todo el mortero seco o el polvo que se haya podido acumular en los encofrados deberán rasparse o cepillarse. El hormigón deberá depositarse lo más aproximadamente posible a su posición definitiva en capas horizontales y continuas que no tengan más de 30 cm. de espesor.

La colocación del hormigón deberá regularse de modo que las presiones originadas por el hormigón fresco no excedan de aquellas para la que se proyectaron los encofrados. Si durante la colocación del hormigón los encofrados muestran señales de bombeo, alabeo o cualquier otra desviación, las operaciones de hormigonado deberán



detenerse hasta que esa circunstancia se haya corregido a satisfacción del Director de la Obra.

Si alguna sección del hormigón se encuentra defectuosa o torcida, se quitará o reparará según ordene el Director de la Obra sin que el Contratista reciba abono complementario por la mano de obra o material adicional necesario para remediar este defecto.

Las juntas de construcción se dispondrán de acuerdo con las prescripciones de la Instrucción para el Proyecto de obras de hormigón.

No se permitirá el uso de conductos o tuberías para el traslado del hormigón desde la plaza de mezcla a los encofrados.

#### **3.2.4. Vibrado**

Todo el hormigón deberá compactarse por medio de vibradores internos de alta frecuencia de un tipo, tamaño y número aprobados por el Director de la Obra.

En ningún caso deberán usarse los vibradores contra los encofrados o el acero de armadura, ni para mover horizontalmente el hormigón dentro de los encofrados. Los vibradores deberán moverse en el hormigón recién depositado.

El uso de vibradores externos aprobados para compactar el hormigón se permitirá si a éste no se puede llegar ni darle, por tanto la compactación adecuada y siempre que los encofrados tengan rigidez suficiente para resistir el desplazamiento o daño causado por la vibración externa.

La vibración se complementará mediante vibrado a mano si fuera necesario para conseguir superficies densas y lisas sin oquedades, ampollas de aire o agua y para rellenar todas las esquinas de los encofrados.

#### **3.2.5. Desencofrado**

Tanto los distintos elementos que constituyen el encofrado (costeros, fondos, etc.) como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Los encofrados que se utilicen para columnas, muros, laterales de vigas y losas y otras partes que no soporten el peso del hormigón podrán retirarse a los tres (3) días para evitar retrasos en el curado y reparar las imperfecciones de la superficie.



Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después del desencofrado o descimbramiento. Se recomienda que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra en servicio.

El Contratista no tendrá derecho a reivindicación alguna sobre posibles disminuciones de rendimiento motivadas por los plazos de encofrado establecidos.

Se pondrá especial atención en retirar, todo elemento de encofrado que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.

En la separación de desencofrado es norma de buena práctica mantener los fondos de vigas y elementos análogos, durante doce horas, despegados del hormigón y a unos dos o tres centímetros del mismo, para evitar los perjuicios que pudiera ocasionar la rotura, instantánea o no, de una de estas piezas al caer desde gran altura.

El Contratista efectuará la medición de las flechas durante el descimbramiento de los elementos que determine la Dirección de Obra, como, índice para decidir si debe o no continuarse la operación e incluso si conviene o no disponer ensayos de carga de la estructura.

Es importante destacar el hecho de que, en hormigones jóvenes no sólo su resistencia, sino también su módulo de deformación, presenta un valor reducido, lo que tiene gran influencia en las posibles deformaciones resultantes.

Dentro de todo lo indicado anteriormente el desencofrado deberá realizarse lo antes posible, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

### **3.2.5.1. Apeos**

Se definen como apeos los elementos verticales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza una resistencia propia suficiente.

Salvo prescripción en contrario, los apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellos.

Los apeos tendrán la resistencia y disposición necesarias para que, en ningún momento, los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los cinco milímetros (5 mm), ni los de conjunto la milésima (1/1000) de la luz.



En todo caso, se comprobará que el apeo posee carrera suficiente para el descimbrado, así como que las presiones que transmite al terreno no producirán asientos perjudiciales con el sistema de hormigonado previsto.

La retirada de los apeos podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia, el elemento sustentado haya adquirido el doble de resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al desencofrar.

Tanto los elementos que constituyen el encofrado, como los apeos se retirarán sin producir sacudidas ni golpes al hormigón, para lo cual, cuando los elementos sean de cierta importancia, o lo considere necesario la Dirección de Obra, se emplearán cuñas, cajas de arena, gatos, y otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos, sin cargo adicional alguno.

### 3.2.5.2. Cimbras

Se definen como cimbras las estructuras provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.

Salvo prescripción en contrario, las cimbras deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas.

Las cimbras tendrán la resistencia y disposición necesarias para que, en ningún momento, los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los tres milímetros (3 mm); ni los de conjunto la milésima (1/1.000) de la luz.

Las cimbras se constituirán sobre los planos de detalle que prepare el Contratista; quien deberá presentarlos, con los cálculos justificativos de las flechas y deformaciones previstas a examen y aprobación del Director de Obra.

Cuando la estructura de las cimbras sea metálica, estará constituida por perfiles laminados, tubos, etc., sujetos con tornillos, o soldados. Para la utilización de estructuras desmontables, en las que la resistencia en los nudos esté confiada solamente al rozamiento de collares, se requerirá la aprobación expresa del Director de Obra.

En todo caso, se comprobará que la cimbra posee carrera suficiente para el descimbrado, así como que las presiones que transmite al terreno no producirán asientos perjudiciales con el sistema de hormigonado previsto.

Una vez montada la cimbra, si el Director de Obra lo cree necesario, y sin cargo adicional alguno el Contratista realizará una prueba consistente en sobrecargarla de un modo uniforme y pausado, en la cuantía y con el orden con que lo habrá de ser durante



la ejecución de la obra. Durante la realización de la prueba, el Contratista podrá los medios y personal necesario para comprobar el comportamiento general de la cimbra, siguiendo sus deformaciones mediante flexímetros o nivelaciones de precisión. Llegados a la sobrecarga completa, ésta se mantendrá durante veinticuatro horas (24 h), con nueva lectura final de flechas. A continuación, y en el caso de que la prueba ofreciese dudas, se aumentará la sobrecarga en un veinte por ciento (20%) o más, si el Director de Obra lo considerase preciso. Después se procederá a descargar la cimbra, en la medida y con el orden que indique el Director de Obra, observándose la recuperación de las flechas y los niveles definitivos con descarga total.

Si el resultado de las pruebas fuese satisfactorio, y los descensos reales de la cimbra hubiesen resultado acordes con los teóricos que sirvieron para fijar la contraflecha, se dará por buena la posición de la cimbra y se podrá pasar a la realización de la obra definitiva. Si fuese precisa alguna rectificación, el Director de Obra notificará al Contratista las correcciones precisas en el nivel de los distintos puntos.

Si la cimbra pudiera verse afectada por posibles avenidas durante el plazo de ejecución, se tomarán las precauciones necesarias para que no afecten a ninguno de los elementos de aquella.

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias de temperatura y del resultado de las pruebas de resistencia, el elemento sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar.

El descimbrado se hará de modo suave y uniforme evitándose sacudidas y golpes al hormigón; recomendándose en el caso de elementos de cierta importancia o lo considere necesario la Dirección de Obra el empleo de cuñas, gatos, cajas de arena, y otros dispositivos, que permitan un descenso uniforme de los apoyos sin cargo adicional alguno. cuando el Director de Obra lo estime conveniente, las cimbras se mantendrán despegadas dos o tres centímetros (2 ó 3 cm) durante doce horas (12 h), antes de ser retiradas por completo; debiendo comprobarse, además, que la sobrecarga total actuante sobre el elemento que se descimbra, no supera el valor previsto como máximo en el Proyecto.



## **III.4- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS**

### **1. MODO DE ABONAR LAS OBRAS**

---

Las obras se abonarán por unidades de volumen, superficie, longitud o peso según se detalla en el presupuesto.

Se abonarán al Contratista las obras que realmente ejecute, sean en más o en menos de lo que aparecen en el Presupuesto, sin que el número de unidades de cada clase en él consignadas pueda servir de pretexto o fundamento para establecer reclamaciones.

Para valorar las unidades de obra, se aplicará al total de cada una de aquéllas el precio unitario con que figura en el Presupuesto, aumentándose el resultado con el diecinueve (19) por ciento de contrata y deduciendo la baja de subasta si la hubiera.

En el precio unitario se consideran incluidos: El valor de los materiales, el coste de los jornales y mano de obra con sus cargas sociales, los transportes, los medios auxiliares y, en general, cuantos trabajos sean necesarios para la ejecución de la unidad de obra de que se trate, aun cuando no consten específicamente consignados en el cuadro de Precios Descompuestos.

El beneficio industrial con su parte del interés del dinero adelantado, así como los imprevistos y la Dirección y Administración del Contratista, se comprenden dentro del diecinueve (19) por ciento de contrata.

### **2. MODO DE ABONAR LAS OBRAS**

---

Seguridad e higiene de las obras.

Las medidas a adoptar relacionados con la Seguridad e Higiene de las obras, se medirán y abonarán de acuerdo con los precios que figuran en el Proyecto de Seguridad e Higiene en el Trabajo adjunto al presente Proyecto de la Obra y con cargo a la partidaalzada que con tal denominación se incluye en el presupuesto total de la Obra.

Por tal motivo el contratista presentará para su aprobación por la Dirección de la Obra el Estudio de Seguridad e Higiene al que viene obligado por el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, ciñéndose al mencionado Proyecto y sin que su presupuesto sea mayor que el de éste. Dicho documento será contractual y su cuantía se verá afectada por el correspondiente coeficiente de baja afectado por el Contratista en su propuesta económica.



### **2.1. MEDICIÓN Y ABONO DEL RESTO DE LAS UNIDADES**

Serán de abono únicamente los metros cúbicos, metros cuadrados, metros lineales, kilogramos o demás unidades, medidos directamente sobre la obra realizada con arreglo a lo indicado en los planos del Proyecto o que haya sido autorizada por escrito, por el Director de la Obra.

En estos precios están incluidos todos los gastos de materiales, mano de obra, transporte, montaje, pruebas, etc., que sea preciso realizar para la total terminación de la obra.

### **2.2. PARTIDAS ALZADAS**

Solo se liquidarán al Contratista, con cargo a las partidas alzadas, aquellas obras que bajo proyecto y órdenes del Director de la Obra se lleven a cabo, las cuales se abonarán por unidades a los precios del Proyecto, o bien a los que se fijen contradictoriamente, de acuerdo a lo expresado más adelante en el apartado de precios contradictorios.

### **2.3. OBRAS DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES**

Si alguna de las obras no se halla ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuese, sin embargo, admisible, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente, en su caso, pero el Contratista quedará obligado a conformarse, sin derecho a reclamación de ningún género, con la rebaja que la Administración apruebe, salvo en el caso en que el Contratista prefiera demolerla y reconstruirla a su costa, con arreglo a las condiciones de contrato.

### **2.4. PRECIOS CONTRADICTORIOS**

Si fuese necesario fijar precio para unidades de obra no consignadas en el Presupuesto, se efectuarán entre la propiedad y el Contratista, conforme a las normas establecidas en los Pliegos Generales de Contratación, repetidamente citados.



La fijación de estos precios deberá efectuarse antes de la ejecución de las obras a que hayan de aplicarse, pero si por cualquier causa hubieran sido ejecutadas las obras, el Contratista queda obligado a aceptar los precios que señale el Director de la Obra.

### **2.5. LIQUIDACIÓN**

Al final de las obras se efectuará la liquidación general de las mismas, tomando por base las mediciones directamente afectadas y con auxilio de los planos, y dibujos acotados y demás elementos de que se disponga para determinar con exactitud el número de unidades de cada clase que integran la obra general.

A cada unidad de obra se le aplicará el precio correspondiente o el contradictorio que se hubiese formulado. Del total se deducirán las cantidades abonadas, que se hubiesen acreditado en las certificaciones parciales expedidas (Estas relaciones valoradas parciales no tendrán nunca más que un carácter provisional y, por lo tanto, no suponen aprobación ni recepción de las obras que en ellas se comprenden).

#### **IV.MEDICIONES Y PRESUPUESTO**

## **MEDICIONES**

## Mediciones y Presupuesto

| CÓDIGO                                                      | DESCRIPCIÓN                                                                                                 | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE      |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|--------|--------------|
| <b>CAPÍTULO C01 ACTUACIONES PREVIAS</b>                     |                                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        |              |
| <b>SUBCAPÍTULO 01.01 DEMOLICIONES EN GALERÍA</b>            |                                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        |              |
| U01CF030                                                    | m3 DEM. OBRA FÁBRICA HORMIGÓN MASA                                                                          |     |          |         |        |           |          |        |              |
|                                                             | m3 Demolición de obra de fábrica de hormigón en masa, incluso limpieza y retirada del material a vertedero. |     |          |         |        |           |          |        |              |
|                                                             | SECCIÓN RECTA                                                                                               | 2   | 3,700    | 0,150   | 0,300  | 0,333     |          |        |              |
|                                                             | SECCIÓN INCLINADA                                                                                           | 2   | 3,700    | 0,100   | 0,470  | 0,348     |          |        |              |
|                                                             | SECCIÓN TRIANGULAR                                                                                          | 2   | 3,700    | 0,530   | 0,850  | 1,667     | c/2      |        |              |
|                                                             |                                                                                                             |     |          |         |        |           | 2,35     | 12,57  | 29,54        |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 DEMOLICIONES EN GALERÍA.....</b> |                                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        | <b>29,54</b> |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C01 ACTUACIONES PREVIAS.....</b>          |                                                                                                             |     |          |         |        |           |          |        | <b>29,54</b> |

## Mediciones y Presupuesto

| CÓDIGO                              | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                          | UDS     | LONGITUD | ANCHURA         | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE   |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|-----------------|--------|-----------|----------|--------|-----------|
| CAPÍTULO C02 ESTRUCTURAS            |                                                                                                                                                                      |         |          |                 |        |           |          |        |           |
| SUBCAPÍTULO 02.01 ACEROS            |                                                                                                                                                                      |         |          |                 |        |           |          |        |           |
| UAC001                              | kg ESTRUCTURA SOPORTE ALIMENTADOR                                                                                                                                    |         |          |                 |        |           |          |        |           |
|                                     | Kg Estructura soporte del alimentador a base de perfiles HEB 200 y HEB 120                                                                                           |         |          |                 |        |           |          |        |           |
|                                     | HEB 200                                                                                                                                                              | 2       | 2,160    | 61,300          |        | 264,816   |          |        |           |
|                                     | HEA 120                                                                                                                                                              | 2       | 1,500    | 19,900          |        | 59,700    |          |        |           |
|                                     | HEA 120                                                                                                                                                              | 2       | 1,200    | 19,900          |        | 47,760    |          |        |           |
|                                     | HEA 120                                                                                                                                                              | 2       | 1,700    | 19,900          |        | 67,660    |          |        |           |
|                                     |                                                                                                                                                                      |         |          |                 |        |           | 439,94   | 2,56   | 1.126,25  |
| UAC002                              | kg TOLVA DE ACERO S275 #8 MM                                                                                                                                         |         |          |                 |        |           |          |        |           |
|                                     | Kg estructura tolva de acero S275 #8mm.                                                                                                                              |         |          |                 |        |           |          |        |           |
|                                     | Sección Panel B # 8MM                                                                                                                                                | 2       | 13,520   | 0,008 7.850,000 |        | 1.698,112 |          |        |           |
|                                     | Sección Panel A # 8MM                                                                                                                                                | 2       | 17,350   | 0,008 7.850,000 |        | 2.179,160 |          |        |           |
|                                     | HEB 160                                                                                                                                                              | 537,85  |          |                 |        | 537,850   |          |        |           |
|                                     | HEB 120                                                                                                                                                              | 4149,91 |          |                 |        | 4.149,910 |          |        |           |
|                                     | HEB 140                                                                                                                                                              | 99,22   |          |                 |        | 99,220    |          |        |           |
|                                     | CHAPA PLEGADA 200 X 200 X 20                                                                                                                                         | 1073,27 |          |                 |        | 1.073,270 |          |        |           |
|                                     |                                                                                                                                                                      |         |          |                 |        |           | 9.737,52 | 2,56   | 24.928,05 |
| UAC003                              | u RECUBRIMIENTO INTERIOR TOLVA AISI 304 #3 MM                                                                                                                        |         |          |                 |        |           |          |        |           |
|                                     | Recubrimiento interior de la tolva de a base de chapas en AISI 304 #3 mm de dimensiones 3000 x 1500 mm con aprovechamiento de recortes.                              |         |          |                 |        |           |          |        |           |
|                                     | Chapa AISI 316 #3mm 3000 x 1500                                                                                                                                      | 10      |          |                 |        | 10,000    |          |        |           |
|                                     |                                                                                                                                                                      |         |          |                 |        |           | 10,00    | 438,48 | 4.384,80  |
| UAC004                              | kg TOLVÍN ACERO S275 , HEA 120                                                                                                                                       |         |          |                 |        |           |          |        |           |
|                                     | kg Tolv in fabricado en acero. Dimensiones según plano.                                                                                                              |         |          |                 |        |           |          |        |           |
|                                     | HEA 120                                                                                                                                                              | 2       | 19,900   | 1,420           |        | 56,516    |          |        |           |
|                                     | HEA 120                                                                                                                                                              | 4       | 19,900   | 0,520           |        | 41,392    |          |        |           |
|                                     | HEA 120                                                                                                                                                              | 4       | 19,900   | 0,680           |        | 54,128    |          |        |           |
|                                     | HEA 120                                                                                                                                                              | 4       | 19,900   | 1,920           |        | 152,832   |          |        |           |
|                                     | CHAPA 1                                                                                                                                                              | 2       | 1,020    | 0,010 7.850,000 |        | 160,140   |          |        |           |
|                                     | CHAPA 2                                                                                                                                                              | 2       | 0,290    | 0,010 7.850,000 |        | 45,530    |          |        |           |
|                                     | CHAPA 3                                                                                                                                                              | 2       | 0,210    | 0,010 7.850,000 |        | 32,970    |          |        |           |
|                                     | CHAPA TRASERA                                                                                                                                                        | 1       | 1,030    | 0,010 7.850,000 |        | 80,855    |          |        |           |
|                                     |                                                                                                                                                                      |         |          |                 |        |           | 624,36   | 2,56   | 1.598,36  |
| UAC005                              | m BARANDILLA PERIMETRAL                                                                                                                                              |         |          |                 |        |           |          |        |           |
|                                     | Barandilla metálica de tubo hueco de acero laminado en frío de 1100 mm de altura , con bastidor sencillo montantes y barrotes verticales para protección perimetral. |         |          |                 |        |           |          |        |           |
|                                     |                                                                                                                                                                      | 1       | 60,200   |                 |        | 60,200    |          |        |           |
|                                     |                                                                                                                                                                      |         |          |                 |        |           | 60,20    | 100,00 | 6.020,00  |
| TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 ACEROS..... |                                                                                                                                                                      |         |          |                 |        |           |          |        | 38.057,46 |

## Mediciones y Presupuesto

| CÓDIGO                                        | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                    | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO   | IMPORTE          |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|----------|------------------|
| <b>SUBCAPÍTULO SC02 HORMIGONES</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           |          |          |                  |
| <b>UHA-25</b>                                 | <b>m3 PA ACONDICIONAMIENTO DE VIGAS SUPERIORES DE CANAL</b>                                                                                                                                                                                                    |     |          |         |        |           |          |          |                  |
|                                               | PA para acondicionamiento de cabeza de muro de canal incluido fresado y nivelado de hormigón existente. Se incluye mortero con retracción o resina específica para recepción de la tolva.                                                                      |     |          |         |        |           |          |          |                  |
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           | 0,00     | 1.500,00 | 0,00             |
| <b>UHM-20</b>                                 | <b>m3 HORM. HM-20/P/40/I CIM. V.MANUAL</b>                                                                                                                                                                                                                     |     |          |         |        |           |          |          |                  |
|                                               | Hormigón en masa HM-20/P/40/I, de 20 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm. y ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE-08 y DB-SE-C. |     |          |         |        |           |          |          |                  |
|                                               | Relleno tolva                                                                                                                                                                                                                                                  | 2   | 0,480    | 3,700   |        | 3,552     |          |          |                  |
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           | 3,55     | 73,79    | 261,95           |
| <b>UM-01</b>                                  | <b>m³ REMATE ANCLAJE DE TOLVA</b>                                                                                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          |          |                  |
|                                               | Remate de anclaje de tolva con formación de rampa para adaptación a terreno existente con mortero                                                                                                                                                              |     |          |         |        |           |          |          |                  |
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                | 2   | 10,000   | 0,360   | 0,360  | 1,296     | c/2      |          |                  |
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           | 1,30     | 59,58    | 77,45            |
| <b>TOTAL SUBCAPÍTULO SC02 HORMIGONES.....</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           |          |          | <b>339,40</b>    |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C02 ESTRUCTURAS.....</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                |     |          |         |        |           |          |          | <b>38.396,86</b> |

| CÓDIGO                                  | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                              | UDS | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO    | IMPORTE          |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|--------|-----------|----------|-----------|------------------|
| <b>CAPÍTULO C03 EQUIPOS</b>             |                                                                                                                                                          |     |          |         |        |           |          |           |                  |
| UEQ001                                  | ud ALIMENTADOR VIBRANTE                                                                                                                                  |     |          |         |        |           |          |           |                  |
|                                         | Alimentador vibrante modelo RBA 200/200 con dos vibradores MREX10/4700                                                                                   |     |          |         |        |           |          |           |                  |
|                                         | Alimentador vibrante                                                                                                                                     | 1   |          |         |        | 1,000     |          |           |                  |
|                                         |                                                                                                                                                          |     |          |         |        |           | 1,00     | 24.794,70 | 24.794,70        |
| U14DPD510                               | m PROLONGACION DE CINTA                                                                                                                                  |     |          |         |        |           |          |           |                  |
|                                         | Prolongación e instalación de cinta en galería de características similares a las de la cinta actual tipo 3EP, 125/50, 40+20 ; ancho 1,2 m.              |     |          |         |        |           |          |           |                  |
|                                         | Prolongación de cinta                                                                                                                                    | 18  |          |         |        | 18,000    |          |           |                  |
|                                         |                                                                                                                                                          |     |          |         |        |           | 18,00    | 1.750,01  | 31.500,18        |
| PAE                                     | PARTIDA ALZADA EQUIPOS                                                                                                                                   |     |          |         |        |           |          |           |                  |
|                                         | Partida alzada de equipos (tolva, alimentador, tolvin y prolongación de cinta) incluida obra civil asociada considerando 4 operarios 20 días laborables. |     |          |         |        |           |          |           |                  |
|                                         |                                                                                                                                                          |     |          |         |        |           | 0,00     | 16.848,00 | 0,00             |
| PAMEAD                                  | PARTIDA ALZADA MEDIOS ELEVACIÓN Y ANDAMIOS                                                                                                               |     |          |         |        |           |          |           |                  |
|                                         |                                                                                                                                                          |     |          |         |        |           | 0,00     | 4.050,00  | 0,00             |
| <b>TOTAL CAPÍTULO C03 EQUIPOS .....</b> |                                                                                                                                                          |     |          |         |        |           |          |           | <b>56.294,88</b> |

## Mediciones y Presupuesto

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN                                      | UDS                                          | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | CANTIDAD | PRECIO   | IMPORTE          |
|--------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|----------|------------------|
|        | <b>CAPÍTULO C04 SEGURIDAD Y SALUD</b>            |                                              |          |         |        |           |          |          |                  |
| USS    | u                                                | PRESUPUESTO DESTINADO PARA SEGURIDAD Y SALUD |          |         |        |           |          |          |                  |
|        |                                                  |                                              |          |         |        |           | 1,00     | 5.000,00 | 5.000,00         |
|        | <b>TOTAL CAPÍTULO C04 SEGURIDAD Y SALUD.....</b> |                                              |          |         |        |           |          |          | <b>5.000,00</b>  |
|        | <b>TOTAL.....</b>                                |                                              |          |         |        |           |          |          | <b>99.721,28</b> |

# **PRESUPUESTO**

## Presupuesto Base de Licitación

| CAPITULO                                    | RESUMEN                         | EUROS             | %            |
|---------------------------------------------|---------------------------------|-------------------|--------------|
| <b>C01</b>                                  | <b>ACTUACIONES PREVIAS.....</b> | <b>29,54</b>      | <b>0,03</b>  |
| -01.01                                      | -DEMOLICIONES EN GALERÍA.....   | 29,54             |              |
| <b>C02</b>                                  | <b>ESTRUCTURAS.....</b>         | <b>38.396,86</b>  | <b>38,50</b> |
| -02.01                                      | -ACEROS.....                    | 38.057,46         |              |
| -SC02                                       | -HORMIGONES.....                | 339,40            |              |
| <b>C03</b>                                  | <b>EQUIPOS.....</b>             | <b>56.294,88</b>  | <b>56,45</b> |
| <b>C04</b>                                  | <b>SEGURIDAD Y SALUD.....</b>   | <b>5.000,00</b>   | <b>5,01</b>  |
| <b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>             |                                 | <b>99.721,28</b>  |              |
|                                             | 13,00% Gastos generales.....    | 12.963,77         |              |
|                                             | 6,00% Beneficio industrial..... | 5.983,28          |              |
| <b>SUBTOTAL</b>                             |                                 | <b>118.668,33</b> |              |
|                                             | 21,00% I.V.A.....               | 24.920,35         |              |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACION</b> |                                 | <b>143.588,68</b> |              |

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de CIENTO CUARENTA Y TRES MIL QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

## **AVISO DE RESPONSABILIDAD**

### **AVISO DE RESPONSABILIDAD:**

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Máster de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Máster así como el profesor/a director no son responsables del contenido último de este Trabajo.