



Escola de Camins
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

Proyecto de rehabilitación del paraguas de la Estación de Autobuses de Pola del Siero

Treball realitzat per:

Paula Mestrallet Sanchez

Dirigit per:

Albert de la Fuente Antequera

Grau en:

Enginyeria de la construcció

Barcelona, 22 de gener de 2013

Departament d' Enginyeria de la Construcció

TREBALL FINAL DE GRAU

2013

Autora:

Paula Mestrallet Sanchez

Tutor:

Albert de la Fuente Antequera

ETSECCPB

[Proyecto de rehabilitación del paraguas de la Estación de Autobuses de Pola del Siero]

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA



Memoria

1. Objetivo del proyecto	3
2. Antecedentes y razón de ser	4
3. Cálculos	6
4. Estudio de alternativas	8
5. Rehabilitación y refuerzo del paraguas	11
6. Consideraciones de diseño de materiales compuestos	15
7. Afectaciones a la zona	16
8. Plan de obras	17
9. Control de calidad	18
10. Estudio básico de seguridad y salud	18
11. Justificación de precios	19
12. Presupuesto	19
13. Clasificación del contratista	19
14. Revisión de precios	19
15. Documentos que integran el proyecto	20
16. Conclusión	21

1. Objetivo del proyecto

El objetivo de este proyecto es la definición de una solución de rehabilitación del paraguas de la estación de autobuses de Pola de Siero, Asturias. Este proyecto propone una rehabilitación de la estructura de Idelfonso, para que ésta recupere su aspecto, que se halla deteriorado en estos momentos, y conseguir así, recuperar un monumento muy representativo de Pola de Siero.

El primer paso es hacer una comprobación de la estabilidad de la estructura. Hay que analizar cuáles son las fuerzas que actúan y cómo interactúan entre ellas. A continuación hay que comprobar si la estructura resiste a las fuerzas solicitadas.

A continuación se plantea una solución de rehabilitación, teniendo en cuenta los resultados anteriormente obtenidos. Esta solución ha de ser la más óptima en cuanto a funcionalidad, estética, seguridad y coste.

Una vez hallada la solución se realiza un análisis del tiempo de ejecución y del coste que supone esta intervención.

Todos los pasos descritos anteriormente se encuentran desarrollados a continuación y en los anejos a la memoria.



Figura 1: Paraguas antes de su primera reforma

2. Antecedentes y razón de ser

La estructura de la que trata el proyecto es el paraguas de Pola de Siero. Esta estructura fue diseñada por el ingeniero Ildefonso Sánchez del Río en 1971. Más tarde, en 1990, se realizó una reconstrucción de la cimentación y del pilar.

El paraguas está situado en Pola de Siero, una localidad situada en Asturias. Cuenta con una población de 12.615 habitantes, constituyendo la localidad más poblada del concejo asturiano de Siero y la séptima asturiana.

2.1. Antecedentes

Proyecto original

En abril de 1971, el Ayuntamiento de Pola de Siero (Asturias) encarga al Ingeniero de Caminos Ildefonso Sánchez del Río la construcción de una cubierta para el Mercado de Ganado de la localidad.

En Pola de Siero se encuentra uno de los mercados de ganado más importantes a nivel nacional y europeo, y en él se comercializan animales de diversas especies, tanto para comercio nacional como exportación. Es por la relevancia social y económica de dicho mercado que el Ayuntamiento decidió encomendar la cubierta de este espacio a Sánchez del Río, buscando una construcción moderna para así impulsar la actividad del Mercado de Ganado.

La construcción de este proyecto se convirtió, de alguna manera, en el centro experimental de las primeras estructuras laminares construidas por Ildefonso Sánchez del Río utilizando tan solo hormigón armado.

El proyecto de Sánchez del Río para la cubierta del Mercado constaba de dos fases. Una primera, construida en 1971, formada por un conjunto de tres paraguas laminares, desarrollado, cada uno de ellos, sobre una planta cuadrada de 20 metros cada lado. La segunda fase, edificada el año siguiente, consistió en construir en uno de los extremos un pequeño modelo, a escala reducida, del gran paraguas octagonal, que posteriormente construyó en el extremo opuesto, y que cuenta con 40 metros de diámetro, el récord de tamaño de un paraguas laminar de hormigón armado jamás construido en esa época.

Los paraguas de hormigón armado de Ildefonso Sánchez del Río nacieron en la década de los años veinte como estructuras de entramados de vigas, y en la década de los años setenta se convirtieron en esbeltas estructuras laminares que superaron no solo sus primitivos tamaños, sino también el tamaño de todos los paraguas de hormigón armado anteriormente construidos.



Figura 2: Estructura paraguas original



Primera reforma

Sin embargo, la vida de los paraguas de Pola de Siera no han tenido ni larga ni feliz vida. Así, en los años ochenta se decidió emplazar la estación de autobuses en los terrenos hasta entonces empleados para el mercado de ganado, y ello hizo necesario el derribo del grupo de tres paraguas, quizás la parte más elegante del conjunto. Se salvó el circular, que se integró en las nuevas instalaciones, pero en el que se habían detectado diversos daños estructurales, debidos bien a asientos del terreno bajo la gran zapata central, bien a errores a la hora de prever los empujes del viento. Ya en 1984 la Demarcación de Asturias del Colegio de Ingenieros de Caminos había dado la voz de alerta, promoviendo la realización de las obras de rehabilitación que fueran pertinentes.

En 1990 se aprobó un proyecto de consolidación redactado por el ingeniero de Caminos Aníbal Pérez Guerrero, lo que ha salvado el paraguas de lo que se califica como de inminente ruina. Pero si la estabilidad quedó asegurada, en la actualidad es manifiesta la degradación del hormigón de las láminas, tal vez por el escaso espesor de las mismas, que no llegaba a 4 centímetros, produciéndose desprendimientos de material que han hecho necesaria la colocación de una red bajo la gran cubierta.

2.2. Razón de ser

Como ya se ha comentado el paraguas en la actualidad presenta una degradación del hormigón de las láminas produciéndose desprendimientos de material, hecho por el cual se ha colocado una red debajo de la cubierta, puesto que es una zona muy transitada por personas y vehículos.

El paraguas en este estado es un riesgo para las personas y los vehículos que transitan, y puede suponer un riesgo de seguridad para la propia estructura, debido a que si la estructura pierde el hormigón que recubre las armaduras estas se pueden corroer, perdiendo así su capacidad resistente.

Con todo lo expuesto se justifica la necesidad de plantear un proyecto que pueda rehabilitar el paraguas y recuperar así una estructura definida como monumento.



3. Cálculos

Para poder analizar los problemas existentes en la estructura es imprescindible entender de que modo trabajan todos sus elementos, cuales son las fuerzas que actúan y que efecto producen sobre la estructura.

La estructura tiene una forma de paraguas invertido y está formada por:

- Un pilar, que sustenta la estructura.
- Ocho ménsulas, que funcionan como vigas en voladizo.
- Una lámina, que cubre la estructura y une las ménsulas.

Las únicas fuerzas que actúan sobre la pieza son las producidas por el peso propio.

La estructura se halla en un curioso estado de equilibrio producido por las deformaciones de la lámina y de las ménsulas. Este estado de equilibrio se produce del siguiente modo:

- Al desencofrar y producirse en las ménsulas las flechas correspondientes a las cargas verticales de peso propio, se producen unos desplazamientos horizontales de todos los puntos de la directriz de los mismos, que a su vez producen un aumento de la longitud de la cuerda de la catenaria que une las dos ménsulas contiguas.
- Al estar las catenarias construidas, y como consecuencia su longitud ser constante, al ir aumentando la flecha de las ménsulas iría aumentando la cuerda de las catenarias, lo que produciría un aumento de la tensión en el plano horizontal.
- Al aumentar la tensión en el plano horizontal, provocado por el aumento de flecha, los momentos disminuyen llegando a un estado de equilibrio.

En este estado de equilibrio es donde, obligatoriamente, las tensiones que aparecen han de ser admisibles, pudiendo no serlo en estados anteriores. Por tanto, para el cálculo de los esfuerzos es imprescindible tener en cuenta la flecha de las ménsulas y de la lámina.

3.1. Leyes de esfuerzos

Como ya se ha comentado las únicas fuerzas que actúan son las del peso propio. Por tanto la estructura está sometida las siguientes fuerzas:

- a) Una carga vertical puntual situada en el extremo exterior de la ménsula, debida al peso propio del segmento circular que regulariza el contorno del octógono. Definida como G_0 .
- b) Una carga variable, continua y vertical debida al peso de la estructura. Se define:

G_1 : fuerza debida al peso propio de la ménsula.

G_2 : fuerza debida al peso propio de la lámina.

- c) Una carga variable, continua y horizontal debida a la fuerza que realiza la unión de la lámina con la ménsula. Definida como h .

Una vez hechos los cálculos necesarios para hallar los valores de estas fuerzas y calculadas las leyes de esfuerzos, resulta la siguiente distribución de momentos flectores en las ménsulas.

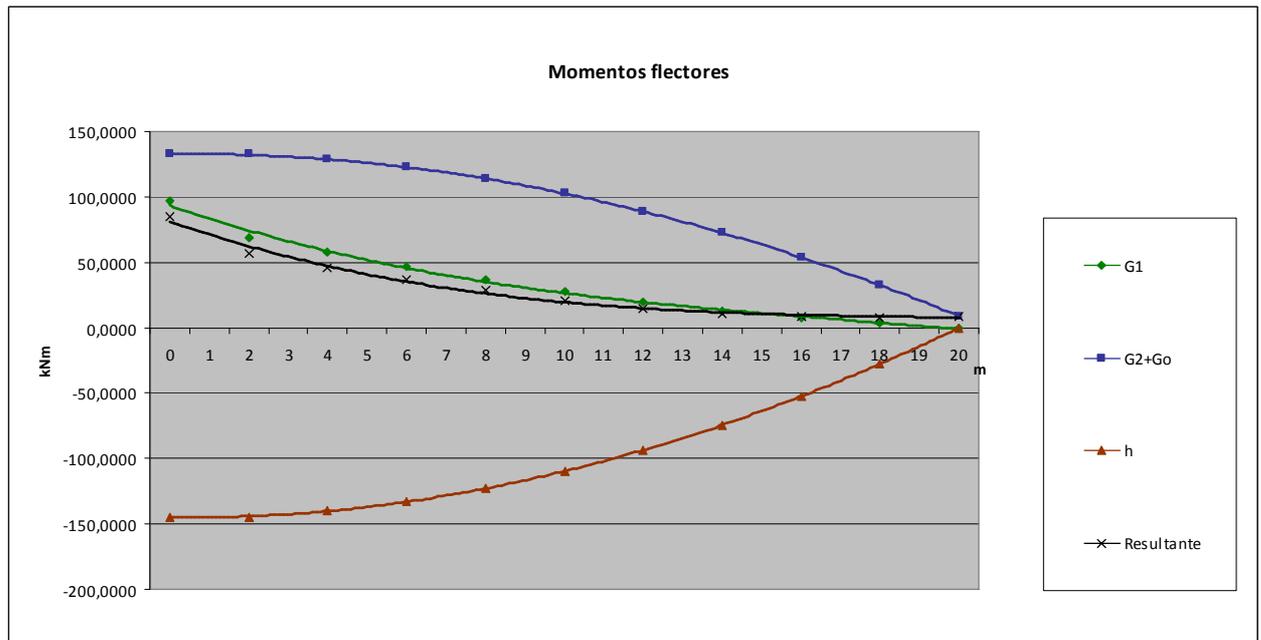


Figura 1: Gráfico de los momentos flectores en las ménsulas

Como se observa en la grafica los momentos producidos por el peso producen un efecto desfavorable, mientras que los esfuerzos producidos por la catenaria de la lámina producen un efecto favorable. Prácticamente todo el momento flector producido por la lámina es compensado por el momento que produce la unión de ésta con la ménsula.

3.2. Comprobación de la sección en estado límite último

Resulta imprescindible comprobar si la estructura es capaz de resistir los esfuerzos solicitantes, y en el caso de que los resista conocer el factor de seguridad.

El método empleado de evaluación es el empleado en la normativa EHE-08. En la normativa se establece que en una estructura se ha de cumplir:

$$R_d = \frac{R_u}{\gamma_r} \geq \sum_{(i=1, n)} \gamma_{fi} Q_{ki} \quad , \text{ para } Q_{ki}, R_u, \gamma_{fi}, \gamma_r \text{ determinados}$$

Donde:

- R_d es la respuesta que es capaz de dar la estructura minorada por un coeficiente de seguridad.
- Y el sumatorio de Q_{ki}, γ_{fi} es el sumatorio de esfuerzos que actúan.

Se comprueba la sección para el tramo más solicitado y a la vez más desfavorable, que es $x=4m$. Se demuestra que en ese punto el momento máximo que puede resistir la estructura es superior al momento producido por las solicitaciones presentes. Pero el factor de seguridad es bajo, del orden de 1,17. También se comprueba en el siguiente punto, $x=6m$. En este punto el factor de seguridad 1,53, un resultado que ya resulta adecuado.



3.3. Comprobación de la sección en estado límite de servicio

También se ha comprobado el estado límite de fisuración de la estructura en las dos partes, las ménsulas y la lámina.

Igual que en el caso anterior, el método de evaluación empleado es el de la normativa EHE-08. En este caso se comprueba si el ancho de fisura producido por las solicitaciones es más pequeño que el ancho de fisura máximo establecido por la EHE-08.

En el caso de las ménsulas la sección no cumple no los requisitos establecidos por la norma. El ancho de fisura producido por las fuerzas actuantes es de 0,56 mm, superior a los 0,3 mm que establece la normativa.

En el caso de la lámina la sección si que cumple los requisitos establecidos por la norma. El ancho de fisura producido por las fuerzas que actúan es de 0,23 mm, inferior a los 0,3 mm que establece la normativa.

4. Estudio de alternativas

El objetivo del proyecto es hallar una solución óptima de rehabilitación del paraguas. Esta obra de rehabilitación está compuesta por dos acciones principales:

- Restauración del hormigón de la lámina.
- Refuerzo de las ménsulas y reparación de la fisuración existente.

Para poder llevar acabo una correcta actuación es importante tener en cuenta varias alternativas para tener la certeza de que se ha elegido la mejor solución.

En el caso del paraguas el estudio de alternativas se encuentra muy condicionado al tipo de actuaciones que se han de realizar. En el caso de la restauración de la lámina no se puede realizar un estudio de alternativas para analizar cual es la solución más óptima, puesto que la solución esta muy limitada debido a la forma de ésta. En cambio si que es posible hacer un estudio de alternativas del tipo de refuerzo que se puede aplicar a las ménsulas.

4.1. Condicionantes

La solución que finalmente se adopte será aquella que mejor cumpla las condiciones que se establecen a continuación:

- Restauración de la lámina. Encontrar la solución óptima de restauración que no produzca un gran cambio de sección.
- Rehabilitación y refuerzo de las ménsulas. Hallar una solución que permita aumentar la resistencia de las ménsulas o una descarga de la estructura.
- Minimizar la aparición de nuevas sobrecargas sobre la estructura.
- Mantener, en la medida de lo posible, tanto la sección como el aspecto original.
- Minimizar la afección a la estación de autobuses.
- Minimizar la afección a los usuarios de la estación.



4.2. Descripción de las alternativas

Una vez expuestas las necesidades básicas se plantean varias alternativas.

De las alternativas expuestas, exceptuando las dos primeras, las demás varían en función de la solución adoptada para reforzar la respuesta estructural de las ménsulas o producir una descarga de la estructura.

Alternativa 0: No hacer nada

La primera alternativa plantea la solución de no hacer nada. De no rehabilitar la estructura. Es una solución que ya a simple vista se ve que no es viable, puesto que la estructura sí que necesita algún tipo de rehabilitación. En el caso de que no se hiciera la situación actual empeoraría llegando a resultar una estructura con un alto riesgo de inseguridad.

Alternativa 1: Tirar la estructura

La segunda alternativa que se plantea es derribar la estructura. Es la solución más radical de todas, pero a la vez la que plantea la solución más óptima porque de este modo deja de existir el problema.

A primera vista es una solución que no resulta interesante puesto que se destruiría una estructura singular de gran valor histórico. Tampoco la estructura presenta problemas tan graves que no se puedan arreglar y que no haya más remedio que echarla abajo.

Alternativa 2: Refuerzo de las ménsulas

Esta alternativa plantea buscar una solución para reforzar las ménsulas. Lo que se pretende es mejorar la respuesta estructural de las ménsulas.

Puesto que la estructura no plantea graves problemas estructurales y que no se desea aumentar el canto de la sección, la mejor alternativa, en este caso, es reforzar la estructura con fibras de carbono. Los refuerzos con fibras de carbono están diseñados para el refuerzo de estructuras de hormigón que hayan sufrido incrementos de carga, daños en elementos estructurales, cambios en el esquema estructural...

Esta es una alternativa de fácil aplicación, puesto que solo se han de pegar las fibras a las ménsulas. Y la mayor complicación puede ser el cálculo de la sección óptima que estas fibras tienen que tener y preparar bien la zona donde éstas se pegaran, debido a que es una zona fisurada.

Alternativa 3: Refuerzo con un sistema atirantado

Otra alternativa es reforzar la estructura añadiendo una nueva armadura. Consiste en crear un sistema de refuerzo formado por armaduras post-tesadas que vayan punta a punta de las ménsulas de las ménsulas contiguas.

Con este sistema se consigue introducir un sistema de fuerzas que consigue que las ménsulas no flecten y que la carga que reciben sea inferior. Para que el sistema funcione se ha de prestar especial atención a la zona de anclajes. Y también se ha de tener cuidado con la tensión que se aplica a los cables.

Puesto que el refuerzo que se tiene que hacer a la estructura para que cumpla los requisitos de estado límite último es muy reducido, esta solución puede resultar demasiado compleja.

Alternativa 4: Refuerzo con pilas metálicas

Por último, la última alternativa que se plantea es crear un sistema puntales, que funcionen como pilas metálicas.

Este sistema permite crear unas pilas adicionales que sirven para descargar la estructura y consiguen que las ménsulas trabajen soportando cargas menores.

Esta solución es muy fácil de realizar, solo se ha de estudiar bien cuales serán las zonas estratégicas de apoyo. Los dos mayores inconvenientes que presenta es su aspecto, puesto que se pierde un poco la estética de la estructura, y la disposición de nuevas pilas, que puede suponer una barrera para el tráfico que circula bajo la lámina.

4.3. Análisis multicriterio

Para poder puntuar las alternativas se ha realizado un análisis multicriterio. Los criterios considerados en este análisis y los porcentajes sobre el total (100%), así como los indicadores y sus pesos, se indican a continuación:

Criterios:

1. Social – Funcional (40%)
2. Técnico – Constructivo (30%)
3. Económico (20%)
4. Mantenimiento (5%)
5. Impacto ambiental (5%)

Los resultados que se obtienen al valorar los diferentes indicadores son los siguientes:

Resultado	Control	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Porcentaje Final (%)	100,0	75,0	61,5	89,1	69,9	77,9

Se realiza también un análisis de sensibilidad para comprobar la robustez de los datos. Para hacer este análisis se varían aleatoriamente los pesos, primero según una distribución normal $N(\mu=0,1; \sigma=0,15)$ (Variación 1) y después según una distribución normal $N(\mu=0,2; \sigma=0,15)$ (Variación 2).

Al aplicar esta variación sobre los pesos se obtienen los siguientes resultados:

Resultado	Control	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Variación 1	100,0	76,7	59,6	89,1	69,7	76,7
Variación 2	100,0	73,2	63	89,1	80,1	79,2

Los resultados que se obtienen tanto del análisis corriente como del análisis de sensibilidad otorgan a la alternativa 2 la mejor puntuación.



4.4. Solución final

Debido a los resultados obtenidos la solución adoptada es la 2, reforzar las ménsulas.

La solución, por tanto, es mejorar la respuesta estructural de las ménsulas reforzándolas con láminas de fibra de carbono.

5. Rehabilitación y refuerzo del paraguas

A continuación se describe cual es la solución de rehabilitación y de refuerzo que se ha proyectado para el paraguas de Pola de Siero.

Antes de ello hay que tener en cuenta varios aspectos:

- Se desconoce el estado del hormigón.
- Se desconoce cual es el alcance del oxido en las armaduras de la lámina.
- Se desconoce cual es el alcance de las fisuras en las ménsulas.

Estos datos son importantes para desarrollar una correcta actuación, así que antes de empezar se tendrán que realizar los ensayos pertinentes para conocer el estado del hormigón y cual es el grado de corrosión en las armaduras.

5.1. Descripción de la situación actual

El estado actual de la estructura es:

Lámina

La lámina es la parte de la estructura que resulta más afectada y la que produce más problemas.

La parte inferior de ésta presenta grietas y desprendimientos del hormigón, dejando al descubierto la armadura y causando graves molestias a los peatones y vehículos que transitan la zona. También se observa manchas de óxido. Estos síntomas son más intensos en los últimos metros de la lámina, y esto se debe a que en esa zona conviven dos estados diferentes, el estado húmedo y el estado seco. En cambio en la parte interna solo es presente el estado húmedo, puesto que es una zona donde nunca toca el sol.

Dados los síntomas presentes se puede establecer, por tanto, que el síntoma principal es la disgregación general. En este caso la causa más probable suele ser la corrosión de las armaduras.

La causa más probable de la corrosión de las armaduras escaso espesor del recubrimiento de las armaduras. Éste escaso espesor es debido al pequeño espesor de la lámina y a un posible fallo en la construcción. Es posible a que cuando se hormigonó la estructura no se pusieran separadores entre los encofrados y las armaduras, hecho que provocó un descenso de la posición de la armadura cuando se produjo el hormigonado de la lámina.

En la parte superior se observan manchas debido a la vegetación que se ha creado. La vegetación puede crear daños en el hormigón penetrando a través de las fisuras y provocando la disgregación del hormigón y facilitando la penetración de otros agentes agresivos. En esta parte también existen manchas debidas al deterioro de la capa impermeable, dejando al descubierto el hormigón.

Debido a la afluencia de paso por la zona afectada y los riesgos de desprendimientos, es de vital importancia realizar una reparación de la lámina para no producir daños, tanto a las personas como a los vehículos.



Ménsulas

Las ménsulas presentan fisuras en la zona más crítica, que es aquella donde los momentos flectores producidos son elevados y la sección sufre una reducción del armado en comparación con un punto anterior. Esta sección está situada a 4 m del centro. Las fisuras en esta zona son más graves que en el resto de la sección, porque su ancho es mucho más grande y hay mayor concentración.

Como ya se ha comprobado con anterioridad en este punto ($x=4m$) la sección resiste el momento último debido a flexiocompresión. Pero el coeficiente de seguridad es muy bajo, así que como medida de seguridad se estima que se tendrá que reforzar la zona. También se demostró que la sección en este punto no cumple el estado último de fisuración, por tanto era esperable que existieran estas fisuras.

Los daños en la ménsula pueden resultar especialmente graves dependiendo de la profundidad de fisuración, de si ésta ha llegado o no a la armadura, y de si en el caso de que haya llegado se encuentre el acero oxidado. Esta información solo se conocerá cuando se proceda a la reparación.

Por tanto se estima que las obras necesarias en esta parte de la estructura será reparar las fisuras y reforzar la zona más solicitada, que coincide con la zona de mayores fisuras.

5.2. Reparación de la lámina

La solución planteada para realizar la reparación de la lámina es:

Cara superior

Esta cara es la que presenta menos problemas puesto que solo presenta musgo.

Para esta cara la solución que se plantea es:

1º Eliminación del musgo

Para realizar un saneamiento de la zona, limpiando las impurezas y restos vestales, se realizará el procedimiento mecánico del chorro de arena. Con este procedimiento se consigue eliminar una capa de 2-3 mm de espesor de hormigón.

2º Preparación de la superficie

Para preparar la superficie se procederá a la limpieza de la zona con un chorro de agua a poca presión. Éste limpiará la zona del polvo que se produzca del paso anterior, que puede traer problemas de adhesión.

3º Revestimiento

Puesto que la capa de hormigón que se ha eliminado es muy reducida, no será necesario aplicar ningún recubrimiento, pero en cambio sí que se procederá a aplicar un revestimiento. Se aplicará un recubrimiento impermeable y flexible a base de un material polimérico en dispersión acuosa.



Cara inferior

Es en esta capa donde se presentan más problemas. Primero porque es la cara mas agredida, y por tanto se tendrá que realizar una reparación más cuidadosa. También es un problema el espesor de la misma. La lámina tiene un espesor de tan solo 3,6 cm, por eso las técnicas que se pueden emplear para su restauración son muy limitadas.

1º Eliminación del material deteriorado

Primero se ha de proceder al saneamiento de la zona y la eliminación del material deteriorado. Para realizar esta tarea, debido al pequeño espesor de la lámina, se procederá al chorro de arena. Con esta técnica también se consigue eliminar el oxido de las armaduras. En el caso de que el chorro de arena no sea suficiente se procederá a realizar un picado manual de la superficie. La finalidad es, por tanto, conseguir que solo quede el hormigón sano y que las armaduras queden limpias de oxido.

2º Preparación de la superficie

Una vez efectuado el vaciado del hormigón deteriorado, se ha limpiar cuidadosamente la superficie de contacto. En el caso de que el chorro de arena no haya eliminado los restos de óxido, se complementará con un cepillo de alambre.

Una vez concluidas estas operaciones se procederá a la limpieza con chorro de agua a poca presión para limpiar toda la superficie de polvo y otros residuos.

3º Recubrimiento

Cuando la superficie ya esta preparada y seca, ya podemos proceder a aplicar el recubrimiento. El primer paso será aplicar una capa de resina epoxi. Ésta ha de trabajar como protección del acero y como puente de unión entre el hormigón viejo y el mortero de reparación. La aplicación se hará mediante brocha o a pistola.

El recubrimiento se realizará empelando la técnica de proyectado e aplicando una capa de 3 cm, y de 4 cm en las zonas donde se halla llegado asta la armadura. Resultará, por tanto un espesor total de la lámina de 5,6 cm. Se proyectara por vía húmeda una mezcla de mortero a base de cemento reforzado con fibras. La resistencia a compresión ha de ser como mínimo la resistencia del actual, 40 N/mm^2 . Para el acabado superficial, se realizará un fratasado tan pronto como el material haya empezado a endurecer. Se ha de asegurar un curado adecuado.

4º Revestimiento

En este caso, puesto que se han introducido una capa protectora de la corrosión y que se ha aumentado de forma considerable el ancho del recubrimiento no se aplicará ninguna capa de revestimiento protector.



5.3. Reparación ménsulas

La solución planteada para reparar las ménsulas y reforzarlas es la siguiente:

Cara superior

En la cara superior es donde se concentran la mayor parte de las operaciones previstas.

1º Eliminación del material deteriorado

Primero se ha de proceder al saneamiento de la zona. Para ello se realizará el procedimiento mecánico del chorro de arena.

2º Preparación de la superficie

Para prepara la superficie se procederá a la limpieza de la zona con un chorro de agua a poca presión. Éste limpiará la zona del polvo que se produzca del paso anterior, que puede traer problemas de adhesión.

3º Reparación de fisuras

Para la reparación de fisuras el procedimiento que se seguirá será el vaciado de las mismas y el sellado. Puesto que todas se concentran en $x=4m$, en ese punto se realizará un vaciado del hormigón existente y un limpiado de la zona con agua. Se estima un vaciado de 1 m, pero la longitud real solo se sabrá cuando se empiece a actuar. Después de esta operación, si no se observan defectos de corrosión en la armadura se aplicara una capa epoxi de unión y protección de las armaduras, y después un mortero a base de cemento reforzado con fibras. Para aplicarlo se pondrá un encofrado en la zona y se verterá el mortero. Se tendrá que esperar a que este esté completamente seco para continuar con la siguiente operación.

Para las fisuras más pequeñas se aplicará un mortero a base de resinas de epoxi.

4º Refuerzo de las ménsulas

Ésta es, tal vez, una de las operaciones donde se ha de prestar mas atención. Para que se pueda realizar el refuerzo con éxito es esencial que se haya hecho un buen apeamiento de la estructura. Los puntales que sostienen la estructura de forma provisional no han de introducir ninguna fuerza más que la que resista las fuerzas a la que la estructura esté sometida. El apeamiento tiene una gran importancia para asegurar el correcto funcionamiento del refuerzo.

El material escogido para realizar este refuerzo son láminas de fibras de carbono reforzadas con polímeros (CFRP). Este material tiene unas resistencias muy altas, es muy ligero, es espesor es pequeño, no se corroe y presenta una excelente durabilidad y resistencia frente a la fatiga. Las láminas se pegaran a la estructura con un adhesivo estructural destinado para ese uso.

5º Revestimiento

Las láminas de carbono necesitan una protección para los rayos UV. El revestimiento que se ha elegido para la lámina también protege de los rayos UV, así que se aplicará el mismo revestimiento.



Cara inferior

El procedimiento a efectuar en la cara inferior es:

1º Eliminación del material deteriorado

Primero se ha de proceder al saneamiento de la zona. Para ello se realizará el procedimiento mecánico del chorro de arena.

2º Preparación de la superficie

Para prepara la superficie se procederá a la limpieza de la zona con un chorro de agua a poca presión. Éste limpiará la zona del polvo que se produzca del paso anterior, que puede traer problemas de adhesión.

3º Revestimiento

Puesto que las ménsulas por debajo se hallan en buen estado lo que se hará es aplicar un mortero a base de cemento modificado con resina epoxi, de textura fina para nivelar y dar un buen acabado. Se aplicará una capa de pequeño espesor y se extenderá con la llana para obtener así un buen acabado.

6. Consideraciones de diseño de materiales compuestos

En el anejo 5 se realiza el cálculo para comprobar el refuerzo escogido para reforzar las ménsulas.

Para realizar el refuerzo se ha escogido las láminas de fibra de carbono, en concreto 3 láminas de 60 mm² de sección y 4 m de longitud.

7. Afectaciones a la zona



Figura 1: Emplazamiento del paraguas

El paraguas de Pola de Siero está emplazado en la estación de autobuses de esta población. Desde la estación parten autobuses con destino Oviedo, Cangas de Onís, Villaviciosa, El Berrón y Noreña.

La estación ocupa una manzana entera y esta compuesta del edificio de la estación, la zona de dársenas y la zona de paradas de autobuses, que se haya justo debajo del paraguas. El paraguas funciona como cubierta para la parada de autobuses.

Debido al tipo de actuación las afectaciones al terreno son muy escasas. Las únicas actuaciones que se tendrán que realizar es cerrar los accesos para los autobuses que dan a la calle Ramón y Cajal, y hacer todas las operaciones de salida y entrada por la plaza Olof Palme.

La recogida y el apeo de los viajeros se tendrán que realizar toda en la zona de dársenas.



8. Plan de obras

En el anejo 7 se dispone de una planificación de obra. La obra tiene una duración de 32 días laborables.

Las tareas a ejecutar son:

- Trabajos previos de acondicionamiento de la zona
- Tareas en la parte superior:
 - Limpieza de la superficie
 - Vaciado de la zona de fisuras en las ménsulas (x=4)
 - Hormigonado
 - Reparación de pequeñas fisuras en las ménsulas
 - Pegado de las fibras de carbono con adhesivo
 - Aplicación de la capa impermeable
- Tareas en la parte inferior
 - Limpieza de la superficie
 - Riego de resina epoxi y proyectado de mortero reforzado con fibras, con acabado fratasado
 - Aplicación del mortero de nivelación en las ménsulas
- Desapeo y desmontaje de instalaciones



9. Control de calidad

En el anejo 10 se desarrolla el Programa de Control de Calidad de las obras.

El presupuesto estimado destinado para el Control de Calidad de las obras sube a una cantidad de **203,09 €**.

(DOSCIENTOS TRES EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS).

10. Estudio básico de Seguridad y Salud

Según se establece en el Real Decreto 1327/1997, es obligatorio, para los proyectos con las mismas características al presente, realizar un Estudio básico de Seguridad y Salud adaptado al proyecto. Este estudio como mínimo ha de presentar una memoria donde se recojan todas las medidas preventivas necesarias para la previsión de riesgos en las obras a realizar

En este caso el anejo incluye:

- Memoria descriptiva de todas las medidas que se han de tomar para evitar posibles accidentes, así como los servicios sanitarios incluidos en el proyecto.
- Mediciones y precios unitarios de los elementos de Seguridad y Salud.
- Presupuesto de las medidas de prevención adoptadas.
- Planos donde se muestran las medidas de protección necesarias.

El importe para la ejecución material del estudio básico de Seguridad y Salud es de **14.480,32€**.

(CATORCE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS)



11. Justificación de precios

La justificación de precios del proyecto se basa en el banco de precios de BEDEC 2010, realizado con los costes de mano de obra, maquinaria y materiales del mercado.

12. Presupuesto para el Conocimiento de la Administración

El presupuesto de ejecución material de las obras es de **157.457,05€**.

(CIENTO CINQUENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON CINCO CÉNTIMOS).

El presupuesto se estructura en los siguientes capítulos:

NIVELL 2: Capítol			Import
Capítol	01.00	Acondicionamiento del terreno	12.648,57
Capítol	01.10	Reparación parte superior	24.373,48
Capítol	01.20	Reparacion parte inferior	105.751,59
Capítol	01.30	Otros	14.683,41
Obra	01	Pressupost 1-TCQ	157.457,05
			157.457,05

Incrementando el presupuesto de ejecución material en un 6% de beneficio industrial y un 13 % de gastos generales, y sumando el 21% de IVA se obtiene el presupuesto General de ejecución por contrata:

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL	157.457,05 €
13 % Gastos Generales SOBRE 157.457,05.....	20.469,42 €
6 % Beneficio Industrial SOBRE 157.457,05.....	9.447,42 €
Subtotal	187.373,89 €
21 % IVA SOBRE 187.373,89.....	39.348,52 €
TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTE D'OBRA	226.722,41 €

Aquest pressupost d'execució per contracte d'obra, puja a la quantitat de :

(DOS-CENTS VINT-I-SIS MIL SET-CENTS VINT-I-DOS EUROS AMB QUARANTA-UN CENTIMS)

Debido al hecho de que no hay que realizar ninguna expropiación, el presupuesto para el Conocimiento de la Administración es el mismo que el presupuesto General de ejecución por contrata.

13. Clasificación del contratista

Según el Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, la clasificación del contratista será necesaria cuando el contrato de ejecución tenga un valor igual o superior a 350.000€. Debido a las características del presente proyecto no es necesario.

14. Revisión de precios

Debido a la duración de las obras no procede realizar una revisión de precios.



15. Documentos que integran el proyecto

El proyecto esta formado por los siguientes documentos:

DOCUMENTO nº 1: Memoria y anejos

Memoria

Anejos a la memoria

- Anejo 1: Antecedentes y razón de ser
- Anejo 2: Cálculos
- Anejo 3: Estudio de alternativas
- Anejo 4: Rehabilitación y refuerzo del paraguas
- Anejo 5: Consideraciones de diseño del refuerzo
- Anejo 6: Afectaciones en la zona
- Anejo 7: Plan de obras
- Anejo 8: Reportaje fotográfico
- Anejo 9: Justificación de precios
- Anejo 10: Control de calidad
- Anejo 11: Estudio básico de Seguridad y Salud

DOCUMENTO nº 2: Planos

DOCUMENTO nº 3: Pliego de Condiciones

- Capítulo 1: Pliego General de Prescripciones Técnicas
- Capítulo 2: Origen y características de los materiales
- Capítulo 3: Definición, ejecución, medición y abono de las obras

DOCUMENTO nº 4: Presupuesto

- Mediciones
- Cuadro de precios Nº 1
- Cuadro de precios Nº 2
- Presupuesto de ejecución material
- Resumen de presupuesto



- Última hoja

16. Conclusión

Considerando que el proyecto queda definido en su totalidad mediante los documentos adjuntados y que permite la rehabilitación del paraguas de la estación de autobuses de Pola de Siero, se entrega el presente proyecto.

Barcelona, Enero de 2013

La autora del proyecto

Paula Mestrallet Sanchez

ANEJO 1: Antecedentes y razón de ser



Estudio de alternativas

1. Introducción	3
2. Antecedentes	3
2.1. Proyecto original	3
2.2. Primera reforma	5
3. Razón de ser	6

1. Introducción

La estructura de la que trata el proyecto es el paraguas de Pola de Siero. Esta estructura fue diseñada por el ingeniero Ildefonso Sánchez del Río en 1971. Más tarde, en 1990, se realizó una reconstrucción de la cimentación y del pilar.

El paraguas está situado en Pola de Siero, una localidad situada en Asturias. Cuenta con una población de 12.615 habitantes, constituyendo la localidad más poblada del concejo asturiano de Siero y la séptima asturiana.

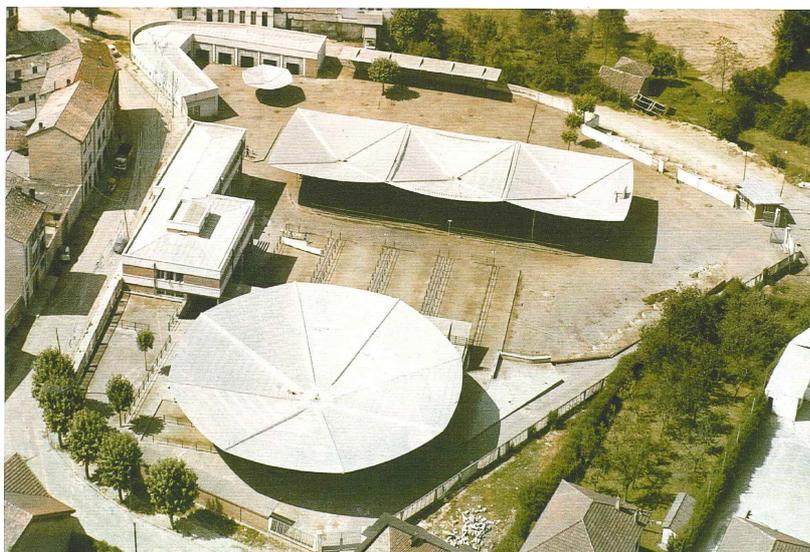
2. Antecedentes

2.1. Proyecto original

En abril de 1971, el Ayuntamiento de Pola de Siero (Asturias) encarga al Ingeniero de Caminos Ildefonso Sánchez del Río la construcción de una cubierta para el Mercado de Ganado de la localidad.

En Pola de Siero se encuentra uno de los mercados de ganado más importantes a nivel nacional y europeo, y en él se comercializan animales de diversas especies, tanto para comercio nacional como exportación. Es por la relevancia social y económica de dicho mercado que el Ayuntamiento decidió encomendar la cubierta de este espacio a Sánchez del Río, buscando una construcción moderna para así impulsar la actividad del Mercado de Ganado.

La construcción de este proyecto se convirtió, de alguna manera, en el centro experimental de las primeras estructuras laminares construidas por Ildefonso Sánchez del Río utilizando tan solo hormigón armado.



Fotografía 1: Conjunto del mercado de ganado

El proyecto de Sánchez del Río para la cubierta del Mercado constaba de dos fases. Una primera, construida en 1971, formada por un conjunto de tres paraguas laminares, desarrollado, cada uno de ellos, sobre una planta cuadrada de 20 metros cada lado. La segunda fase, edificada el año siguiente, consistió en construir en uno de los extremos un pequeño modelo, a escala reducida, del gran paraguas octagonal, que posteriormente construyó en el extremo opuesto, y que cuenta con 40 metros de diámetro, el récord de tamaño de un paraguas laminar de hormigón armado jamás construido en esa época.

Idelfonso ideó un paraguas de 40 metros de diámetro que suponía una superficie cubierta de 1.200 m², superficie que, en Asturias, equivale a la de un día de bueyes. En el proyecto original Idelfonso menciona el carácter extraordinario de la estructura, y el escepticismo, por parte de otros técnicos, de su estabilidad. Cuando el autor ideó el proyecto dudaba entre si disponer de 6 o 8 varillas. Decantándose, finalmente, por 8 varillas, dando así, más rigidez al conjunto.

Los paraguas de hormigón armado de Idelfonso Sánchez del Río nacieron en la década de los años veinte como estructuras de entramados de vigas, y en la década de los años setenta se convirtieron en esbeltas estructuras laminares que superaron no solo sus primitivos tamaños, sino también el tamaño de todos los paraguas de hormigón armado anteriormente construidos.



Fotografía 2: Idelfonso subido en el paraguas

2.2. Primera reforma

Sin embargo, la vida de los paraguas de Pola de Siera no han tenido ni larga ni feliz vida. Así, en los años ochenta se decidió emplazar la estación de autobuses en los terrenos hasta entonces empleados para el mercado de ganado, y ello hizo necesario el derribo del grupo de tres paraguas, quizás la parte más elegante del conjunto. Se salvó el circular, que se integró en las nuevas instalaciones, pero en el que se habían detectado diversos daños estructurales, debidos bien a asentamientos del terreno bajo la gran zapata central, bien a errores a la hora de prever los empujes del viento. Ya en 1984 la Demarcación de Asturias del Colegio de Ingenieros de Caminos había dado la voz de alerta, promoviendo la realización de las obras de rehabilitación que fueran pertinentes.



Fotografía 3: Paraguas antes de su primera reforma

En 1990 se aprobó un proyecto de consolidación redactado por el ingeniero de Caminos Aníbal Pérez Guerrero, lo que ha salvado el paraguas de lo que se califica como de inminente ruina. El proyecto de consolidación introducía las siguientes variaciones:

- Instalación de doce pilotes de 40 t de carga de trabajo.
- Viga perimetral de refuerzo de la zapata, apoyada en la zapata y empotrando los pilotes en ella.
- Diez barras de postear de 90t en el pilar.
- Aumento del diámetro del fuste de 0,9 m a 1,2 m.
- Elevación del paraguas 0,5m, con lo que la longitud del fuste queda de 2,50 m.

Si con estas actuaciones la estabilidad quedó asegurada, en la actualidad es manifiesta la degradación del hormigón de las láminas, tal vez por el escaso espesor de las mismas, que no llegaba a 4 centímetros, produciéndose desprendimientos de material que han hecho necesaria la colocación de una red bajo la gran cubierta.



3. Razón de ser

Como ya se ha comentado el paraguas en la actualidad presenta una degradación del hormigón de las láminas produciéndose desprendimientos de material, hecho por el cual se ha colocado una red debajo de la cubierta, puesto que es una zona muy transitada por personas y vehículos.

El paraguas en este estado es un riesgo para las personas y los vehículos que transitan, y puede suponer un riesgo de seguridad para la propia estructura, debido a que si la estructura pierde el hormigón que recubre las armaduras estas se pueden corroer, perdiendo así su capacidad resistente.

Con todo lo expuesto se justifica la necesidad de plantear un proyecto que pueda rehabilitar el paraguas y recuperar así una estructura definida como monumento.



Cálculos

1. Introducción	3
2. Hipótesis de cálculo	3
3. Cálculo de la flecha real	3
4. Leyes de esfuerzo	7
5. Cálculo de sobrecargas	
5.1. Nieve	13
5.2. Viento	14
6. Comprobación de la sección en estado límite último	16
7. Comprobación de la sección en estado límite de servicio	
7.1. Ménsulas	18
7.2. Lámina	19



1. Introducción

En el siguiente apartado se va a realizar el cálculo de las fuerzas existentes en el paraguas y se va a comprobar su estabilidad.

Dicha comprobación es importante para tomar una decisión sobre las obras de rehabilitación a realizar.

Para realizar todos los cálculos se tomara una sección tipo formada por una ménsula y media sección de la lámina a cada lado.

2. Hipótesis de cálculo

Se han de considerar varias hipótesis de cálculo:

- Se ha de considerar la acción estabilizadora de las componentes horizontales de las tensiones extremas de las catenarias que conforman el forjado. Se puede considerar esta hipótesis debido al poco espesor del forjado, que hace que sea totalmente deformable, y a que las armaduras soporte están todas colocadas en planos verticales perpendiculares al plano vertical bisector de los dos que contienen las directrices de cada dos ménsulas consecutivas.

Para realizar los cálculos correspondientes se han de tener en cuenta las consideraciones de cálculo que tuvo el autor del proyecto original:

- Al desencofrar y producirse en las ménsulas las flechas correspondientes a las cargas verticales de peso propio, se producen unos desplazamientos horizontales de todos los puntos de la directriz de los mismos, que a su vez producen un aumento de la longitud de la cuerda de la catenaria.
- Al estar las catenarias construidas, y como consecuencia su longitud ser constante, al ir aumentando la flecha de las ménsulas iría aumentando la cuerda de las catenarias, lo que produciría un aumento de la tensión en el plano horizontal.
- Al aumentar la tensión en el plano horizontal, provocado por el aumento de flecha, los momentos disminuyen llegando a un estado de equilibrio.
- En este estado de equilibrio es donde, obligatoriamente, las tensiones que aparecen han de ser admisibles, pudiendo no serlo en estados anteriores.

Como conclusión, para los cálculos que se realizarán es imprescindible considerar la acción estabilizadora de las componentes horizontales de las tensiones extremas de las catenarias y tener en cuenta el estado final de equilibrio, considerando las flechas producidas tanto en las ménsulas como en la lámina.

3. Cálculo de la flecha real

Para hallar la flecha real se emplean las mediciones que se tomaron cuando se realizó el proyecto de consolidación del paraguas en 1990. En la actualidad habría que tomar nuevos datos y rehacer los cálculos, aunque éstos no distarán mucho de los datos obtenidos.

La flecha medida entre dos ménsulas consecutivas es:

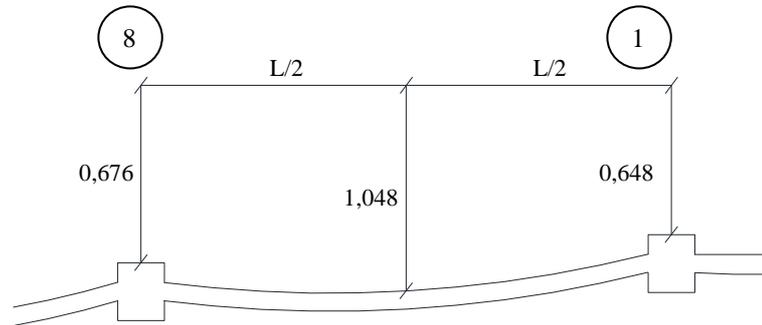


Figura 1: Flechas entre el punto 8-1

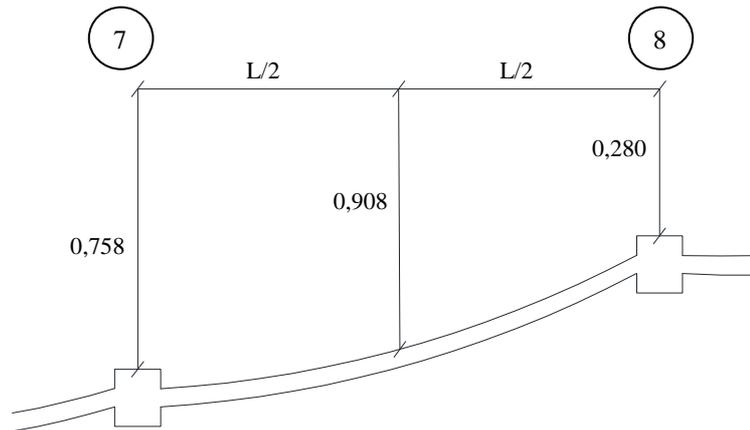


Figura 2: Flechas entre el punto 7-8

Puesto que de cada catenaria se conocen tres puntos, se puede determinar por tanteo cuáles son sus expresiones matemáticas:

$$y = a \cdot \cosh\left(\frac{x}{a}\right)$$

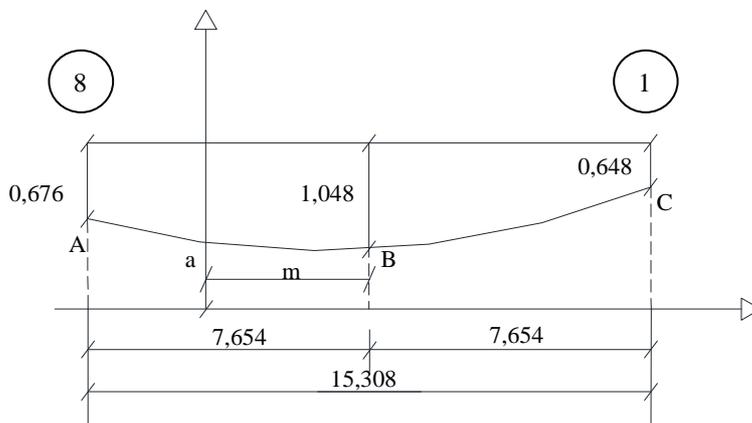


Figura 3: Catenaria 8-1

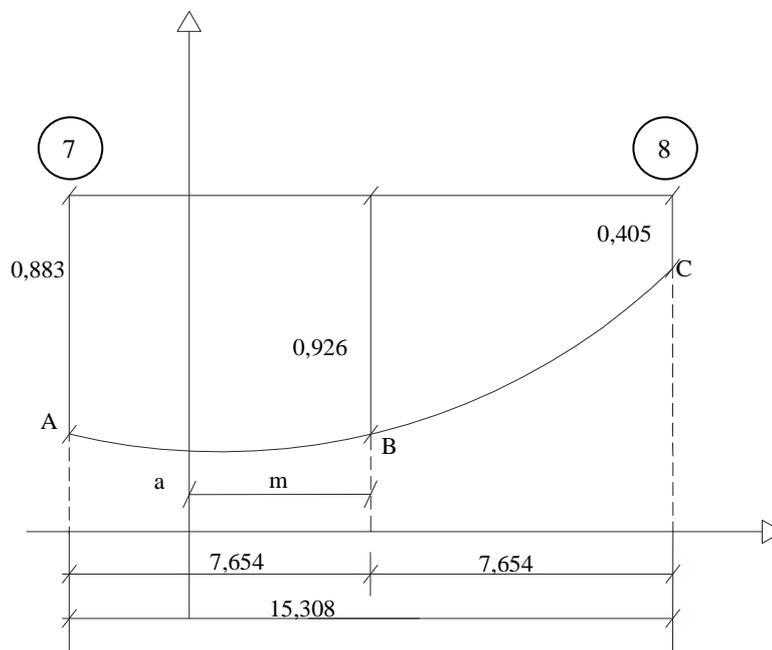


Figura 4: Catenaria 7-8



Del primer tramo analizado la ecuación que resulta es:

$$y = 104 \cdot \cosh\left(\frac{x}{104}\right)$$

Del segundo tramo, la ecuación que resulta es:

$$y = 105 \cdot \cosh\left(\frac{x}{150}\right)$$

Hay que tener en cuenta que los parámetros de las dos catenarias tendrían que ser iguales, pero en éste caso no ocurre debido a la inclinación que sufre el paraguas y las posibles irregularidades naturales en la construcción.

De las dos ecuaciones obtenidas tomaremos la primera, ya que es la más desfavorable. Con

$$f = 104 \cdot \left[\cosh\left(\frac{7,654}{104}\right) - 1 \right] = 28,17 \text{ cm}$$



4. Leyes de esfuerzo

La estructura se haya sometida las siguientes fuerzas:

- Una carga vertical puntual situada en el extremo exterior de la ménsula, debida al peso propio del segmento circular que regulariza el contorno del octógono. Definida como G_0 .
- Una carga variable, continua y vertical debida al peso de la estructura. Se define:

G_1 : fuerza debida al peso propio de la ménsula.

G_2 : fuerza debida al peso propio de la lámina.

- Una carga variable, continua y horizontal debida a la fuerza que realiza la unión de la lámina con la ménsula. Definida como h .

Cálculo de G_0

El peso del área del segmento circular se define como:

$$G_0 = \text{Área} \cdot \text{Peso HA} = \frac{2}{3} \cdot 1m \cdot 20m \cdot \sqrt[2]{2 - \sqrt{2}} \cdot 0,036m \cdot 2,5 T/m^3 = 0,918 T = 9kN$$

Cálculo de G_1

Tras la observación de los planos se pueden definir tres funciones diferentes para hallar el área de cada sección. Son las siguientes:

$$G_1 = [0,02 \cdot (20m - x) + 0,25m] \cdot [0,02 \cdot (20m - x) + 0,214m] \cdot \frac{2,5 T/m^3}{\cos \alpha} \rightarrow 10m \leq x \leq 20m$$

$$G_1 = \left[\frac{0,0125}{2} \cdot (10m - x) + 0,45m \right] \cdot \left[\frac{0,0125}{2} \cdot (20m - x) + 0,414m \right] \cdot \frac{2,5 T/m^3}{\cos \alpha} \rightarrow 2m \leq x \leq 10m$$

$$G_1 = \left(1 - \frac{x}{4} \right) \cdot 0,765m \cdot x \cdot \frac{2,5 T/m^3}{\cos \alpha} = \frac{1,913 T/m^2}{\cos \alpha} \cdot x \cdot \left(x - \frac{1}{4} \right) \rightarrow 0 \leq x \leq 2m$$

Calculando varios puntos resulta:

X (m)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
G_1 (kN)	14,4230	5,6816	5,3865	5,0993	4,8200	4,2589	3,4706	2,7627	2,1352	1,5882

Tabla 1: Valores de G_1

Cálculo de G_2

La lamina del forjado, es una superficie creada por las catenarias contenidas en planos verticales perpendiculares a los planos que contienen las directrices de cada dos ménsulas consecutivas.

Debido a que en cada punto, tanto la longitud de la catenaria como la flecha de ésta, varia se ha de estudiar el valor de cada parámetro en cada punto de estudio.

Planta:

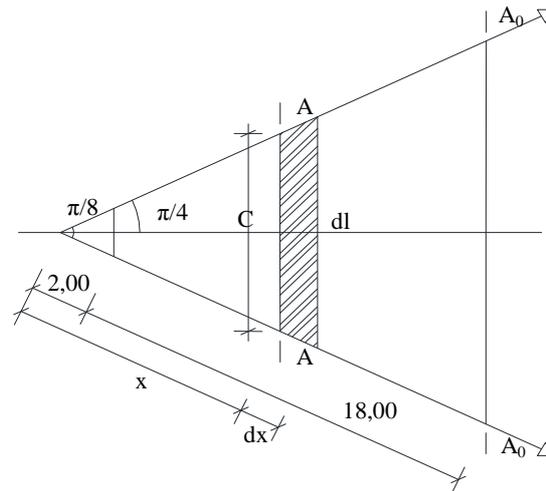


Figura 5: Planta de la lámina

Sección A-A:

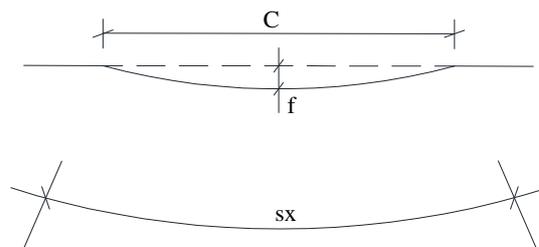


Figura 6: Perfil de la lámina

Formulación de los parámetros:

- a) La flecha (f) varia linealmente desde 0,2818 en $x=20\text{m}$ a 0 en $x=0$. Por tanto la flecha en cada punto será:

$$f = 0,2818 \cdot \frac{x}{20} = 0,01409x$$



b) La longitud de la catenaria (c) es el lado de un óctogono regular de radio x:

$$c = x \cdot \sqrt[2]{2 - \sqrt{2}}$$

c) Observando el esquema anterior se puede deducir:

$$G_2 \cdot dx = \frac{Sx \cdot dl}{\cos \alpha} \cdot 0,036m \cdot 2,5 T/m^3 \quad ; \quad G_2 = \frac{0,09 T/m^2}{\cos \alpha} \cdot \frac{dl}{dx} \cdot Sx$$

Dónde:

$$\frac{dl}{dx} = \cos\left(\frac{\pi}{8}\right)$$

$$\alpha = \arctg\left(\frac{4,5}{20}\right)$$

Substituyendo resulta:

$$G_2 = 0,8361 Sx$$

d) Ahora solo falta hallar el valor de Sx. Sabemos que se ha de cumplir:

- Se ha de cumplir que $f + a = a \cdot ch\left(\frac{c}{2 \cdot a}\right)$, es decir, $f = a \cdot \left(ch\left(\frac{c}{2 \cdot a}\right) - 1\right)$.
- Como para valor de x se conoce f y c, mediante tanteo se determina a.
- Una vez conocido a para cada x, se obtiene Sx, empleando $Sx = 2 \cdot a \cdot sh\left(\frac{c}{2 \cdot a}\right)$.

Una vez conocidos todos los parámetros que influyen en el cálculo de G_2 y sus respectivas formulas se obtienen los siguientes resultados:

X (m)	3	5	7	9	11	13	15	17	19
c	2,2961	3,8268	5,3576	6,8883	8,4190	9,9498	11,4805	13,0112	14,5420
f	0,0423	0,0705	0,0986	0,1268	0,1550	0,1832	0,2114	0,2395	0,2677
a	15,6000	25,9600	36,4000	46,8000	57,2000	67,5800	77,9600	88,4000	98,8000
Sx	2,2982	3,8303	5,3624	6,8945	8,4266	9,9588	11,4909	13,0230	14,5551
G_2 (kN)	1,9215	3,2025	4,4834	5,7644	7,0454	8,3264	9,6074	10,8883	12,1693

Tabla 2: Valores de G_2

Cálculo de h

Calculo de h:

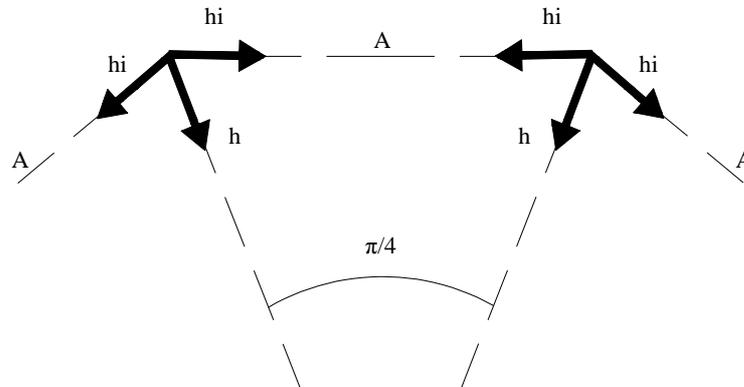


Figura 7: Distribución en el plano horizontal de h

Sección A-A

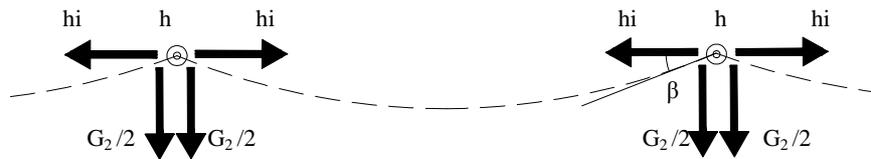


Figura 8: Distribución en el plano vertical de h

De las figuras se deduce que:

$$\frac{G_2}{2 \cdot h_1} = \operatorname{tg} \beta = \operatorname{sh} \left(\frac{c}{2 \cdot a} \right) \quad ; \quad h_1 = \frac{G_2}{2 \cdot \operatorname{sh} \left(\frac{c}{2 \cdot a} \right)}$$

Y por tanto resulta:

$$h = 2 \cos \left(\frac{3\pi}{8} \right) \cdot \frac{G_2}{2 \cdot \operatorname{sh} \left(\frac{c}{2 \cdot a} \right)} = \cos \left(\frac{3\pi}{8} \right) \cdot \frac{G_2}{\operatorname{sh} \left(\frac{c}{2 \cdot a} \right)}$$



Dado que se conocen todos los datos el valor de la fuerza h para cada punto:

x (m)	3	5	7	9	11	13	15	17	19
h_x (kN)	9,9826	16,6121	23,2928	29,9479	36,6030	43,2453	49,8876	56,5682	63,2233
h_z (kN)	44,3672	73,8316	103,5236	133,1017	162,6799	192,2012	221,7225	251,4144	280,9926

Tabla 3: Valores de h

Leyes de esfuerzos

Una vez halladas todas las fuerzas, se puede realizar el cálculo de los esfuerzos de las respectivas fuerzas.



Fuerza	x	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
G₁ (kN)	M	-674,7117	-505,0538	-375,6051	-268,2926	-181,9517	-115,4494	-67,1047	-34,2190	-13,7998	-3,1765	0
	Q	96,8311	68,6887	57,6027	47,0924	37,1426	27,7378	19,4277	12,6559	7,2653	3,0990	0
	N	21,7870	15,4550	12,9606	10,5958	8,3571	6,2410	4,3712	2,8476	1,6347	0,6973	0
	M	-1873,6109	-1601,9570	-1334,1460	-1076,5829	-834,3915	-612,6959	-416,6198	-251,2873	-121,8222	-33,3485	0
G₀+G₂ (kN)	Q	132,5141	132,5141	128,7649	122,5162	113,7680	102,5204	88,7733	72,5267	53,7807	32,5351	9,7901
	N	29,8157	29,8157	28,9721	27,5661	25,5978	23,0671	19,9740	16,3185	12,1006	7,3204	1,9778
	M	1989,7321	1693,3056	1401,3712	1121,4045	859,3950	621,3439	413,2406	241,0690	110,8072	28,4505	0
h (kn)	Q	-144,5983	-144,5983	-140,2157	-132,9226	-122,6965	-109,5486	-93,4790	-74,4933	-52,5914	-27,7566	0
	N	642,6591	642,6591	623,1808	590,7669	545,3176	486,8827	415,4622	331,0812	233,7396	123,3626	0
	M	-558,590	-413,705	-308,380	-223,471	-156,948	-106,801	-70,484	-44,437	-24,815	-8,074	0
G₀+G₁+ G₂+h (kN)	N	84,7469	56,6045	46,1519	36,6861	28,2142	20,7096	14,7220	10,6893	8,4545	7,8775	9,7901
	Q	694,2618	687,9298	665,1135	628,9289	579,2725	516,1907	439,8074	350,2473	247,4750	131,3803	1,9778

Tabla 4: Esfuerzos



5. Cálculo de sobrecargas

La estructura está sometida a dos sobrecargas diferentes: nieve y viento.

5.1. Nieve

Se supone una sobrecarga de nieve de 50 kg/m^2 . Puesto que esta sobrecarga actúa del mismo modo que el peso propio, se puede calcular los esfuerzos que provoca calculando el incremento que ésta supone sobre el peso propio:

$$\frac{0,05 \text{ T/m}^2}{0,036 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ T/m}^3} \cdot E = 0,5556 E$$

Donde E corresponde a los esfuerzos de las cargas $G_0 + G_2 + h$.

Los datos que se obtienen de los nuevos esfuerzos teniendo en cuenta la sobrecarga son:

X (m)		0	2	4	6	8
$G_1 + (G_0 +$	M					
$G_2 + h) \cdot E$	Q	78,0335	49,8911	39,7904	30,9048	23,2539
(kN)	N	1067,8589	1061,5269	1027,4207	972,4473	896,4477

X (m)		10	12	14	16	18	20
$G_1 + (G_0 +$	M						
$G_2 + h) \cdot E$	Q	16,8050	12,1078	9,5968	9,1152	10,5323	13,6736
(kN)	N	799,4962	681,7164	543,2471	384,0529	203,9819	3,0766

Tabla 5: Esfuerzos por sobrecarga de nieve

Al aplicar la sobre carga de nieve se puede observar varias cosas:

- Debido a la sobrecarga los momentos se reducen en los primeros 8 metros de la sección. A partir de este punto la sobrecarga tiene un efecto desfavorable produciendo un aumento de éste.
- El esfuerzo cortante se ve reducido, excepto a partir de los 16 metros.
- Por último, el esfuerzo axial se ve mayorado en todos los puntos de la sección.

Se puede considerar que la sobrecarga de nieve hace que el paraguas resista mejor a momentos flectores. Esto es debido a que en las secciones donde la estructura trabaja más al límite la sobrecarga de nieve hace que se reduzca el momento flector. En cambio se produce un aumento de momentos flectores en secciones donde la estructura es capaz de resistir momentos muy superiores al debido al peso propio.

5.2.Viento

Para estudiar las acciones del viento se va a realizar una hipótesis, simulando las posibles cargas que puede provocar el viento.

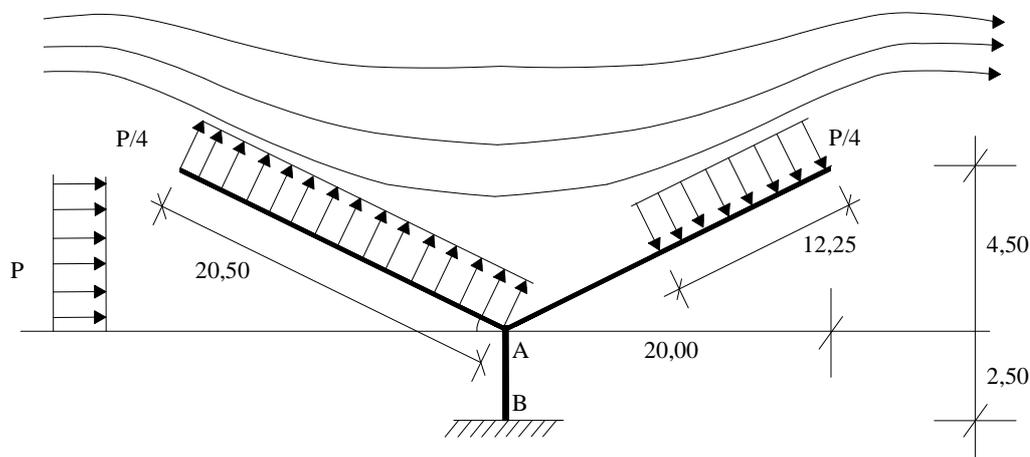


Figura 9: Distribución del viento

Como se puede observar la acción del viento horizontal provoca esfuerzos de sentidos contrarios en cada lado de la lámina. Ésta sobrecarga actuará del mismo modo que el peso propio, pero en éste caso sin aumentar el efecto de h:

$$\frac{0,053 \text{ T/m}^2}{0,036 \text{ m} \cdot 2,5 \text{ T/m}^3} \cdot E = 0,5889 E$$

Donde E corresponde a los esfuerzos de las cargas $G_0 + G_2$.

Los datos que se obtienen de los nuevos esfuerzos teniendo en cuenta la sobrecarga son:

Tramo 1:

X (m)		0	2	4	6	8
$G_1 + (G_0 + G_2)$	M	-282,7533	-177,8616	-111,9640	-64,9740	-34,1072
$G_1 \cdot E/4$	Q	65,2379	37,0955	27,1949	18,6490	11,4650
(kN)						

X (m)		10	12	14	16	18	20
$G_1 + (G_0 + G_2)$	M	-16,5989	-9,1483	-7,4422	-6,8799	-3,1648	0
$G_1 \cdot E/4$	Q	5,6163	1,6526	0,0118	0,5368	3,0876	7,4960
(kN)							

Tabla 6: Esfuerzos por sobrecarga de viento tramo 1



Tramo 2:

X (m)		0	2	4	6	8
$G_T+(G_0+$	M	-558,5905	-413,7052	-308,3799	-223,4710	-156,9482
$G_1)\cdot E/4$	Q	84,7469	56,6045	46,1519	36,6861	28,2142
(kN)						

X (m)		10	12	14	16	18	20
$G_T+(G_0+$	M	-106,8014	-131,8197	-81,4324	-42,7498	-12,9841	0
$G_1)\cdot E/4$	Q	20,7096	14,0293	10,3998	8,6296	8,5810	10,0842
(kN)							

Tabla 7: Esfuerzos por sobrecarga de viento tramo 2

Aunque el efecto del viento produce dos situaciones diferentes, de modo general se puede observar varias cosas:

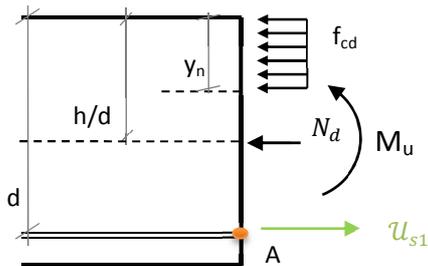
- El efecto del viento reduce de forma considerable los momentos flectores producidos.
- El esfuerzo cortante, también se ve reducido.

Como conclusión se puede afirmar que tanto la sobrecarga de nieve como la del viento no producen efectos desfavorables en el cálculo de los esfuerzos, sino que al contrario, los mejora considerablemente. Estas sobrecargas producen un efecto desfavorable en el pilar de la estructura, puesto que crean momentos de giro que la pueden desestabilizar. En el presente caso de estudio, los momentos producidos sobre el pilar y la cimentación no interesan. Por este motivo se puede despreciar el valor de estas sobrecargas y continuar la comprobación teniendo en cuenta el peso propio de la estructura.

6. Comprobación de la sección en estado límite último

Una vez conocidos los esfuerzos se comprueba si la estructura, sometida a flexiocompresión, resiste en estado límite último.

Tras diversas comprobaciones se llega a la conclusión de que la sección de la ménsula que trabaja en peores condiciones es la que corresponde a $x=4m$, ya que se produce un cambio en la sección, reduciéndose, y los esfuerzos en este punto siguen siendo elevados.



Datos:

$N_d=665,1135 \text{ kN}$	$d=0,431\text{m}$	$f_{ck}=40 \text{ N/mm}^2$	$f_{cd}=0,85 \cdot 40/1,5=22,6667 \text{ N/mm}^2$
$M_d=308,3799 \text{ kNm}$	$d'=0,057\text{m}$	$f_{yk}=400 \text{ N/mm}^2$	$f_{cd}=400/1,15=347,8261 \text{ N/mm}^2$
$h=0,488\text{m}$	$b=0,452\text{m}$		

$$A_s = 3\phi 25 + 2\phi 20 = 1.472,6216 \text{ mm}^2 + 628,3185 \text{ mm}^2 = 2.100,9401 \text{ mm}^2$$

$$U_s = f_{yd} \cdot A_s = 730,7618 \text{ kN}$$

Haciendo sumatorio de fuerzas resulta:

$$N_d = f_{cd} \cdot b \cdot y_n - U_s$$

Por tanto,

$$y_n = \frac{N_d + U_s}{f_{cd} \cdot b} = 111,629 \text{ mm}$$

Realizando un sumatorio de momentos en A, se obtiene:

$$M_u = f_{cd} \cdot b \cdot y_n \cdot \left(d - \frac{y_n}{2}\right) - N_d \left(d - \frac{h}{2}\right) = 382,155 \text{ kNm} > M_d$$

Como se demuestra la estructura resiste los esfuerzos producidos por el peso propio, que como se demuestra son los más desfavorables.

Si se calcula el factor de seguridad como el resultado de dividir el momento último entre el momento debido al peso propio se obtiene:



$$FS = \frac{M_u}{M_d} = 1,24$$

Este valor resulta insuficiente, puesto que como mínimo el factor de seguridad tendría que ser 1,35. Eso implica que cuando se plantee la solución de rehabilitación se tendrá que tener en cuenta un refuerzo de la estructura en este tramo.

Se realiza el mismo cálculo para la sección x=6m.

Datos:

$N_d=628,929 \text{ kN}$	$d=0,390\text{m}$	$f_{ck}= 40 \text{ N/mm}^2$	$f_{cd}=0,85*40/1,5=22,6667 \text{ N/mm}^2$
$M_d=223,471 \text{ kNm}$	$d'=0,049\text{m}$	$f_{yk}=400 \text{ N/mm}^2$	$f_{cd}=400/1,15=347,8261 \text{ N/mm}^2$
$h=0,475\text{m}$	$b=0,439\text{m}$		

$$A_s = 3\emptyset 25 + 2\emptyset 20 = 1.472,6216 \text{ mm}^2 + 628,3185\text{mm}^2 = 2.100,9401\text{mm}^2$$

$$U_s = f_{yd} \cdot A_s = 730,7618 \text{ kN}$$

Haciendo sumatorio de fuerzas resulta:

$$N_d = f_{cd} \cdot b \cdot y_n - U_s$$

Por tanto,

$$y_n = \frac{N_d + U_s}{f_{cd} \cdot b} = 136,6\text{mm}$$

Realizando un sumatorio de momentos en A, se obtiene:

$$M_u = f_{cd} \cdot b \cdot y_n \cdot \left(d - \frac{y_n}{2}\right) - N_d \left(d - \frac{h}{2}\right) = 341,471 \text{ kNm} > M_d$$

En este caso el momento resistente último sigue siendo más grande que el momento producido por las solicitaciones normales.

El factor de seguridad es:

$$FS = \frac{M_u}{M_d} = 1,53$$

En este punto el momento el factor de seguridad es 1,5 , valor superior al mínimo establecido (1,35).



7. Comprobación de la sección en estado límite de servicio

Una vez comprobado si la estructura resiste en estado límite último, se procede a calcular el estado límite de fisuración, tanto de la lámina como de las ménsulas.

7.1. Ménsulas

En el caso de las ménsulas la sección de estudio vuelve a ser la sección de $x=4m$, puesto que como ya se ha demostrado es la sección que resulta más afectada.

Se ha de comprobar que: $w_k = B \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \leq w_{max}$

Datos:

$w_{max}=0,3mm$	$b= 488 \text{ mm}$	$r_{mec}= 47 \text{ mm}$	$f_{ck}= 40 \text{ N/mm}^2$
$B= 1,7$	$h= 452 \text{ mm}$	$A_{3\phi 25}= 1.472,6216 \text{ mm}^2$	$f_{ctm}= 3,5088 \text{ N/mm}^2$
$K_1= 0,125$	$d= 454 \text{ mm}$	$A_{2\phi 20}= 628,3185 \text{ mm}^2$	$M_{x=4}=308,3799 \text{ kNm}$
$K_2= 0,500$		$E=200.000 \text{ N/mm}^2$	$M_{fis}=66,9343 \text{ kNm}$

$w_k = B \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$ dónde:

$$s_m = 2 \cdot c + 0,2 \cdot s + 0,4 \cdot K_1 \cdot \frac{\phi \cdot A_{ceficaz}}{A_{s1}} = 141,8788 \text{ mm}$$

$$c = r_{mec} - \frac{\phi}{2} = 34 \text{ mm} ; s = b/n^{\circ} \text{ de barras} = 151 \text{ mm} ; A_{ceficaz} = b \cdot h/n^{\circ} \text{ barras} = 73525 \text{ mm}^2$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left[1 - K_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] \geq 0,4 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \rightarrow 0,003 \geq 0,0012$$

$$\sigma_{sr} = \frac{M_{fis}}{0,8 \cdot d \cdot A_s} = 134,3158 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = \frac{M}{0,8 \cdot d \cdot A_s} = 618,8203 \text{ N/mm}^2$$

Por último se comprueba que:

$$w_k = 0,677 \text{ mm} \not\leq 0,3 \text{ mm}$$

Esto significa que la estructura en esta sección no cumple los requisitos mínimos, así que lo más seguro es que se halle fisuración en este punto.

Se ha de aclarar que en esta comprobación no se ha tenido en cuenta el efecto del axil, que en este caso actúa de forma favorable, así que el ancho de fisura se vería reducido.

7.2. Lámina

Para el análisis de la lámina se comprueba una sección tipo de 1 m de ancho sometida a los esfuerzos de tracción producidos por la unión de la lámina con la ménsula.

Se ha de comprobar que: $w_k = B \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm} \leq w_{max}$

Datos:

$w_{max}=0,3\text{mm}$	$b= 1.000 \text{ mm}$	$A_{3\phi 12} = 339,292 \text{ mm}^2$	$f_{ck}= 40 \text{ N/mm}^2$
$B= 1,7$	$h= 36 \text{ mm}$	$E=200.000 \text{ N/mm}^2$	$N= 82,6053 \text{ N}$
$K_1 = 0,125$	$r_{mec}= 18 \text{ mm}$		
$K_2 = 0,500$			

$w_k = B \cdot s_m \cdot \varepsilon_{sm}$ dónde:

$$s_m = 2 \cdot c + 0,2 \cdot s + 0,4 \cdot K_1 \cdot \frac{\phi \cdot A_{ceficaz}}{A_{s1}} = 111,8873 \text{ mm}$$

$$c = r_{mec} - \frac{\phi}{2} = 12 \text{ mm} \quad ; \quad s = b/n^{\circ} \text{ de barras} = 333 \text{ mm} \quad ; \quad A_{ceficaz} = b \cdot h/n^{\circ} \text{ barras} = 1200 \text{ mm}^2$$

$$\varepsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \geq 0,4 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \rightarrow 0,0012 \geq 0,005$$

$$\sigma_s = \frac{N}{A_s} = 243,4637 \text{ N/mm}^2$$

Por último se comprueba que:

$$w_k = 0,2315 \text{ mm} \leq 0,3 \text{ mm}$$

Esto significa que la sección cumple los requisitos mínimos de fisuración.



Estudio de alternativas

1. Introducción	3
2. Descripción de la situación actual	3
3. Descripción de las alternativas	3
4. Análisis multicriterio	
4.1. Criterios utilizados en el análisis multicriterio	5
4.2. Justificación de las valoraciones	6
4.3. Resultados	7
4.5. Análisis de sensibilidad	9
5. Solución final	11

1. Introducción

El presente proyecto trata de hallar la mejor solución para rehabilitar el paraguas de Pola de Siero. Para ello es necesario conocer el estado estructural y el estado físico de la estructura, y analizar cuales son las posibles acciones a realizar para rehabilitar la estructura de la forma más optima.

Puesto que ya se conoce cual es el estado estructural de la pieza, en este apartado se realiza un estudio sobre las posibles alternativas que se pueden aplicar para llevar a cabo una correcta rehabilitación y hallar la solución que mejor se ajuste a las necesidades existentes.

El objetivo es, por tanto, hallar una solución óptima que restaure todo el hormigón que se está perdiendo en la lámina y reforzar las ménsulas. Para ello se establece como norma de obligado cumplimiento intentar, en la medida de lo posible, no modificar en exceso la estructura. El objetivo de este apartado es hallar una solución que mantenga la esencia de la estructura.

2. Descripción de la situación actual

El paraguas de Pola de Siero actualmente está viviendo un proceso de deterioro. Éste está perdiendo el hormigón de la lámina que recubre las armaduras, debido a la corrosión y la consiguiente expansión de éstas. El desprendimiento del hormigón puede producir daños a las personas que transitan por la zona, por eso la estructura está protegida con una red.

Mientras que la estructura sufre daños en su aspecto físico, su aspecto estructural no resulta tan dañado. La pila y la cimentación fueron reconstruidas en 1990, puesto que para ese entonces el estado de la estructura era próximo a la ruina. En el proyecto de entonces se consideró que las ménsulas no necesitaban ningún tipo de refuerzo. En la actualidad, y como anteriormente se ha demostrado, con los esfuerzos que sufre la estructura, éstas no cumplen los requisitos mínimos de seguridad. Por tanto la solución que se adopte ha de tener en cuenta un refuerzo en la zona mas solicitada de las ménsulas.

Por último, se describen las necesidades básicas que ha de cubrir la solución adoptada y su construcción:

- Restauración de la lámina. Encontrar la solución óptima de restauración que no produzca un gran cambio de sección.
- Rehabilitación y refuerzo de las ménsulas. Hallar una solución que permita aumentar la resistencia de las ménsulas o una descarga de la estructura.
- Minimizar la aparición de nuevas sobrecargas sobre la estructura.
- Mantener, en la medida de lo posible, tanto la sección como el aspecto original.
- Minimizar la afección a la estación de autobuses.
- Minimizar la afección a los usuarios de la estación.

3. Descripción de las alternativas

Una vez expuestas las necesidades básicas se plantean varias alternativas.

A groso modo se puede observar que hay dos actuaciones importantes: la restauración de la lámina y la rehabilitación y refuerzo de las ménsulas. Debido a la forma y el estado de la lámina no se puede realizar un estudio de alternativas para analizar cual es la solución más óptima, puesto que la solución esta muy limitada debido a los condicionantes. Así que el estudio de alternativas se realizará de las posibles soluciones para reforzar las ménsulas.



De las alternativas expuestas, exceptuando las dos primeras, las demás varían en función de la solución adoptada para reforzar la respuesta estructural de las ménsulas o producir una descarga de la estructura.

Alternativa 0: No hacer nada

La primera alternativa plantea la solución de no hacer nada. De no rehabilitar la estructura. Es una solución que ya a simple vista se ve que no es viable, puesto que la estructura sí que necesita algún tipo de rehabilitación. En el caso de que no se hiciera la situación actual empeoraría llegando a resultar una estructura con un alto riesgo de inseguridad.

Alternativa 1: Tirar la estructura

La segunda alternativa que se plantea es derribar la estructura. Es la solución más radical de todas, pero a la vez la que plantea la solución más óptima porque de este modo deja de existir el problema.

A primera vista es una solución que no resulta interesante puesto que se destruiría una estructura singular de gran valor histórico. Tampoco la estructura presenta problemas tan graves que no se puedan arreglar y que no haya más remedio que echarla abajo.

Alternativa 2: Refuerzo de las ménsulas

Esta alternativa plantea buscar una solución para reforzar las ménsulas. Lo que se pretende es mejorar la respuesta estructural de las ménsulas.

Puesto que la estructura no plantea graves problemas estructurales y que no se desea aumentar el canto de la sección, la mejor alternativa, en este caso, es reforzar la estructura con fibras de carbono. Los refuerzos con fibras de carbono están diseñados para el refuerzo de estructuras de hormigón que hayan sufrido incrementos de carga, daños en elementos estructurales, cambios en el esquema estructural...

Esta es una alternativa de fácil aplicación, puesto que solo se han de pegar las fibras a las ménsulas. Y la mayor complicación puede ser el cálculo de la sección óptima que estas fibras tienen que tener y preparar bien la zona donde éstas se pegaran, debido a que es una zona fisurada.

Alternativa 3: Refuerzo con un sistema atirantado

Otra alternativa es reforzar la estructura añadiendo una nueva armadura. Consiste en crear un sistema de refuerzo formado por armaduras post-tesadas que vayan punta a punta de las ménsulas de las ménsulas contiguas.

Con este sistema se consigue introducir un sistema de fuerzas que consigue que las ménsulas no flecten y que la carga que reciben sea inferior. Para que el sistema funcione se ha de prestar especial atención a la zona de anclajes. Y también se ha de tener cuidado con la tensión que se aplica a los cables.

Puesto que el refuerzo que se tiene que hacer a la estructura para que cumpla los requisitos de estado límite último es muy reducido, esta solución puede resultar demasiado compleja.

Alternativa 4: Refuerzo con pilas metálicas

Por último, la última alternativa que se plantea es crear un sistema puntales, que funcionen como pilas metálicas.

Este sistema permite crear unas pilas adicionales que sirven para descargar la estructura y consiguen que las ménsulas trabajen soportando cargas menores.



Esta solución es muy fácil de realizar, solo se ha de estudiar bien cuales serán las zonas estratégicas de apoyo. Los dos mayores inconvenientes que presenta es su aspecto, puesto que se pierde un poco la estética de la estructura, y la disposición de nuevas pilas, que puede suponer una barrera para el tráfico que circula bajo la lámina.

4. Análisis multicriterio

4.1. Criterios utilizados en el análisis multicriterio

A continuación se mencionan los criterios que se han considerado y sus porcentajes sobre el total (100%). De cada criterio está constituido por unos indicadores que tienen unos pesos diferentes.

Criterios:

1. Social – Funcional (40%)
2. Técnico – Constructivo (30%)
3. Económico (20%)
4. Mantenimiento (5%)
5. Impacto ambiental (5%)

1. Social – Funcional:

En este criterio se analiza si la solución adoptada se la más óptima.

Indicadores	Peso
- Estabilidad estructural	1
- Aspecto visual	1

Tabla 1: Indicadores de criterio: Social-Funcional

2. Técnico – Constructivo:

En este criterio se analiza la dificultad de ejecución de la solución adoptada.

Indicadores	Peso
- Facilidad de construcción	0,7
- Plazo de ejecución	0,8
- Afectaciones al tráfico	1,0
- Seguridad y salud	1,0

Tabla 2: Indicadores de criterio: Técnico-Constructivo

3. Económico:

En este criterio se analiza el coste de las diferentes alternativas.

Indicadores	Peso
- Coste Total	1,0

Tabla 3: Indicadores de criterio: Económico

4. Mantenimiento:

En este criterio se analiza el coste de mantenimiento de las diferentes alternativas.

Indicadores	Peso
- Coste de mantenimiento	1,0

Tabla 4: Indicadores de criterio: Mantenimiento

5. Impacto ambiental:

En este criterio se analizan los principales elementos de impacto ambiental en la construcción y en la solución adoptada.

Indicadores	Peso
- Afectación ambiental durante la ejecución	0,7
- Afectación ambiental después de la ejecución	1,0

Tabla 5: Indicadores de criterio: Impacto ambiental

4.2. Justificación de las valoraciones

Para valorar los diferentes indicadores para cada alternativa se ha utilizado una valoración de 0 a 10. Dando una mayor puntuación a aquella alternativa que presenta más ventajas ante el indicador que se valora.

1. Social – Funcional:

El criterio de estabilidad estructural valora si la solución que se adopta produce una buena estabilidad de la estructura.

Para valorar el aspecto se valora positivamente que la solución mantenga el mismo aspecto que la estructura original, sin producir grandes cambios que modifiquen su aspecto. Que el paraguas mantenga su esencia.

2. Técnico – Constructivo:

En el indicador de facilidad de construcción se ha tenido en cuenta el material utilizado, mano de obra necesaria, la maquinaria y complejidad en la construcción de cada alternativa.



Por la valoración del indicador de plazo se ha tenido en cuenta el tiempo empleado en la construcción de la solución.

En cuanto al indicador de afectaciones al tráfico se ha valorado muy positivamente que se la solución que afecta menos al tránsito de la zona.

En la valoración del indicador de seguridad y salud se han penalizado las alternativas que necesitan más mano de obra, un procedimiento más complejo y un plazo de ejecución más largo, puesto que son aspectos que pueden comprometer la seguridad de la obra.

3. Económico:

Para valorar el indicador del coste se ha tenido en cuenta los mismos parámetros que en la facilidad de construcción y organización: el material empleado, la mano de obra, la maquinaria y la complejidad en la construcción.

4. Mantenimiento:

Para poder valorar el mantenimiento de la estructura se tiene en cuenta el tipo de material que se emplea. Dependiendo de la solución que se adopte necesita un tipo de mantenimiento diferente.

5. Impacto ambiental:

En cuanto al indicador de afectación ambiental durante la ejecución se ha tenido en cuenta la superficie necesaria por la construcción, el material utilizado y la maquinaria necesaria. De forma que se han penalizado aquellas alternativas que suponen un aumento de estos parámetros.

En cuanto al indicador de afectación ambiental después de ejecución, se ha valorado muy positivamente la solución que ayuda a mantener un menor impacto ambiental en la superficie.

4.3. Resultados

A continuación se detallan los resultados obtenidos de la valoración de los diferentes indicadores en los criterios considerados, siguiendo las justificaciones descritas en el apartado anterior.

1. Social – Funcional:

Social-Funcional (40%)	Peso Inicial	Control	Altern. 0	Altern. 1	Altern. 2	Altern. 3	Altern. 4
- Estabilidad estructural	1,0	10,0	0	10	10	10	10
- Aspecto visual	1,0	10,0	10	0	10	8	3
Total		20,0	10,0	10,0	20,0	18,0	13,0
Total Relativo (%)		100,0	50,0	50,0	100	90	65
Porcentaje Final (%)		40,0	20,0	20,0	40,0	36,0	26,0

Tabla 6: Resultados criterio: social-funcional

2. Técnico – Constructivo:

Técnico-Constructivo (30%)	Peso Inicial	Control	Altern. 0	Altern. 1	Altern. 2	Altern. 3	Altern. 4
- Facilidad de construcción	0,7	10,0	10	5	8	5	9
- Plazo de ejecución	0,8	10,0	10	8	8	7	9
- Afectaciones al tráfico	1,0	10,0	10	8	8	5	8
- Seguridad y salud	1,0	10,0	10	6	8	6	8
Total		35,0	35,0	23,9	28,0	20,1	29,5
Total Relativo (%)		100,0	100,0	68,3	80,0	57,4	84,3
Porcentaje Final (%)		20,0	30,0	20,5	24,0	17,2	25,3

Tabla 7: Resultados criterio: técnico-constructivo

3. Económico:

Económico (20%)	Peso Inicial	Control	Altern. 0	Altern. 1	Altern. 2	Altern. 3	Altern. 4
- Coste Total	1,0	10,0	10	6	8	5	9
Total		10,0	10,0	6,0	8,0	5,0	9,0
Total Relativo (%)		100,0	100,0	60,0	80,0	50,0	90,0
Porcentaje Final (%)		20,0	20,0	12,0	16,0	10,0	18,0

Tabla 8: Resultados criterio: económico

4. Mantenimiento:

Mantenimiento (5%)	Peso Inicial	Control	Altern. 0	Altern. 1	Altern. 2	Altern. 3	Altern. 4
- Coste de mantenimiento	1,0	10,0	0	10	9	5	8
Total		10,0	0,0	10,0	9,0	5,0	8,0
Total Relativo (%)		100,0	0,0	100,0	90,0	50,0	80,0
Porcentaje Final (%)		10,0	0,0	5,0	4,5	2,5	4,0

Tabla 9: Resultados criterio: mantenimiento

5. Impacto ambiental:

Impacto Ambiental (5%)	Peso Inicial	Control	Altern. 0	Altern. 1	Altern. 2	Altern. 3	Altern. 4
- Afectación ambiental durante la ejecución	0,7	10	10	5	8	6	8
- Afectación ambiental después de la ejecución	1,0	10	10	10	10	10	10
Total		17,0	17,0	13,5	15,6	14,2	15,6
Total Relativo (%)		100,0	100,0	79,4	91,8	83,5	91,8
Porcentaje Final (%)		5,0	5,0	4,0	4,6	4,2	4,6

Tabla 10: Resultados criterio: impacto ambiental

El resultado total es:

Resultado	Control	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Porcentaje Final (%)	100,0	75,0	61,5	89,1	69,9	77,9

Tabla 11: Resultados totales

Como se puede observar la alternativa que ha salido mejor valorada es la 2, hacer un refuerzo de las ménsulas.

4.5. Análisis de sensibilidad

Es necesario hacer un análisis de sensibilidad para comprobar la robustez de los datos. Para hacer este análisis se varían aleatoriamente los pesos, primero según una distribución normal $N(\mu=0,1; \sigma=0,15)$ (Variación 1) y después según una distribución normal $N(\mu=0,2; \sigma=0,15)$ (Variación 2).

Así, los pesos con los que se realizará el análisis de sensibilidad son los siguientes:

1. Social – Funcional:

Indicadores	Peso	Variación 1	Variación 2
- Estabilidad estructural	1	0,74	0,85
- Aspecto visual	1	0,88	0,71

Tabla 12: Indicadores de criterio: Social-Funcional



2. Técnico – Constructivo:

Indicadores	Peso	Variación 1	Variación 2
- Facilidad de construcción	0,7	0,67	0,76
- Plazo de ejecución	0,8	0,76	0,67
- Afectaciones al tráfico	1,0	0,80	0,83
- Seguridad y salud	1,0	0,92	0,77

Tabla 13: Indicadores de criterio: Técnico-Constructivo

3. Económico:

Indicadores	Peso	Variación 1	Variación 2
- Coste Total	1,0	0,78	0,71

Tabla 14: Indicadores de criterio: Económico

4. Mantenimiento:

Indicadores	Peso	Variación 1	Variación 2
- Coste de mantenimiento	1,0	0,68	0,85

Tabla 15: Indicadores de criterio: Mantenimiento

5. Impacto ambiental:

Indicadores	Peso	Variación 1	Variación 2
- Afectación ambiental durante la ejecución	0,7	0,55	0,62
- Afectación ambiental después de la ejecución	1,0	0,78	0,84

Tabla 16: Indicadores de criterio: Impacto ambiental

Aplicando estas variaciones los resultados que se obtienen son:

Resultado	Control	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Variación 1	100,0	76,7	59,6	89,1	69,7	76,7
Variación 2	100,0	73,2	63	89,1	80,1	79,2

Tabla 17: Resultados totales con modificación de pesos

Como se observa haciendo las dos variaciones la solución mejor valorada sigue siendo la alternativa 2, hacer un refuerzo en las ménsulas.



5. Solución final

Vistos los resultados que se obtienen al hacer el análisis multicriterio la solución adoptada será la 2, reforzar las ménsulas.

La solución, por tanto, será mejorar la respuesta estructural de las ménsulas reforzándolas con láminas de fibra de carbono.

Como ya se ha comentado, esta es una alternativa de fácil aplicación, puesto que solo se han de pegar las fibras a las ménsulas. Y la mayor complicación puede ser el cálculo de la sección óptima que estas fibras tienen que tener y preparar bien la zona donde éstas se pegaran, puesto que es una zona fisurada.

Otro aspecto esencial que ha de contener la solución final es la rehabilitación de la lámina. Como ya se ha comentado la solución para esta acción esta muy limitada debido a las condiciones que presenta. La solución, a grosso modo, será limpiar la corrosión de las armaduras y reconstruir la capa de hormigón que se ha perdido o que se ha deteriorado.

ANEJO 4: Rehabilitación y refuerzo del paraguas



Rehabilitación y refuerzo del paraguas

1. Introducción	3
2. Descripción de la situación actual	
2.1. Lámina	3
2.2. Ménsulas	4
3. Técnicas de reparación	
3.1. Reparación disgregaciones	5
3.2. Reparación de fisuras	7
3.3. Refuerzo de estructuras	7
4. Actuación a realizar	
4.1. Reparación de la lámina	8
4.2. Reparación ménsulas	10



1. Introducción

A continuación se realiza una descripción de la solución para rehabilitar la estructura y se indica cual es la metodología a seguir para asegurar un buen resultado.

En el momento de proyectar y realizar la rehabilitación se tienen que tener en cuenta varios aspectos que tienen una gran importancia:

- a) Para llevar a cabo un buen estudio es muy importante hacer un buen análisis de la situación actual de la estructura, por tal de poder ofrecer una adecuada rehabilitación.
- b) Es importante que se considere el carácter evolutivo de la estructura. Pues en una sección de un elemento reforzado coexisten materiales antiguos y nuevos, con estados tenso-deformacionales diferentes
- c) La operación debe resolver adecuadamente la transferencia de esfuerzos entre pieza original y refuerzo. De poco sirve disponer un refuerzo de gran capacidad resistente si no se garantizan los mecanismos para su entrada en carga. En consecuencia, la unión o interfase entre pieza original y refuerzo debe ser especialmente considerada.
- d) Se tienen que considerar los efectos producidos cuando se produce la descarga parcial del elemento estructural afectado y su posterior entrada en carga. Si no se consideran, el refuerzo sólo recogerá una fracción de las cargas que se introduzcan posteriormente a su ejecución.

Debido a que tanto la lámina como las ménsulas presentan problemas diferentes, se define la solución adoptada para cada caso de forma separada.

2. Descripción de la situación actual

El estado actual de la estructura es:

2.1. Lámina

La lámina es la parte de la estructura que resulta más afectada y la que produce más problemas.

La parte inferior de ésta presenta grietas y desprendimientos del hormigón, dejando al descubierto la armadura y causando graves molestias a los peatones y vehículos que transitan la zona. También se observa manchas de óxido. Estos síntomas son más intensos en los últimos metros de la lámina, y esto se debe a que en esa zona conviven dos estados diferentes, el estado húmedo y el estado seco. En cambio en la parte interna solo es presente el estado húmedo, puesto que es una zona donde nunca toca el sol.

Dados los síntomas presentes se puede establecer, por tanto, que el síntoma principal es la disgregación general. En este caso la causa más probable suele ser la corrosión de las armaduras.

La causa más probable de la corrosión de las armaduras escaso espesor del recubrimiento de las armaduras. Éste escaso espesor es debido al pequeño espesor de la lámina y a un posible fallo en la construcción. Es posible a que cuando se hormigonó la estructura no se pusieran separadores entre los encofrados y las armaduras, hecho que provocó un descenso de la posición de la armadura cuando se produjo el hormigonado de la lámina.



Fotografía 1: Fisuras de la lámina

En la parte superior se observan manchas debido a la vegetación que se ha creado. La vegetación puede crear daños en el hormigón penetrando a través de las fisuras y provocando la disgregación del hormigón y facilitando la penetración de otros agentes agresivos. En esta parte también existen manchas debidas al deterioro de la capa impermeable, dejando al descubierto el hormigón.

Debido a la afluencia de paso por la zona afectada y los riesgos de desprendimientos, es de vital importancia realizar una reparación de la lámina para no producir daños, tanto a las personas como a los vehículos.



2.2. Ménsulas

Fotografía 2: Estado lámina parte inferior

Las ménsulas presentan fisuras en la zona más crítica, que es aquella donde los momentos flectores producidos son elevados y la sección sufre una reducción del armado en comparación con un punto anterior. Esta sección esta situada a 4 m del centro. Las fisuras en esta zona son más graves que en el resto de la sección, porque su ancho es mucho más grande y hay mayor concentración.

Como ya se ha comprobado con anterioridad en este punto ($x=4m$) la sección resiste el momento último debido a flexiocompresión. Pero el coeficiente de seguridad es muy bajo, así que como medida de seguridad se estima que se tendrá que reforzar la zona. También se demostró que la sección en este punto no cumple el estado último de fisuración, por tanto era esperable que existieran estas fisuras.

Los daños en la ménsula pueden resultar especialmente graves dependiendo de la profundidad de fisuración, de si ésta ha llegado o no a la armadura, y de si en el caso de que haya llegado se encuentre el acero oxidado. Esta información solo se conocerá cuando se proceda a la reparación.

Por tanto se estima que las obras necesarias en esta parte de la estructura será reparar las fisuras y reforzar la zona más solicitada, que coincide con la zona de mayores fisuras.

3. Técnicas de reparación



Antes de empezar a narrar cual es la solución de reparación para la estructura, se aclararan ideas básicas de la reparación de las diferentes patologías que podemos hallar.

3.1. Reparación disgregaciones

Las técnicas de reparación aplicables son muy variadas, fundamentalmente debido al desarrollo de nuevos materiales. No obstante, en líneas generales, casi todas estas técnicas siguen el mismo esquema de actuación: eliminación del material deteriorado, preparación de las superficies de actuación, recubrimiento (utilizando el material y sistema que corresponda) y, en su caso, disposición de un revestimiento de protección. A continuación se analizan los principales aspectos de cada una de esas etapas de la intervención.

Saneamiento del elemento deteriorado

El primer paso es el saneamiento o eliminación del material deteriorado. Todo hormigón entumecido, dañado, poroso, sucio, o simplemente sospechoso, debe ser retirado. De otro modo, tanto la adherencia entre el material de reparación y el original, como la durabilidad de la intervención pueden quedar comprometidas. En ocasiones, la reducción de seguridad inherente a la pérdida de sección que produce la eliminación de material, exige la adopción de medidas especiales de seguridad, como la descarga parcial, o el apuntalamiento o apeo de la zona afectada.

El sistema habitual de retirada de material defectuoso suele ser el picado del mismo, pudiéndose utilizar para ello tanto procedimientos manuales como martillos neumáticos. En este sentido, algunos expertos se decantan por la uniformidad del martillo neumático, recomendando además el empleo de cabezas en punta en lugar de en bisel, ya que estas parecen proporcionar superficies más adecuadas para la adherencia de la posterior reparación.

El problema en esta primera etapa estriba muchas veces en determinar con cierta precisión la cantidad de material a destruir. En situaciones dudosas, a menudo se aplica el criterio de que todo hormigón difícil de levantar está sano. Esta regla, aunque generalmente da buenos resultados, tiene sus excepciones y no conviene olvidar que, en caso de duda, resulta más seguro eliminar que conservar. Muy comúnmente, la zona de hormigón deteriorada coincide sensiblemente con el recubrimiento. Así sucede, entre otros, en los casos derivados de corrosión de armaduras. En estas circunstancias, generalmente conviene continuar el picado hasta dejar completamente al descubierto las armaduras.

Preparación del elemento a reparar

El elemento a reparar y, en particular, las superficies de contacto, deben tratarse adecuadamente a fin de maximizar la adherencia de la reparación y de evitar nuevos ataques al hormigón.

Una vez efectuado el vaciado, la superficie de contacto debe limpiarse cuidadosamente antes de colocar el material de reparación. Previo lavado con agua, el método más adecuado resulta ser el chorro de arena. De no ser factible, se puede optar por el cepillado con púas metálicas, decapando previamente con ácido clorhídrico o productos adecuados. Las armaduras descubiertas deberán limpiarse igualmente de manera que no quede ningún resto de óxido, grasa o suciedad. Gran parte de esta tarea puede realizarla el chorro de arena aplicado para tratar el hormigón. Sin embargo, la limpieza de la cara interior de las armaduras, normalmente, debe ser complementada con cepillo.

La operación finaliza con un nuevo lavado. El mismo debe hacerse con agua a presión, u otro dispositivo que permita que el agua alcance y sature la totalidad de la superficie a tratar. La saturación de humedad debe mantenerse unas seis horas, y cesar una o dos horas antes del inicio de la reparación propiamente dicha, de modo que la superficie del hormigón original se haya secado, aunque no completamente. Para la mayor parte de las técnicas de recubrimiento (hormigón convencional o "prepakt" y morteros convencionales no proyectados), conviene terminar la operación anterior extendiendo una finísima capa de mortero (2 ó 3 mm) sobre la superficie a tratar. En tal caso, el material de reparación debe colocarse



inmediatamente después. Cuando la reparación utiliza mortero proyectado y especialmente hormigones secos compactados, esta última operación no debe ejecutarse ya que humedece en exceso el material, aumentando su retracción y reduciendo la adherencia. Tampoco es necesaria si se utilizan adhesivos especiales, por ejemplo resinas epoxi. Es importante organizar la obra de modo que la limpieza se realice inmediatamente antes de colocar el material de reparación, con un intervalo máximo de dos o tres horas. De este modo se evita el depósito de polvo o suciedad que disminuiría la adherencia.

Colocación del material de reparación

Existen muchos materiales y técnicas de reparación utilizables para sustituir el hormigón deteriorado que ha sido eliminado. Sin embargo, la mayor parte de los sistemas en uso se basan en emplear morteros u hormigones más o menos convencionales. En general los hormigones menos convencionales se usan en contadas excepciones, debido a varias causas. Una de ellas es que se ha de tener en cuenta que el empleo de materiales semejantes al original garantiza cierta compatibilidad tenso-deformacional, evidentemente deseable. También es importante tener en cuenta el alto coste de los materiales no convencionales. Por otra parte, la escasa experiencia acumulada, la dificultad de encontrar mano de obra verdaderamente especializada, contribuyen a este estado de cosas.

Es posible efectuar ciertas consideraciones comunes en relación a aquéllas basadas en el empleo de morteros u hormigones:

- Los materiales de reparación deben ser de buena calidad, cuidándose de modo especial su dosificación. La cantidad de cemento debe ser estrictamente la necesaria para la resistencia deseada. La tendencia a utilizar mezclas excesivamente ricas en cemento provoca fuertes retracciones y productos químicamente más reactivos ante áridos o medios agresivos. La relación agua/cemento debe ser baja, a fin de disminuir la retracción que afecta muy negativamente a la adherencia con el material original.
- Los áridos deben estar limpios y libres de sustancias perjudiciales para la estabilidad química del conjunto. La granulometría debe estudiarse en cada caso, según las necesidades. Los finos juegan un doble papel: de una parte reducen la porosidad y, consecuentemente, aumentan la durabilidad; de otra exigen relaciones agua-cemento superiores, más sensibles a problemas de retracción.
- El curado debe ser esmerado, y la vigilancia debe iniciarse inmediatamente colocado el material y mantenerse al menos diez días. La temperatura debe controlarse a fin de evitar fuertes retracciones por calor o pérdidas de resistencia por hielo. La humedad debe asimismo controlarse, humedeciendo periódicamente la reparación. En condiciones extremas de temperatura, deberán utilizarse medidas de protección.
- El uso de aditivos en intervenciones de reparación es más usual y conveniente que en obras nuevas. Una utilización adecuada de aditivos mejora considerablemente las prestaciones de la reparación. En concreto, es muy común la utilización de los siguientes:

Retardadores de fraguado: Mejoran la trabajabilidad del hormigón, lo que permite reducir la dosificación de agua, y mejorar la resistencia compacidad e impermeabilidad del producto final. Generalmente reducen la retracción (al reducirse la relación agua/cemento), aunque hay excepciones dependiendo del tipo de retardador utilizado. También reducen la fisuración superficial por segregación. El uso de este tipo de adiciones es especialmente aconsejable en condiciones calurosas.

Aceleradores de fraguado: Aumentan la velocidad de fraguado, lo que puede ser útil en reparaciones que exigen plazos breves de entrada en servicio (zonas en que corre el agua, reparaciones bajo carga hidráulica, trabajos entre mareas en zonas marinas, etc.). Sin embargo, la alta velocidad de desprendimiento del calor de fraguado que les es inherente, provoca fuertes retracciones de efecto negativo. Consecuentemente, su uso debe reservarse a casos de auténtica necesidad.



Aireantes: Contribuyen a retener aire ocluido en la masa de hormigón o mortero, lo que aumenta notablemente la resistencia frente al hielo de estos materiales. Prácticamente no tienen efectos nocivos, por lo que su uso es aconsejable siempre que la reparación vaya a estar sometida a ciclos de hielo-deshielo.

Impermeabilizantes: Pueden ser adecuados para recubrimientos destinados a proteger las armaduras frente a la corrosión. No obstante, si se considera que la probabilidad de fisuración resulta casi nula, para este fin lo más efectivo es un recubrimiento de hormigón convencional, poco poroso.

3.2. Reparación de fisuras

Aunque la fisuración pueda ser síntoma patológico, se debe aclarar que salvo obras enormemente simples, o adopción de medidas extremas, es un hecho que las obras de hormigón armado se fisuran. Ello implica una pérdida de estanqueidad, que puede permitir una circulación reducida pero continua de agua o aire en zonas del interior de la masa de hormigón. En determinados casos estos elementos pueden servir de acceso a agentes agresores, afectándose la durabilidad del hormigón y las armaduras. Para evitar los efectos nocivos de la fisuración, la estrategia habitual de diseño consiste en controlar el mecanismo de fisuración, limitando el ancho máximo de fisuras hasta valores que dependen de las características y ambiente de la obra. Las herramientas fundamentales para ello son la disposición de juntas (en el fondo fisuras controladas) y la distribución adecuada de armaduras. En todo caso, si por errores de proyecto, ejecución, mantenimiento o uso se produce una fisuración que comprometa la estética, funcionalidad, durabilidad o resistencia de la obra, es necesario abordar su reparación. En general, las situaciones en que la fisuración implica pérdidas de resistencia que comprometan la seguridad de la estructura, son excepcionales.

Hay que tener presente que ante un hormigón fisurado, además de las intervenciones de carácter reparador, también son posibles actitudes simplemente protectoras o pasivas.

3.3. Refuerzo de estructuras

Dentro de las intervenciones de rehabilitación, las de refuerzo son sin duda las que presentan una mayor complejidad, tanto a nivel de diseño como de cálculo y ejecución. La principal razón de ello deriva del incremento de la capacidad resistente original que las caracteriza. Consecuentemente, además de problemas constructivos se plantean algunas cuestiones importantes de alcance estructural:

- El refuerzo de un elemento implica generalmente una alteración importante de la distribución de rigideces en la estructura, que debe ser analizado en todas sus consecuencias.
- En el planteamiento y ejecución del refuerzo debe considerarse el carácter evolutivo de la estructura afectada, que modifica su configuración en una etapa intermedia de su vida. En una sección de un elemento reforzado coexisten materiales antiguos y nuevos, con estados tenso-deformacionales diferentes incluso en fibras contiguas.
- La operación debe resolver adecuadamente la transferencia de esfuerzos entre pieza original y refuerzo. De poco sirve disponer un refuerzo de gran capacidad resistente si no se garantizan los mecanismos para su entrada en carga. En consecuencia, la unión o interfase entre pieza original y refuerzo (adhesivos, conectadores, juntas, etc.) debe ser especialmente considerada.
- Si no se adoptan medidas especiales y no se consideran los efectos reológicos, el refuerzo sólo recogerá una fracción de las cargas que se introduzcan posteriormente a su ejecución (en función de su rigidez relativa y de los mecanismos de transferencia). Por tanto, la descarga parcial del elemento estructural afectado y su posterior entrada en carga han de ser analizados al plantear el proceso.
- La introducción de tensiones iniciales en los elementos de refuerzo (refuerzos activos) para mejorar su entrada en carga, puede tener consecuencias importantes sobre la distribución de esfuerzos en la estructura.



4. Actuación a realizar

Antes de describir las actuaciones que se han de realizar hay que tener en cuenta tres cosas:

- Se desconoce el estado del hormigón.
- Se desconoce cual es el alcance del oxido en las armaduras de la lámina.
- Se desconoce cual es el alcance de las fisuras en las ménsulas.

Estos datos son importantes para desarrollar una correcta actuación, así que antes de empezar se tendrán que realizar los ensayos pertinentes para conocer el estado del hormigón y cual es el grado de corrosión en las armaduras.

En el presente proyecto se ha considerado que la resistencia del hormigón es de 40 N/mm^2 y que la corrosión de las armaduras no resulta perjudicial para la resistencia del acero.

Para empezar la reparación tanto de las láminas como de las ménsulas, lo primero que se tendrá que hacer es apuntalar la estructura. Esta acción es básica por dos motivos esenciales:

- Como se tiene que actuar encima de la estructura se crean unas sobrecargas para las que la estructura no está diseñada.
- Para asegurar un refuerzo correcto es mejor hacerlo con la estructura descargada, así éste empezará a actuar en el momento en el que la estructura entre en carga.

4.1. Reparación de la lámina

Como se ha comentado con anterioridad, la lámina presenta problemas de disgregación. A diferencia de lo que sucede en el caso de hormigones fisurados, el entumecimiento y la disgregación van comúnmente unidos a pérdidas considerables de sección, o a problemas de corrosión de armaduras, que pueden afectar considerablemente a la resistencia de la estructura. En el caso que se plantea, no se producen graves problemas de resistencia de la estructura, pero la pérdida de sección sí que puede ser significativa, ya que la sección tiene un canto muy reducido (3,6 cm).

Cara superior

Como ya se ha mencionado antes esta cara es la que presenta menos problemas puesto que solo presenta musgo.

Para esta cara la solución que se plantea es:

1º Eliminación del musgo

Primero se ha de proceder al saneamiento de la zona. Para ello se realizará el procedimiento mecánico del chorro de arena. Éste consiste en la proyección de arena a muy alta velocidad, triturando superficialmente el hormigón. Una desventaja del método es la relativamente alta cantidad de polvo que produce, lo que puede exigir medidas especiales por razones medioambientales. Un método más respetuoso con la protección medioambiental es la proyección de arena con recuperación de la misma, en el que la cabeza sopladora, con un cepillo obturador alrededor de la tobera de salida del aire, se sitúa junto a la superficie a tratar; así, el material proyectado no escapa y resulta aspirado. Con este procedimiento se ha de eliminar la capa impermeable y una pequeña capa del hormigón (2-3mm), para sanear la pieza y eliminar cualquier resto de hormigón dañado y de vida vegetal.



2º Preparación de la superficie

Para prepara la superficie se procederá a la limpieza de la zona con un chorro de agua a poca presión. Éste limpiará la zona del polvo que se produzca del paso anterior, que puede traer problemas de adhesión.

3º Revestimiento

Puesto que la capa de hormigón que se ha eliminado es muy reducida, no será necesario aplicar ningún recubrimiento, pero en cambio sí que se procederá a aplicar un revestimiento. Se aplicará un recubrimiento impermeable y flexible a base de un material polimérico en dispersión acuosa. Este material se aplicará en la superficie seca y limpia, mediante una brocha o un rodillo. Es necesario aplicar varias capas de pequeño espesor, teniendo en cuenta que antes de aplicar otra capa la anterior ha de estar completamente seca.

Cara inferior

Es en esta capa donde se presentan más problemas. Primero porque es la cara mas agredida, y por tanto se tendrá que realizar una reparación más cuidadosa. También es un problema el espesor de la misma. La lámina tiene un espesor de tan solo 3,6 cm, por eso las técnicas que se pueden emplear para su restauración son muy limitadas.

1º Eliminación del material deteriorado

Primero se ha de proceder al saneamiento de la zona y la eliminación del material deteriorado. Debido a que se desconoce cual es el auténtico estado de la lámina resulta difícil, a priori, establecer los límites de esta actuación. Se sabe que en los primeros metros es la zona más afectada y donde existe más hormigón deteriorado. Este conocimiento es el que se tendrá en cuenta para describir la actuación.

Para proceder a la eliminación del material, debido al pequeño espesor de la lámina, no se puede hacer un fresado, así que se empleará el chorro de arena. Con esta técnica se tendrá que eliminar toda la capa de hormigón que se encuentre deteriorado, dejando al descubierto las armaduras en las zonas donde se haya producido la oxidación de éstas, y se tendrá que eliminar 1 cm de espesor de hormigón del resto de zonas donde la lámina se halle en mejor estado. El chorro de arena también eliminará el óxido de las armaduras. Para conseguir los anteriores objetivos será necesario pasar varias veces el chorro de arena, y si con este sistema no se consigue obtener los resultados esperados habrá que proceder al picado manual.

2º Preparación de la superficie

Una vez efectuado el vaciado del hormigón deteriorado, se ha limpiar cuidadosamente la superficie de contacto. En el caso de que el chorro de arena no haya eliminado los restos de óxido, se complementará con un cepillo de alambre.

Una vez concluidas estas operaciones se procederá a la limpieza con chorro de agua a poca presión para limpiar toda la superficie de polvo y otros residuos.

3º Recubrimiento

Cuando la superficie ya esta preparada y seca, ya podemos proceder a aplicar el recubrimiento. El primer paso será aplicar una capa de resina epoxi. Ésta ha de trabajar como protección del acero y como puente de unión entre el hormigón viejo y el mortero de reparación. La aplicación se hará mediante brocha o a pistola.



El recubrimiento se realizará empelando la técnica de proyectado e aplicando una capa de 3 cm, y de 4 cm en las zonas donde se halla llegado asta la armadura. Resultará, por tanto un espesor total de la lámina de 5,6 cm. Se proyectara por vía húmeda una mezcla de mortero a base de cemento reforzado con fibras. La resistencia a compresión ha de ser como mínimo la resistencia del actual, 40 N/mm². Para el acabado superficial, se realizará un fratasado tan pronto como el material haya empezado a endurecer. Se ha de asegurar un curado adecuado.

4º Revestimiento

En este caso, puesto que se han introducido una capa protectora de la corrosión y que se ha aumentado de forma considerable el ancho del recubrimiento no se aplicará ninguna capa de revestimiento protector.

4.2. Reparación ménsulas

Como se ha comentado con anterioridad, la ménsula presenta problemas de fisuración y además se plantea hacer un refuerzo en la zona más crítica de la sección. Otro dato que se desconoce es el alcance de las fisuras, puesto que no se tienen datos. Así que no se sabe, a priori, si las fisuras han llegado a afectar las armaduras, produciendo corrosión de éstas. La existencia o no de corrosión es algo que se tendrá que comprobar en obra una vez se haya procedido a la reparación de las fisuras y al vaciado de éstas. La propuesta de reparación que se presenta a continuación no tiene en cuenta una posible corrosión de las armaduras. Se considera que las fisuras no alcanzan las armaduras.

Aclaradas estas ideas, se procede a la descripción de la solución prevista:

Cara superior

En la cara superior es donde se concentran la mayor parte de las operaciones previstas.

1º Eliminación del material deteriorado

Primero se ha de proceder al saneamiento de la zona. Para ello se realizará el procedimiento mecánico del chorro de arena.

2º Preparación de la superficie

Para prepara la superficie se procederá a la limpieza de la zona con un chorro de agua a poca presión. Éste limpiará la zona del polvo que se produzca del paso anterior, que puede traer problemas de adhesión.

3º Reparación de fisuras

Para la reparación de fisuras el procedimiento que se seguirá será el vaciado de las mismas y el sellado. Puesto que todas se concentran en x=4m, en ese punto se realizará un vaciado del hormigón existente y un limpiado de la zona con agua. Se estima un vaciado de 1 m, pero la longitud real solo se sabrá cuando se empiece a actuar. Después de esta operación, si no se observan defectos de corrosión en la armadura se aplicara una capa epoxi de unión y protección de las armaduras, y después un mortero a base de cemento reforzado con fibras. Para aplicarlo se pondrá un encofrado en la zona y se verterá el mortero. Se tendrá que esperar a que este esté completamente seco para continuar con la siguiente operación.

Para las fisuras más pequeñas se aplicará un mortero a base de resinas de epoxi.



4º Refuerzo de las ménsulas

Ésta es, tal vez, una de las operaciones donde se ha de prestar mas atención. Para que se pueda realizar el refuerzo con éxito es esencial que se haya hecho un buen apeamiento de la estructura. Los puntales que sostienen la estructura de forma provisional no han de introducir ninguna fuerza más que la que resista las fuerzas a la que la estructura esté sometida. El apeamiento tiene una gran importancia para asegurar el correcto funcionamiento del refuerzo.

El material escogido para realizar este refuerzo son láminas de fibras de carbono reforzadas con polímeros (CFRP). Este material tiene unas resistencias muy altas, es muy ligero, es espesor es pequeño, no se corroe y presenta una excelente durabilidad y resistencia frente a la fatiga. Las láminas se pegan a la estructura con un adhesivo estructural destinado para ese uso.

5º Revestimiento

Las láminas de carbono necesitan una protección para los rayos UV. El revestimiento que se ha elegido para la lámina también protege de los rayos UV, así que se aplicará el mismo revestimiento.

Cara inferior

El procedimiento a efectuar en la cara inferior es:

1º Eliminación del material deteriorado

Primero se ha de proceder al saneamiento de la zona. Para ello se realizará el procedimiento mecánico del chorro de arena.

2º Preparación de la superficie

Para prepara la superficie se procederá a la limpieza de la zona con un chorro de agua a poca presión. Éste limpiará la zona del polvo que se produzca del paso anterior, que puede traer problemas de adhesión.

3º Revestimiento

Puesto que las ménsulas por debajo se hallan en buen estado lo que se hará es aplicar un mortero a base de cemento modificado con resina epoxi, de textura fina para nivelar y dar un buen acabado. Se aplicará una capa de pequeño espesor y se extenderá con la llana para obtener así un buen acabado.

ANEJO 5: Consideraciones de diseño del refuerzo



Consideraciones de diseño del refuerzo

1. Consideraciones de diseño para el refuerzo con materiales compuestos

1.1. Propiedades resistentes _____	3
1.2. Comportamiento cualitativo _____	4
1.3. Requisitos según uso _____	5
1.4. Coeficientes de seguridad propuestos _____	6
1.5. Esfuerzos admisibles _____	6
1.6. Técnicas de ejecución del refuerzo mediante MC _____	6
1.6.1. Reparación previa, nivelación y preparación del soporte _____	6
1.6.2. Reparación _____	6
1.6.3. Adhesión o inserción pasiva de laminados preformados _____	7
1.6.4. Adhesión con laminación de MC in situ _____	7

2. Diseño a flexión

2.1. Hipótesis de cálculo _____	8
2.2. Calculo de ELU _____	8
2.3. Calculo de la longitud de adherencia efectiva _____	11

3. Solución propuesta

3.1. Resistencia a flexión _____	13
3.2. Longitud de adherencia _____	13
3.3. Conclusión _____	14

1. Consideraciones de diseño para el refuerzo con materiales compuestos

1.1. Propiedades resistentes

Los materiales compuestos están formados por una cantidad variable de fibras de elevadas prestaciones embebidas en una matriz polimérica o sintética, de propiedades conocidas.

El comportamiento resistente del compuesto viene determinado por la calidad, cuantía, orientación y distribución de las fibras en la sección. Las resinas empleadas deberán transmitir las cargas de fibra a fibra (evitando la rotura interlaminar), y de éstas al soporte de hormigón, al plantear un refuerzo adherido o por inserción.

Los valores resistentes de los MC, se comparan en ámbitos de refuerzo activo y pasivo.

Propiedades	Acero	Fibra de aramida (AFRP)	Fibra de carbono (CFRP)	Fibra de vidrio (GFRP)
Límite elástico, MPa	276-517	-	-	-
Tensión última, MPa	483-690	1720-2540	600-3690	483-1600
Módulo elástico, GPa	200	41-125	120-580	35-51
Elongación en plastificación, ‰	1.4-2.5	-	-	-
Elongación en rotura	6-12	1.9-4.4	0.5-1.7	1.2-3.1
Densidad	7900	1250-1400	1500-1600	1250-2100

Tabla 1: Comparativo de propiedades entre acero pasivo y MC



Propiedades	Acero de pretensar	Fibra de aramida (AFRP)	Fibra de carbono(CFRP)	Fibra de vidrio (GFRP)
Límite elástico, MPa	1034-1396	-	-	-
Tensión última, MPa	1379-1862	1200-2068	165-2410	1379-1724
Módulo elástico, GPa	186-200	50-74	152-165	48-62
Elongación en plastificación, %	1.4-2.5	-	-	-
Elongación en rotura	>4	2-2.6	1-1.5	3-4.5
Densidad	7900	1250-1400	1500-1600	1250-2400

Tabla 2: Comparativo de propiedades entre acero activo y MC

1.2. Comportamiento cualitativo

Adicionalmente a los requisitos resistentes, el comportamiento cualitativo definirá el material compuesto a plantear:

Criterio	Fibra de vidrio (GFRP)	Fibra de aramida (AFRP)	Fibra de carbono(CFRP)
Resistencia a tracción	Muy bueno	Muy bueno	Muy bueno
Resistencia a compresión	Buena	Muy bueno	Mala
Módulo elástico	Regular	Muy bueno	Bueno
Comportamiento a largo plazo	Regular	Muy bueno	Bueno
Fatiga	Regular	Excelente	Bueno
Densidad	Regular	Bueno	Excelente
Resistencia a medios alcalinos	Malo	Muy bueno	Bueno
Precio	Muy bueno	Regular	Regular

Tabla 3: Comparativo de propiedades del MC

1.3. Requisitos según uso

Los parámetros resistentes a conocer del material compuesto son:

Propiedades	No pretensado	Pretensado
Resistencia última longitudinal, Módulo elástico y elongación de rotura	Si	Si
Módulo de compresión transversal	Si	Si ¹
Resistencia y Módulo a cortante	Si	No
Adherencia, longitud anclaje y unión o soldadura	Si ²	Si ³
Coeficiente de dilatación térmica axial y transversal	Si ⁴	Si
Cambio volumétrico por humedad	Si	Si
Relajación	No	Si
Comportamiento al fuego		
Propiedades térmicas a elevadas temperaturas		
Conductividad térmica	Si	Si
Calor específico	Si	Si
Dilatación térmica	Si	Si
Pérdida de masa	Si	Si
Propiedades mecánicas a elevadas temperaturas		
Relación tensión / elongación a altas temperaturas	Si	Si

Tabla 4: Requisitos a considerar al determinar la naturaleza del MC

¹ Sólo en tendones adheridos.

² Adherencia para barras; unión para mallas.

³ Adherencia para tendones adheridos; Dispositivo de anclajes para no adheridos.

⁴ Sólo en tendones adheridos

1.4. Coeficientes de seguridad propuestos

La resistencia de diseño del MC va a depender de la cuantía de fibra y el tipo y naturaleza de ésta. De acuerdo al modo de aplicación, la naturaleza de la fibra y el comportamiento elástico lineal del material se aplicaran unos coeficientes reductores determinados, propuestos por el bulletin 14 FIB-CEP:

$$f_{r,d} = f_{r,k} / \gamma_F$$

Dónde

Fibra	Condición de aplicación normal	Condición de aplicación difícil
Carbono	1,20	1,35
Aramida	1,25	1,45
Vidrio	1,30	1,5

Tabla 5: Coeficientes de seguridad

1.5. Esfuerzos admisibles

Según el bulletin 14 FIB-CEP se calcula el esfuerzo admisible a tracción como $0.8 \cdot f_{r,k}$

1.6. Técnicas de ejecución del refuerzo mediante MC

1.6.1. Reparación previa, nivelación y preparación del soporte

De existir falta de planeidad, salientes o coqueras importantes que puedan provocar fuerzas de desvío, deben ser preniveladas mediante la aplicación de morteros epoxi de relación resina:árido 1:10, previa imprimación.

El soporte debe de estar limpio, seco, firme, rugoso, libre de aceites y contaminantes, asegurándose una resistencia a tracción $> 1,5 \text{ N/mm}^2$ para el caso de refuerzo con laminados y $> 1,0 \text{ N/mm}^2$ para el caso de refuerzo con hojas de fibra. Es necesario controlar la humedad del soporte, que, en la aplicación, no deberá ser, en general, superior a 4%. La medición se realiza mediante aparato tipo CM-GERAT por reacción química con carburo de calcio.

1.6.2. Reparación

Sobre las zonas con armaduras al descubierto se realizará una limpieza con chorro de arena. Una vez chorreadas se soplarán con aire a presión limpio y seco, para eliminar la arena y el polvo depositados. A continuación se procederá a la protección de la armadura frente a la corrosión (recubrimiento anticorrosivo) mediante la aplicación de un protector de armaduras. También será necesaria la aplicación de manera homogénea, en toda la superficie del hormigón tratada, de un puente unión con objeto de garantizar la posterior adherencia del mortero de reparación.

Sobre las superficies que hayan perdido espesor de recubrimiento se realizará una regeneración, buscando restituir el perfil original al elemento y regularizar las superficies con el fin de que el espesor de resina epoxi sea mínimo. Se utilizará mortero de reparación estructural: morteros tixotrópicos de altas prestaciones y con retracción compensada.

1.6.3. Adhesión o inserción pasiva de laminados preformados

La aplicación de MC laminados, preformados durante el proceso industrial, y de no requerirse esfuerzos de pretensado, únicamente precisarán de su adhesión sobre el soporte existente. Para ello habitualmente se emplean adhesivos de viscosidad pastosa, previa aplicación de una imprimación fluida a rodillo.

Un caso particular al plantear un refuerzo colaborante es mediante la inserción de cuantía de MC del paramento traccionado, previo corte o apertura de una roza, y posterior relleno con adhesivo estructural.

La técnica de adhesión es por relleno, inyección o vacío.

Esta disposición incrementa la eficiencia del refuerzo, al movilizar mayores tensiones en el MC al mejorar la disposición y los mecanismos de anclaje: adherencia química y acuñamientos. Esta disposición mejora el comportamiento frente al despegue por fisuración a cortante.

Los formatos disponibles para inserción de MC son en barra, laminado de reducido espesor, y secciones en elipse.

1.6.4. Adhesión con laminación de MC in situ

Los trabajos de puesta en obra de la hoja de fibra pura son mayores, ya que requieren la laminación in situ, mediante la impregnación con un sistema completo de resinas, de distintas viscosidades y consistencias.

La hoja de fibra, de distintos gramaje, debe quedar embebida entre dos manos de resina impregnante, y al mismo tiempo adherida sobre un soporte imprimado con una resina fluida de anclaje. Todos los productos son aplicados a rodillo, si obviamos el empleo de maquinaria de impregnación. A modo de resumen los pasos a seguir son los siguientes:

- Imprimación del soporte a rodillo con imprimación epoxi fluida
- Impregnación de la fibra sobre un soporte adicional o sobre el paramento.
- Puesta en obra y desaireado de la fibra mediante rodillos de ranuras
- Aplicación de la segunda mano de impregnación a rodillo.
- De requerirse más capas se seguirán los anteriores pasos a excepción de la imprimación. Entre capa y capa deben transcurrir un mínimo de 30 minutos y un máximo de 48 horas. Sobrepasado el tiempo máximo es preciso lijar el paramento antes de reanudar los trabajos.

Para aquellas aplicaciones que se requiera un acabado con mortero o enlucido de yeso, mientras la última mano esté fresca, se procederá al espolvoreo de arena de sílice.

En flexión simple, en hormigón armado, los pivotes son A y B y, en secciones reforzadas, los pivotes serán R y B.

Dominios de deformación

Los dominios de deformación de una sección reforzada sometidos a flexión simple son dos, el dominio de los planos que pivotan en R y el de los planos que pivotan en B.

- Dominio de los planos que pivotan en R

Este dominio está limitado por los planos 1 y 2, tal como se puede observar en la figura 2. Todos los planos de este dominio pasan por el pivote R, es decir que las secciones que rompen por planos que pertenecen a este dominio rompen por el refuerzo. Si el dimensionamiento permite utilizar esta forma de rotura, es muy rentable disponer refuerzo puesto que éste se dispone trabajando a su máxima capacidad.

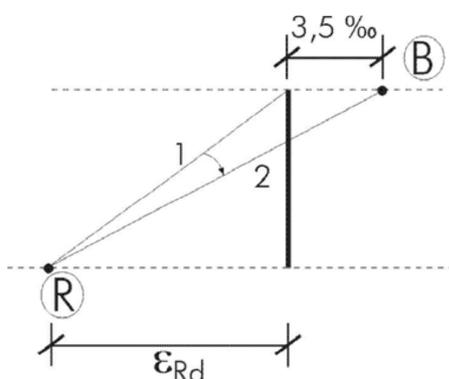


Figura 2: Dominio de los planos que pivotan en R

- Dominio de los planos que pivotan en B

Este dominio está limitado por los planos 2 y 4, tal como se puede observar en la figura 4.3. Todos los planos de este dominio pasan por el pivote B, es decir que las secciones que rompen por planos que pertenecen a este dominio rompen por compresión del hormigón. En estos planos de deformación, el refuerzo ya no tiene efectividad máxima aunque el refuerzo sigue siendo rentable.

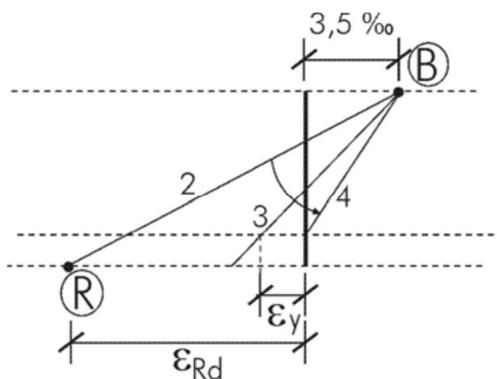


Figura 3: Dominio de los planos que pivotan en B

Dentro de los posibles planos de deformación que pasan por B hay dos dominios con un comportamiento marcadamente diferente.

1. El dominio entre los planos 2 y 3

En este dominio, el acero dispuesto en la sección trabaja a su máxima capacidad y, aunque se pierde efectividad respecto al dominio anterior, sigue siendo rentable disponer refuerzo.

En este dominio es de especial importancia el Momento correspondiente al plano 2, MRB. MRB se obtiene despejando del sistema de ecuaciones formado de por las ecuaciones de equilibrio de fuerzas y de momentos en el diagrama:

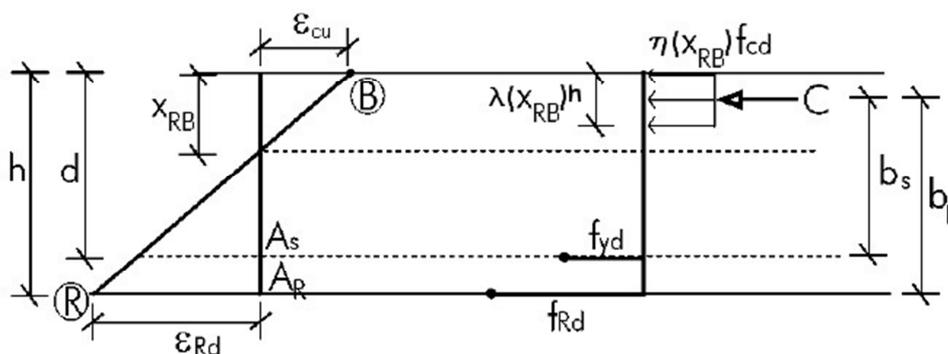


Figura 4: Dominio entre los planos 2 y 3

Equilibrio de fuerzas:

$$A_R f_{Rd} + A_S f_{yd} = C = \eta(x_{RB}) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda(x_{RB}) \cdot h$$

Y Equilibrio de Momentos:

$$A_S f_{yd} b_s + A_R f_{Rd} b_R = M_{RB}$$

XRB por condiciones geométricas vale $X_{RB} = 3,5h/\epsilon_{Rd}$

2. El dominio entre los planos 3 y 4

En este dominio ya el acero de la sección disminuye su colaboración porque la deformación del acero es menor que su deformación de plastificación. En este dominio no es rentable disponer refuerzo salvo que el incremento resistente necesario del elemento estructural sea muy pequeño. Este dominio, tampoco se utiliza para dimensionar el hormigón armado a flexión.

También es de especial interés el Momento Límite, Mlim, correspondiente al plano 3 por encima del cual el acero de la sección existente deja de trabajar a su máxima capacidad. Mlim

se obtiene igualmente despejándolo del sistema de ecuaciones formado por las ecuaciones de equilibrio de fuerzas y de momentos en el diagrama:

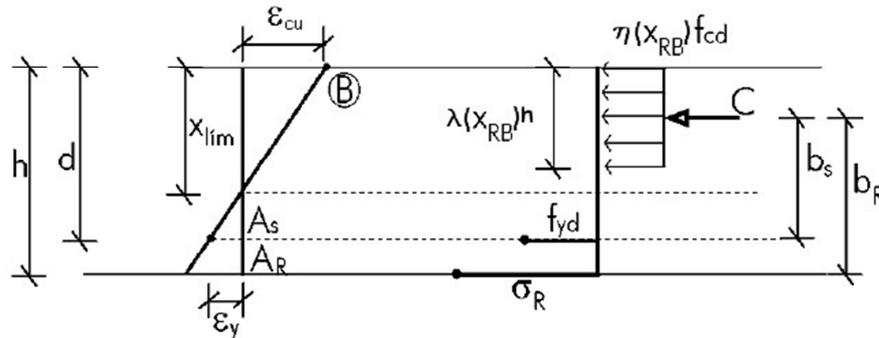


Figura 5: Dominio entre los planos 3 y 4

Equilibrio de fuerzas:

$$A_R \sigma_R + A_S f_{yd} = C = \eta(x_{LIM}) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \lambda(x_{LIM}) \cdot h$$

Y equilibrio de momentos:

$$A_S f_{yd} b_s + A_R f_R b_R = M_{LIM}$$

Así pues, en un problema general de refuerzo a flexión es conveniente saber, antes de disponerse a calcular, en cual de los dominios antes descritos se encuentra el plano de rotura de la sección reforzada.

2.3. Calculo de la longitud de adherencia efectiva

En las recomendaciones europeas, la longitud de adherencia efectiva, L_{anch} , y la resistencia de adherencia correspondiente, $\sigma_{anch,max}$ se calculan usando las expresiones propuestas por Rostasy y Neubauer:

$$L_{anch} = \sqrt{\frac{E_{FRP} e_{FRP}}{c_2 f_{ctm}}} \quad (\text{mm})$$

$$\sigma_{anch,max} = \alpha_1 c_1 k_c k_b \sqrt{\frac{E_{FRP} f_{ctm}}{e_{FRP}}} \quad (\text{N/mm}^2)$$

en la que

E_{FRP} es el módulo de elasticidad del laminado

e_{FRP} es el espesor del laminado

f_{ctm} es el valor medio de la resistencia a tracción del hormigón

c_1 y c_2 son coeficientes experimentales (para laminados de fibra de carbono se toman valores de 0.64 y 2, respectivamente)

α_1 es un coeficiente de proyecto que tiene en cuenta la influencia de las fisuras inclinadas sobre la resistencia de adherencia (normalmente se toma un valor de 0.9)

k_c es un coeficiente de proyecto dependiente del grado de compactación del hormigón (para niveles normales se toma un valor unitario)

k_b es un factor geométrico cuya expresión es:

$$k_b = 1.06 \sqrt{\left[\frac{2 - b_{FRP}/b}{1 + b_{FRP}/400} \right]} \geq 1$$

en la que

b es la anchura de la viga

b_{FRP} es la anchura del laminado

3. Solución propuesta

En el caso estudiado se decide emplear láminas de fibra de carbono.

Los datos que se necesitan para el cálculo se obtienen de la ficha técnica de un producto laminado de fibra de carbono de una empresa comercial. El comerciante asegura las siguientes propiedades:

- Alargamiento a rotura: Valor mínimo >1,70%
- Módulo elástico: Valores en la dirección longitudinal de la fibra
 - Valor medio 165.000 N/mm²
 - Valor mínimo >160.000 N/mm²
 - Valor-percentil 5% 162.000 N/mm²
 - Valor-percentil 95% 180.000 N/mm²
- Resistencia a tracción: Valores en la dirección longitudinal de la fibra
 - Valor medio 3.100 N/mm²
 - Valor mínimo >2.800 N/mm²
 - Valor-percentil 5% 3.000 N/mm²
 - Valor-percentil 95% 3.600 N/mm²

Los datos de la sección de las láminas son:

- Ancho 50mm
- Espesor 1,2mm
- Sección 60mm²

Se propone poner 3 láminas de longitud 4 m.

3.1. Resistencia a flexión

A continuación se comprueba si la solución escogida cumple la verificación ELU. Datos:

b= 488 mm	$\epsilon_{Rb}=17\%$	$A_{3\phi 25} = 1.472,6216 \text{ mm}^2$	$f_{yd} = 400/1,15 = 347,8261 \text{ N/mm}^2$
h= 452 mm	$X_{Rb}=3,5 \cdot h/\epsilon_{Rb}$	$A_{2\phi 20} = 628,3185 \text{ mm}^2$	$f_d = 3 \cdot 100/1,2 = 2583,333 \text{ N/mm}^2$
d= 431 mm	$b_s=0,370 \text{ m}$	$A_s = 2.100,9401 \text{ mm}^2$	
$d' = 0,057 \text{ m}$	$b_R = 0,4277 \text{ m}$	$A_{\text{fibra}} = 60 \text{ mm}^2$	
		Núm. fibras=3	
		$A_R = 180 \text{ mm}^2$	

$$A_s \cdot f_{yd} \cdot b_s + A_R \cdot f_R \cdot b_R = M_{\text{lim}}$$

$$M_{\text{lim}} = 469,7978 \text{ kNm} > M_d = 308,3799 \text{ kNm}$$

Ahora se comprueba que factor de seguridad se obtiene con este refuerzo:

$$FS = \frac{M_{\text{lim}}}{M_d} = 1,52$$

El valor obtenido ya cumple los requisitos de seguridad. Hay que tener en cuenta que en la verificación de ELU no se ha tenido en cuenta el efecto del axil, que en este caso tiene un efecto favorable, y provoca un aumento de la seguridad.

3.2. Longitud de adherencia

Siguiendo las recomendaciones europeas se calcula la longitud de adherencia efectiva, L_{anch} , y la resistencia de adherencia correspondiente, $\sigma_{anch,max}$.

Datos:

$C_1=0,64$	$k_c=1$	$E_{frp} = 165.000 \text{ N/mm}^2$	$f_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$
$C_2=2$	$b=452 \text{ mm}$	$e_{frp} = 1,2 \text{ mm}$	$f_{ctm} = 3,5088 \text{ N/mm}^2$
$\alpha = 0,9$	$b_{frp} = 150 \text{ mm}$		

La longitud de adherencia efectiva es:

$$L_{anch} = \sqrt{\frac{E_{frp} \cdot e_{frp}}{C_2 \cdot f_{ctm}}} = 589,3838 \text{ mm}$$

La resistencia de adherencia es:

$$\sigma_{anch,max} = \alpha_1 C_1 k_c k_b \sqrt{\frac{E_{frp} \cdot f_{ctm}}{e_{frp}}} = 467,1167 \text{ N/mm}^2$$



Con:

$$k_b = 1,06 \cdot \sqrt{\left[\frac{(2 - b_{frp}/b)}{(1 + b_{frp}/400)}\right]} \geq 1$$

$$k_b = 1,1675 \geq 1$$

3.3. Conclusión

Dados los resultados que se obtienen se confirma que el refuerzo de fibra de carbono, formado por tres láminas de 60mm^2 de sección y 4 m de largo, cumple los requisitos exigibles de seguridad.

ANEJO 6: Afectaciones en la zona

1. Introducción

El paraguas de Pola de Siero está emplazado en la estación de autobuses de esta población. Desde la estación parten autobuses con destino Oviedo, Cangas de Onís, Villaviciosa, El Berrón y Noreña.

La estación ocupa una manzana entera y esta compuesta del edificio de la estación, la zona de dársenas y la zona de paradas de autobuses, que se haya justo debajo del paraguas. El paraguas funciona como cubierta para la parada de autobuses.



Figura 1: Emplazamiento del paraguas

2. Afectaciones en la zona

Debido al tipo de obra que se realiza solo se producen afectaciones en el tráfico rodado que circula por la zona.

Durante el tiempo que se realice la obra la parada de autobuses se traspasará a la zona de dársenas. Se cortaran los accesos a la estación por la calle Ramón y Cajal, y todos se tendrán que realizar por la plaza Olof Palme.

La rampa que conecta el acceso por la calle Ramón y Cajal a la zona de dársenas se tendrá que vallar y será empleada como zona de acondicionamiento. En esta zona se dispondrá de las casetas y servicios básicos, y se empleará como zona de acopio.

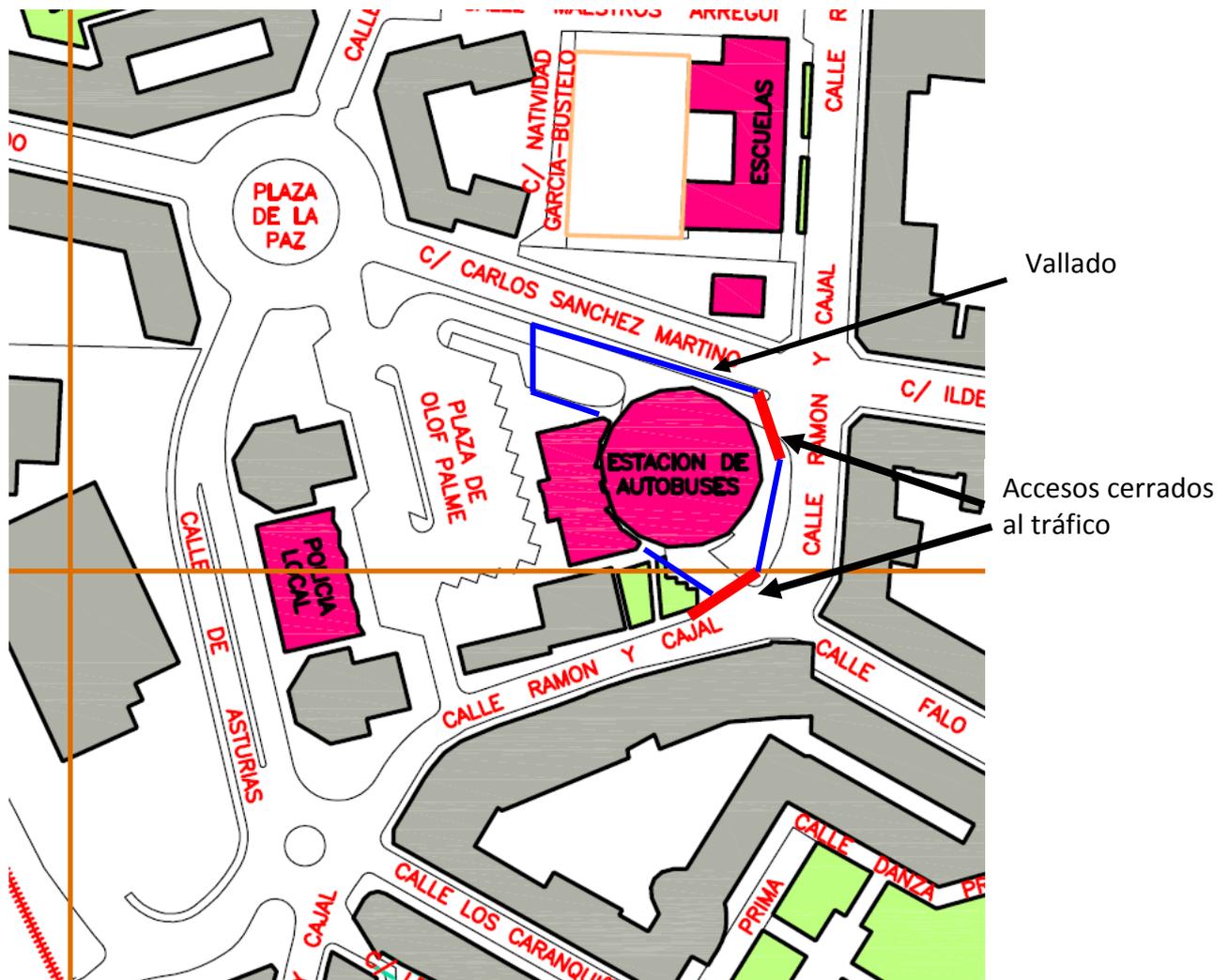
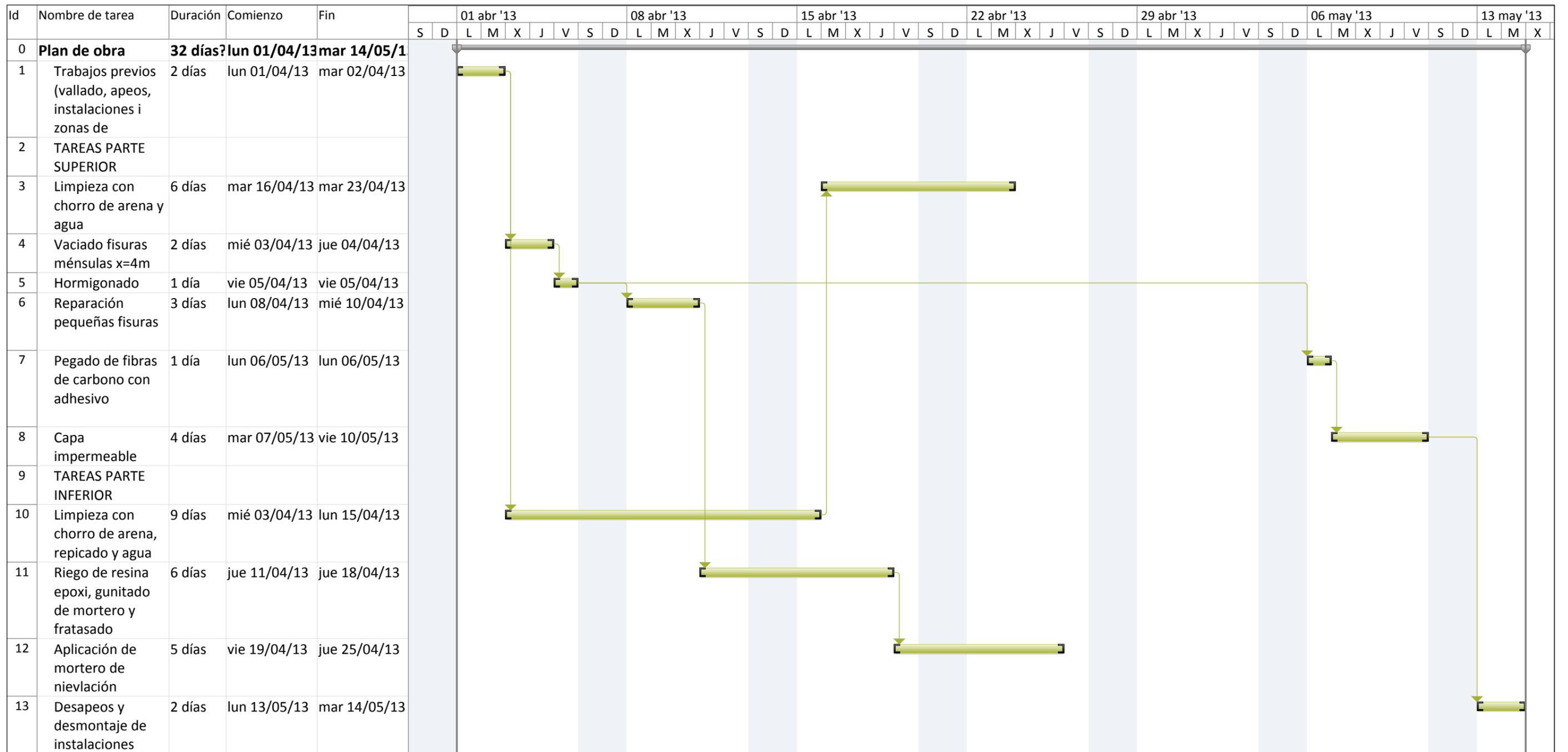


Figura 2: Afectaciones en la zona



Proyecto: Plan de obra Fecha: dom 20/01/13	Tarea		Tareas externas		Tarea manual		Sólo fin	
	División		Hito externo		Sólo duración		Fecha límite	
	Hito		Tarea inactiva		Informe de resumen manual		Progreso	
	Resumen		Hito inactivo		Resumen manual			
	Resumen del proyecto		Resumen inactivo		Sólo el comienzo			

ANEJO 8: Reportaje fotográfico



Fotografía 1: Paraguas



Fotografía 2: Paraguas



Fotografía 3: Paraguas



Fotografía 4: Paraguas



Fotografía 5: Fisuras de la lámina



Fotografía 6: Lámina parte inferior



Fotografía 7: Lámina parte inferior

ANEJO 9: Justificación de precios

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

MÀ D'OBRA

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU
A0121000	h	Oficial 1a	21,99 €
A0123000	h	Oficial 1a encofrador	23,02 €
A012D000	h	Oficial 1a pintor	23,02 €
A012M000	h	Oficial 1a muntador	23,78 €
A0133000	h	Ajudant encofrador	20,44 €
A013D000	h	Ajudant pintor	20,44 €
A013M000	h	Ajudant muntador	20,44 €
A0140000	h	Manobre	19,25 €
A0150000	h	Manobre especialista	19,03 €

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

MAQUINÀRIA

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU
C110A0G0	h	Dipòsit d'aire comprimit de 180 m3/h	2,93 €
C1315010	h	Retroexcavadora petita	42,27 €
C1501700	h	Camió per a transport de 7 t	32,30 €
C150G800	h	Grua autopropulsada de 12 t	48,98 €
C170G000	h	Màquina per a gunitar	21,51 €
CL40AAAA	h	Plataforma elevadora telescòpica articulada, autopropulsada amb motor de gasoil de 20 m d'alçària màxima de treball i 9,8 m en horitzontal, de 227 kg de càrrega útil, de dimensions 700x245x245 cm en repòs i 10886 kg de pes buida, amb cistella de dimensions 150x75 cm	37,50 €
CZ121410	h	Compressor portàtil entre 7 i 10 m3/min de cabal i 8 bar de pressió	15,27 €
CZ171000	h	Equip de raig de sorra	4,10 €
CZ172000	h	Màquina de raig d'aigua a pressió	3,80 €

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

MATERIALS

CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU
B0111000	m3	Aigua	1,11 €
B0111100	l	Aigua desionitzada no polaritzada	0,21 €
B0173000	l	Dissolvent desengreixant de tricloretilè	9,72 €
B0175100	l	Dissolució d'amoniac NH4 al 95 %	4,70 €
B0314500	t	Sorra de sílice, de 0 a 3,5 mm	189,48 €
B0321000	m3	Sauló sense garbellar	16,36 €
B0715000	ka	Morter polimèric de ciment amb resines sintètiques i fibres	1,41 €
B0715100	ka	Morter polimèric de ciment amb resines sintètiques i fibres, tixotròpic i de retracció controlada per a reparació	1,46 €
B0717000	ka	Morter polimèric de ciment amb resines epoxi per a imprimació anticorrosiva i pont d'unió	4,88 €
B0907100	ka	Adhesiu de resines epoxi sense dissolvents, de dos components per a ús estructural	12,68 €
B0A31000	ka	Clau acer	1,15 €
B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	0,44 €
B0D81480	m2	Plafó metàl·lic de 50x100 cm per a 50 usos	1,12 €
B0DFF001	m3	Amortització de cindri metàl·lica	6,50 €
B0DZA000	l	Desencofrant	2,51 €
B0DZP400	u	Part proporcional d'elements auxiliars per a plafons metàl·lics, de 50x100 cm	0,33 €
B0Y15250	m2	Amortització diària de bastida tubular metàl·lica fixa, formada per bastiments de 70 cm d'amplària i alçària <= 200 cm, amb bases regulables, tubs travessers, tubs de travament, plataformes de treball d'amplària com a mínim de 60 cm, escales d'accés, baranes laterals, sòcols i xarxa de protecció de poliamida, col·locada a tota la cara exterior i amarradors cada 20 m2 de façana, inclosos tots els elements de senyalització normalitzats	0,12 €
B4SS1500	m	Làmina de resina epoxi reforçada amb fibres de carboni de 50 mm d'amplària i 1,2 mm de guix	28,00 €
B8ZAD000	ka	Polímer acrílic	5,48 €
BV22530C	u	Elaboració, cura, assaig a flexió i compressió d'una sèrie de tres provetes prismàtiques de 160x40x40 mm, segons la norma UNE-EN 1015-11	98,58 €
BV22560C	u	Elaboració, cura, assaig a flexió i compressió d'una sèrie de sis provetes prismàtiques de 160x40x40 mm, segons la norma UNE-EN 1015-11	104,51 €
W41	ka	Mortero tixotrópic de tres components, a base de cemento modificado con resina epoxi, de textura muy fina para nivelación y acabado de superficies de hormigón, mortero o piedra.	2,55 €

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

MATERIALS

	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
P- 1	E4D31103	m2	Muntatge i desmuntatge d'encofrat amb plafó metàl·lic, per a bigues planes de directriu recta, a una alçària <= 3 m	Rend.: 1.000			17,89 €
	Mà d'obra:			Unitats	Preu €	Parcial	Import
	A0123000	h	Oficial 1a encofrador	0,350 /R x	23,02000 =	8,05700	
	A0133000	h	Ajudant encofrador	0,350 /R x	20,44000 =	7,15400	
					Subtotal...	15,21100	15,21100
	Materials:						
	B0A31000	kg	Clau acer	0,0038 x	1,15000 =	0,00437	
	B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	1,199 x	0,44000 =	0,52756	
	B0D81480	m2	Plafó metàl·lic de 50x100 cm per a 50 usos	1,1016 x	1,12000 =	1,23379	
	B0DZA000	l	Desencofrant	0,080 x	2,51000 =	0,20080	
	B0DZP400	u	Part proporcional d'elements auxiliars per a plafons metàl·lics, de 50x100 cm	1,000 x	0,33000 =	0,33000	
					Subtotal...	2,29652	2,29652
					DESPESES AUXILIARS 2,50%		0,38028
					COST DIRECTE		17,88779
					DESPESES INDIRECTES 0,00%		
					COST EXECUCIÓ MATERIAL		17,88779
P- 2	G4DEG010	m3	Subministrament, muntatge i desmuntatge de cindri, inclosa la preparació de la base	Rend.: 1.000			10,71 €
	Mà d'obra:			Unitats	Preu €	Parcial	Import
	A0121000	h	Oficial 1a	0,0665 /R x	21,99000 =	1,46234	
	A0140000	h	Manobre	0,050 /R x	19,25000 =	0,96250	
	A0150000	h	Manobre especialista	0,0333 /R x	19,03000 =	0,63370	
					Subtotal...	3,05854	3,05854
	Maquinària:						
	C1315010	h	Retroexcavadora petita	0,002 /R x	42,27000 =	0,08454	
	C150G800	h	Grua autopropulsada de 12 t	0,0085 /R x	48,98000 =	0,41633	
					Subtotal...	0,50087	0,50087
	Materials:						
	B0321000	m3	Sauló sense garbellar	0,033 x	16,36000 =	0,53988	
	B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	0,150 x	0,44000 =	0,06600	
	B0DFF001	m3	Amortització de cindri metàl·lica	1,000 x	6,50000 =	6,50000	
					Subtotal...	7,10588	7,10588
					DESPESES AUXILIARS 1,50%		0,04588
					COST DIRECTE		10,71117
					DESPESES INDIRECTES 0,00%		
					COST EXECUCIÓ MATERIAL		10,71117

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU
P- 3	K1213251	m2	Muntatge i desmuntatge de bastida tubular metàl·lica fixa formada per bastiments de 70 cm i alçària <= 200 cm, amb bases regulables, tubs travessers, tubs de travament, plataformes de treball d'amplària com a mínim de 60 cm, escales d'accés, baranes laterals, sòcols i xarxa de protecció de poliamida, col·locada a tota la cara exterior i amarradors cada 20 m2 de façana, inclosos tots els elements de senyalització normalitzats i el transport amb un recorregut total màxim de 20 km	Rend.: 1.000 9,17 €
	Mà d'obra:			
	A012M000	h	Oficial 1a muntador	Unitats Preu € Parcial Import
	A013M000	h	Ajudant muntador	0,120 /R x 23,78000 = 2,85360
				0,240 /R x 20,44000 = 4,90560
				Subtotal... 7,75920 7,75920
	Maquinària:			
	C1501700	h	Camió per a transport de 7 t	0,040 /R x 32,30000 = 1,29200
				Subtotal... 1,29200 1,29200
				DESPESES AUXILIARS 1,50% 0,11639
				COST DIRECTE 9,16759
				DESPESES INDIRECTES 0,00%
				COST EXECUCIÓ MATERIAL 9,16759
P- 4	K1215250	m2	Amortització diària de bastida tubular metàl·lica fixa, formada per bastiments de 70 cm d'amplària i alçària <= 200 cm, amb bases regulables, tubs travessers, tubs de travament, plataformes de treball d'amplària com a mínim de 60 cm, escales d'accés, baranes laterals, sòcols i xarxa de protecció de poliamida col·locada a tota la cara exterior i amarradors cada 20 m2 de façana, inclosos tots els elements de senyalització normalitzats	Rend.: 1.000 0,12 €
	Materials:			
	BOY15250	m2	Amortització diària de bastida tubular metàl·lica fixa, formada per bastiments de 70 cm d'amplària i alçària <= 200 cm, amb bases regulables, tubs travessers, tubs de travament, plataformes de treball d'amplària com a mínim de 60 cm, escales d'accés, baranes laterals, sòcols i xarxa de protecció de poliamida, col·locada a tota la cara exterior i amarradors cada 20 m2 de façana, inclosos tots els elements de senyalització normalitzats	Unitats Preu € Parcial Import
				1,000 x 0,12000 = 0,12000
				Subtotal... 0,12000 0,12000
				COST DIRECTE 0,12000
				DESPESES INDIRECTES 0,00%
				COST EXECUCIÓ MATERIAL 0,12000

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU																																																				
P- 5	K12CAAAA	dia	Amortització diària de plataforma elevadora telescòpica articulada, autopropulsada amb motor de gasoil, de 20 m d'alçària màxima de treball i 9,8 m en horitzontal, de 227 kg de càrrega útil, de dimensions 700x245x245 cm en repòs i 10886 kg de pes, buida, amb cistella de dimensions 150x75 cm	Rend.: 1.000 300,00 €																																																				
	Maquinària: CL40AAAA	h	Plataforma elevadora telescòpica articulada, autopropulsada amb motor de gasoil de 20 m d'alçària màxima de treball i 9,8 m en horitzontal, de 227 kg de càrrega útil, de dimensions 700x245x245 cm en repòs i 10886 kg de pes buida, amb cistella de dimensions 150x75 cm	<table border="0"> <tr> <td>Unitats</td> <td>Preu €</td> <td>Parcial</td> <td>Import</td> </tr> <tr> <td>8,000 /R x</td> <td>37,50000 =</td> <td>300,00000</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><u>300,00000</u></td> <td>300,00000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Subtotal...</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><u>300,00000</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td>COST DIRECTE</td> <td></td> <td>300,00000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DESPESES INDIRECTES 0,00%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>COST EXECUCIÓ MATERIAL</td> <td></td> <td>300,00000</td> </tr> </table>	Unitats	Preu €	Parcial	Import	8,000 /R x	37,50000 =	300,00000				<u>300,00000</u>	300,00000		Subtotal...						<u>300,00000</u>		COST DIRECTE		300,00000		DESPESES INDIRECTES 0,00%				COST EXECUCIÓ MATERIAL		300,00000																				
Unitats	Preu €	Parcial	Import																																																					
8,000 /R x	37,50000 =	300,00000																																																						
		<u>300,00000</u>	300,00000																																																					
	Subtotal...																																																							
			<u>300,00000</u>																																																					
	COST DIRECTE		300,00000																																																					
	DESPESES INDIRECTES 0,00%																																																							
	COST EXECUCIÓ MATERIAL		300,00000																																																					
P- 6	K2182231	m2	Repicat d'arrebossat de morter de ciment, amb mitjans manuals i càrrega manual de runa sobre camió o contenidor	Rend.: 1.000 11,72 €																																																				
	Mà d'obra: A0140000	h	Manobre	<table border="0"> <tr> <td>Unitats</td> <td>Preu €</td> <td>Parcial</td> <td>Import</td> </tr> <tr> <td>0,600 /R x</td> <td>19,25000 =</td> <td>11,55000</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><u>11,55000</u></td> <td>11,55000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Subtotal...</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><u>0,17325</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td>DESPESES AUXILIARS 1,50%</td> <td></td> <td>0,17325</td> </tr> <tr> <td></td> <td>COST DIRECTE</td> <td></td> <td>11,72325</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DESPESES INDIRECTES 0,00%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>COST EXECUCIÓ MATERIAL</td> <td></td> <td>11,72325</td> </tr> </table>	Unitats	Preu €	Parcial	Import	0,600 /R x	19,25000 =	11,55000				<u>11,55000</u>	11,55000		Subtotal...						<u>0,17325</u>		DESPESES AUXILIARS 1,50%		0,17325		COST DIRECTE		11,72325		DESPESES INDIRECTES 0,00%				COST EXECUCIÓ MATERIAL		11,72325																
Unitats	Preu €	Parcial	Import																																																					
0,600 /R x	19,25000 =	11,55000																																																						
		<u>11,55000</u>	11,55000																																																					
	Subtotal...																																																							
			<u>0,17325</u>																																																					
	DESPESES AUXILIARS 1,50%		0,17325																																																					
	COST DIRECTE		11,72325																																																					
	DESPESES INDIRECTES 0,00%																																																							
	COST EXECUCIÓ MATERIAL		11,72325																																																					
P- 7	K45RE000	m2	Pont d'unió entre superfícies de formigó amb adhesiu de resines epoxi sense dissolvents, de dos components	Rend.: 1.000 16,91 €																																																				
	Mà d'obra: A0121000	h	Oficial 1a	<table border="0"> <tr> <td>Unitats</td> <td>Preu €</td> <td>Parcial</td> <td>Import</td> </tr> <tr> <td>0,300 /R x</td> <td>21,99000 =</td> <td>6,59700</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><u>6,59700</u></td> <td>6,59700</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Subtotal...</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><u>10,14400</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0,800 x</td> <td>12,68000 =</td> <td>10,14400</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><u>10,14400</u></td> <td>10,14400</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Subtotal...</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td><u>0,16493</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td>DESPESES AUXILIARS 2,50%</td> <td></td> <td>0,16493</td> </tr> <tr> <td></td> <td>COST DIRECTE</td> <td></td> <td>16,90593</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DESPESES INDIRECTES 0,00%</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>COST EXECUCIÓ MATERIAL</td> <td></td> <td>16,90593</td> </tr> </table>	Unitats	Preu €	Parcial	Import	0,300 /R x	21,99000 =	6,59700				<u>6,59700</u>	6,59700		Subtotal...						<u>10,14400</u>		0,800 x	12,68000 =	10,14400			<u>10,14400</u>	10,14400		Subtotal...						<u>0,16493</u>		DESPESES AUXILIARS 2,50%		0,16493		COST DIRECTE		16,90593		DESPESES INDIRECTES 0,00%				COST EXECUCIÓ MATERIAL		16,90593
Unitats	Preu €	Parcial	Import																																																					
0,300 /R x	21,99000 =	6,59700																																																						
		<u>6,59700</u>	6,59700																																																					
	Subtotal...																																																							
			<u>10,14400</u>																																																					
	0,800 x	12,68000 =	10,14400																																																					
		<u>10,14400</u>	10,14400																																																					
	Subtotal...																																																							
			<u>0,16493</u>																																																					
	DESPESES AUXILIARS 2,50%		0,16493																																																					
	COST DIRECTE		16,90593																																																					
	DESPESES INDIRECTES 0,00%																																																							
	COST EXECUCIÓ MATERIAL		16,90593																																																					
	Materials: B0907100	kg	Adhesiu de resines epoxi sense dissolvents, de dos components per a ús estructural																																																					

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
P- 8	K45RU500	m2	Neteja de superfícies de formigó amb raig de sorra de sílice de granulometria 1-2 mm	Rend.: 1.000			6,12 €
	Mà d'obra:			Unitats	Preu €	Parcial	Import
	A0121000	h	Oficial 1a	0,090 /R x	21,99000 =	1,97910	
	A0140000	h	Manobre	0,090 /R x	19,25000 =	1,73250	
					Subtotal...	3,71160	3,71160
	Maquinària:						
	CZ121410	h	Compressor portàtil entre 7 i 10 m3/min de cabal i 8 bar de pressió	0,090 /R x	15,27000 =	1,37430	
	CZ171000	h	Equip de raig de sorra	0,090 /R x	4,10000 =	0,36900	
					Subtotal...	1,74330	1,74330
	Materials:						
	B0314500	t	Sorra de sílice, de 0 a 3,5 mm	0,003 x	189,48000 =	0,56844	
					Subtotal...	0,56844	0,56844
					DESPESES AUXILIARS 2,50%		0,09279
					COST DIRECTE		6,11613
					DESPESES INDIRECTES 0,00%		
					COST EXECUCIÓ MATERIAL		6,11613
P- 9	K45RU520	m2	Reparació de superfícies escorstonades, amb segregacions, escantellades, erosions o zones amb desprendiments en paraments de formigó, amb morter tixotròpic de dos components de ciment, resines sintètiques, fum de sílice i reforçat amb fibres, inclòs sanejat manual, repicat fins a 2 cm darrera l'armadura principal i amb un repicat màxim de 6 cm, amb aplicació de pont d'unió i passivat d'armadures	Rend.: 1.000			293,42 €
	Mà d'obra:			Unitats	Preu €	Parcial	Import
	A0121000	h	Oficial 1a	2,000 /R x	21,99000 =	43,98000	
	A0140000	h	Manobre	2,300 /R x	19,25000 =	44,27500	
					Subtotal...	88,25500	88,25500
	Materials:						
	B0715100	kg	Mortor polimèric de ciment amb resines sintètiques i fibres, tixotròpic i de retracció controlada per a reparació	135,000 x	1,46000 =	197,10000	
	B0717000	kg	Mortor polimèric de ciment amb resines epoxi per a imprimació anticorrosiva i pont d'unió	1,200 x	4,88000 =	5,85600	
					Subtotal...	202,95600	202,95600
					DESPESES AUXILIARS 2,50%		2,20638
					COST DIRECTE		293,41737
					DESPESES INDIRECTES 0,00%		
					COST EXECUCIÓ MATERIAL		293,41737

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
P- 10	K4S5U008	m	Reforç d'estructures amb làmines de resines epoxi amb fibres de carboni de 50 mm d'amplària, adherides amb adhesiu epoxi de dos components per a ús estructural	Rend.: 1,000			36,31 €
	Mà d'obra:			Unitats	Preu €	Parcial	Import
	A0121000	h	Oficial 1a	0,100 /R x	21,99000 =	2,19900	
	A0140000	h	Manobre	0,050 /R x	19,25000 =	0,96250	
					Subtotal...	3,16150	3,16150
	Materials:						
	B0907100	kg	Adhesiu de resines epoxi sense dissolvents, de dos components per a ús estructural	0,400 x	12,68000 =	5,07200	
	B4SS1500	m	Làmina de resina epoxi reforçada amb fibres de carboni de 50 mm d'amplària i 1,2 mm de guix	1,000 x	28,00000 =	28,00000	
					Subtotal...	33,07200	33,07200
				DESPESES AUXILIARS	2,50%		0,07904
				COST DIRECTE			36,31254
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			36,31254
P- 11	K7871500	m2	Impermeabilització de paraments horitzontals amb polímer acrílic, amb una dotació de 2 kg/m2	Rend.: 1,000			19,14 €
	Mà d'obra:			Unitats	Preu €	Parcial	Import
	A012D000	h	Oficial 1a pintor	0,300 /R x	23,02000 =	6,90600	
	A013D000	h	Ajudant pintor	0,030 /R x	20,44000 =	0,61320	
					Subtotal...	7,51920	7,51920
	Materials:						
	B8ZAD000	kg	Polímer acrílic	2,100 x	5,48000 =	11,50800	
					Subtotal...	11,50800	11,50800
				DESPESES AUXILIARS	1,50%		0,11279
				COST DIRECTE			19,13999
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			19,13999
P- 12	K878227R	m2	Preparació de superfície de formigó amb raig de sorra seca i eliminació d'escames i òxids amb aplicació d'una dissolució àcida, rentat posterior amb aigua i neteja amb tricloroetilè per a dissolució d'olis i greixos	Rend.: 1,000			53,65 €
	Mà d'obra:			Unitats	Preu €	Parcial	Import
	A0121000	h	Oficial 1a	0,500 /R x	21,99000 =	10,99500	
	A0140000	h	Manobre	0,300 /R x	19,25000 =	5,77500	
					Subtotal...	16,77000	16,77000
	Maquinària:						

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
	CZ121410	h	Compressor portàtil entre 7 i 10 m3/min de cabal i 8 bar de pressió	1,150	/R x	15,27000 =	17,56050
	CZ171000	h	Equip de raig de sorra	1,150	/R x	4,10000 =	4,71500
			Subtotal...				22,27550
	Materials:						
	B0111100	l	Aigua desionitzada no polaritzada	2,000	x	0,21000 =	0,42000
	B0173000	l	Dissolvent desengreixant de tricloretilè	0,250	x	9,72000 =	2,43000
	B0175100	l	Dissolució d'amoniac NH4 al 95 %	1,000	x	4,70000 =	4,70000
	B0314500	t	Sorra de sílice, de 0 a 3,5 mm	0,035	x	189,48000 =	6,63180
			Subtotal...				14,18180
			DESPESES AUXILIARS 2,50%				0,41925
			COST DIRECTE				53,64655
			DESPESES INDIRECTES 0,00%				
			COST EXECUCIÓ MATERIAL				53,64655
P- 13	W11	m2	Limpeza de hormigón con chorro de agua a presión	Rend.: 1.000			5,17 €
	Mà d'obra:			Unitats	Preu €	Parcial	Import
	A0121000	h	Oficial 1a	0,100	/R x	21,99000 =	2,19900
	A0140000	h	Manobre	0,100	/R x	19,25000 =	1,92500
			Subtotal...				4,12400
	Maquinària:						
	CZ172000	h	Màquina de raig d'aigua a pressió	0,100	/R x	3,80000 =	0,38000
			Subtotal...				0,38000
	Materials:						
	B0111000	m3	Aigua	0,600	x	1,11000 =	0,66600
			Subtotal...				0,66600
	Altres:						
	%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,03	% S/	5,16000 =	0,00129
			Subtotal...				0,00129
			COST DIRECTE				5,17129
			DESPESES INDIRECTES 0,00%				
			COST EXECUCIÓ MATERIAL				5,17129
P- 14	W20	m2	Gunitado de mortero reforzado con fibras de 2 mm, con acabado fratasado	Rend.: 1.000			9,10 €
	Mà d'obra:			Unitats	Preu €	Parcial	Import
	A0140000	h	Manobre	0,150	/R x	19,25000 =	2,88750
	A0150000	h	Manobre especialista	0,220	/R x	19,03000 =	4,18660
			Subtotal...				7,07410

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
	Maquinària:						
	C110A0G0	h	Dipòsit d'aire comprimit de 180 m3/h	0,045	/R x	2,93000 =	0,13185
	C170G000	h	Màquina per a gunitar	0,045	/R x	21,51000 =	0,96795
	CZ121410	h	Compressor portàtil entre 7 i 10 m3/min de cabal i 8 bar de pressió	0,045	/R x	15,27000 =	0,68715
						Subtotal...	1,78695
	Materials:						
	B0111000	m3	Aigua	0,010	x	1,11000 =	0,01110
	B0715000	kg	Morter polimèric de ciment amb resines sintètiques i fibres	0,160	x	1,41000 =	0,22560
						Subtotal...	0,23670
	Altres:						
	%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,03	% S/	9,08000 =	0,00227
						Subtotal...	0,00227
						COST DIRECTE	9,10002
						DESPESES INDIRECTES 0,00%	
						COST EXECUCIÓ MATERIAL	9,10002
P- 15	W31	da	Ensayos para comprobar el estado del hormigón y las barras de acero	Rend.: 1.000			1.000,00 €
P- 16	W32	da	Mortero de tres componentes a base de resinas epoxi sin disolventes y cargas seleccionadas, indicado para reparación y relleno de oquedades.	Rend.: 1.000			300,00 €
P- 17	W33	da	Partida alzada de Mortero de reparación reforzado con fibras, para reparar posibles desconchones en la parte superior de la lamina producidos al limpiar la parte inferior.	Rend.: 1.000			2.896,52 €
P- 18	W34	da	Presupuesto Seguridad y salud	Rend.: 1.000			14.480,32 €
P- 19	W35	da	Presupuesto control de calidad	Rend.: 1.000			203,09 €
	Materials:						
	BV22530C	u	Elaboració, cura, assaig a flexió i compressió d'una sèrie de tres provetes prismàtiques de 160x40x40 mm, segons la norma UNE-EN 1015-11	1,000	x	98,58000 =	98,58000
	BV22560C	u	Elaboració, cura, assaig a flexió i compressió d'una sèrie de sis provetes prismàtiques de 160x40x40 mm, segons la norma UNE-EN 1015-11	1,000	x	104,51000 =	104,51000
						Subtotal...	203,09000
						COST DIRECTE	203,09000
						DESPESES INDIRECTES 0,00%	

JUSTIFICACIÓ DE PREUS

PARTIDES D'OBRA

NÚM	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU			
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			203,09000
P- 20	W51	m2	Aplicacion de mortero tixotrópico de tres componentes, a base de cemento modificado con resina epoxi, con llana	Rend.: 1.000			28,30 €
	Mà d'obra:			Unitats	Preu €	Parcial	Import
	A0121000	h	Oficial 1a	0,900 /R x	21,99000 =	19,79100	
	A0140000	h	Manobre	0,400 /R x	19,25000 =	7,70000	
					Subtotal...	27,49100	27,49100
	Materials:						
	W41	kg	Mortero tixotrópico de tres componentes, a base de cemento modificado con resina epoxi, de textura muy fina para nivelación y acabado de superficies de hormigón, mortero o piedra.	0,315 x	2,55000 =	0,80325	
					Subtotal...	0,80325	0,80325
	Altres:						
	%AUX001	%	Despeses auxiliars sobre la mà d'obra	0,03 % s/	28,28000 =	0,00707	
					Subtotal...	0,00707	0,00707
				COST DIRECTE			28,30132
				DESPESES INDIRECTES 0,00%			
				COST EXECUCIÓ MATERIAL			28,30132



Control de calidad

1. Introducción	4
2. Control de materiales y control de ejecución	
2.1. Control de recepción de los productos	4
2.2. Control de ejecución	5
2.3. Control de la obra acabada	6
3. Ejecución de reparación estructural	
3.1. Requisitos exigibles a los materiales	6
3.1.1. Absorción capilar	6
3.1.2. Resistividad	6
3.1.3. Resistencia a la carbonatación	7
3.1.4. Tabla resumen según criterio UNE-EN 1504	7
3.2. Control de recepción de los materiales	7
3.3. Control de la ejecución	8
3.3.1. Control de la preparación del soporte	8
3.3.2. Control de aplicación del puente de unión	8
3.3.3. Control de aplicación del mortero de reparación	8
3.4. Control final de obra	9
4. Ejecución de refuerzos colaborantes mediante la adhesión de láminas de fibra de carbono	
4.1. Control de recepción de materiales	9
4.2. Control de los acopios	10
4.3. Control de ejecución	10
4.3.1. Preparación del soporte	10
4.3.2. Saneado del elemento a reparar	10
4.3.3. Contenido de humedad	10



4.3.4. Temperatura del soporte _____	10
4.3.5. Resistencia a tracción mínima del soporte _____	10
4.3.6. Planimetría _____	11
4.4. Instalación de la lámina prefabricada _____	11
4.4.1. Resina de imprimación _____	11
4.4.2. Resina adhesiva _____	11
4.5. Instalación de la lámina ejecutada in situ _____	11
4.5.1. Resina de imprimación _____	11
4.5.2. Resina saturante _____	12
4.5.3. Hoja de fibra de carbono _____	12
4.6. Control final de obra _____	12
4.6.1. Ensayo de adherencia tap-test _____	12
4.6.2. Ensayo de adherencia pull-out _____	12
4.7. Comprobación en obra _____	13
5. Presupuesto del control de calidad _____	17



1. Introducción

Se entiende como Control de Calidad al conjunto de acciones planificadas y sistemáticas necesarias para ofrecer una confianza adecuada de que todas las estructuras, componentes e instalaciones se construyen según el contrato, códigos, normativas y especificaciones de diseño del proyecto de rehabilitación del paraguas de la estación de autobuses de Pola de Siero.

El control de calidad se compone de los siguientes aspectos:

- Calidad de las materias primas
- Calidad de fabricación
- Calidad de ejecución
- Calidad de la obra finalizada (inspección y pruebas)

El presente anejo describe el tipo de ensayos de control de calidad que se tienen que realizar a los diferentes materiales empleados en la ejecución de las obras.

2. Control de calidad

El control de calidad de las obras incluye:

- A. El control de recepción de productos
- B. El control de la ejecución
- C. El control de la obra acabada

Para lo cual:

- 1) El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con el establecido en el proyecto, sus anexos y modificaciones.
- 2) El constructor pedirá de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y
- 3) La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

Una vez finalizada la obra, la documentación del seguimiento del control será depositada por el director de la ejecución de la obra en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que asegure su tutela y se comprometa a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

2.1. Control de recepción de los productos

El control de recepción tiene por objeto comprobar las características técnicas mínimas exigidas que tienen que reunir los productos, equipos y sistemas que se incorporen de forma permanente al edificio proyectado, así como sus condiciones de suministro, las garantías de calidad y el control de recepción.



Durante la construcción de las obras el director de la ejecución de la obra realizará los siguientes controles:

A. Control de la documentación de los suministros

Los suministradores entregarán al constructor, quién los facilitará al director de la ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de cumplimiento obligado y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.
- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluidas las documentaciones correspondientes, en el marcada la CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten los productos suministrados.

B. Control mediante distintivos de calidad y evaluaciones técnicas de idoneidad

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto, y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con el establecido al artículo 5.2.3 del capítulo 2 del CTE.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con el establecido al artículo 5.2.5 del capítulo 2 de la CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

C. Control mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas de la CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según el establecido en la reglamentación vigente, o bien según el especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

2.2. Control de ejecución

Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y otros controles a realizar para comprobar su conformidad con el indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. A la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que



intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.

Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

Los diferentes controles se realizarán según las exigencias de la normativa vigente de aplicación de la cual se incorpora un listado por elementos constructivos.

2.3. Control de la obra acabada

Con objeto de comprobar las prestaciones finales de la reparación de la estructura acabada se tienen que realizar las verificaciones y pruebas de servicio establecidas en el proyecto o por la dirección facultativa y las previstas en la CTE y resto de la legislación aplicable.

3. Ejecución de reparación estructural

3.1. Requisitos exigibles a los materiales

Los criterios de elección para el material de reparación se ciñen a las directrices de la norma UNE-EN 1504-3 Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón: Reparación estructural y no estructural.

3.1.1. Absorción capilar

La absorción capilar del mortero está relacionada directamente con su porosidad. Es cierto que la mayoría de reparaciones se terminan con algún tipo de acabado superficial decorativo o protector, de modo que la absorción capilar del mortero pierde trascendencia, sin embargo es una medida de la calidad de mismo y debe situarse por debajo de $0,5 \text{ Kg/m}^2/\text{h}^{0,5}$ medida según el método de la norma EN 13057.

Una absorción capilar reducida asegura una presencia de humedad en el interior de mortero baja con lo que la resistividad del mismo se incrementa. Este incremento reduce el riesgo de corrosión de las armaduras.

Además es sabido que el agua es un poderoso agente de transporte de sustancias potencialmente agresivas para el mortero (cloruros, sulfatos, ácidos...) con lo que una reducción de la absorción capilar impide la penetración no sólo del agua sino de estas sustancias.

3.1.2. Resistividad

En general la resistividad del hormigón será de aproximadamente entre 10 y 100 Ωm y los morteros empleados en su reparación deberán presentar valores de resistividad similares con objeto de evitar la formación de "ánodos incipientes".

3.1.3. Resistencia a la carbonatación

Para evitar la penetración del CO₂ de la atmósfera y la consecuente reducción de la alcalinidad del mortero por la reacción de este gas con el hidróxido de calcio del cemento los morteros deberán presentar una resistencia a la carbonatación superior a la presentada por un hormigón tipo MC 0,45 en el ensayo determinado por la norma UNE EN 13295.

3.1.4. Tabla resumen según criterio UNE-EN 1504

Propiedad	Tipo de soporte	Método de ensayo	Requerimiento
			Reparación Estructural R4
Resistencia a compresión	-	EN 12190	≥45 MPa
Contenido en ión cloro	-	EN 1015-17	≤0.05%
Adherencia	MC (0.45)	EN 1542	≥2 MPa
Retracción / Expansión	MC (0.45)	EN 1617-4	Adherencia tras test ≥2 MPa
Resistencia a carbonatación	-	EN 13295	Profundidad menor a hormigón referencia (C(0.45))
Módulo elástico	-	EN 13412	≥20 GPa
Compatibilidad térmica Parte 1: Ciclo hielo-deshielo.	MC (0.45)	EN 13687-1	Adherencia tras 50 ciclos ≥2 MPa
Compatibilidad térmica Parte 2: Lluvia intensa	MC (0.45)	EN 13687-2	Adherencia tras 50 ciclos ≥2 MPa
Compatibilidad térmica Parte 4: Secado	MC (0.45)	EN 13687-4	Adherencia tras 50 ciclos ≥2 MPa
Rugosidad superficial	-	EN 13036-4	Según criterios particulares
Coefficiente de dilatación térmica	-	EN 1770	No requerido si tests 7, 8 y 9 son llevados a cabo.
Absorción capilar	-	EN 13057	≤0.5 kg m ⁻² hora ^{-0.5}

3.2. Control de recepción de los materiales

A la llegada del material a la obra se comprobarán y anotarán los siguientes aspectos:

- Cómputo de las cantidades recibidas.
- Comprobación de la denominación de los mismos y de la correcta identificación de la totalidad de envases.
- Inspección visual del estado de los envases descartando aquellos que presenten roturas con pérdida de material.
- Comprobación de la fecha límite de uso de los materiales que deberá estar claramente indicada en cada uno de los envases.



3.3. Control de la ejecución

3.3.1. Control de la preparación del soporte

Saneado del elemento a reparar

Se comprobará que el soporte está húmedo a saturación evitándose la existencia de charcos en el soporte, ni la existencia de presiones negativas en el elemento a reparar.

Contenido de humedad previsto a la aplicación del puente de unión hidráulico

La humedad residual del soporte será inferior al 4%. En caso de existir dudas sobre este valor, se realizarán determinaciones del contenido de humedad mediante aparato tipo CM-GERÄT o similar.

Temperatura del soporte

Se comprobará que en el momento de la aplicación, la temperatura del soporte se encuentre dentro del intervalo establecido en ficha técnica para cada material.

Resistencia a tracción mínima del soporte

Se realizarán determinaciones por cada tipo de soporte existente, y siempre después de la preparación del mismo.

Eliminación de óxido de las armaduras

Se comprobará la total eliminación del óxido de las armaduras mediante comparación con patrones de chorreado o bien comprobando el color gris uniforme de la superficie.

3.3.2. Control de aplicación del puente de unión

Se comprobará que la aplicación es continua, no apreciándose zonas con falta de material especialmente en la parte trasera de las armaduras.

El consumo de material (obtenido como cociente entre material empleado y superficie tratada), deberá aproximarse al especificado en ficha técnica, no siendo en ningún caso, inferior al mínimo establecido

3.3.3. Control de aplicación del mortero de reparación

Durante la aplicación del mortero de reparación se comprobará:

- Que se emplea una cantidad de agua de amasado que no supera en más de un 10% la indicada por la ficha técnica del producto en caso de morteros hidráulicos.
- Que se permite el tiempo de maduración necesario durante la mezcla según lo especificado en la ficha técnica de cada producto.
- La concordancia entre espesor aplicado y el especificado para el material.
- Que el puente de unión se encuentra en estado fresco en el momento de la aplicación del mortero de reparación.



3.4. Control final de obra

Adherencia por tracción del sistema aplicado

Para lo cual se realizará un ensayo de arrancamiento por tracción del conjunto del sistema aplicado con hormigón. Se realizarán determinaciones para cada mortero o puente de unión aplicado, así como para cada tipo de soporte.

Deberá obtenerse un valor de rotura de al menos 1 N/mm^2 y el punto de rotura estará en el interior del hormigón. Eventualmente podrán aceptarse otros puntos de rotura siempre que el valor de la misma sea de al menos 1 N/mm^2 .

Ejecución de probetas

Para medida de resistencias mecánicas del mortero según UNE 1015-11.

Comprobación de ausencia de zonas huecas

Se realizará mediante leve golpeo con elemento metálico y detección de sonido diferencial, localizando zonas huecas mal compactadas o no adheridas

4. Ejecución de refuerzos colaborantes mediante la adhesión de láminas de fibra de carbono

4.1. Control de recepción de materiales

Se solicitará y a la empresa fabricante y/o suministradora de los diferentes componentes del sistema la siguiente documentación:

- Copia de la certificación según ISO 9000.
- Copia de los ensayos de control de calidad de las partidas suministradas en la obra de cada uno de los materiales.

A la llegada del material a la obra se comprobarán y anotarán (aceptación o rechazo) los siguientes aspectos:

- Cómputo de las cantidades recibidas.
- Resinas.
- Comprobación de la denominación de los mismos y de la correcta identificación de la totalidad de envases.
- Comprobación de la fecha límite de uso de los materiales que deberá estar claramente indicada en cada uno de los envases.
- Inspección visual del estado de los envases descartando aquellos que presenten roturas con pérdida de material.
- Hojas de fibra:
- Comprobación de la identificación de la fibra (tipo, gramaje, etc.) y de las dimensiones de los rollos.
- Inspección visual del estado comprobando que no existe daño ni demadajamiento de la fibra.
- Laminado:
- Inspección visual de la fibra comprobando que los laminados no sufren delaminaciones ni fisuras.
- Comprobación de dimensiones.



4.2. Control de los acopios

Se comprobará que los materiales se almacenan agrupados según su identificación, a cubierto (protegidos del sol y de fuentes de calor) en lugar fresco y seco y en sus envases originales cerrados. Los materiales hidráulicos (si los hubiere) se acopiarán separados del terreno mediante listones de madera y protegidos de la lluvia y el rocío.

No se extraerán los envases de las cajas de envío hasta el momento de su empleo.

Al final de la jornada se realizará un cómputo del material acopiado, a fin de comprobar los materiales consumidos durante la jornada. Se asegurará especialmente la concordancia entre el número de componentes I y II para los materiales bicomponentes.

4.3. Control de ejecución

4.3.1. Preparación del soporte

Antes del inicio de los trabajos, se personará, de ser requerido, en obra personal cualificado por el fabricante o la empresa aplicadora, a fin de determinar la idoneidad del estado de la superficie sobre la que se aplicará el refuerzo. Se evaluarán las siguientes características:

4.3.2. Saneado del elemento a reparar

Se controlará la no existencia de manchas, restos de pinturas antiguas o lechadas antiguas y que la superficie de hormigón está limpia, firme y rugosa.

En caso de ser necesario se redondearán las aristas con un radio mínimo de 10 mm.

4.3.3. Contenido de humedad

La humedad residual del soporte será inferior al 4%. En caso de existir dudas sobre este valor, se realizarán determinaciones del contenido de humedad mediante aparato tipo CM-GERÄT o similar.

4.3.4. Temperatura del soporte

Se comprobará que en el momento de la aplicación, la temperatura del soporte se encuentre por encima de +5°C.

4.3.5. Resistencia a tracción mínima del soporte

Se comprobará que el soporte posee una resistencia mínima a tracción de 1,5 N/mm² para el caso de refuerzo con MC prefabricado laminado y 1,0 N/mm² para el caso de refuerzo con MC ejecutado in situ de fibra.

Se realizará al menos una determinación de la resistencia a tracción del hormigón por cada 200 metros (lineales o cuadrados) de refuerzo a aplicar.

4.3.6. Planimetría

Se verificará que se cumplen las siguientes condiciones de planimetría.

Tipo de EBR	Irregularidad (mm) permisible en 2 m	Irregularidad (mm) permisible 0,3 m
Laminado	10	4
Hoja de fibra	4	2

4.4. Instalación de la lámina prefabricada

4.4.1. Resina de imprimación

- Comprobación de la temperatura (superior a +5°C) y la humedad del soporte (inferior al 4%).
- Mezclado: se establecerá un tiempo mínimo de 3 minutos. Se realizará siempre con medios mecánicos.
- Utilización de útiles recomendados para el material.
- Se realizará el control de la cantidad de material aplicado. En ningún caso será inferior a 300 g/m² en superficies de hormigón y 180 g/m² en superficies metálicas.
- No se aceptará la realización de mezclas parciales.
- Caso de sobrepasarse los tiempos máximos de aplicación de los productos, se procederá a la aplicación de una nueva capa de material.

4.4.2. Resina adhesiva

- Comprobación de la temperatura (superior a +5°C) y la humedad del soporte (inferior al 4%)
- Establecimiento del tiempo mínimo de espera de 90 minutos desde la aplicación de Resina de imprimación y del máximo de 48 horas.
- Comprobación de la limpieza con disolvente libre de grasas de MC prefabricado laminado (en la cara que no está marcada)
- Comprobación de cantidad de material aplicado sobre el laminado (siempre inferior a 2 mm)
- Comprobación de la cantidad de material aplicado sobre el soporte (1-2 mm)
- Comprobación del rebose del material por todo el perímetro del laminado.
- Comprobación de la utilización de los útiles recomendados.
- No se aceptará la realización de mezclas parciales.
- Caso de sobrepasarse los tiempos máximos de los productos, se procederá a la aplicación de una nueva capa de material.

4.5. Instalación de la lámina ejecutada in situ

4.5.1. Resina de imprimación

Comprobación de la temperatura (superior a +5°C) y la humedad del soporte (inferior al 4%).

Mezclado: se establecerá un tiempo mínimo de 3 minutos. Se realizará siempre con medios mecánicos.

Utilización de útiles recomendados para el material.

Se realizará el control de la cantidad de material aplicado. En ningún caso será inferior a 300 g/m² en superficies de hormigón y 180 g/m² en superficies metálicas.



No se aceptará la realización de mezclas parciales.

Caso de sobrepasarse los tiempos máximos de los productos, se procederá a la aplicación de una nueva capa de material

4.5.2. Resina saturante

- Utilización de los útiles recomendados (llana, rastrillo de goma, rodillo...)
- Comprobación de la aplicación de Resina saturante (entre 0,5 y 48 horas después de Resina de imprimación).
- Comprobación de la aplicación de la segunda capa de Resina saturante (entre 0,5 y 48 horas desde la aplicación de la primera capa)
- Comprobación de la visibilidad de las fibras negras de la hoja de fibra.
- Comprobación de la cantidad de material aplicado. En ningún caso será inferior a 650 gr/m².
- No se aceptará la realización de mezclas parciales.
- Caso de sobrepasarse los tiempos máximos de los productos, se procederá a la aplicación de una nueva capa de material.

4.5.3. Hoja de fibra de carbono

- Se comprobará la colocación de la fibra estando aún fresco la resina saturante.
- Se comprobarán las longitudes de solapes (mínimo 10 cm.)
- Se comprobará la longitud del soporte de papel de la parte posterior de la hoja de fibra retirado.

4.6. Control final de obra

4.6.1. Ensayo de adherencia tap-test

Se comprobará mediante golpeteo continuado la presencia de zonas huecas (sonido sordo al impacto). Se señalarán las zonas afectadas.

En caso de apreciarse zonas con faltas de adherencia en laminados, deberán repararse por inyección o en caso necesario repetirse el proceso de instalación.

En caso de apreciarse zonas con fallos de adherencia en la instalación de Hojas de fibra se aplicarán los siguientes criterios:

- Inferiores a 12 cm² serán permisibles y no se repararán si:
 - Área afectada es inferior al 5% del total.
 - La distribución no supera las 10 por m².
- Hasta 160 cm² podrán repararse por inyección de resina.
- Más de 160 cm² deberán cortarse y repararse.

4.6.2. Ensayo de adherencia pull-out

Durante la ejecución se realizarán muestras de sacrificio en zonas contiguas a las del refuerzo aplicado con objeto de realizar ensayos representativos de adherencia sin dañar el refuerzo.

Estas muestras consistirán en tiras de 20 cm. de laminado o de Hoja de fibra instaladas sobre una zona de soporte contigua y con las mismas características y tratamiento que el destinado a recibir el refuerzo, empleando porciones de mezclas de resina preparadas para la instalación del refuerzo.



Sobre estas muestras de sacrificio se realizarán ensayos de adherencia a razón de al menos:

- Una determinación por cada 100 ml de laminado
- Una determinación por cada 100 m² de refuerzo con hoja de fibra.
- No menos de una determinación por obra y tipo de refuerzo (laminado u hoja de fibra).

Deberán obtenerse valores de rotura por lo menos de 1,5 N/mm² y puntos de rotura homogéneos y al menos 90% dentro del soporte.

4.7. Comprobación en obra

Durante la realización de los trabajos de refuerzos de estructuras con el sistema de refuerzo, se realizará el control de las características y actuaciones especificadas, cumplimentándose los apartados de las tablas que aparecen en las páginas siguientes:



RECEPCIÓN Y ACOPIOS	EVALUACIÓN	
	<i>Aceptación</i>	<i>Rechazo</i>
RECEPCIÓN		
Denominación correcta		
Correcto estado de envases de resinas		
Correcto estado de la fibra		
Productos dentro de la fecha de aplicación		
ACOPIOS		
Agrupados según identificación		
A cubierto (protegidos de lluvia y sol directo)		

PREPARACIÓN DEL SOPORTE	EVALUACIÓN	
	<i>Aceptación</i>	<i>Rechazo</i>
Carencia de restos de pinturas, manchas o lechadas		
Superficie rugosa		
Planimetría		
Redondeado de aristas mínimo radio 10 mm		

PREPARACIÓN DEL SOPORTE	EVALUACIÓN	
	<i>Especificación</i>	<i>Valor</i>
Temperatura del soporte	<i>mínimo + 5°C</i>	
Contenido en humedad del soporte	<i>máximo 4%</i>	
Resistencia a tracción del soporte	<i>mínimo 1 N/mm²</i>	
	<i>mínimo 1,5 N/mm²</i>	

Aplicación MC Preformado	EVALUACIÓN	
	<i>Especificación</i>	<i>Valor</i>
Resina Imprimación		
Temperatura del soporte en el momento de la aplicación	<i>mínimo +5°C</i>	
Temperatura ambiental en el momento de la aplicación	<i>mínimo +10°C</i>	
Tiempo de mezclado	<i>mínimo 3 minutos</i>	
Útiles empleados	<i>brocha o rodillo</i>	
Consumo medio	<i>mínimo 300 g/m²</i>	
Resina adhesivo		
Temperatura del soporte en el momento de la aplicación	<i>mínimo +5°C</i>	
Temperatura ambiental en el momento de la aplicación	<i>mínimo +10°C</i>	



Tiempo de mezclado	<i>mínimo 3 minutos</i>	
Útiles empleados	<i>espátula cóncava.</i>	
Intervalo desde aplicación MBrace RESIN 50	<i>entre 1,5 y 48 horas</i>	
Aplicación sobre el soporte	<i>si</i>	
Aplicación sobre el laminado	<i>si</i>	
Espesor aplicado	<i>máximo 3 mm</i>	
MC PREFORMADO LAMINADO		
Limpieza con disolvente exento de grasas	<i>si</i>	
Orientación	<i>Adh. por cara rugosa</i>	
Material aplicado rebosa por el perímetro	<i>si</i>	



Formato Hoja de Fibra	EVALUACIÓN	
	<i>Especificación</i>	<i>Valor</i>
Resina Imprimación		
Temperatura del soporte en el momento de la aplicación	<i>mínimo +5°C</i>	
Temperatura ambiental en el momento de la aplicación	<i>mínimo +10°C</i>	
Tiempo de mezclado	<i>mínimo 3 minutos</i>	
Útiles empleados	<i>brocha o rodillo</i>	
Consumo medio	<i>mínimo 300 g/m²</i>	
Resina Saturante		
Temperatura del soporte en el momento de la aplicación	<i>mínimo +5°C</i>	
Temperatura ambiental en el momento de la aplicación	<i>mínimo +10°C</i>	
Tiempo de mezclado	<i>mínimo 3 minutos</i>	
Útiles empleados	<i>brocha o rodillo</i>	
Intervalo desde aplicación MBrace RESIN 50	<i>entre 0,5 y 48 horas</i>	
Intervalo entre capas	<i>aprox. 30 minutos</i>	
Consumo medio	<i>mínimo 650 g/m²</i>	
MC HOJA DE FIBRA		
Visibilidad de la fibra	<i>si</i>	
Longitud de solapes longitudinales	<i>mínimo 10 cm</i>	
Longitud de solapes transversales	<i>0 cm</i>	



5. Presupuesto del control de calidad

Para realizar el control de calidad se estima que será necesario realizar las siguientes pruebas

- Comprobación de resistencia a flexión/compresión de 3 probetas prismáticas de 160·40·40mm con un coste de 98,58€.
- Comprobación de resistencia a flexión/compresión de 6 probetas prismáticas de 160·40·40mm con un coste de 140,51€.

El presupuesto total es de 239,09€.

ANEJO 11: Estudio básico de Seguridad y Salud



Estudio básico de Seguridad y Salud

1. Objeto del estudio básico de Seguridad y Salud _____	5
2. Datos de generales del proyecto	
2.1. Nombre del proyecto _____	6
2.2. Situación _____	6
2.3. Descripción de la obra _____	6
2.4. Autora del proyecto _____	6
2.5. Autora del Estudio básico de Seguridad y Salud _____	6
2.6. Presupuesto de Proyecto _____	6
2.7. Plazo de Ejecución _____	6
2.8. Mano de obra _____	6
2.9. Centros de salud _____	6
3. Objetivos del Estudio básico de Seguridad y Salud _____	7
4. Ejecución de las obras	
4.1. Actuaciones previas _____	8
4.1.1. Actuaciones generales _____	8
4.1.2. Instalaciones previas _____	9
4.2. Estructuras _____	10
4.2.1. Encofrados _____	10
4.2.2. Trabajos de manipulación del mortero _____	11
4.2.3. Cubiertas _____	12
4.3. Acabados _____	14
4.3.1. Enfoscados y enlucidos _____	14
4.3.2. Aislamientos e impermeabilizaciones _____	15



5. Maquinaria

5.1. Maquinaria general _____	16
5.2. Camión de obra _____	18
5.2. Hormigonera eléctrica _____	18
5.4. Herramientas en general _____	19
5.5. Herramientas manuales _____	20
5.6. Plataforma elevadora _____	20
5.7. Grupo electrógeno _____	22
5.8. Compresor _____	23

6. Medios auxiliares

6.1. Torretas o andamios metálicos sobre rueda _____	24
--	----

7. Instalaciones provisionales para los trabajadores _____ 25

8. Condiciones técnicas de los medios de protección

8.1. Protección personal _____	26
8.2. Protecciones colectivas _____	26
8.2.1. Vallas de cierre _____	26
8.2.2. Barandillas _____	27
8.3. Condiciones técnicas de la maquinaria _____	27
8.4. Condiciones técnicas de la instalación eléctrica _____	27

9 Señalización de los riesgos _____ 28

10. Normativa de aplicación

10.1. Generales _____	30
10.2. Señalizaciones _____	30
10.3. Equipos de protección individual _____	30
10.4. Equipos de trabajo _____	30
10.5. Seguridad en máquinas _____	31
10.6. Protección acústica _____	31



10.7. Otras disposiciones de aplicación _____	31
11. Organización de la seguridad	
11.1. Servicio de prevención _____	31
11.2. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra _____	32
11.3. Formación _____	32
11.4. Reconocimientos médicos _____	32
11.5. Plan de seguridad y salud _____	32
12. Obligaciones de las partes implicadas	
12.1. Obligaciones de la propiedad _____	33
12.2. Obligaciones de la empresa constructora _____	33
12.3. El coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra _____	33



1. Objeto del estudio básico de Seguridad y Salud

La finalidad de este Estudio básico de Seguridad y Salud en el trabajo es establecer, durante la ejecución de las obras del "Proyecto de rehabilitación del paraguas de la Estación de Autobuses de Pola del Siero", las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento que se realicen durante el tiempo de garantía, al tiempo que se definen los locales preceptivos de higiene y bienestar de los trabajadores.

Del mismo modo, se trata de un trabajo con riesgos especiales, al existir riesgo grave de caída de altura por las particulares características de las actividades a desarrollar, o incluso exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión.

El presente estudio sirve para dar las directrices básicas a la empresa contratista para llevar a cabo su obligación de redacción de un plan de seguridad y salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen, en función de su propio sistema de ejecución, las previsiones contenidas en el Estudio básico. Por ello, los errores u omisiones que pudieran existir en el mismo, nunca podrán ser tomados por el contratista en su favor.

Dicho plan facilitará la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud durante la fase de Obras y de la Dirección Facultativa en su caso.

Todo ello se realizará con estricto cumplimiento del articulado completo del Real Decreto número 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio básico de Seguridad y Salud en el trabajo en los proyectos de obras en los que no se den alguno ninguno de los supuestos siguientes:

- Que el Presupuesto de Ejecución por Contrata sea igual o superior a 75 millones de pesetas.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa de la dirección facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que



estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

Asimismo, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de la dirección facultativa.

2. Datos de generales del proyecto

2.1. Nombre del proyecto

El nombre del presente proyecto es: “Proyecto de rehabilitación del paraguas de la Estación de Autobuses de Pola del Siero”.

2.2. Situación

La obra de referencia se encuentra ubicada en la estación de autobuses de Pola de Siero, Asturias. Ubicado entre la calle Ramón y Cajal y la calle Carlos Sánchez Martino.

2.3. Descripción de la obra

La obra es una obra de rehabilitación del paraguas de Pola de Siero. La actuación consiste en una rehabilitación de la lámina y un refuerzo con fibras de carbono de las ménsulas.

2.4. Autora del proyecto

La autora del proyecto es Paula Mestrallet Sanchez, graduada en Ingeniería de la Construcción.

2.5. Autora del Estudio básico de Seguridad y Salud

La redacción de este Estudio básico de Seguridad y Salud es a cargo de Paula Mestrallet Sanchez, graduada en Ingeniería de la Construcción.

2.6. Presupuesto de Proyecto

El presupuesto de Ejecución por Contrata de las obras que contempla este proyecto es de DOSCIENTOS VEINTISEIS MIL SETECIENTOS VEINTIDOS EUROS CON QUARENTA Y UNO (226.722,41€).

2.7. Plazo de Ejecución

De acuerdo con el Plan de Obras del presente proyecto constructivo, el desarrollo de las obras en él descrito está previsto que se prolongue durante 32 días laborables.

2.8. Mano de obra

La mano de obra prevista es de 8 trabajadores.

2.9. Centros de salud

El centro de salud más próximo a la obra es el ambulatorio de Pola de Siero, situado en la calle Maestro Martín Galache, a unos 600 metros de la obra.



3. Objetivos del Estudio básico de Seguridad y Salud

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto, al afrontar la tarea de redactar el estudio de seguridad y salud para la obra: "Proyecto de rehabilitación del paraguas de la Estación de Autobuses de Pola del Siero", se enfrenta con el problema de definir los riesgos detectables analizando el proyecto y su construcción.

Define además, los riesgos reales, que en su día presente la ejecución de la obra, en medio de todo un conjunto de circunstancias de difícil concreción, que en sí mismas, pueden lograr desvirtuar el objetivo fundamental de este trabajo. Se pretende sobre un proyecto crear los procedimientos concretos para conseguir una realización de obra sin accidentes ni enfermedades profesionales. Además, se confía en lograr evitar los posibles accidentes sin víctimas, por su gran trascendencia en el funcionamiento normal de la obra, al crear situaciones de parada o de estrés en a las personas.

Por lo expuesto, es necesaria la concreción de los objetivos de este trabajo técnico que se definen según los siguientes apartados:

- Conocer el proyecto a construir y en coordinación con su autor, definir la tecnología adecuada para la realización técnica y económica de la obra, con el fin de poder identificar y analizar los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo.
- Analizar todas las unidades de obra contenidas en el proyecto a construir en función de sus factores, formal y de ubicación, coherentemente con la tecnología y los métodos viables de construcción a poner en práctica.
- Definir todos los riesgos, humanamente detectables, que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos.
- Diseñar las líneas preventivas a poner en práctica, como consecuencia de la tecnología que va a utilizar, es decir, la protección colectiva, equipos de protección individual y normas de conducta segura, a implantar durante todo el proceso de esta construcción.
- Divulgar la prevención proyectada para esta obra en concreto, a través del plan de seguridad y salud que elabore el Contratista adjudicatario en su momento a partir del presente estudio. Esta divulgación se efectuará entre todos los que intervienen en le proceso de construcción y se espera que sea capaz por si misma, de animar a los trabajadores a ponerla en práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable colaboración. Sin esta colaboración inexcusable y la del Contratista adjudicatario, de nada servirá este trabajo. Por ello, este conjunto documental se proyecta hacia la empresa constructora y los trabajadores, debe llegar a todos: de plantilla, subcontratistas y autónomos, mediante los mecanismos previstos en los textos y planos de este trabajo técnico, en aquellas partes que les afecte directamente.
- Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase esta intención técnicopreventiva y se produzca el accidente, de tal forma, que la asistencia al accidentado sea la adecuada a su caso concreto y aplicada con la máxima celeridad y atención posibles.
- Hacer llegar la prevención de riesgos, gracias a su valoración económica, a cada empresa o autónomos que trabajen en la obra, de tal forma, que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud con los resultados tópicos ampliamente conocidos.
- Diseñar la metodología necesaria para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, es decir, de reparación, conservación y mantenimiento. Esto se realizará una vez conocidas las acciones necesarias para las operaciones de mantenimiento y conservación tanto de la obra en sí como de sus instalaciones.



Corresponde al Contratista adjudicatario conseguir que el proceso de producción de construcción sea seguro. Colaborar en esta obligación desde una posición técnica, es el motivo que inspira la redacción del contenido de los objetivos que se pretende alcanzar en este trabajo técnico.

4. Ejecución de las obras

4.1. Actuaciones previas

4.1.1. Actuaciones generales

Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choques contra objetos fijos
- Golpes, pinchazos y cortes con objetos o herramientas
- Proyección de partículas
- Sobreesfuerzos
- Exposición al polvo
- Desprendimiento y caída de objetos
- Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Atropellos o golpes con vehículos
- Otros riesgos

Medidas preventivas

- Escaleras de mano en buen estado de conservación y que cuenten con zapatas antideslizantes.
- Herramientas portátiles eléctricas dotadas de doble aislamiento.
- Los vehículos de obra irán provistos de iluminación rotativa y avisador acústico de marcha atrás.
- Se establecerán accesos independientes para maquinaria y para el personal.
- Se realizarán los riegos necesarios para la limpieza de los viales evitando la acumulación excesiva de polvo y barro.
- Se mantendrá el orden y limpieza de las zonas de trabajo y de las vías de circulación.
- Utilizar las escaleras de mano de manera segura: ascendiendo y descendiendo de frente a la misma; no utilizándola por dos trabajadores simultáneamente; colocándola ni muy vertical ni muy horizontal; no saltar de los escalones...
- No utilizar las herramientas para fines distintos a los previstos, ni sobrepasar las prestaciones para las que están diseñadas.
- Llevar las herramientas en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados y nunca en los bolsillos de la ropa de trabajo.
- No se deben anular los resguardos y dispositivos de seguridad de las máquinas o equipos.
- Utilizar el claxon cuando no tengamos completa visibilidad o intuyamos la presencia de personas que puedan interferir la zona de paso. Especial precaución en las maniobras de "marcha atrás".
- Realizar un mantenimiento periódico de la maquinaria y de las instalaciones eléctricas por personal cualificado.
- Cuando se maneje una carga mediante cualquier tipo de grúa se debe avisar al personal ajeno a la maniobra que se encuentre en la zona invadida por la misma.
- Los trabajadores recibirán formación e instrucciones sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar (manejo, mantenimiento y almacenamiento).
- Los trabajadores estarán formados en el correcto manejo manual de cargas.
- La propia organización velará por la adecuada distribución de pausas, ritmos de trabajo, comunicación del personal... que reduzca las indeseables sobrecargas mentales ocasionadas por el trabajo.



Prendas de protección personal recomendables

- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de protección.
- Arnés anticaída siempre que exista riesgo de caída de altura en altura (más de 2 m) y no se haya podido eliminar con protecciones colectivas.

4.1.2. Instalaciones previas

Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choques contra objetos fijos
- Golpes, pinchazos y cortes con objetos o herramientas
- Proyección de partículas
- Sobreesfuerzos
- Contactos con la energía eléctrica
- Atropellos o golpes con vehículos
- Incendio y/o explosión
- Otros riesgos

Medidas preventivas

- Se mantendrá el orden y limpieza de las zonas de trabajo y de las vías de circulación.
- Las mangueras para alimentación a cuadros secundarios y maquinaria fija y móvil en tendido aéreo, estarán dispuestas a una altura mínima de 2 m sobre el nivel del pavimento en zonas peatonales y de 5 m en zonas de circulación de vehículos.
- Se dotará a la obra de iluminación mínima necesaria cumpliendo los valores, legalmente exigidos:
 - Vías de circulación habituales: 50 lux.
 - Vías de circulación ocasionales: 25 lux.
 - Iluminación de emergencia: 1 lux, en ausencia total de iluminación.
- Utilizar banqueta, alfombrilla y pértiga aislante para maniobras en cuadros o en líneas bajo tensión.
- No utilizar las herramientas para fines distintos a los previstos, ni sobrepasar las prestaciones para las que están diseñadas.
- Llevar las herramientas en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados y nunca en los bolsillos de la ropa de trabajo.
- Los empalmes entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles.
- En ningún caso se utilizarán empalmes a "hilo desnudo".
- La reparación de maquinaria y de las instalaciones eléctricas se realizará siempre que sea posible sin tensión.
- Cuando se detecte un fallo en las instalaciones o en la maquinaria eléctrica, se desconectarán las mismas y se colocará un cartel con el texto "NO CONECTAR, PERSONAL DE MANTENIMIENTO TRABAJANDO" en el cuadro de maniobra correspondiente.
- Realizar un mantenimiento periódico de la maquinaria y de las instalaciones eléctricas por personal cualificado.
- Los trabajadores recibirán formación e instrucciones sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar (manejo, mantenimiento y almacenamiento).



- Cuando se maneje una carga mediante cualquier tipo de grúa se debe avisar al personal ajeno a la maniobra que se encuentre en la zona invadida por la misma.
- Los trabajadores estarán formados en el correcto manejo manual de cargas.
- La propia organización velará por la adecuada distribución de pausas, ritmos de trabajo, comunicación del personal... que reduzca las indeseables sobrecargas mentales ocasionadas por el trabajo.
- Con temperatura ambiente extrema: establecer regímenes de trabajo-recuperación, ingestión de líquidos calientes o isotónicas, utilizar ropa cortaviento, excluir a los individuos que tomen una medicación que influya en la regulación de la temperatura, realizar reconocimientos médicos previos, sustituir la ropa humedecida, disminuir el tiempo de permanencia en estos ambientes.

Prendas de protección personal recomendables

- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad dieléctrico.
- Botas y guantes aislantes para electricistas.

4.2. Estructuras

4.2.1. Encofrados

Riesgos más frecuentes

- Desprendimientos por mal apilado de la madera.
- Golpes en las manos durante la clavazón.
- Vuelcos de los paquetes de madera (tablones, tableros, puntales, correas, soportes, etc.), durante las maniobras de izado a las plantas.
- Caída de madera al vacío durante las operaciones de desencofrado.
- Caída de personas por el borde o huecos del forjado.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes al utilizar las sierras de mano.
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Electrocuación por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Golpes en general por objetos.
- Dermatitis por contactos con el cemento.
- Los derivados de trabajos sobre superficies mojadas.

Medidas preventivas

- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la instalación o rectificación de las redes o instalación de barandillas.
- El izado de los tableros se efectuará mediante bateas emplintadas en cuyo interior se dispondrán los tableros ordenados y sujetos mediante flejes o cuerdas.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablones, sopandas, puntales y ferralla; igualmente, se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
- El izado de viguetas prefabricadas se ejecutará suspendiendo la carga dedospuntos tales, que la carga permanezca estable.
- El izado de bovedillas, se efectuará sin romper los paquetes en los que se suministran de fábrica, transportándolas sobre una batea emplintada.
- El izado de bovedillas sueltas se efectuará sobre bateas emplintadas. Las bovedillas se cargarán ordenadamente y se amarrarán para evitar su caída durante la elevación o transporte.
- Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.
- Se recomienda evitar pisar por los tableros excesivamente alaveados, que deberán deshecharse de



- inmediato antes de su puesta.
- Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros a la vez, es decir, sobre las juntas.
 - El desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada.
 - Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte sobre bateas emplintadas, sujetas con sogas atadas con nudos de marinero (redes, lonas, etc.).
 - Terminado el desencofrado, se procederá a un barrido de la planta para retirar los escombros y proceder a su vertido mediante trompas (o bateas emplintadas).
 - Se cortarán los latiguillos y separadores en los pilares ya ejecutados para evitar el riesgo de cortes y pinchazos al paso de los operarios cerca de ellos.
 - El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
 - Se instalarán listones sobre los fondos de madera de las losas de escalera, para permitir un mas seguro tránsito en esta fase y evitar deslizamientos.
 - Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera.
 - Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de aquellas losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.
 - Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
 - Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán.
 - Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
 - Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.
 - Los huecos del forjado, se cubrirán con madera clavada sobre las tabicas perimetrales antes de proceder al armado.
 - Los huecos del forjado permanecerán siempre tapados para evitar caídas a distinto nivel.
 - El acceso entre forjados se realizará a través de la rampa de escalera que será la primera en hormigonarse.
 - Inmediatamente que el hormigón lo permita, se peldañeará.

Prendas de protección personal recomendables

- Cascode polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- Botas de seguridad.
- Cinturones de seguridad (Clase C).
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
- Trajes para tiempo lluvioso.

4.2.2. Trabajos de manipulación del mortero

Riesgos más frecuentes

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Hundimiento de encofrados.
- Rotura o reventón de encofrados.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pisadas sobre superficies de tránsito.
- Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Atrapamiento.
- Electrocutación. Contactos eléctricos.



- Otros.

Prendas de protección personal recomendables

- Si existiese homologación expresa del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.
- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- Guantes impermeabilizados y de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Ropa de trabajo.
- Trajes impermeables para tiempo lluvioso.

4.2.3. Cubiertas

Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de personas a distinto nivel
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Choques contra objetos móviles
- Golpes, pinchazos y cortes con objetos o herramientas
- Proyección de partículas
- Sobreesfuerzos
- Condiciones meteorológicas adversas
- Contactos eléctricos
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas
- Choques, atropellos o golpes por vehículos
- Exposición a contaminantes químicos
- Exposición al ruido
- Otros riesgos

Medidas preventivas

- Respetar las cargas máximas de los equipos de trabajo.
- Acceder a la zona de trabajo exclusivamente por el lugar o la forma destinados al efecto.
- El andamio exterior debe de tener una plataforma de trabajo por debajo del borde de la cubierta y su barandilla ha de sobrepasar al menos 1 m la cota de la línea de intersección del plano de cubierta con el de la propia barandilla.
- Disponer cuerdas de retención, deslizantes sobre un cable fiador en caso de cubiertas con inclinación superior al 15%
- Interruptor diferencial y toma de tierra en toda la instalación.
- Barandillas de 1m de altura provista de listón intermedio y rodapié en formación de petos perimetrales de protección al borde de la cubierta.
- Doble aislamiento en máquinas y herramientas.
- Emplear máquinas con marcado CE.
- Proteger con tapas de madera todos los huecos horizontales del faldón.
- Regar frecuentemente y de forma adecuada eliminando arenillas u otras sustancias que puedan favorecer el deslizamiento
- Mantener el orden y la limpieza en la zona de trabajo y las zonas de paso general, eliminando los restos de mortero y materiales sueltos que dificulten los desplazamientos seguros.
- Mantener una buena iluminación de la zona de trabajo.
- Delimitar zonas y vías de circulación en la cubierta evitando el paso por sectores que podrían no resistir el peso.
- Tanto las herramientas como el resto de materiales y equipos deberán permanecer en todo



- momento en situación de estabilidad, y en lugares donde no interfieran el desarrollo de ningún trabajo.
- Anclar el arnés a las líneas de vida dispuestas al efecto, antes de acceder al faldón.
 - Efectuar lavados oculares (mediante colirios específicos) a los trabajadores que proyectan el poliuretano.
 - Llevar las herramientas en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados; nunca se transportarán en los bolsillos de la ropa de trabajo.
 - No tirar del cable para desconectar los equipos eléctricos.
 - No anular los resguardos y dispositivos de seguridad de las máquinas o equipos.
 - No acumular materiales evitando la sobrecarga de los forjados.
 - Manejar y almacenar los sacos con precaución y evitando que se rompan.
 - Guardar las distancias de seguridad cuando se trabaje en la proximidad de líneas eléctricas.
 - Comenzar la demolición por la planta más alta, completándola antes de pasar a la planta inferior.
 - El gruista debe dominar visualmente todo el campo de influencia de la carga y, si ello no es posible, dispondrá de un ayudante que dirija las maniobras en sus zonas muertas de visión.
 - Formar e instruir a los trabajadores sobre el uso correcto de los equipos de trabajo que hayan de utilizar (manejo, mantenimiento y almacenamiento).
 - Marcar e identificar las sustancias peligrosas que se encuentren en el lugar de trabajo.
 - Formar e informar a los trabajadores sobre los riesgos que entraña el manejo de las sustancias químicas y/ o nocivas que utilizan en cada caso.
 - Con temperaturas elevadas: hacer aclimatación previa, ingerir agua antes de empezar a trabajar, ingerir líquido durante la jornada laboral a menudo y en cantidades pequeñas, evitar la ingestión de alcohol y de bebidas estimulantes, establecer pausas de descanso para evitar la elevación de la temperatura corporal.
 - Con temperatura ambiente baja: establecer regímenes de trabajo-recuperación, ingestión de líquidos calientes, utilizar ropa cortaviento, excluir a los individuos que tomen una medicación que influya en la regulación de la temperatura, realizar reconocimientos médicos previos, sustituir la ropa humedecida, disminuir el tiempo de permanencia en ambientes fríos.
 - A todos aquellos trabajadores expuestos a niveles de ruido y/o vibraciones que superen los valores marcados por la legislación, realizarles los oportunos controles periódicos de la capacidad auditiva y/o osteomuscular, mantenerlos informados y formados de dichos riesgos y rotar los puestos para reducir las horas de exposición.
 - Los trabajadores estarán formados en el correcto manejo manual de cargas.
 - La propia organización velará por la adecuada distribución de pausas, ritmos de trabajo, comunicación del personal... que reduzca las indeseables sobrecargas mentales ocasionadas por el trabajo
 - No permitir la presencia de trabajadores debajo de cargas suspendidas, ni mover las mismas por encima de lugares en los que haya operarios trabajando.
 - Suspender los trabajos en la cubierta con ocasión de nieve, helada, lluvia o vientos superiores a 50 Km/h.

Prendas de protección personal recomendables

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo cómoda y adecuada.
- Guantes de goma para el manejo de morteros y hormigones.
- Protección respiratoria en el corte de materiales.
- Mascarillas específicas para el proyectado de poliuretano.
- Gafas antiproyecciones en corte de materiales.



4.3. Acabados

4.3.1. Enfoscados y enlucidos

Riesgos más frecuentes

- Cortes por uso de herramientas, (paletas, paletines, terrajas, miras, etc.).
- Golpes por uso de herramientas, (miras, reglas, terrajas, maestras).
- Caídas al vacío.
- Caídas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis de contacto con el cemento y otros aglomerantes.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

Medidas preventivas

- En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón.
- Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar enyesados (y asimilables) de techos, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.
- Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones sin protección contra las caídas desde altura.
- Para la utilización de borriquetas en balcones (terrazas o tribunas), se instalará un cerramiento provisional, formado por "pies derechos" acunados a suelo y techo, a los que se amarrarán tablones formando una barandilla sólida de 90 cm. de altura, medidas desde la superficie de trabajo sobre las borriquetas. La barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los 2 m.
- La iluminación mediante portátiles, se hará con "portalámparas estancos con mango aislante" y "rejilla" de protección de la bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24 V.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.

Prendas de protección personal recomendables

- Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caída de objetos).
- Guantes de P.V.C. o goma.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Gafas de protección contra gotas de morteros y asimilables.
- Cinturón de seguridad clases A y C.



4.3.2. Aislamientos e impermeabilizaciones

Riesgos más frecuentes

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al vacío (pintura de fachadas y asimilables).
- Cuerpos extraños en los ojos (gotas de pintura, motas de pigmentos).
- Los derivados de los trabajos realizados en atmósferas nocivas (intoxicaciones).
- Contacto con sustancias corrosivas.
- Los derivados de la rotura de las mangueras de los compresores.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

Medidas preventivas

- Las pinturas, (los barnices, disolventes, etc.), se almacenarán en lugares bien ventilados.
- Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén de pinturas.
- Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando (ventanas y puertas abiertas).
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes de la obra, de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad en las situaciones de riesgo de caída desde altura.
- Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de una anchura mínima de 60 cm. (tres tabloncillos trabados), para evitar los accidentes por trabajos realizados sobre superficies angostas.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de un tablón apoyado en los peldaños de dos escaleras de mano, tanto de los de apoyo libre como de las de tijera, para evitar el riesgo de caída a distinto nivel.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe la utilización en esta obra, de las escaleras de mano en los balcones, sin haber puesto previamente los medios de protección colectiva (barandillas superiores, redes, etc.), para evitar los riesgos de caídas al vacío.
- La iluminación mínima en las zonas de trabajo será de 100 lux, medidos a una altura sobre el pavimento en torno a los 2 metros.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 V.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de suministro de energía sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar el riesgo de caídas por inestabilidad.
- Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.
- Se advertirá al personal encargado de manejar disolventes orgánicos (o pigmentos tóxicos) de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.
- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión (o de incendio).

Prendas de protección personal recomendables

- Casco de polietileno (para desplazamientos por la obra).
- Guantes de P.V.C. largos (para remover pinturas a brazo).



- Mascarilla con filtro mecánico específico recambiable (para ambientes pulverulentos).
- Mascarilla con filtro químico específico recambiable (para atmósferas tóxicas por disolventes orgánicos).
- Gafas de seguridad (antipartículas y gotas).
- Calzado antideslizante.
- Ropa de trabajo.
- Gorro protector contra pintura para el pelo.

5. Maquinaria

5.1. Maquinaria general

Riesgos más frecuentes

- Vuelcos.
- Hundimientos.
- Choques.
- Formación de atmósferas agresivas o molestas.
- Ruido.
- Explosión e incendios.
- Atropellos.
- Caídas a cualquier nivel.
- Atrapamiento.
- Cortes.
- Golpes y proyecciones.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Los inherentes al propio lugar de utilización.
- Los inherentes al propio trabajo a ejecutar.
- Otros.

Medidas preventivas

- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamiento (cortadoras, sierras, compresores, etc.).
- Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.
- Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.
- Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamiento.
- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiado serán retiradas inmediatamente para su reparación.
- Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalarán con carteles de aviso con la leyenda: "MAQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.
- Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.
- La misma persona que instale el letrero de aviso de "MAQUINA AVERIADA", será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.
- Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.
- Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.



- La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.
- Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de cargas durante las fases de descenso.
- Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.
- Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas suplan la visión del citado trabajador.
- Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.
- Los aparatos de izar a emplear en esta obra, estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, carga punta giro por interferencia.
- Los motores eléctricos de gruas y de los montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.
- Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transportes de cargas en esta obra, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.
- La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de obra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladuras.
- Los cables empleados directa o auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Servicio de Prevención, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenará la sustitución de aquellos que tengan más del 10% de hilos rotos.
- Los ganchos de sujeción o sustentación, serán de acero o de hierro forjado, provistos de "pestillo de seguridad".
- Se prohíbe en esta obra, la utilización de enganches artesanales contruidos a base de redondos doblados.
- Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.
- Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.
- Se prohíbe en esta obra, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.
- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra.
- Los carriles para desplazamiento de grúas estarán limitados, a una distancia de 1 m. de su término, mediante topes de seguridad de final de carrera.
- Se mantendrá en buen estado la grasa de los cables de las gruas (montacargas, etc.).
- Semanalmente, el Servicio de Prevención, revisará el buen estado del lastre y contrapeso de la grua torre, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.
- Semanalmente, por el Servicio de Prevención, se revisarán el buen estado de los cables contravientos existentes en la obra, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.
- Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los señalados para ello, por el fabricante de la máquina.

Prendas de protección personal recomendables

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Otros.



5.2. Camión de obra

Riesgos más frecuentes

- Atropello de personas (entrada, salida, etc.).
- Choques contra otros vehículos.
- Vuelco del camión.
- Caída (al subir o bajar de la caja).
- Atrapamiento (apertura o cierre de la caja).

Medidas preventivas

- Los camiones dedicados al transporte de tierras en obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Las entradas y salidas a la obra se realizarán con precaución auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en la rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Se prohíbe expresamente cargar los camiones por encima de la carga máxima marcada por el fabricante, para prevenir los riesgos de sobrecarga. El conductor permanecerá fuera de la cabina durante la carga.

Prendas de protección personal recomendables

- Casco de polietileno (al abandonar la cabina del camión y transitar por la obra).
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.

5.3. Hormigonera eléctrica

Riesgos más frecuentes

- Atrapamiento (paletas, engranajes, etc.)
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes por elementos móviles.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.
- Otros.

Medidas preventivas

- Las hormigoneras se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto en los "planos de organización de obra".
- Las hormigoneras a utilizar en esta obra, tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión -correas, corona y engranajes-, para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico y de atrapamiento.
- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.



Prendas de protección personal recomendables

- Casco de polietileno.
- Gafas de seguridad antipolvo (antisalpicaduras de pastas).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad de goma o de P.V.C.
- Trajes impermeables.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.

5.4. Herramientas en general

En este apartado se consideran globalmente los riesgos de prevención apropiados para la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía eléctrica: Taladros, rozadoras, cepilladoras metálicas, sierras, etc., de una forma muy genérica.

Riesgos más frecuentes

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Otros.

Medidas preventivas

- Las máquinas/herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquinas/herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamiento, o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Las máquinas en situación de avería o de semiavería se entregarán al Servicio de Prevención para su reparación.
- Las máquinas/herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas/herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas/herramientas no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- Se prohíbe el uso de máquinas/herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.



Prendas de protección personal recomendables

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Botas de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla filtrante.
- Máscara antipolvo con filtro mecánico o específico recambiable.

5.5. Herramientas manuales

Riesgos más frecuentes

- Golpes en las manos y los pies.
- Cortes en las manos.
- Proyección de partículas.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

Normas de seguridad

Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.

- Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
- Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
- Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
- Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
- Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

Prendas de protección personal recomendables

- Cascos.
- Botas de seguridad.
- Guantes de cuero o P.V.C.
- Ropa de trabajo.
- Gafas contra proyección de partículas.
- Cinturones de seguridad.

5.6. Plataforma elevadora

Riesgos más frecuentes

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Vuelco.
- Caída de materiales.
- Golpe, choque o atrapamiento.
- Incendio o explosión.
- Contacto con energía eléctrica.



- Otros riesgos.

Normas de seguridad

- Inspeccionar la plataforma antes de utilizarla para detectar posibles fallos.
- No sobrepasar la carga máxima ni el número máximo de personas autorizado por el fabricante.
- No alargar el alcance de la plataforma con medios auxiliares (escaleras, andamios, etc.).
- Mantener la plataforma de trabajo limpia y sin elementos que puedan despenderse mientras se trabaja.
- No accionar la plataforma sin la barra de protección colocada o la puerta de seguridad abierta.
- No sujetar la plataforma a estructuras fijas. En caso de quedar enganchados accidentalmente a una estructura, no forzar los movimientos para liberarla y esperar auxilio desde tierra.
- Además del operador de la plataforma, ha de haber otro operario a pie de máquina con el fin de:
 - Intervenir rápidamente si fuese necesario.
 - Utilizar los mandos en caso de accidente o avería.
 - Vigilar y evitar la circulación de las máquinas y peatones entorno a la máquina.
 - Guiar al conductor si fuese necesario.
- Verificar que las condiciones del suelo son las apropiadas para soportar la carga máxima de la máquina indicada por el fabricante.
- Revisar el entorno de trabajo para identificar los peligros de la zona: líneas eléctricas, vigas, ramas de árboles, etc.
- Evitar salientes, zanjas o desniveles, y en general situaciones que aumenten la posibilidad de volcar.
- Iluminar convenientemente las zonas de trabajo.
- No realizar ningún tipo de movimiento cuando la visibilidad sea deficiente o nula.
- Mantener libre el radio de acción de la plataforma, dejar un espacio libre sobre la cabeza del conductor y en los laterales de la misma.
- Manipular con cuidado todos aquellos elementos que puedan aumentar la carga del viento: paneles, carteles publicitarios, etc.
- No trabajar con plataformas diesel en lugares cerrados o mal ventilados.
- Antes de empezar a trabajar, delimitar la zona de trabajo de la máquina con baliza o señalización.
- En caso de que la plataforma entre en contacto con una línea eléctrica:
 - Si la máquina funciona, hay que alejarla de la línea eléctrica.
 - Si no funciona, avisar al personal de tierra para evitar que toquen la máquina y para que avisen a la compañía responsable de la línea y corten la tensión. Para bajar de la máquina, esperar a que la situación sea de total seguridad
- Queda prohibido subirse o sentarse en las barandillas de la plataforma.
- No bajar pendientes pronunciadas en la posición de máxima velocidad de la plataforma.
- Verificar la total inmovilización de la máquina, al término de la jornada.
- Utilizar siempre todos los sistemas de nivelación o estabilización de los que se dispone.
- Sujetarse a las barandillas con firmeza siempre que se esté elevando o conduciendo la plataforma.
- Acceder a la plataforma por las vías de acceso previstas por el fabricante.
- Accionar los controles lenta y uniformemente, para conseguir suavidad en la manipulación de la plataforma. Para ello, hay que hacer pasar el joystick siempre por el punto neutro de los diferentes movimientos.
- No subir o bajar de la plataforma cuando ésta se encuentre en movimiento; mantener siempre el cuerpo en su interior.
- No manipular ni desactivar ninguno de los dispositivos de seguridad de la máquina. Utilizar dicha



- máquina únicamente personas formadas y autorizadas.
- No utilizar la plataforma para finalidades diferentes al desplazamiento de personas, herramientas y equipos en el puesto de trabajo.
 - Seguir las instrucciones del fabricante.
 - Llevar a cabo un mantenimiento adecuado.
 - El mantenimiento lo realizará personal autorizado.
 - No utilizar plataformas en situaciones de tormenta eléctrica.
 - No utilizar la plataforma en situaciones de vientos superiores a lo permitido por el fabricante.

Prendas de protección personal recomendables

- Cascos.
- Botas de seguridad.
- Arnés de seguridad interior
- Cinturones de seguridad.

5.7. Grupo electrógeno

Riesgos más frecuentes

- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Inhalación de gases procedentes de la combustión.
- Incendio y explosión.
- Ruidos y vibraciones.
- Otros riesgos.

Normas de seguridad

- Cargar el combustible con el motor parado y frío.
- Utilizar grupos electrógenos con el marcado CE
- Emplear manguera antihumedad en la conexión o suministro eléctrico.
- Asegurar la conexión y comprobar periódicamente el correcto funcionamiento de la toma a tierra y verificar el correcto hundimiento de la piqueta.
- Asegurarse de que están montadas todas las tapas y armazones protectores, antes de ponerlo en funcionamiento.
- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Situar el grupo a una distancia mínima de 2 m de los bordes de coronación de las excavaciones.
- Aislar debidamente de las personas o vehículos, cuando se realicen estas actividades en la vía pública.
- Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.
- No realizar trabajos, ni dejar el combustible cerca del tubo de escape del generador.
- Evitar inhalar tanto los gases de escape como los vapores de combustible.
- Formar a los trabajadores específicamente en el uso y manejo de este equipo.
- Seguir las instrucciones del fabricante.
- Tienen que ser reparados por personal autorizado.
- Hacer las operaciones de limpieza y mantenimiento con la máquina desconectada de la red eléctrica.
- No realizar trabajos de mantenimiento con el grupo en funcionamiento.
- Revisar periódicamente todos los puntos de escape del motor.
- Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.
- Desconectar este equipo de la red eléctrica cuando no se utilice.



Prendas de protección personal recomendables

- Protectores auditivos en casos especiales.
- Guantes contra agresiones mecánicas.
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.

5.8. Compresor

Riesgos más frecuentes

- Golpes contra objetos inmóviles.
- Atrapamiento.
- Contactos térmicos.
- Contactos con energía eléctrica.
- Inhalación o ingestión de agentes químicos peligrosos.
- Ruidos.
- Vibraciones.
- Otros riesgos.

Normas de seguridad

- El compresor tiene que quedar estacionado con la lanza de arrastre en posición horizontal y con las ruedas sujetadas mediante topes antideslizantes.
- Repostar combustible con el motor parado y frío, evitando así riesgo de incendios o explosiones.
- Utilizar compresores con el marcado CE.
- Utilizar compresores aislados mediante armazones que tienen que permanecer siempre cerrados.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.
- Situar el compresor a una distancia mínima de 2 m de los bordes de coronación de las excavaciones.
- En la vía pública, esta actividad se aislará debidamente de las personas o vehículos.
- Situar el compresor en zonas habilitadas de forma que se eviten zonas de paso o zonas demasiado próximas a la actividad de la obra.
- Siempre que sea posible, situar el compresor en zonas suficientemente ventiladas (si es necesario recurrir a ventilación forzada).
- No realizar trabajos ni dejar combustible cerca de su tubo de escape.
- Intentar evitar la inhalación de los vapores del combustible.
- Asegurarse de que estén montadas todas las tapas y armazones protectores, antes de ponerlo en funcionamiento.
- Dar formación específica a los trabajadores para la utilización de este equipo.
- Seguir las instrucciones del fabricante.
- Limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir, antes de empezar a trabajar.
- Colocar el compresor a una distancia considerable de la zona de trabajo para evitar que se unan varios tipos de ruido.
- Asegurar la conexión y comprobar periódicamente el correcto funcionamiento de la toma a tierra.
- Tienen que ser reparados por personal autorizado.
- No realizar trabajos de mantenimiento con el compresor en funcionamiento.
- Revisar periódicamente todos los puntos de escape del motor.
- Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.

Prendas de protección personal recomendables

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos: tapones o auriculares.
- Guantes contra agresiones de origen térmico.



- Calzado de seguridad.

6. Medios auxiliares

6.1. Torretas o andamios metálicos sobre rueda

Medio auxiliar conformado como un andamio metálico tubular instalado sobre ruedas en vez de sobre husillos de nivelación y apoyo.

Este elemento suele utilizarse en trabajos que requieren el desplazamiento del andamio.

Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel.
- Los derivados de desplazamientos incontrolados del andamio.
- Aplastamientos y atrapamiento durante el montaje.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

Normas de seguridad

- Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.
- Las plataformas de trabajo sobre las torretas con ruedas, tendrán la anchura máxima (no inferior a 60 cm.), que permita la estructura del andamio, con el fin de hacerlas más seguras y operativas.
- Las torretas (o andamios), sobre ruedas en esta obra, cumplirán siempre con la siguiente expresión con el fin de cumplir un coeficiente de estabilidad y por consiguiente, de seguridad. h/l mayor o igual a 3

Donde: h =a la altura de la plataforma de la torreta.

l =a la anchura menor de la plataforma en planta.

- En la base, a nivel de las ruedas, se montarán dos barras en diagonal de seguridad para hacer el conjunto indeformable y más estable.
- Cada dos bases montadas en altura, se instalarán de forma alternativa -vistas en plantas-, una barra diagonal de estabilidad.
- Las plataformas de trabajo montadas sobre andamios con ruedas, se limitarán en todo su contorno con una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- La torreta sobre ruedas será arriostrada mediante barras a "puntos fuertes de seguridad" en prevención de movimientos indeseables durante los trabajos, que puedan hacer caer a los trabajadores.
- Las cargas se izarán hasta la plataforma de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de dos bridas el andamio o torreta sobre ruedas, en prevención de vuelcos de la carga (o del sistema).
- Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que puedan originar caídas de los trabajadores.
- Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo en prevención de sobrecargas que pudieran originar desequilibrios o balanceos.
- Se prohíbe en esta obra, trabajar o permanecer a menos de cuatro metros de las plataformas de los andamios sobre ruedas, en prevención de accidentes.
- Se prohíbe arrojar directamente escombros desde las plataformas de los andamios sobre ruedas. Los escombros (y asimilables) se descenderán en el interior de cubos mediante la garrucha de izado y descenso de cargas.
- Se prohíbe transportar personas o materiales sobre las torretas, (o andamios), sobre ruedas



- durante las maniobras de cambio de posición en prevención de caídas de los operarios.
- Se prohíbe subir a realizar trabajos en plataformas de andamios (o torretas metálicas) apoyados sobre ruedas, sin haber instalado previamente los frenos antirrodamiento de las ruedas.
 - Se prohíbe en esta obra utilizar andamios (o torretas), sobre ruedas, apoyados directamente sobre soleras no firmes (tierras, pavimentos frescos, jardines y asimilables) en prevención de vuelcos.

Prendas de protección personal recomendables

- Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
- Ropa de trabajo.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad.
- Para el montaje se utilizarán además:
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Cinturón de seguridad clase C.

7. Instalaciones provisionales para los trabajadores.

Las instalaciones provisionales para los trabajadores se alojarán dentro de módulos metálicos prefabricados, comercializados en chapa emparedada con aislante térmico y acústico.

Previamente a su instalación se procederá al desmonte necesario preparando una explanada con pendiente del 4% y con recogida de aguas de escorrentía mediante cunetas de tierra.

Seguidamente se extenderá y compactará una capa de 30 cm de zahorra artificial o suelo seleccionado en la que asentar los barracones provisionales de obra o en su defecto se ejecutará una base de hormigón.

a) Vestuarios y aseos:

Los vestuarios tendrán una altura mínima de 2,30 m y una superficie de 2 m² por cada trabajador. Estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales, en número igual al de trabajadores, disponiendo de llave, para guardar la ropa y el calzado.

Los aseos dispondrán de 1 lavabo de agua corriente, provisto de jabón, por cada 10 trabajadores o fracción. Se dotará de toallas u otros elementos para secarse, además de jaboneras, portarrollos y toalleros.

Los retretes tendrán unas dimensiones mínimas de 1 m x 1,20 m de superficie y 2,30 m de altura. Tendrán descarga automática de agua corriente, papel higiénico, puerta con cierre interior y una percha. Existirán, al menos, 1 por cada 25 trabajadores. Se conservarán en debidas condiciones de desinfección y supresión de emanaciones.

Las duchas estarán situadas en los cuartos de vestuarios y de aseo. Estarán en compartimentos individuales, con puertas dotadas de cierre interior. Se instalará una ducha de agua fría y caliente por cada 10 trabajadores o fracción.

b) Comedores:

Se construirá un local destinado exclusivamente a comedor, iluminado, ventilado y aclimatado adecuadamente.

Estarán provistos de mesas y asientos y sistema para calentar la comida. Se dispondrá 1 grifo en la pileta por cada 10 operarios o fracción. Su superficie se estima en 1,20 m² por cada trabajador.



c) **Botiquín:**

El botiquín estará situado en la oficina técnica y administrativa de la obra y contará con señalización exterior para su fácil identificación.

Cada botiquín contendrá como mínimo, agua oxigenada, alcohol de 96º, tintura de yodo, mercurocromo, amoniaco, algodón hidrófilo, gasa estéril, vendas, esparadrapo, antiespasmódicos, torniquete, bolsas de goma para agua y hielo, guantes esterilizados, jeringuilla, hervidor, agujas para inyectables y termómetro clínico.

Se revisarán mensualmente y se repondrá inmediatamente lo usado.

Instalación eléctrica provisional de obra

La instalación eléctrica debe adaptarse en todos sus elementos a lo especificado en el "Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión", Instrucciones MI-BT-027 (2). Instalaciones en locales mojados y MI-BT-028 (4). Instalaciones temporales. Obras.

8. Condiciones técnicas de los medios de protección

- Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.
- Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.
- Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será desechado y repuesto al momento.
- Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.
- El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en si mismo.

8.1. Protección personal

- Todo elemento de protección personal dispondrá de marca CE siempre que exista en el mercado.
- En aquellos casos en que no exista la citada marca CE, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.
- El encargado del Servicio de Prevención dispondrá en cada uno de los trabajos en obra la utilización de las prendas de protección adecuadas.
- El personal de obra deberá ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual que se le proporcionen. En el caso concreto del cinturón de seguridad, será preceptivo que el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra proporcione al operario el punto de anclaje o en su defecto las instrucciones concretas para la instalación previa del mismo.

8.2. Protecciones colectivas

8.2.1. Vallas de cierre

- La protección de todo el recinto de la obra se realizará mediante vallas autónomas de limitación y protección.
- Estas vallas se situarán en el límite de la parcela tal como se indica en los planos y entre otras reunirán las siguientes condiciones:
- Tendrán 2 metros de altura.
- Dispondrán de puerta de acceso para vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente de acceso de personal.
- La valla se realizará a base de pies de madera y mallazo metálico electrosoldado.



- Esta deberá mantenerse hasta la conclusión de la obra o su sustitución por el vallado definitivo.

8.2.2. Barandillas

- La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral en las plantas ya desencofradas, por las aberturas en fachada o por el lado libre de las escaleras de acceso se realizará mediante la colocación de barandillas.
- La obligatoriedad de su utilización se deriva de lo dispuesto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en sus artículos 17, 21 y 22 y la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica en su artículo 187.
- En la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en su artículo 23 se indican las condiciones que deberán cumplir las barandillas a utilizar en obra. Entre otras:
- Las barandillas, plintos y rodapiés serán de materiales rígidos y resistentes.
- La altura de la barandilla será de 90 cm. sobre el nivel del forjado y estará formada por una barra horizontal, listón intermedio y rodapié de 15 cm. de altura.
- Serán capaces de resistir una carga de 150 Kg. por metro lineal.
- La disposición y sujeción de la misma al forjado se realizará según lo dispuesto en Planos.

8.3. Condiciones técnicas de la maquinaria

- Las máquinas con ubicación fija en obra, tales como gruas torre y hormigonera serán las instaladas por personal competente y debidamente autorizado.
- El mantenimiento y reparación de estas máquinas quedará, asimismo, a cargo de tal personal, el cual seguirá siempre las instrucciones señaladas por el fabricante de las máquinas.
- Las operaciones de instalación y mantenimiento deberán registrarse documentalmente en los libros de registro pertinentes de cada máquina. De no existir estos libros para aquellas máquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización, deberán ser revisadas con profundidad por personal competente, asignándoles el mencionado libro de registro de incidencias.
- Especial atención requerirá la instalación de las gruas torre, cuyo montaje se realizará por personal autorizado, quien emitirá el correspondiente certificado de "puesta en marcha de la grua" siéndoles de aplicación la Orden de 28 de junio de 1.988 o Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de aparatos elevadores, referente a gruas torre para obras.
- Las máquinas con ubicación variable, tales como circular, vibrador, soldadura, etc. deberán ser revisadas por personal experto antes de su uso en obra, quedando a cargo del Servicio de Prevención la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.
- El personal encargado del uso de las máquinas empleadas en obra deberá estar debidamente autorizado para ello, proporcionándosele las instrucciones concretas de uso.

8.4. Condiciones técnicas de la instalación eléctrica

- La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los Planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Norma UNE 21.027.
- Todas las líneas estarán formadas por cables unipolares con conductores de cobre y aislados con goma o policloruro de vinilo, para una tensión nominal de 1.000 voltios.
- La distribución de cada una de las líneas, así como su longitud, secciones de las fases y el neutro son los indicados en el apartado correspondiente a planos.
- Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.
- Los conductores de protección serán de cobre electrolítico y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. Sus secciones mínimas se establecerán de acuerdo con la tabla V de la Instrucción MI.BT 017, en función de las secciones de los conductores de fase de la instalación.
- Los tubos constituidos de P.V.C. o polietileno, deberán soportar sin deformación alguna, una



- temperatura de 60º C.
- Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:
 - b. Azul claro: Para el conductor neutro.
 - c. Amarillo/Verde: Para el conductor de tierra y protección.
 - d. Marrón/Negro/Gris: Para los conductores activos o de fase.
 - En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobrecargas (sobrecarga y corte circuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.
 - Dichos dispositivos se instalarán en los orígenes de los circuitos así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.
 - Los aparatos a instalar son los siguientes:
 - a. Un interruptor general automático magnetotérmico de corte omipolar que permita su accionamiento manual, para cada servicio.
 - b. Dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos. Estos dispositivos son interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omipolar, con curva térmica de corte. La capacidad de corte de estos interruptores será inferior a la intensidad de corto circuitos que pueda presentarse en el punto de su instalación.
 - c. Los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos de los circuitos interiores tendrán los polos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las intensidades máximas admisibles en los conductores del circuito que protegen.
 - d. Dispositivos de protección contra contactos indirectos que al haberse optado por sistema de la clase B, son los interruptores diferenciales sensibles a la intensidad de defecto. Estos dispositivos se complementarán con la unión a una misma toma de tierra de todas las masas metálicas accesibles. Los interruptores diferenciales se instalan entre el interruptor general de cada servicio y los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos, a fin de que estén protegidos por estos dispositivos.
 - e. En los interruptores de los distintos cuadros, se colocarán placas indicadoras de los circuitos a que pertenecen, así como dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y la alimentación directa a los receptores.

9 Señalización de los riesgos

Además de las señales de advertencia, prohibición, obligación, lucha contra incendios, salvamento y socorro, reguladas en el R.D. 485/97, sobre señalización en los lugares de trabajo, se utilizan en las obras un conjunto de señales, de las que se reproducen las de utilización más frecuente:

RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE SEÑALIZACIÓN SEGÚN EL R.D. 485/1997 Y OTRAS DE USO COMÚN		
UBICACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN	TIPO DE SEÑAL Y SIGNIFICADO	
En el acceso de personal a la obra		Prohibido el acceso a personas ajenas a la obra
		Peligro en general
		Uso obligatorio del casco
En los accesos de peatones y maquinaria		Prohibido el paso a peatones
Una vez superado el acceso de personal		Caída de objetos
		Cargas suspendidas
		Caídas al mismo nivel
		Uso obligatorio de calzado de seguridad
		Uso obligatorio de guantes de seguridad
En la salida de vehículos y maquinaria		Señal de Stop. Parada obligatoria
En la oficina de obra y vestuario		Panel indicativo con teléfonos y direcciones de interés para la prevención (centros de asistencia, teléfono de emergencias, ambulancias...)
En los cuadros eléctricos		Riesgo por contacto con energía eléctrica
En zonas con peligro de caída de altura		Peligro de caída a distinto nivel
		Uso obligatorio de arnés de seguridad

RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE SEÑALIZACIÓN SEGÚN EL R.D. 485/1997 Y OTRAS DE USO COMÚN		
UBICACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN	TIPO DE SEÑAL Y SIGNIFICADO	
En la puerta de almacenes de sustancias peligrosas		Señal de peligro en general
		Peligro productos tóxicos
		Peligro productos inflamables
En zonas con peligro de incendio		Prohibido fumar y encender fuego
		Ubicación de extintor de incendios
En las vías de evacuación		Señalización de las vías según el Anexo III del RD 485/97
En el botiquín de emergencia		Ubicación del botiquín de primeros auxilios
En las distintas máquinas (sierras circulares, hormigonera...)		Pegatinas con las señales de advertencia de peligros de las protecciones que correspondan, según el catálogo de riesgos y medidas preventivas específico de cada máquina

10. Normativa de aplicación

10.1. Generales

- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Título II (Capítulos de I a XII): Condiciones Generales de los centros de trabajo y de los mecanismos y medidas de protección de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (O.M. de 9 de marzo de 1.971)
- Capítulo XVI: Seguridad e Higiene; secciones 1ª, 2ª y 3ª de la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. (O.M. de 28 de agosto de 1.970)
- Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre de 1997 por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.
- Ordenanzas Municipales

10.2. Señalizaciones

- R.D. 485/97, de 14 de abril. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

10.3. Equipos de protección individual

- R.D. 1.407/1.992 modificado por R.D. 159/1.995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI.
- R.D. 773/1.997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.

10.4. Equipos de trabajo

- R.D. 1215/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.



10.5. Seguridad en máquinas

- R.D. 1.435/1.992 modificado por R.D. 56/1.995, dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- R.D. 1.495/1.986, modificación R.D. 830/1.991, aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas.
- Orden de 23/05/1.977 modificada por Orden de 7/03/1.981. Reglamento de aparatos elevadores para obras.
- Orden de 28/06/1.988 por lo que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a gruas torres desmontables para obras.

10.6. Protección acústica

- R.D. 1.316/1.989, del Mº de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. 27/10/1.989. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 245/1.989, del Mº de Industria y Energía. 27/02/1.989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Orden del Mº de Industria y Energía. 17/11/1.989. Modificación del R.D. 245/1.989, 27/02/1.989.
- Orden del Mº de Industria, Comercio y Turismo. 18/07/1.991. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989.
- R.D. 71/1.992, del Mº de Industria, 31/01/1.992. Se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989, y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del Mº de Industria y Energía. 29/03/1.996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989.

10.7. Otras disposiciones de aplicación

- R.D. 487/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Reglamento electrotécnico de baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Orden de 20/09/1.986: Modelo de libro de Incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Orden de 6/05/1.988: Requisitos y datos de las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades de empresas y centros de trabajo.

11. Organización de la seguridad

11.1. Servicio de prevención

El empresario deberá nombrar persona o persona encargada de prevención en la obra dando cumplimiento a lo señalado en el artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- a. El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.



- b. La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- c. La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- d. La información y formación de los trabajadores.
- e. La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- f. La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- a. Tamaño de la empresa
- b. Tipos de riesgo que puedan encontrarse expuestos los trabajadores
- c. Distribución de riesgos en la empresa

11.2. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra

El contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un Seguro, en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

11.3. Formación

Todo el personal que realice su cometido en las fases de cimentación, estructura y albañilería en general, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción, en el que se les indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar.

Esta formación deberá ser impartida por los Jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mútua de Accidentes, etc.

Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con el Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

11.4. Reconocimientos médicos

Al ingresar en la empresa constructora todo trabajador deberá ser sometido a la práctica de un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año.

11.5. Plan de seguridad y salud

El/los Contratista/s está/n obligado/s a redactar un Plan/es de Seguridad y Salud, adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Este Plan de Seguridad y Salud deberá contar con la aprobación expresa del Coordinador de seguridad y salud en ejecución de la obra, a quien se presentará antes de la iniciación de los trabajos.



Una copia del Plan deberá entregarse al Servicio de Prevención y Empresas subcontratistas.

12. Obligaciones de las partes implicadas

12.1. Obligaciones de la propiedad

La propiedad, viene obligada a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento adjunto del Proyecto de Obra.

Igualmente, abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, las partidas incluidas en el Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud.

12.2. Obligaciones de la empresa constructora

La/s Empresa/s Constatista/s viene/n obligada/s a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, a través del/los Plan/es de Seguridad y Salud, coherente/s con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear. El Plan de Seguridad y Salud, contará con la aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, y será previo al comienzo de la obra.

Por último, la/s Empresa/s Constatista/s, cumplirá/n las estipulaciones preventivas del Estudio y el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados.

12.3. El coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

Al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra le corresponderá el control y supervisión de la ejecución del Plan/es de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste y dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento de la Propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento, por parte de la/s Empresa/s Constatista/s, de las medidas de Seguridad contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud.

Barcelona, Enero de 2013

La autora del proyecto

Paula Mestrallet Sanchez

Amidaments

AMIDAMENTS

Obra 01 PRESSUPOST PRESUPUESTO DE SYS
 Capítol 02 PROTECCIONES INDIVIDUALES

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	
1	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE-EN 812	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="8,000"/>
2	H1422120	u	Ulleres de seguretat antiimpactes polivalents utilitzables sobreposades a ulleres graduades, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, els ultraviolats, el ratllament i antiestàtic, homologades segons UNE-EN 167 i UNE-EN 168	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="8,000"/>
3	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE-EN 140	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="8,000"/>
4	H1451110	u	Parella de guants per a ús general, amb palmell, artells, ungles i dits índex i polze de pell, dors de la mà i maniguet de cotó, folre interior, i subjecció elàstica al canell	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="8,000"/>
5	H1462242	u	Parella de botes de seguretat resistents a la humitat, de pell rectificada, amb turmellera encoixinada sola antilliscant i antiestàtica, falca amortidora per al taló, llengüeta de manxa, de despeniment ràpid, amb plantilles i puntera metàl·liques	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="8,000"/>
6	H1461122	u	Parella de botes d'aigua de PVC de mitja canya, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, amb plantilles i puntera metàl·liques	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="8,000"/>
7	H1471101	u	Cinturó de seguretat de subjecció, ajustable, classe A, de polièster i ferramenta estampada, amb corda de seguretat dotada de guardacaps metàl·lics i mosquetó d'acer amb virolla roscada, homologat segons CE	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="8,000"/>
8	H1481131	u	Granota de treball, de polièster i cotó, amb butxaques exteriors	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="8,000"/>
9	H1489690	u	Jaqueta de treball per a construcció, de polièster i cotó (65%-35%), color beix, trama 240, amb butxaques, homologada segons UNE-EN 340	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="8,000"/>
10	H1487350	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE-EN 340	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="8,000"/>

Obra 01 PRESSUPOST PRESUPUESTO DE SYS
 Capítol 03 PROTECCIONES COLECTIVAS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
------	------	----	------------

AMIDAMENTS

1 H152D801 m Línia horitzontal per a l'ancoratge i desplaçament de cinturons de seguretat, amb corda de poliamida de 16 mm de D i dispositiu anticaiguda autoblocador per a subjectar cinturó de seguretat i amb el desmuntatge inclòs

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			20,500				128,805	C#*2*PI()

TOTAL AMIDAMENT 128,805

2 H152N681 m Barana de protecció sobre sostre o llosa, d'alçària 1 m, enjovada en cercol perimetral de formigó cada 2,5 m i amb el desmuntatge inclòs

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			20,500				128,805	C#*2*PI()

TOTAL AMIDAMENT 128,805

3 H15A2020 u Cinturó portaeines

AMIDAMENT DIRECTE 8,000

4 H6452131 m Tanca d'alçària 2 m, de planxa nervada d'acer galvanitzat, pals de tub d'acer galvanitzat col·locats cada 3 m sobre daus de formigó i amb el desmuntatge inclòs

Num.	Text	Tipus	[C]	[D]	[E]	[F]	TOTAL	Fórmula
1			35,500	32,500	42,200	71,300	181,500	C#+D#+E#+F#

TOTAL AMIDAMENT 181,500

5 H64Z1511 u Porta de planxa nervada d'acer galvanitzat, d'amplària 5 m i d'alçària 2 m, amb bastiment de tub d'acer galvanitzat, per a tanca de planxa metàl·lica i amb el desmuntatge inclòs

AMIDAMENT DIRECTE 1,000

6 H64Z1111 u Porta de planxa nervada d'acer galvanitzat, d'amplària 1 m i d'alçària 2 m, amb bastiment de tub d'acer galvanitzat, per a tanca de planxa metàl·lica i amb el desmuntatge inclòs

AMIDAMENT DIRECTE 2,000

Obra 01 PRESSUPOST PRESUPUESTO DE SYS
 Capítol 04 PROTECCIONES DE INCENDIO

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	HM31161J	u	Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs

AMIDAMENT DIRECTE 2,000

Obra 01 PRESSUPOST PRESUPUESTO DE SYS
 Capítol 05 INSTALACIONES DE HIGENE Y BIENESTAR

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ
1	HQU1A20A	mes	Loguer de mòdul prefabricat de vestidors de 4x2,5x2,3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial

AMIDAMENTS

				AMIDAMENT DIRECTE	1,000
2	HQU1521A	mes	Lloguer mòdul prefabricat de sanitaris de 2,4x2,4x2,3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat, amb instal·lació de lampisteria, 1 lavabo col·lectiu amb 2 aixetes, 1 plaques turca, 2 dutxes, mirall i complements de bany, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial		
				AMIDAMENT DIRECTE	1,000
3	HQU15214	u	Amortització de mòdul prefabricat de sanitaris de 2,4x2,4x2,3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat, amb instal·lació de lampisteria, 1 lavabo col·lectiu amb 2 aixetes, 1 placa turca, 2 dutxes, mirall i complements de bany, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, col·locat i amb el desmuntatge inclòs		
				AMIDAMENT DIRECTE	1,000
4	HQU1A204	u	Amortització de mòdul prefabricat de vestidors de 4x2,5x2,3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, col·locat i amb el desmuntatge inclòs		
				AMIDAMENT DIRECTE	1,000
5	HQU1H23A	mes	Lloguer mòdul prefabricat de menjador de 4x2,3x2,6 m de plafó d'acer lacat i aïllament de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal·lació de lampisteria, aigüera de 1 pica amb aixeta i taulell, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial		
				AMIDAMENT DIRECTE	1,000
6	HQU1H234	u	Amortització de mòdul prefabricat de menjador de 4x2,3x2,6 m de plafó d'acer lacat i aïllament de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal·lació de lampisteria, aigüera de 2 piques amb aixeta i taulell, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, col·locat i amb el desmuntatge inclòs		
				AMIDAMENT DIRECTE	1,000
7	HQU2GF01	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col·locat i amb el desmuntatge inclòs		
				AMIDAMENT DIRECTE	1,000
8	HQU22301	u	Armari metàl·lic individual de doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, col·locat i amb el desmuntatge inclòs		
				AMIDAMENT DIRECTE	8,000
9	HQU25701	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col·locat i amb el desmuntatge inclòs		
				AMIDAMENT DIRECTE	1,000
10	HQU2AF02	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col·locada i amb el desmuntatge inclòs		
				AMIDAMENT DIRECTE	1,000
11	HQU2E001	u	Forn microones per a escalfar menjars, col·locat i amb el desmuntatge inclòs		
				AMIDAMENT DIRECTE	1,000

AMIDAMENTS

12	HQU2QJ02	u	Pica per a rentar plats amb desguàs i aixeta, col·locat i amb el desmuntatge inclòs	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="1,000"/>
Obra		01	PRESSUPOST PRESUPUESTO DE SYS	
Capítol		06	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	
NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	
1	HQUA1100	u	Farmaciola d'armari, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="1,000"/>
2	HQUA2100	u	Farmaciola portàtil d'urgència, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="1,000"/>
3	HQUACCJ0	u	Manta de cotó i fibra sintètica de 110x210 cm	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="1,000"/>
4	HQUAAAA0	u	Llitera metàl·lica rígida amb base de lona, per a salvament	
				AMIDAMENT DIRECTE <input type="text" value="1,000"/>

Pressupost

PRESSUPOST

OBRA 01 PRESSUPOST PRESUPUESTO DE SYS
 CAPÍTOL 02 PROTECCIONES INDIVIDUALES

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE-EN 812 (P - 1)	5,93	8,000	47,44
2	H1422120	u	Ulleres de seguretat antiimpactes polivalents utilitzables sobreposades a ulleres graduades, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, els ultraviolats, el ratllament i antiestàtic, homologades segons UNE-EN 167 i UNE-EN 168 (P - 2)	9,63	8,000	77,04
3	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE-EN 140 (P - 3)	1,60	8,000	12,80
4	H1451110	u	Parella de guants per a ús general, amb palmell, artells, ungles i dits index i polze de pell, dors de la mà i maniguet de cotó, folre interior, i subjecció elàstica al canell (P - 4)	1,13	8,000	9,04
5	H1462242	u	Parella de botes de seguretat resistents a la humitat, de pell rectificada, amb turmellera encoixinada sola antilliscant i antiestàtica, falca amortidora per al taló, llengüeta de manxa, de despeniment ràpid, amb plantilles i puntera metàl·liques (P - 6)	13,96	8,000	111,68
6	H1461122	u	Parella de botes d'aigua de PVC de mitja canya, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, amb plantilles i puntera metàl·liques (P - 5)	11,34	8,000	90,72
7	H1471101	u	Cinturó de seguretat de subjecció, ajustable, classe A, de polièster i ferramenta estampada, amb corda de seguretat dotada de guardacaps metàl·lics i mosquetó d'acer amb virolla roscada, homologat segons CE (P - 7)	49,67	8,000	397,36
8	H1481131	u	Granota de treball, de polièster i cotó, amb butxaques exteriors (P - 8)	12,08	8,000	96,64
9	H1489690	u	Jaqueta de treball per a construcció, de polièster i cotó (65%-35%), color beix, trama 240, amb butxaques, homologada segons UNE-EN 340 (P - 10)	13,09	8,000	104,72
10	H1487350	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE-EN 340 (P - 9)	4,39	8,000	35,12
TOTAL			CAPÍTOL 01.02			982,56

OBRA 01 PRESSUPOST PRESUPUESTO DE SYS
 CAPÍTOL 03 PROTECCIONES COLECTIVAS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	H152D801	m	Línia horitzontal per a l'ancoratge i desplaçament de cinturons de seguretat, amb corda de poliamida de 16 mm de D i dispositiu anticaiguda autoblocador per a subjectar cinturó de seguretat i amb el desmuntatge inclòs (P - 11)	10,76	128,805	1.385,94
2	H152N681	m	Barana de protecció sobre sostre o llosa, d'alçària 1 m, enjovada en cercol perimetral de formigó cada 2,5 m i amb el desmuntatge inclòs (P - 12)	6,82	128,805	878,45
3	H15A2020	u	Cinturó portaeines (P - 13)	20,60	8,000	164,80
4	H6452131	m	Tanca d'alçària 2 m, de planxa nervada d'acer galvanitzat, pals de tub d'acer galvanitzat col·locats cada 3 m sobre daus de formigó i amb el desmuntatge inclòs (P - 14)	35,40	181,500	6.425,10
5	H64Z1511	u	Porta de planxa nervada d'acer galvanitzat, d'amplària 5 m i d'alçària 2 m, amb bastiment de tub d'acer galvanitzat, per a	286,08	1,000	286,08

PRESSUPOST

6	H64Z1111	u	tanca de planxa metàl·lica i amb el desmuntatge inclòs (P - 16)	99,93	2,000	199,86
			Porta de planxa nervada d'acer galvanitzat, d'amplària 1 m i d'alçària 2 m, amb bastiment de tub d'acer galvanitzat, per a tanca de planxa metàl·lica i amb el desmuntatge inclòs (P - 15)			
TOTAL			CAPÍTOL 01.03			9.340,23

OBRA 01 PRESSUPOST PRESUPUESTO DE SYS
 CAPÍTOL 04 PROTECCIONES DE INCENDIO

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	HM31161J	u	Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs (P - 17)	45,61	2,000	91,22
TOTAL			CAPÍTOL 01.04			91,22

OBRA 01 PRESSUPOST PRESUPUESTO DE SYS
 CAPÍTOL 05 INSTALACIONES DE HIGENE Y BIENESTAR

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	HQU1A20A	mes	Lloguer de mòdul prefabricat de vestidors de 4x2,5x2,3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial (P - 21)	101,21	1,000	101,21
2	HQU1521A	mes	Lloguer mòdul prefabricat de sanitaris de 2,4x2,4x2,3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat, amb instal·lació de lampisteria, 1 lavabo col·lectiu amb 2 aixetes, 1 plaques turca, 2 dutxes, mirall i complements de bany, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial (P - 19)	125,93	1,000	125,93
3	HQU15214	u	Amortització de mòdul prefabricat de sanitaris de 2,4,x2,4x2,3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat, amb instal·lació de lampisteria, 1 lavabo col·lectiu amb 2 aixetes, 1 placa turca, 2 dutxes, mirall i complements de bany, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 18)	878,63	1,000	878,63
4	HQU1A204	u	Amortització de mòdul prefabricat de vestidors de 4x2,5x2,3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 20)	706,06	1,000	706,06
5	HQU1H23A	mes	Lloguer mòdul prefabricat de menjador de 4x2,3x2,6 m de plafó d'acer lacat i aïllament de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal·lació de lampisteria, aigüera de 1 pica amb aixeta i taulell, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial (P - 23)	110,41	1,000	110,41
6	HQU1H234	u	Amortització de mòdul prefabricat de menjador de 4x2,3x2,6 m de plafó d'acer lacat i aïllament de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb	768,45	1,000	768,45

PRESSUPOST

7	HQU2GF01	u	instal·lació de lampisteria, aigüera de 2 piques amb aixeta i taulell, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 22)	54,88	1,000	54,88
8	HQU22301	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 28)	58,34	8,000	466,72
9	HQU25701	u	Armari metàl·lic individual de doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 24)	22,18	1,000	22,18
10	HQU2AF02	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 25)	114,81	1,000	114,81
11	HQU2E001	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col·locada i amb el desmuntatge inclòs (P - 26)	89,67	1,000	89,67
12	HQU2QJ02	u	Forn microones per a escalfar menjars, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 27)	186,14	1,000	186,14
TOTAL			CAPÍTOL 01.05			3.625,09

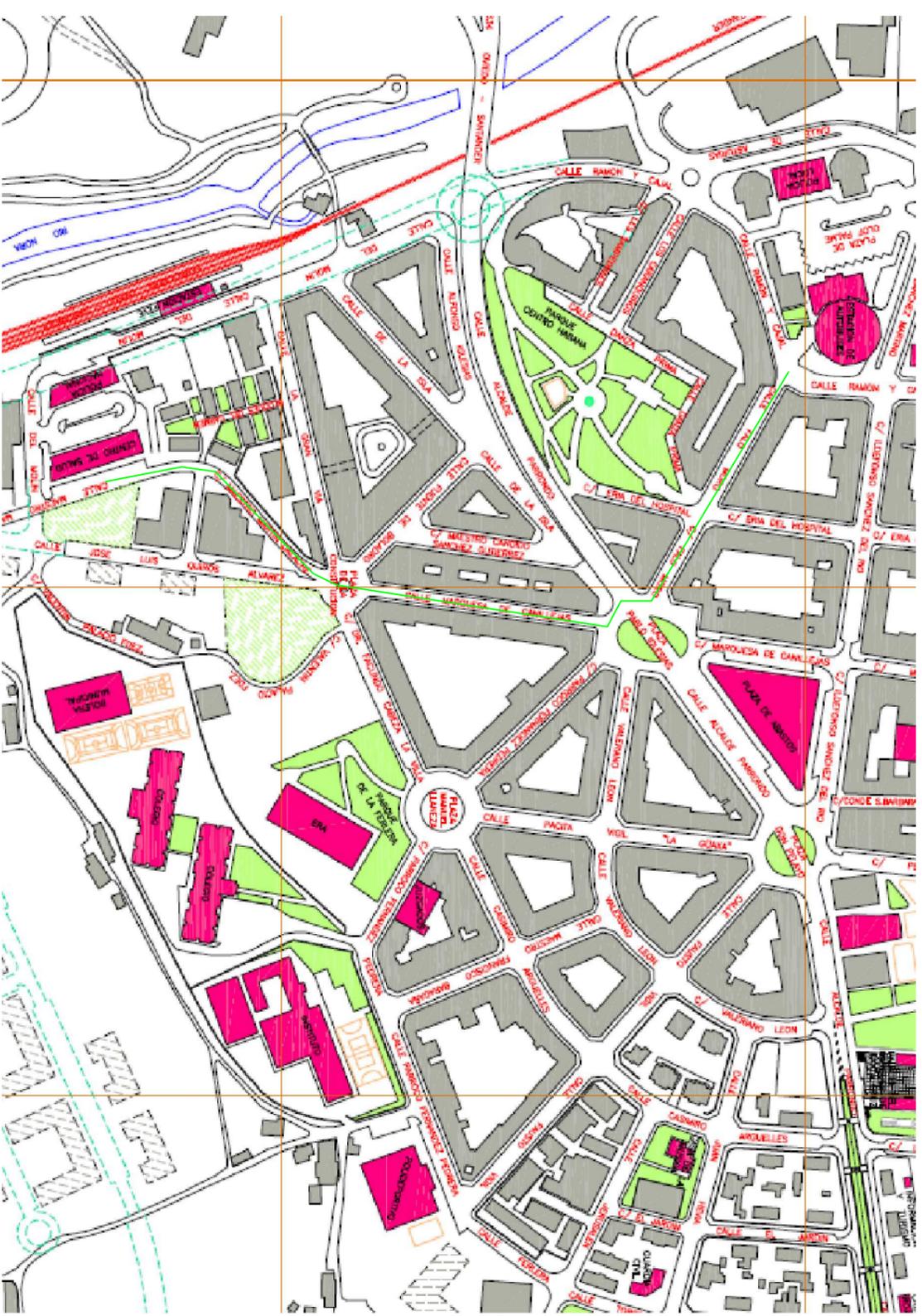
OBRA 01 PRESSUPOST PRESUPUESTO DE SYS
 CAPÍTOL 06 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

NUM.	CODI	UA	DESCRIPCIÓ	PREU	AMIDAMENT	IMPORT
1	HQUA1100	u	Farmaciola d'armari, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball (P - 30)	114,45	1,000	114,45
2	HQUA2100	u	Farmaciola portàtil d'urgència, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball (P - 31)	113,76	1,000	113,76
3	HQUACCJ0	u	Manta de cotó i fibra sintètica de 110x210 cm (P - 33)	20,53	1,000	20,53
4	HQUAAAA0	u	Llitera metàl·lica rígida amb base de lona, per a salvament (P - 32)	192,48	1,000	192,48
TOTAL			CAPÍTOL 01.06			441,22

Resum de pressupost

RESUM DE PRESSUPOST

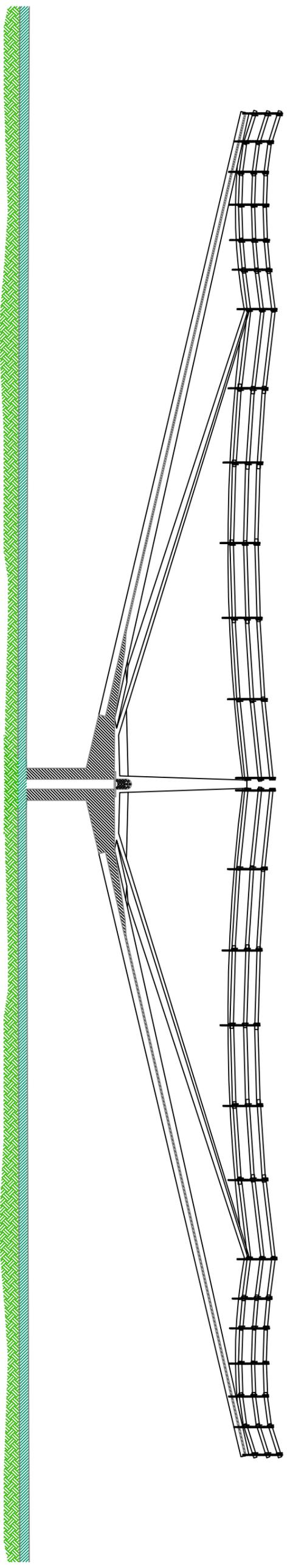
NIVELL 2: Capítol			Import
Capítol	01.02	Protecciones individuales	982,56
Capítol	01.03	Protecciones colectivas	9.340,23
Capítol	01.04	Protecciones de incendio	91,22
Capítol	01.05	Instalaciones de higiene y bienestar	3.625,09
Capítol	01.06	Medicina preventiva y primeros auxilios	441,22
Obra	01	Pressupost Presupuesto de SyS	14.480,32
			14.480,32
NIVELL 1: Obra			Import
Obra	01	Pressupost Presupuesto de SyS	14.480,32
			14.480,32



TRAYECTO AL CENTRO MEDICO

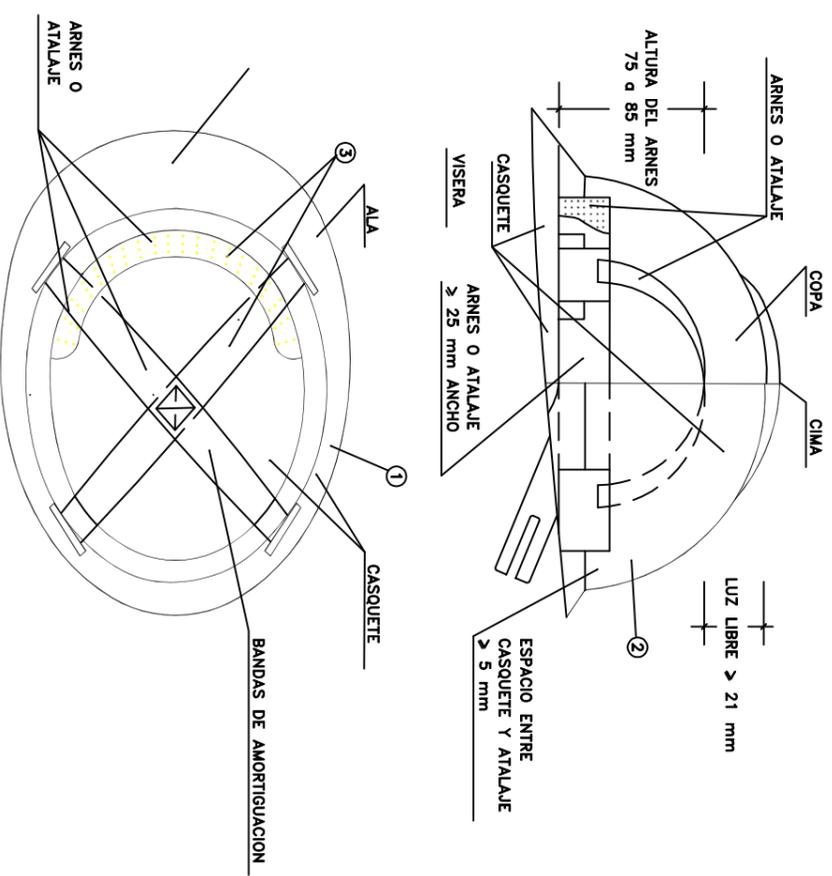
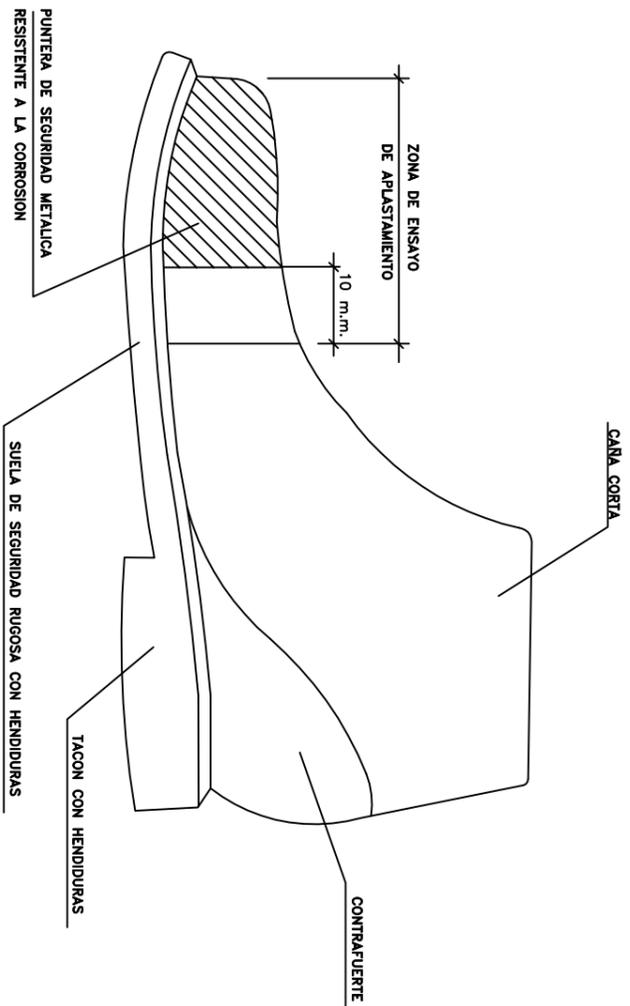


TITULO		PROYECTO DE REHABILITACION DEL PARAGUAS ESTACION DE AUTOBUSES POLA DE SIERO (Asiuras)	
TUTOR	AUTOR		
ALBERT DE LA PUENTE	PAULA MESTRALET SANCHEZ		
ESCALA ORIGINAL			
FECHA			
ENERO-2013			
Nº DE PLANO	TITULO DEL PLANO		
1.0	CENTRO MEDICO		
HOJA 1 DE 1			



CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO

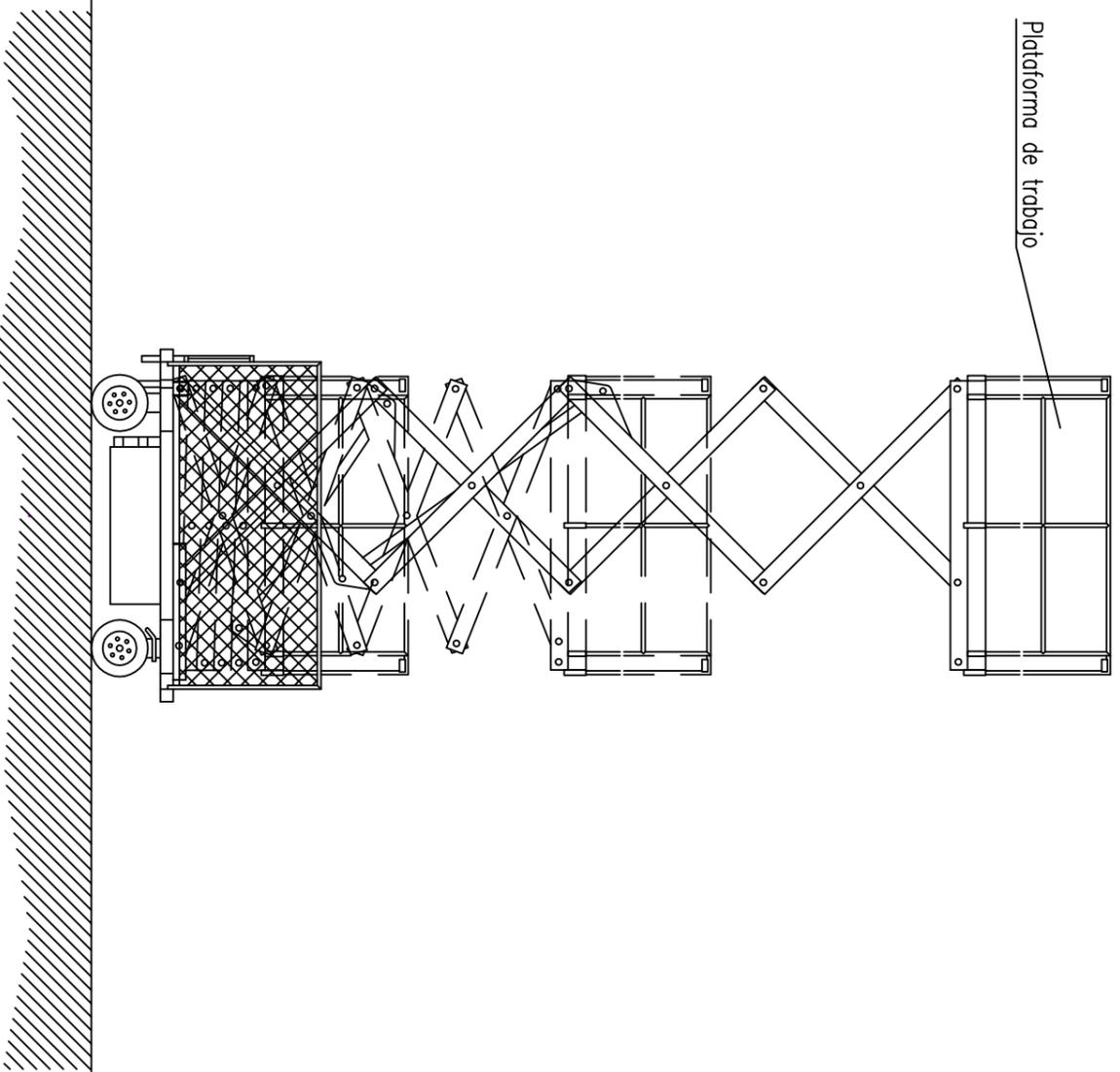
BOTA DE SEGURIDAD CLASE III



- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
- ② CLASE M AISLANTE A 1000 V. CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V.
-



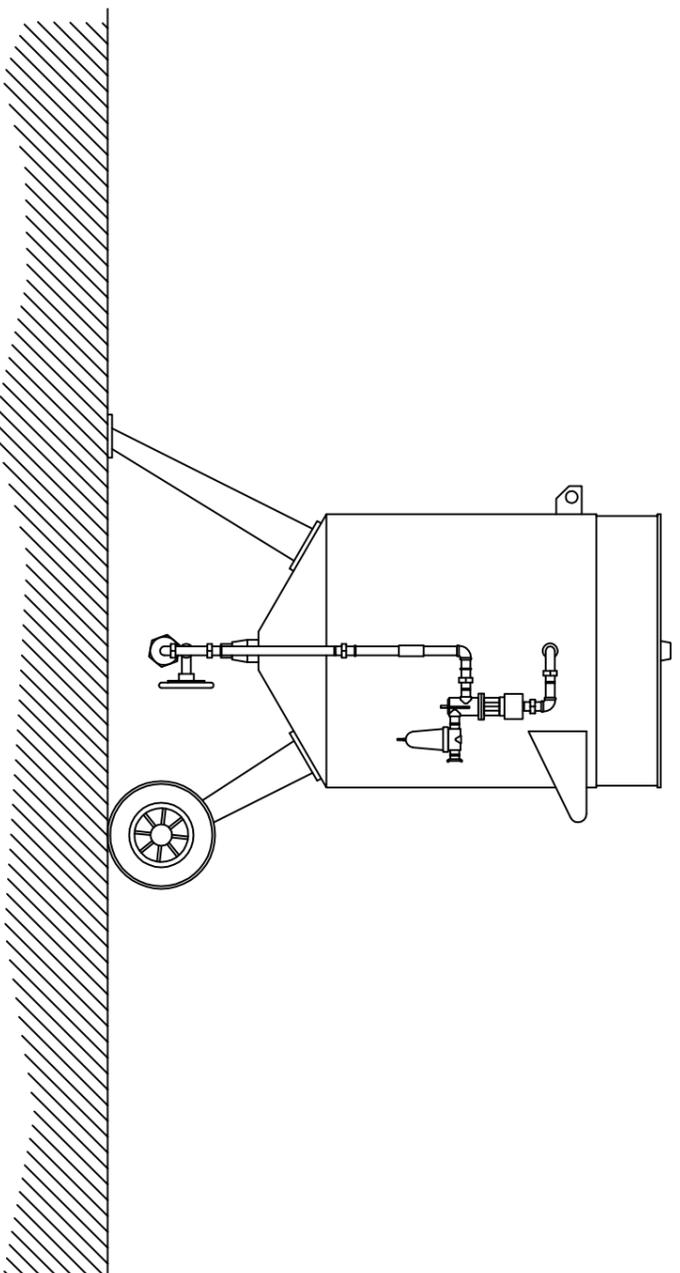
ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Plataforma elevadora móvil de tijera)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.
 - El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.
 - La manipuladora telescópica tendrá al día el libro de mantenimiento.
 - No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.
- Medidas preventivas a seguir por el conductor.
- El encargado de seguridad o el encargado de obra, entregará por escrito el siguiente listado de medidas preventivas al conductor del camión grúa. De esta entrega quedará constancia con la firma del conductor al pie de este escrito.
 - Se mantendrá el vehículo alejado de terrenos inseguros.
 - No se tirará marcha atrás sin la ayuda de un señalizador, detrás pueden haber operarios.
 - Si se entra en contacto con una línea eléctrica, pedir auxilio con la bocina y esperar a recibir instrucciones, no tocar ninguna parte metálica del camión.
 - Antes de desplazarse asegurarse de la inmovilización del brazo de la plataforma.
 - No se intentará sobrepasar la carga máxima de la plataforma.
 - Se respetará en todo momento las indicaciones adheridas a la máquina, y hacer que las respeten el resto de personal.
 - Se evitará el contacto con el brazo telescópico en servicio, se pueden sufrir atrapamientos.
 - No se permitirá que el resto de personal manipule los mandos, ya que pueden provocar accidentes.
 - No se permitirá que se utilicen cables o soportes en mal estado, es muy peligroso.
 - Se asegurará que todos los ganchos tengan pestillo de seguridad.
 - Se utilizará siempre los elementos de seguridad indicados.

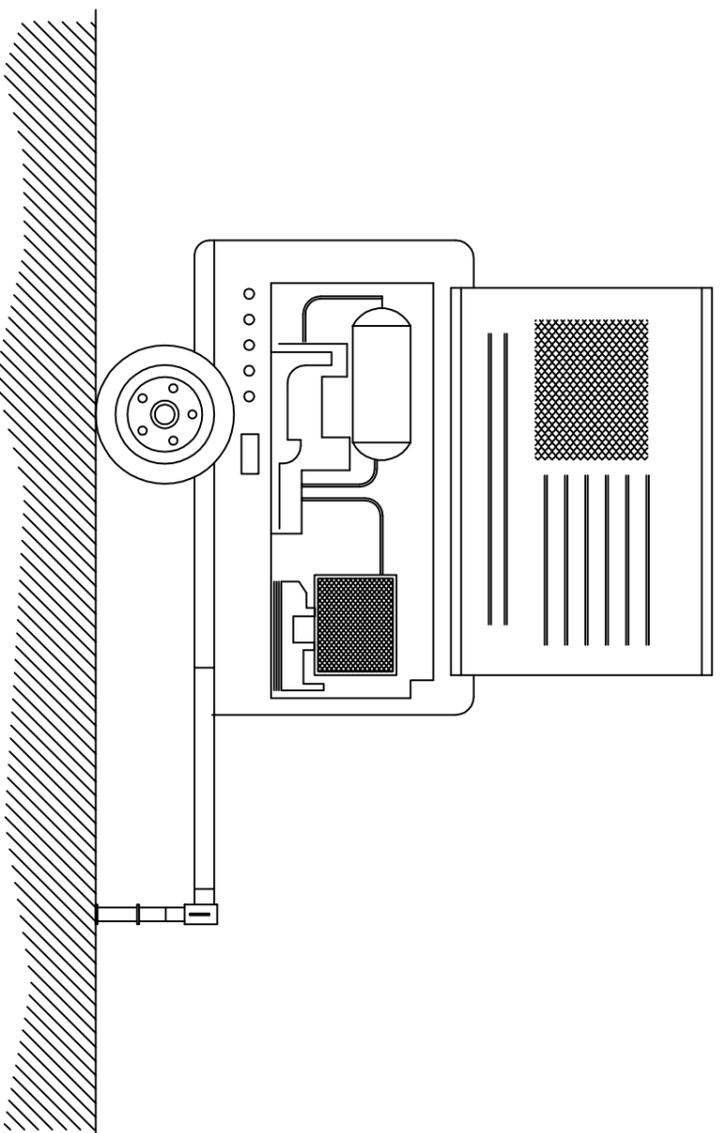
ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Chorreadora de abrasivos de 120 litros)



- NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :
- Se señalizará la zona de trabajo.
 - Se alimentará la corriente a baja tensión.
 - Se colocará adecuadamente la máquina cuando no trabaje.
 - Se controlarán los diversos elementos de que se compone.
 - Se dotarán de doble aislamiento.
 - Normas a los operarios que afecten a la colectividad.



ELEMENTOS AUXILIARES Y MAQUINARIA (Compresor)



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- El compresor no se colocará ni se arrastrará a menos de 2 metros del borde superior de los taludes.
- El transporte por suspensión se realizará con 2 cables y con cuatro puntos de anclaje.
- El compresor se quedará en el lugar previsto, firmemente sujetado de manera que no se pueda desplazar por sí solo.
- Mientras funcione, las carcasas estarán en todo momento en posición de cerrado.
- A menos de 4 metros de distancia será obligatorio el uso de protectores auditivos.
- Si es posible, los compresores se situarán a una distancia mínima de 15 metros del lugar de trabajo.
- El combustible se pondrá con la máquina parada.
- Las mangueras de presión estarán en todo momento en perfecto estado. El encargado de seguridad o el encargado de obra vigilará el estado de las mangueras y se preocupará de su sustitución.
- Los mecanismos de conexión se harán con los rđcores correspondientes, nunca con alambres.



TÍTULO

PROYECTO DE REHABILITACIÓN DEL PARAGUAS
ESTACION DE AUTOBUSES
POLA DE SIERO (Asúñas)

TUTOR

ALBERT DE LA FUENTE

AUTOR

PAULA WESTRAUET SANCHEZ

ESCALA ORIGINAL

SIN ESCALA

FECHA

ENERO-2013

Nº DE PLANO
4.3

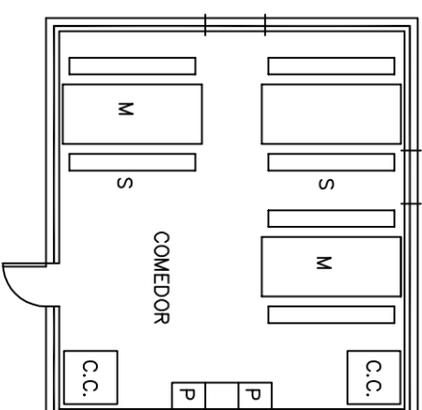
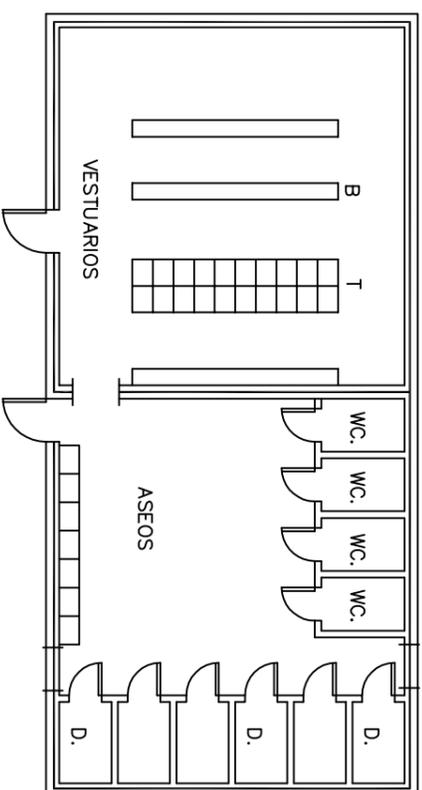
HOJA 1 DE 1

TÍTULO DEL PLANO

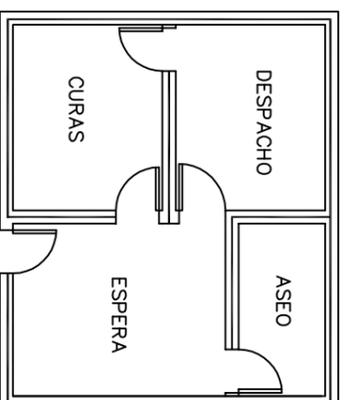
FICHAS MAQUINARIA

INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR MODULOS TIPO

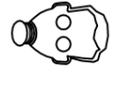
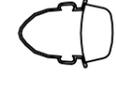
- LEYENDA
- T. TAQUILLA
 - B. BANCO
 - D. DUCHA
 - L. LAVABO
 - C.C. CALENTA COMIDAS
 - P. PILA LAVAVAJILLAS
 - M. MESA
 - S. SILLA



BOTIQUIN



SEÑALES DE OBLIGACIÓN

SIGNIFICADO DE LA SENAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal