
CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

Septiembre 2014

AUTOR:

PATRICIA ROCHINA RODRIGO

TUTOR ACADÉMICO:

HÉCTOR NAVARRO CALVO.

Departamento de Construcciones Arquitectónicas



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

Resumen

En este trabajo se estudiará las características del hormigón prefabricado y por tanto la conveniencia de su uso para la construcción de naves industriales. Para ello se centrará en la construcción de una nave sin uso en el polígono industrial de la localidad de Bugarra.

Así pues, se analizarán los elementos prefabricados aptos para la construcción de naves industriales, se estudiará la cubierta Deck deseada, se elegirá la situación de la futura nave y se procederá al diseño de ésta y su construcción.

Todo ello sin dejar de lado los aspectos relativos a la ejecución de la obra, como pueden ser, la planificación, la normativa vigente, la seguridad y la calidad, la gestión de residuos, la economía, etc.

Abstract

This dissertation studies the characteristics of prefabricated concrete and as a consequence, how convenient its use is for the construction of industrial buildings. In order to do so, the essay focuses on the construction of an industrial building without any kind of use in the industrial zone of Bugarra.

Therefore, the eligible prefabricated elements for the construction of industrial buildings are analysed. The dissertation also considers the

Deck roof selected and the situation of the building, followed by its design and construction.

Moreover, the disertation takes into consideration the aspects related to the execution of the work: planning, the current regulations, quality and security, waste management, its cost, etc.

Palabras clave: Construcción, cubierta Deck, elementos prefabricados, hormigón prefabricado, nave industrial.

Keywords: Construction, Deck, precast elements, precast concrete, warehouse.

Agradecimientos

Quería agradecer a varias personas y entidades la ayuda que me han prestado en la realización de este Trabajo de Fin de Grado.

Entre ellas, y en primer lugar a mi director académico por las enseñanzas que me ha facilitado, sin las cuales hubiera sido muy difícil realizar este trabajo, y cómo no para arreglar cualquier desaguisado que se presentara por el camino.

Por otra parte también quería agradecer al ayuntamiento de Bugarra por la información facilitada sobre el polígono industrial de este mismo pueblo y la documentación proporcionada por estos mismos.

Y por último agradecer a la empresa PACADAR y en concreto a María Dolores Ferrer López por su tiempo invertido en este proyecto facilitándome las tareas en el trabajo, tanto en el diseño de la nave industrial como a la hora de conocer sus instalaciones y los trabajos que se realizan diariamente en esta empresa.

Acrónimos utilizados

BOE: Boletín Oficial del Estado.

BOR: Boletín oficial Regional.

CE: Conformité Européenne.

CTE: Código Técnico de la Edificación.

DOR: Distintivos Oficialmente Reconocidos.

EHE: Instrucción de Hormigón Estructural.

MAM: Ministerio de Medio Ambiente.

OET: Organismos de Evaluación Técnica.

PNRCD: Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición.

RCD: Residuos de Construcción y Demolición.

UE: Unión Europea.

UNE: Una Norma Española.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1. DEFINICIÓN	11
1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	18
2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL HORMIGÓN PREFABRICADO Y EL HORMIGÓN REALIZADO IN SITU	24
2.1. VENTAJAS DE LOS HORMIGONES PREFABRICADOS	26
2.2. DESVENTAJAS DE LOS HORMIGONES PREFABRICADOS	31
3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA CUBIERTA DECK	33
3.1. VENTAJAS DE LA CUBIERTA DECK	33
3.2. DESVENTAJAS DE LA CUBIERTA DECK.....	35
4. HORMIGÓN PRETENSADO Y HORMIGÓN POSTENSADO	36
4.1. RESUMEN HISTÓRICO	36
4.2. DEFINICIÓN Y TIPOS.....	38
4.3. FUERZA DE PRETENSADO	42

4.4.	VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL HORMIGÓN PRETENSADO	45
.....		
5.	ELEMENTOS PREFABRICADOS UTILIZADOS EN NAVES INDUSTRIALES.	47
.....		
5.1.	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	47
.....		
5.1.1.	Elementos de cimentación.	48
.....		
5.1.2.	Elementos lineales	58
.....		
5.1.3	Elementos superficiales planos.	73
.....		
5.2.	ELEMENTOS DE CERRAMIENTO	75
.....		
6.	DISEÑO DE LA NAVE	80
.....		
7.	PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS ELEMENTOS.	84
.....		
7.1.	FABRICACIÓN PRETENSADA PARA PREFABRICADOS LIGEROS	91
.....		
7.2.	FABRICACIÓN PRETENSADA PARA PREFABRICADOS PESADOS.	96
.....		
7.3.	FABRICACIÓN DE ELEMENTOS ARMADOS	97
.....		
7.3.1.	Fabricación de soportes y vigas.	97
.....		
7.3.2.	Fabricación de paneles de fachada.	99
.....		

8. CONTROL DE CALIDAD DE LOS PREFABRICADOS.	104
8.1. CONTROL DE LAS MATERIAS PRIMAS Y DEL HORMIGÓN.....	105
8.2. MARCADO CE.....	113
8.3. DISTINTIVOS OFICIALMENTE RECONOCIDOS (D.O.R.).....	121
9. TRANSPORTE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS.....	124
9.1. MONTAJE Y DESMONTAJE EN EL CAMIÓN.....	125
9.2. TRANSPORTE.....	127
10. PLANIFICACIÓN DEL MONTAJE EN OBRA.	131
10.1. SOPORTES.....	133
10.2. VIGAS.....	136
10.2.1. Vigas de forjado.....	136
10.2.2. Vigas de cubierta.....	139
10.2.3. Correas de cubierta.....	143
10.2.4. Elementos de cerramiento.....	145
11. CONSTRUCCIÓN DE LA CUBIERTA DECK.	151
11.1. PUNTOS SINGULARES.....	157
11.1.1. Pasillos técnicos.....	157
11.1.2. Petos.....	157

11.1.3.	Evacuación de aguas.....	159
12.	CONSTRUCCIÓN DE LA SOLERA.	162
13.	GESTIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	165
13.1.	NORMAS Y LEGISLACIÓN APLICABLE.	165
13.2.	IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES.	166
13.3.	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.	167
13.4.	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARIAN LOS RESIDUOS.	173
13.5.	PRESCRIPCIONES RELACIONADAS CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.....	180
14.	SEGURIDAD Y SALUD EN TODO EL PROCESO CONSTRUCTIVO. .	184
14.1.	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS.....	184
14.1.1.	Montaje de ferralla.....	185
14.1.2.	Preparación del molde.....	186
14.1.3.	Central de hormigón.....	187

14.1.4.	Hormigonado.....	189
14.1.5.	Curado del elemento.....	191
14.1.6.	Almacenaje del elemento prefabricado.....	192
14.2.	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL TRANSPORTE DE ELEMENTOS.....	193
14.2.1.	Carga de elementos sobre vehículo.....	193
14.2.1.	Transporte elementos fábrica-obra.....	194
14.3.	RIESGOS Y MEDIDAS DE MONTAJE.....	196
14.3.1.	Descarga y acopio.....	196
14.3.2.	Izado.....	197
14.3.3.	Colocación.....	198
14.3.4.	Arriostramiento.....	199
15.	VENTAJAS ECONÓMICAS RESPECTO A LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL.....	202

Objeto, metodología y plan de trabajo

El objeto que pretende alcanzarse mediante el desarrollo de éste proyecto es la construcción de una nave industrial sin uso de hormigón prefabricado y cubierta Deck en el polígono industrial de Bugarra.

Esta nave industrial podría construirse por cualquiera de las empresas del mismo pueblo que desearan instalarse en el polígono industrial.

La metodología que se ha empleado para la realización de este proyecto se basa en la previa información adquirida sobre el futuro plan parcial, el estudio de las necesidades de las empresas para la determinación de las dimensiones y diseño de la nave industrial y finalmente el diseño y construcción de la misma nave.

Todo ello se ha desarrollado mediante la búsqueda de información en el ayuntamiento del mismo pueblo sobre el plan parcial establecido, la cuantificación de las empresas e información de la situación y futuros objetivos de éstas y el diseño y la construcción de la nave estudiando los objetivos conjuntamente con una empresa de prefabricados de hormigón.

Se realiza un estudio de los elementos prefabricados para un diseño óptimo de la nave y una vez realizado este diseño se procede a la fabricación, transporte y montaje de los elementos prefabricados, por último se construirá la cubierta elegida, todo ello sin dejar de lado aspectos como la seguridad, la calidad, la gestión de residuos etc de todo el proceso de construcción.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. DEFINICIÓN

La construcción con piezas prefabricadas de hormigón se relaciona de forma inmediata con las obras de ingeniería más habituales en todo el mundo, sin embargo, a pesar de que tuvo un comienzo prometedor, el sistema no ha dado el resultado esperado en la construcción arquitectónica en el mundo en general.

Actualmente en España se goza de un extraordinario nivel humano, técnico y de desarrollo, tanto es así que la prefabricación de hormigón armado y hormigón pretensado en nuestro país se considera una de las más desarrolladas del mundo.

Debido a estos altos niveles existentes, se puede decir que todo o casi todo se podría prefabricar asegurando una viabilidad económica, y factores como el tamaño de la obra, plazo exigido, distancia de la factoría, proyecto de partida, etc.

De los medios humanos cabe destacar la participación de los operarios debidamente cualificados y adecuadamente formados en todos los procesos constructivos, además de la especialización de las empresas del sector y de la existencia de gabinetes de alto nivel; todo ello para proporcionar al proyectista las cualidades más adecuadas en cada caso.

De los medios técnicos hay que citar las instalaciones de fabricación (centrales de hormigonado, bancos de pretensado, utillajes para garantizar la geometría de los elementos, moldes, posicionamientos de armaduras activas y pasivas etc.), son capaces de conseguir hormigones de una buena calidad con una alta durabilidad y resistencia, además de poder obtener cualquier forma y tamaño deseado. Los equipos de transporte y montaje son capaces de trabajar con vigas de 2 m de canto, 5 m de ancho y 50 m de longitud, con pesos de hasta 160 toneladas. Y los sistemas de unión que permiten todo tipo de soluciones proporcionando la rigidez y la libertad que se desee; entre estos sistemas de unión encontramos (-Morteros de alta resistencia. – Sistemas de unión por casquillo y rosca. –Pretensados de unión con barras o cables. –Uniones mediante soldadura o tornillería. –Elementos especiales de apoyo como neoprenos o teflones.

Se puede decir, que en la actualidad la prefabricación ha alcanzado su máximo nivel técnico y de desarrollo y que se ha desvinculado ya la palabra “prefabricado” a aquella construcción apresurada de baja calidad y provisional a la que hacían referencia anteriormente.

La prefabricación es un sistema basado en el diseño y producción de los componentes en una fábrica ubicada en un lugar exterior a la ubicación final, llevándose a su posición definitiva para montar la edificación tras una fase de montaje simple y no laboriosa.

Se tiene que entender hoy en día la prefabricación simplemente como “la industrialización de la construcción”, es decir, la aplicación de las técnicas de producción, como son los elevados niveles de control de calidad que se realizan a las instalaciones fijas de alto rendimiento para conseguir mejores acabados y mejores precios.

La consecuencia de esta forma de producción es elevar considerablemente las magnitudes de todas sus características físicas:

- Resistencia mecánica.
- Acabado de superficie.
- Adherencia.
- Resistencia a la corrosión.
- Etc.

Todo tipo de edificación o de construcción puede a priori prefabricarse, pero el campo de aplicación más lógico y competitivo de esta técnica se encuentra en edificios de grandes luces, alturas o cargas importantes:

- Naves industriales y agrícolas.
- Edificios de varias plantas con destino a:
 - Centros comerciales y de ocio.
 - Oficinas.
 - Edificios docentes.
 - Museos y centros de exposición.
- Aparcamientos.
- Polideportivos y plazas de toros.
- Edificios penitenciarios
- Núcleos de servicios en edificios de viviendas.

En general este tipo de edificios se prefabrican con elementos lineales como pilares, vigas, viguetas, correas, fachadas... y posteriormente pueden complementarse con otros componentes en

cubiertas o en cerramientos, en nuestro caso lo complementaremos con una cubierta tipo deck.

La construcción prefabricada es inseparable del pretensado. Con el pretensado se superaba una de las principales limitaciones del hormigón armado (la fisuración), se daba paso a la utilización de hormigones y aceros de alta resistencia y por tanto se ampliaban las posibilidades.

Otro rasgo de la construcción prefabricada es su discontinuidad, ya que nunca será una pieza única y la resolución de las uniones adoptadas será determinante para el comportamiento y la resistencia del sistema final.

El hormigón prefabricado además de mejorar la planeidad de las superficies, optimizó las condiciones de producción haciendo posible acortar los plazos de ejecución, bajando los costes, disminuyendo riesgos en el deterioro del material y facilitando su armado y su montaje debido a la repetición masiva de los módulos de hormigón, los cuales se pueden realizar de diferentes dimensiones y tipos. No obstante estas ventajas se agudizan aún más cuando se diseña directamente pensando en hormigón prefabricado, ofreciendo soluciones para:

- Cerramientos
- Cimentaciones
- Elementos lineales
- Elementos para forjados
- Moviliario urbano y piedra artificial
- Elementos para obra civil

- Tuberías y canalizaciones
- Pavimentación
- Edificación modulas
- Otras soluciones específicas como postes eléctricos, etc.

También cabe destacar la importancia de la optimización en los métodos de compactación y curado, la baja relación agua/cemento utilizada en cada producto prefabricado que hace que tengan unos excelentes acabados y unas buenas propiedades de durabilidad y resistencia.

Cubierta Deck: Se entiende como cubierta Deck al sistema de cubierta formado por un perfil metálico, un aislamientos térmico-acústico y como acabado final una membrana impermeabilizante. Estas cubiertas pueden funcionar como planas ya que las pendientes se pueden encontrar entre el 1% y el 5% al tener un acabado superficial totalmente estanco, llegando hasta un máximo de 15% de pendiente. Se adapta perfectamente a cualquier forma, ya que sus componentes como la membrana impermeabilizante y la chapa perfilada son totalmente moldeables.

Para la elección del material aislante, se suele elegir la lana de roca ya que tiene una alta densidad lo que proporciona un buen aislamiento térmico y acústico y además es un material incombustible, puede estar recubierta o no por un acabado asfáltico en la cara superior para poder adherir una lámina asfáltica. También se podría emplear un poliisocianurato que es una plancha rígida formada a través de un proceso de espumación. Esta plancha puede estar recubierta en ambas

caras con aluminio y con velo de vidrio en la parte inferior y acabado asfáltico en la superior para poder adherir una lámina asfáltica.

Hay una particularidad que hace destacar ésta cubierta en comparación con cualquier otra, y es que el aislamiento acústico que se emplea va a servir como elemento de continuidad y apoyo a la membrana que confiera el acabado final a la cubierta.

Los materiales más comunes para la membrana que asegure una correcta impermeabilización son los siguientes:

- Láminas asfálticas con diferentes terminaciones

Se clasifican en base a su terminación (arena, film de polietileno, gránulo mineral o aluminio), así como su mástico bituminoso (oxiasfalto o betún modificado con elastómeros SBS) y armadura (fibra de vidrio, fieltro de poliéster...). Su fijación puede ser mecánica o adherida.

- Láminas de caucho.

Es un termopolímero elastómero que tiene buena resistencia a la abrasión y al desgaste. Contiene entre un 45% y un 75% de etileno, siendo más resistente cuanto mayor sea este porcentaje. Su fijación es mecánicamente.

- Láminas de polipropileno
- Láminas sintéticas de PVC

Se utilizarán tres sistemas diferentes de fijación debido a los tres elementos diferentes que componen la cubierta.

- La chapa perfilada se fijará a la estructura existente mediante tornillería autotaladrante colocada en la canal de la chapa.
- El aislamiento se fijará también mediante tornillería autotaladrante directamente a la chapa utilizando una arandela para evitar que al pisar el aislamiento, la cabeza de tornillo perfora la lámina.
- Para fijar la impermeabilización al aislamiento, o bien estará soldado al aislamiento (si el aislamiento tiene un acabado de oxiasfalto y sea una lámina asfáltica) o en otros casos el solape de la lámina se fijará mecánicamente mediante un sistema igual al que se utiliza para fijar el aislamiento a la chapa.

Las cubiertas tipo Deck se dividen en no accesibles, cuando únicamente soportan el paso eventual de personas, y transitables o técnicas cuando soportan el paso frecuente de personas y pueden soportar también paso de maquinaria. Es un error creer que las cubiertas Deck son directamente transitables. Las membranas impermeabilizantes, aunque se pueden pisar, no deben ser transitadas de forma habitual y mucho menos por personal no cualificado. Por tanto, en este tipo de cubiertas, también será necesario la instalación de elementos de tránsito que eviten pisar directamente la membrana impermeabilizante.

Características de transmisión térmica, aislamiento acústico y peso propio de una cubierta Deck.

Tabla 1. Coeficiente de transmisión térmica de una cubierta DECK

PANEL CUBIERTA espesor (mm)	Resistencia Térmica m² °C/W	Coef. De transmisión W/ m² °C
40	1.27	0.53
50	1.54	0.47
60	1.81	0.41
80	2.35	0.34

Tabla 2. Aislamiento acústico a ruido aéreo y peso propio de una cubierta DECK

Aislamiento	Masa del cerramiento kg/m²		Aislamiento a ruido aéreo dBA	
	Sin gravilla	Con gravilla	Sin gravilla	Con gravilla
40	26	108	38	45
50	28	110	38	46
60	29	111	39	48
80	32	113	40	48

1.2. ANTECEDENTES HITÓRICOS.

El hormigón prefabricado es un material casi sin precedentes dentro de la arquitectura e ingeniería. Se podría decir que la primera “marca” de prefabricación se dio con los primeros acoples de varias piezas que ofrecía la propia naturaleza, hecho que fue nombrado como

“el Dolmen”. Posteriormente apareció el hormigón en sus formas más imperfectas, utilizado por los romanos fue una revolución tecnológica en la construcción. Estos emplearon tierras o cenizas volcánicas que al combinarse químicamente con la cal daban como resultado el denominado cemento puzolánico, a este cemento le añadieron materiales de baja densidad como la piedra pómez formando así el primer hormigón aligerado más imperfecto. Con este material destacan construcciones como los diversos arcos del Coliseo romano y los nervios de la Basílica de Majencio.

Posteriormente el hormigón desapareció de la historia hasta la inversión de Joseph Aspdin, en 1824, con el Cemento Portland, obtenido de caliza arcillosa y carbón calcinados a alta temperatura. Isaac Johnson obtuvo en 1845 el prototipo de cemento moderno elaborado de una mezcla de caliza y arcilla calcinada a altas temperaturas.

Fue a finales del siglo XIX, concretamente en 1880 con la construcción de varias fábricas de América y Europa, cuando se redescubrió el uso del hormigón, que apenas se había empleado desde los romanos. Se aplicó junto con entramados de alambre, formando así una materia prima ideal para prefabricados. En 1889 se prefabricaban las primeras vigas de hormigón armado y dos años después, en 1891, aparecieron hornos rotatorios que hicieron posible la extensión del cemento Portland en la construcción, además de aparecer en el mismo año la primera patente de edificio prefabricado mediante módulos en E.E.U.U. La primera fábrica española se fundó en 1898 en Tudela Veguín.

Se podía decir que así empezaba la era del hormigón armado.

La historia del hormigón pretensado se puede decir que comienza el 27 de Octubre de 1886 cuando el americano Jackson solicitó una patente para un invento que consistía en hacer más fuertes los pavimentos, cubiertas, bóvedas... mediante el testado de sus armaduras. La finalidad de estas armaduras consistía en absorber los esfuerzos de tracción y el empuje horizontal de las bóvedas.

C.F.W. Doering obtuvo en 1888 una patente para evitar la producción de grietas en el hormigón, por el método de la tensión de armaduras con sus procesos adecuados. Monier llegó a la conclusión de como trabajaban ambos materiales, bajo la carga se producen esfuerzos de tracción en las armaduras, que provocan esfuerzos de compresión excéntrica en el hormigón, disminuyendo los esfuerzos internos de la pieza. De ahí intuyó que el efecto favorable podía aumentarse mediante una tensión previa de las armaduras.

En 1907 E.J. Sacrez consigue fabricar vigas de hormigón con armaduras tensadas y ancladas por sus extremos. Una vez endurecido el hormigón se originaban fuerzas de compresión en el mismo, con el objetivo final de provocar un pandeo opuesto al que se produce en carga.

En 1908 Freyssinet hizo ensayos con una viga armada con hilos de acero. Consistía en el pretensado de esos hilos de acero después de verter el hormigón y anclados con cuñas en sus extremos. La conclusión que sacaba con estos ensayos era la importancia de la fluencia del acero, la retracción del hormigón y la necesidad de utilizar materiales con mayor calidad. También experimento en 1939 el pretensado mediante calor.

A partir de este hecho los investigadores dedicaron mejor su atención en mejorar los conocimientos de retracción y fluencia y mejorar los procesos de tensado y sistemas de anclaje.

Los intentos de Industrialización y prefabricación son casi tan antiguos como el hormigón.

En el siglo XVI, Leonardo Da Vinci recibió el encargo de planificar una serie de nuevas ciudades en la región de Loire. Se planteó establecer en el centro de cada ciudad una fábrica de elementos básicos que permitiera conformar a su alrededor un abanico de edificios que tuvieran un mínimo de elementos comunes, además de construirlos con elementos previamente diseñados para encajarlos posteriormente.

A finales del siglo XVIII empieza a ser tangible la posibilidad de industrializar la construcción. Se construyen puentes y cubiertas con hierro fundido en Europa, con este material posteriormente se construyen pilares y vigas de edificios. Mientras tanto en Estados Unidos se desarrolla la construcción de edificios con el sistema de Balloon Frame, que consistía en construir con listones de madera provenientes de fábrica y ensamblados mediante clavos fabricados en serie industrialmente.

Habría que esperar hasta mediados del siglo XIX para que se utilizara el hormigón como material de construcción (que apenas se había utilizado desde la época de los romanos). Se aplicó con entramados de alambres, formando así una materia prima idónea para prefabricados. Se considera el siglo XIX como el siglo de las patentes en Europa.

Se pueden distinguir cinco periodos de construcción industrializada y la prefabricación:

➤ INVENCIÓN Y DESARROLLO (HASTA 1950)

Se puede definir como una pre-industrialización. Aquí se encuentra la patente de paneles de fachada de 1867 de Monier. A partir de esta época, los paneles de fachada no han dejado de desarrollarse de la misma forma que la construcción industrializada, siendo su utilización en España relativamente modesta.

➤ MASIVIDAD, EUFORIA Y NEGOCIO (1950 A 1970)

En esta época los sistemas prefabricados se impusieron por economía y urgencia principalmente en la Europa del Este. Se utilizaban en viviendas agrupadas, proyectos con mínimas variaciones, bloques de tipología lineal, etc.

➤ CRISIS Y PERPLEJIDAD (1970 A 1985)

Con la explosión de gas de Ronan Point en Londres se critica los sistemas cerrados de prefabricados para viviendas. Debido a un escape de gas que produjo una explosión en una vivienda de Ronan Point produjo un derrumbe de unas plantas sobre otras. A partir de este hecho, los edificios de este admirado hombre fueron demolidos progresivamente.

Se pasa de un mercado que demanda cantidad a un mercado que demanda calidad. De ahí que se pase de la construcción de grandes construcciones de altura a adosados más modestos en tamaño.

➤ DEMOLICIONES Y NUEVOS USOS (198 AL 2000)

En gran Bretaña se demolieron más de 140.000 viviendas de sistemas prefabricados. Pero la prefabricación encontró su salida en la construcción de edificios públicos.

➤ LA INDUSTRIALIZACIÓN ABIERTA (2000...)

En Europa las aplicaciones de los prefabricados pueden ir desde una vivienda unifamiliar hasta los grandes desarrollos. Aunque debido a la crisis económica actual, la demanda de edificación residencial ha sufrido un descenso significativo.

Para las empresas de prefabricados de hormigón se ha abierto un abanico de posibilidades, apartando los sistemas cerrados de diseño y apostando por una producción de catálogo para partes de edificios o para grandes edificios industriales.

2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL HORMIGÓN PREFABRICADO Y EL HORMIGÓN REALIZADO IN SITU

El hormigón es un material de construcción “tradicional” que presenta muchas ventajas debido a sus propiedades y también al buen trabajo en conjunto que realiza junto al acero, capaces de proporcionar estructuras resistentes y durables.

En sus principios este material tenía un aspecto gris inexpresivo, pero ha sabido renovarse adoptando nuevos colores, texturas, formas y acabados, que proporcionan al proyectista mayor posibilidad de creaciones arquitectónicas.

Los elementos prefabricados de hormigón han sabido aprovechar algunas de las propiedades que les proporcionan sus materiales primas, el hormigón y el acero, estas propiedades han sabido ser aprovechadas y optimizadas por la industria de la prefabricación

- Resistencia estructural: El hormigón se caracteriza por tener una buena resistencia a compresión, lo cual en la prefabricación llega a tener unos valores de 600 y 1000 kp/cm². El acero por su parte proporciona la resistencia a tracción que el hormigón no posee, formando así un conjunto capaz de soportar grandes cargas y alcanzar grandes luces.

Las estructuras de hormigón pretensado o armado presentan una ventaja a las estructuras de acero y es que tiene una

capacidad excelente para resistir sobrecargas adicionales, por la elevada relación que tiene de peso propio/sobrecarga.

- Resistencia al fuego: Las estructuras de hormigón presentan también una buena resistencia al fuego, sin protecciones adicionales. Tiene la ventaja que modificando sus dimensiones y recubrimientos de los elementos estructurales pueden alcanzar las exigencias mínimas de la normativa.

El hormigón es un material incombustible, lo cual al finalizar un incendio la estructura permanece estable.

- Aislamiento térmico y acústico: Los paneles de hormigón presentan un excelente comportamiento térmico y acústico, del orden de 0.60 kcal/h.m².°C y reducciones acústicas de 50 dBA, que puede ser incrementado incorporando materiales aislantes.
- Durabilidad: El hormigón proporciona una buena protección a las armaduras y a todos los elementos metálicos embebidos gracias a su basicidad y a la colocación. Con cementos adecuados a cada tipo de ambiente agresivo, la elevada compacidad conseguida y los medios de compactación, se consigue una buena durabilidad del material.
- Versatilidad de formas y acabados: La facilidad de moldear este material permite formas curvas, angulosas, lisas... de cualquier forma y tamaño y se combina con cualquier acabado superficial.

La prefabricación ha conseguido modificar la idea de monolitismo e inmovilidad de las estructuras de hormigón, al permitir modificaciones o ampliaciones futuras e incluso cambios de emplazamiento.

2.1. VENTAJAS DE LOS HORMIGONES PREFABRICADOS

➤ VENTAJAS DE DISEÑO

- Libertad de diseño: Es posible una amplia variedad de expresiones con soluciones normales que utilizan las técnicas de producción industrializada dando como resultado edificios completamente individualizados.
- Control de calidad: Los elementos al ser producidos en fábricas, se fabrican en ambientes controlados en cuanto a la humedad ambiental y temperaturas y se producen según normas de calidad especificadas que pueden ser inspeccionadas antes de la instalación. Se realizan procesos de control sobre el dimensionamiento, los materiales y la fabricación.

El empleo de maquinarias de producción permite una buena calidad probada y constante de los materiales que son determinados, dosificados y controlados. Estos procedimientos hacen que los materiales obtenidos tengan una mayor resistencia ajustando los métodos constructivos.

Se puede optimizar la cantidad total de armaduras para dar mayor beneficio en el hormigón prefabricado.

- Plástica: Es posible la realización de muchas formas geométricas y configuraciones ilimitadas y económicas.
- Apariencia y acabados: El proyectista puede examinar y aceptar los elementos antes de que sean transportados a la obra y colocados. Ofrece una gran variedad de acabados que tendrían un precio muy alto si se hubieran ejecutado mediante métodos tradicionales.
- Diseño mediante ensayo: Siempre se pueden hacer modelos en fábrica para comprobar la apariencia general y los detalles específicos de cada elemento prefabricado.

➤ VENTAJAS FUNCIONALES

- Capacidad estructural: Muros portantes y de soporte sin ninguna necesidad de la utilización de encofrados y de sistemas de andamios.
- Aislamiento eficiente del edificio: Tiene una buena protección frente a las condiciones climáticas.
- Aislamiento acústico: En esta técnica constructiva es posible un control efectivo y económico del ruido.

- Propiedades térmicas: Los elementos de prefabricado de hormigón pueden diseñarse para conseguir la capacidad térmica necesaria mediante el uso de áridos especiales, además de la incorporación de diferentes materiales de aislamiento en el interior de los paneles de fachada por ejemplo o bien se pueden conseguir estas propiedades térmicas mediante adosados exteriores.
 - Durabilidad: Tiene una calidad superior frente a la interperie.
 - Bajo mantenimiento: Se consigue un servicio libre de problemas.
 - Resistencia al fuego: Capacidad resistente al fuego inherente al material.
 - Protección solar: Se consigue una reducción efectiva de las necesidades de aire acondicionado cuando el edificio está diseñado exclusivamente con este propósito.
- VENTAJAS DE LA CONSTRUCCIÓN
- Instalación económica: El tiempo de trabajo que se da en el lugar de montaje es menor y este montaje es posible en cualquier situación atmosférica.

- Cerramiento rápido: Permite un acceso más rápido para los trabajos de acabado.
- Programa de trabajo: Los problemas de solape de actividades y de excesivo tiempo de construcción desaparecen, ya que los subsistemas eléctricos, mecánicos, de fontanería y HVAC pueden integrarse en los mismos prefabricados.
- Ahorro de tiempo: La prefabricación, las características dichas en el punto anterior de la prefabricación (subsistemas incluidos ya en el proceso de fabricación), y el rápido montaje, ahorra un tiempo considerable durante toda la construcción.
- Bajo nivel de ruidos: Bajo nivel de ruidos durante su montaje, característica muy importante en zonas donde el ruido excesivo debe ser evitado.

➤ VENTAJAS ECONÓMICAS

- Bajo coste inicial: Con una relación esfuerzo resistido/precio inmejorable.
- Disminución de los plazos de construcción: Disminuyen los tiempos hasta una tercera parte o cuarta comparado con las obras tradicionales. Los elementos prefabricados

pueden trabajar tan pronto como sean colocados y se pueden montar con condiciones adversas, esto hace que la construcción del edificio “in situ” sea más rápida.

- Mayores beneficios: Los menores plazos de ejecución de este tipo de estructuras permiten que el edificio entre en servicio más pronto y por lo tanto se genera mayores beneficios para los propietarios.
 - Disminución de riesgos: Disminución de los riesgos de deterioro e hundimiento bajo situaciones de incendio en relación con estructuras de otros materiales.
 - Menores gastos de mantenimiento: Debido a la ausencia prácticamente total de daños de la estructura.
 - Precio cerrado de trabajos contratados: De suministro y montaje, independientemente de tiempos pesimistas o optimistas, se elimina toda la incertidumbre económica.
 - Variedad de empresas: Permite elegir entre diversas soluciones y precios en el mercado.
- VENTAJAS TÉCNICAS
- Grandes dimensiones: Posibilidad de alcanzar grandes luces y soportar grandes cargas y además altas relaciones luz/canto sin problemas de flechas.

- Mayor seguridad estructural: Frente a las acciones imprevistas y frente a la acción del fuego.
- Estabilidad estructural: Fáciles relaciones suelo-techo sin afectar a la estabilidad estructural.
- Fácil construcción: En zonas de difícil acceso se facilita la construcción, sin necesidad de cortar el tráfico en una vía pública, etc.
- Mano de obra especializada: Requiere mano de obra especializada, se trabaja con menos cantidad de gente pero más profesional.

2.2. DESVENTAJAS DE LOS HORMIGONES PREFABRICADOS

- Estructurales: Al fabricarse con una determinada forma y elementos, sus propiedades resistentes estructurales quedan prefijadas desde el momento de su fabricación, independientemente de las necesidades de la obra. De este modo hay que adaptar la obra a la estructura en vez de la estructura a la obra.

Tienen una escasa rigidez frente a los esfuerzos horizontales por los problemas de resolución de las uniones, que es el punto débil de estas estructuras.

- Movilidad y transporte: Estas piezas están calculadas para su transporte y montaje pero requiere de una logística importante. Estos elementos sufren estados de carga transitorios en su transporte y colocación que pueden afectar a la resistencia estructural de la pieza. Todo el transporte, manipulación y acopio deben ser efectuados por personal cualificado.
- Económico y financiero: Se realiza la operación económica por la totalidad de las necesidades de la obra. Eso requiere una concentración de la inversión al comienzo de la obra para poner en marcha la producción.
- Montaje: Se debe disponer de equipos pesados para el montaje de elementos estructurales y tener el espacio suficiente para maniobrar con esta maquinaria. Debe programarse muy bien el montaje de estas piezas para que el rendimiento de los equipos sea el máximo.
- Fabricación: Es una desventaja que cada producto sea prácticamente cautivo de su fabricante. Hay que confiar en la ingeniería de proyecto de todas las instalaciones previas al comienzo de la obra.

3. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA CUBIERTA DECK

3.1. VENTAJAS DE LA CUBIERTA DECK.

- Tiene una gran ligereza, esto permite conseguir grandes distancias entre luces de vigas y pilares, creando así grandes superficies diáfanas en el interior del edificio.
- Potencia la iluminación natural del edificio con la inclusión de lucernarios en la misma cubierta, además la ventilación natural con la disposición de estos elementos.
- Gran adaptabilidad de la cubierta a cualquier geometría con estructuras curvas, diferentes niveles, etc.
- Proporcionan la transmitancia térmica adecuada en función de la zona geográfica o el tipo de edificio.
- Debido a la ausencia de separación entre los paneles, disminuyen los puentes térmicos.
- Se consigue una buena absorción acústica dentro del recinto al utilizar la chapa perforada.

- Este tipo de cubiertas son las convenientes para aquellas instalaciones que necesitan gran número de elementos en cubierta.
- Permite incluir cualquier tipo de aislamiento acústico, permitiendo así que no haya discontinuidades en el mismo, además de poder utilizar material de altas prestaciones.
- La placa de soporte puede ser perforada, con lo que se consigue una excelente absorción acústica.
- Se puede utilizar el mismo sistema de impermeabilización en diferentes elementos singulares.
- Permite una instalación rápida por la gran longitud y disposición de los elementos.
- Aporta una buena reacción frente al fuego si se elige un material adecuado como aislamiento, aportando así una gran seguridad y ventajosas características.
- Se puede elegir entre un sistema monocapa y un sistema bicapa, la característica importante que tiene el bicapa es que tiene una primera capa de desgaste para el tránsito.

3.2. DESVENTAJAS DE LA CUBIERTA DECK

- Se puede dar la situación de que se forme una capa de agua entre el aislamiento y la membrana impermeabilizante, formando así un lugar de estancamiento del agua y crecimiento de microorganismos que perjudican a la estanqueidad del sistema.
- Con la formación de esta capa de agua entre el aislamiento y la membrana impermeabilizante, provoca la pérdida de calor.
- Si se elige el poliestireno extrusionado como aislamiento, tiene la desventaja del precio tan elevado que tiene en el mercado.

4. HORMIGÓN PRETENSADO Y HORMIGÓN POSTENSADO

El hormigón pretensado es una técnica que consiste en someter a compresión una pieza en la zona que debe resistir tracciones cuando sea puesta en carga, de esta forma compensa las tracciones que aparecen a la hora de su servicio.

En el hormigón pretensado la armadura tiene la función de producir compresiones en el interior del hormigón para luego ser compensadas con los esfuerzos de tracción una vez se ha puesto en carga.

Pretesado: Método de pretensado en el cual la armadura es tesada antes del hormigonado de la pieza.

Postesado: Método de pretensado en el cual la armadura es tesada después del hormigonado de la pieza.

4.1. RESUMEN HISTÓRICO

El 27 de Octubre de 1886, Jackson consiguió la patente para hacer más fuertes pavimentos, cubiertas, etc. Mediante el tensado de armaduras. Creía conveniente meter las barras dentro de las vainas o bien rodearlas de papel, tela o cualquier material similar para evitar la adherencia entre el hormigón y el acero.

En 1888 C.F.W. Doering obtuvo la patente para tesar armaduras mediante dispositivos adecuados para evitar las grietas en el hormigón. Este fue el primer paso para obtener hormigón prefabricado tesado.

En 1899 y 1901 Kemnitz recibió la patente para poder tesar elementos de hormigón armado por sus extremos. También en 1901 O.Ruhl propuso tesar las armaduras mediante un hierro plano, el cual introducía por su lado estrecho dentro de la red de hilos de la armadura y comenzaba a girar, dejando así las armaduras tensadas.

En 1907 Koenen propuso someter a compresión el hormigón mientras las armaduras eran colocadas en la zona de tracciones del hormigón mediante tensores, dejando así endurecer el hormigón, así posteriormente las varillas cuando eran soltadas producían esfuerzos de compresión al hormigón por la adherencia.

Este hecho tenía la desventaja que en vigas donde la armadura había sido tesada, salían antes grietas en el hormigón cuando este se sometía a mayores cargas.

En 1908 Steiner siguió el procedimiento donde las armaduras tenían la suficiente tensión para que cuando las piezas se sometieran a carga normal se neutralizaran las compresiones y el hormigón no sufriera tracciones ni fisuras.

En 1928 Freyssinet empezó a usar alambre de acero de alta resistencia para los pretensados, contando con una gran resistencia a la ruptura y un límite elástico alto.

También en este año Gloser inventó la construcción de obras huecas y macizas de hormigón armado en las que tesaban las barras por debajo del límite de elasticidad, antes de compactar el hormigón. Posteriormente se comprimía el hormigón cuando aún estaba líquido

mediante placas prensoras y una vez se dejaba liberado del dispositivo tensor, aún quedaba bajo la presión de la armadura.

Mientras tanto en Berlín, F.Dischinger, construía puentes de arco con tablero colgante y tirantes de hormigón armado.

Años más tarde C.Sthalton desarrolló esta aplicación utilizando hilos de acero endentados para mejorar la adherencia al hormigón.

El desarrollo de esta técnica y muchas otras fueron experimentadas para la mejora y el desarrollo del hormigón pretensado.

4.2. DEFINICIÓN Y TIPOS

El pretensado es la aplicación controlada de una tensión al hormigón mediante el tesado de hormigones de acero. El acero puede estar constituido por alambres, cordones o barras.

Los tipos del pretensado dependen de la situación del tendón, del momento del tesado y de las condiciones de adherencia del tendón.

Por lo que respecta con la situación del tendón respecto a la sección transversal, el pretensado puede ser:

- Interior: En este caso el tendón se situará en el interior de la sección trasversal del hormigón.
- Exterior: En este caso el tendón se situará en el exterior de la sección transversal pero dentro del canto de la misma.

De acuerdo con el momento del tesado respecto del hormigonado, el pretensado puede ser:

- Pretesado: Es la aplicación controlada de una tensión al hormigón mediante el tesado de alambres de acero de alta calidad, se tesan con la ayuda de medios adecuados antes de verter el hormigón en los moldes. Una vez el hormigón haya endurecido, se sueltan los anclajes provisionales y las fuerzas elásticas del acero se transfieren al hormigón mediante la adherencia.

El proceso de pretesado es el siguiente:

- Se colocan las armaduras pasivas manteniendo las distancias requeridas.
- Se colocan las armaduras activas pretensadolas mediante gatos neumáticos. Los tendones serán de acero de alta resistencia. Todas las armaduras serán con corrugas para mejorar la adherencia con el hormigón.
- Colocación del encofrado.
- Vertido del hormigón.
- Curado y fraguado del hormigón.
- Corte de los extremos de las armaduras activas.

- Desencofrado.

- Postesado: Se produce cuando las barras, alambres o cordones son tesados después del endurecimiento del hormigón y se pueden colocar en su posición antes o después del moldeado de la unidad. Cuando se colocan antes es necesario impedir su adherencia con el hormigón. Cuando se colocan después, se dejan en el hormigón unos canales donde se introducirá posteriormente el acero.

El proceso de postesado es el siguiente:

- Colocación de las armaduras pasivas y las vainas por donde se colocarán los tendones del pretensado.

- Colocación del encofrado.

- Vertido del hormigón.

- Curado y fraguado del hormigón.

- Colocación de los tendones en las vainas pretensados y poniendo en sus extremos unas cuñas de anclaje.



Ilustración 1. Cuña de anclaje. Fuente: iatsa

Las principales diferencias entre el pretesado y el postesado son las siguientes:

Las armaduras que se utilizan en el pretesado siempre son rectas, en cambio en el postesado se utilizan armaduras que pueden llevar cualquier dirección ya que las mismas vainas pueden hacerlo.

En el hormigón postesado existen pérdidas de tensión de las armaduras por el roce que se produce entre las vainas y las propias armaduras postesadas.

Otra diferencia es que en el pretesado se reparten las tracciones más uniformemente que en el postesado, que se acumulan las tensiones en las zonas de anclaje.

Por último, desde el punto de vista de las condiciones de adherencia del tendón, el pretensado puede ser:

- Adherente: Existe una buena adherencia entre el hormigón y la armadura activa.
- No adherente: Se da en el caso del postesado cuando hay que evitar que las armaduras se adhieran al hormigón utilizando así sistemas de protección a las armaduras mediante inyecciones.

4.3. FUERZA DE PRETENSADO

➤ PERDIDAS EN PIEZAS CON ARMADURAS POSTESAS

- Valoración de las pérdidas instantáneas de fuerza.
Son aquellas que pueden producirse en el momento del tesado y del anclaje de las armaduras activas, dependiendo del elemento estructural.

$$\Delta P_i = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3$$

ΔP_1 Pérdidas de fuerza, en la sección en estudio, por rozamiento a lo largo del conducto de pretensado.

ΔP_2 Pérdidas de fuerza, en la sección en estudio, por penetración de cuñas en los anclajes.

ΔP_2 Pérdidas de fuerza, en la sección en estudio, por acortamiento elástico en el hormigón. (EHE 08)

- Pérdidas de fuerza por rozamiento.

Se dan por el rozamiento que se produce entre las armaduras y las vainas, dependen de la variación angular, del trazado del tendón y su anclaje, de la distancia entre las dos secciones y del coeficiente de rozamiento en recto y en curvo.

- Pérdidas por penetración de cuñas.

Para tendones rectos de corta longitud.

$$(1) \Delta P_2 = \frac{a}{L} E_p A_p$$

a Penetración de la cuña.

L Longitud total del tendón recto.

E_p Módulo de deformación longitudinal de la armadura activa.

A_p Sección de la armadura activa. (EHE)

- Pérdidas por acortamiento elástico del hormigón.

Se produce cuando se tensan los tendones, cada vez que se tensa el tendón se produce un acortamiento elástico del hormigón.

- Pérdidas diferidas de pretensado.

Se producen a lo largo del tiempo, después de estar ancladas las armaduras activas. Se deben al acortamiento del hormigón por retracción y fluencia y a la relajación de las armaduras de acero.

➤ PÉRDIDAS DE FUERZA EN PIEZAS CON ARMADURAS PRETESAS

Las pérdidas que hay que considerar desde el momento de tesar hasta la transferencia de tesado de hormigón son:

- Penetración de cuñas.
- Relajación a temperatura ambiente hasta la transferencia.
- Relajación adicional de la armadura debida al proceso de calefacción.
- Dilatación térmica de la armadura debida al proceso de calefacción.
- Retracción anterior a la transferencia.

- Acortamiento elástico instantáneo a transferir. (EHE 08)

4.4. VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL HORMIGÓN PRETENSADO

➤ VENTAJAS DEL HORMIGÓN PRETENSADO

- Cubrir luces más amplias debido a la reducción de tracciones y al mismo tiempo reducción de las fisuraciones.
- Piezas más ligeras.
- Estructuras más dúctiles.
- Menos cantidad de acero requerido pero de alta resistencia con respecto al hormigón armado.
- Ahorro en el coste de encofrado y el centrado de grandes estructuras.
- La desviación de los elementos estructurales de hormigón pretensado suele ser baja.
- Presenta mayor resistencia que el hormigón armado a las cargas y reduce los esfuerzos cortantes gracias a la compresión previa.

➤ INCONVENIENTES DEL HORMIGÓN PRETENSADO

- Complejo análisis de esfuerzos que conlleva el pretensado de una estructura en el momento de su estudio.
- El acero de alta resistencia que se requiere en los pretensados requiere mucho más costo que los aceros normales.
- Los procesos de tensado y anclaje son muy difíciles de ejecutar, necesitando gente con los conocimientos necesarios.
- La armadura activa tiene mayor peligro frente a la corrosión que la armadura pasiva.
- Se requiere una alta calidad del hormigón denso de alta resistencia.
- Peligrosidad en la puesta en obra del hormigón postesado y en los procesos de demolición de estructuras pretensadas.
- La construcción requiere la supervisión en todo momento de los procesos de construcción.
- Si el pretensado se rompiera en cualquier momento, la estructura colapsaría enseguida, ya que sería muy frágil.

5. ELEMENTOS PREFABRICADOS UTILIZADOS EN NAVES INDUSTRIALES.

Las naves están diseñadas para almacenar o realizar procesos industriales en los que se requiere mucho espacio. Por esta razón es el tipo de edificación en el cual se utilizan más las construcciones prefabricadas, al contar con luces mucho mayores y por tanto espacios diáfanos.

Los elementos prefabricados utilizados en la construcción de naves se pueden clasificar en elementos estructurales y elementos de cerramiento.

5.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Se clasifican en:

- Elementos de cimentación
- Elementos lineales
 - Pilares
 - Vigas
 - Vigas de cubierta
 - Vigas de carga
- Elementos planos superficiales
 - Forjados

5.1.1. Elementos de cimentación.

➤ Zapatas aisladas.

- Cimentación por cáliz.

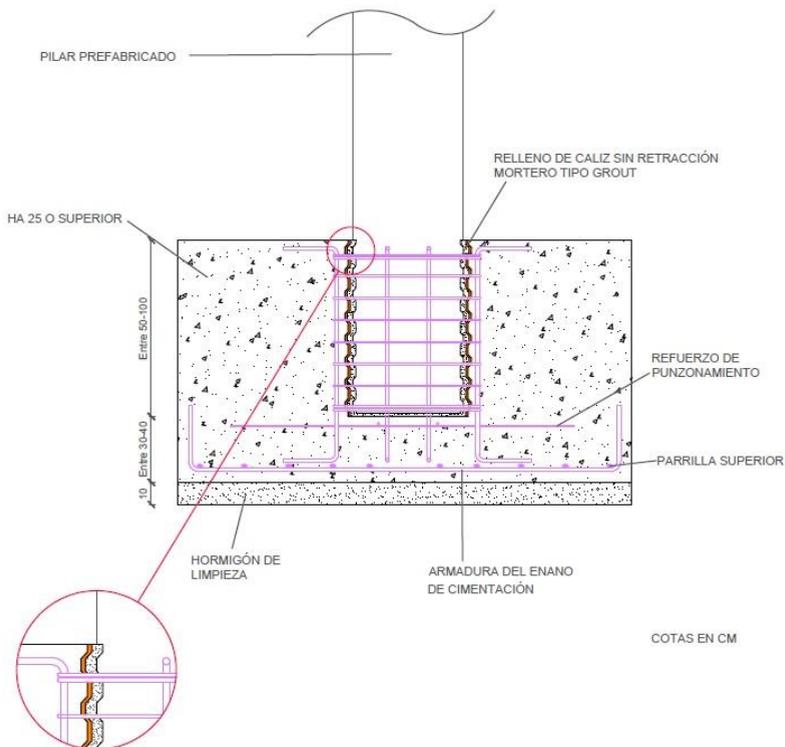
Las uniones pilares-cimientos en prefabricados se pueden realizar mediante paredes lisas o paredes dentadas. Se realizan estas uniones para transmitir los esfuerzos provenientes de los cuerpos estructurales hacia la cimentación.

La cimentación por cáliz es la más utilizada, se trata de unir la parte inferior del pilar con la parte superior de la zapata, rellenando los huecos con mortero u hormigón para evitar que existan espacios. La dimensión del pilar que penetra en la zapata tiene que ser 1,5 veces mayor a la sección transversal del pilar con el fin de que el momento producido por las fuerzas que transmite la estructura no sea excesivo.

El hueco que se deja en el cáliz para meter el pilar y unirlo a la cimentación tiene que ser lo suficientemente grande para poder corregir posibles errores de ejecución, replanteo, etc. Así mismo, suelen dejar una distancia de 10-15 cm entre los dos lados para poder corregir cualquier error y la ejecución sea correcta.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

Las paredes del cáliz pueden ser lisas o dentadas. Normalmente se utilizan las paredes lisas, de esta forma los esfuerzos se transmiten por el fondo del cáliz, produciendo así un esfuerzo punzante en la zapata. Con las paredes dentadas el esfuerzo se transmite por las paredes del pilar y hay mayor adherencia, es más cómodo de ejecutar y se realiza a través de una chapa plegada. Con esta segunda opción el canto de la zapata puede ser menor pero habría que utilizar morteros y hormigones de mayor calidad.



Detalle 1. Cimentación por cáliz. Fuente: Propia.



Ilustración 2. Cimentación por cáliz. Fuente: Propia.

- Cimentación por vainas.

Normalmente se realizan debido a un nivel freático alto del suelo en el cual la cimentación no puede llegar al suelo.

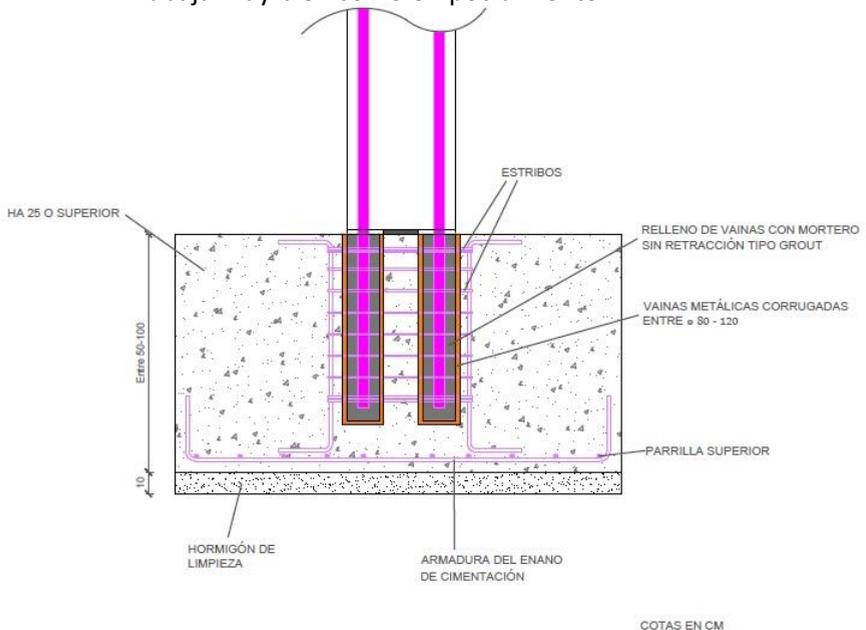
Consiste en dejar unas cavidades en la cimentación donde se va a colocar el pilar, donde se insertarán en estas vainas las barras de acero que sobresalen en la base del pilar. La profundidad de las vainas y de las barras dependerá de la longitud de anclaje necesaria determinada por los esfuerzos que deben resistir. Los huecos entre las barras de acero y las vainas serán rellenadas con mortero sin retracción el cual transmitirá mediante la adherencia los esfuerzos de la estructura a la cimentación.

Todo este proceso debe estar bien controlado y deberá realizarse con mucha precisión ya que en el proceso de

montaje deberán encajar perfectamente. Para ello se utilizar moldes en las que las barras de acero tendrán un diámetro inferior a la anchura de las vainas y se colocarán en la misma posición.

Las vainas suelen ser de chapa plegada, ya que es un material resistente de igual o mayor resistencia que el hormigón de la zapata, rígido y con la superficie corruga, la cual ayuda a la adherencia para efectuar una buena unión entre la superficie estructural y la cimentación.

Trabaja muy bien como empotramiento.



Detalle 2. Cimentación por vainas. Fuente: Propia.



Ilustración 3. Cimentación por vainas. Fuente: Propia.

- Cimentación atornillada.

Esta cimentación se utiliza en terrenos rocosos y cuando hay que reducir el canto considerablemente. Su ejecución es mucho más rápida que la cimentación por vainas pero a la misma vez aún es más precisa que esta ya que tiene que conectar todo bien a la hora de atornillar.

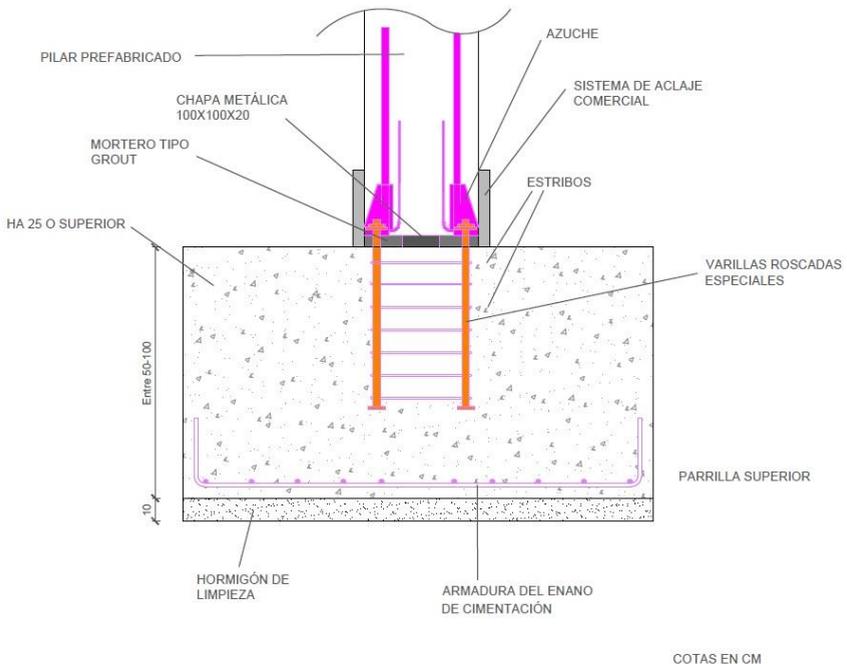
Esta cimentación se centra únicamente en dos elementos, el azuche y los pernos de anclaje.

El azuche se coloca en los encofrados del pilar para que una vez vertido el hormigón de éste, se quede embebido en el pilar. Se conectan a la misma armadura del pilar.

Los pernos de anclaje para una buena conexión cuentan con dos tuercas y dos arandelas. Para colocar estos tornillos

hay que utilizar plantillas con agujeros y tener marcado el eje del pilar, ya que el margen de error es de 3 o 4 mm.

A la hora de verter el hormigón es necesario que las tuercas y arandelas se aislen con plásticos. En su colocación, una vez apretadas todas las tuercas y aplomado el pilar, se rellenarán todas las juntas de mortero tipo grout.



Detalle 3. Cimentación atornillada. Fuente: Propia.



Ilustración 4. Cimentación atornillada. Fuente: Prevalesa.

- Cimentación con chapa base.

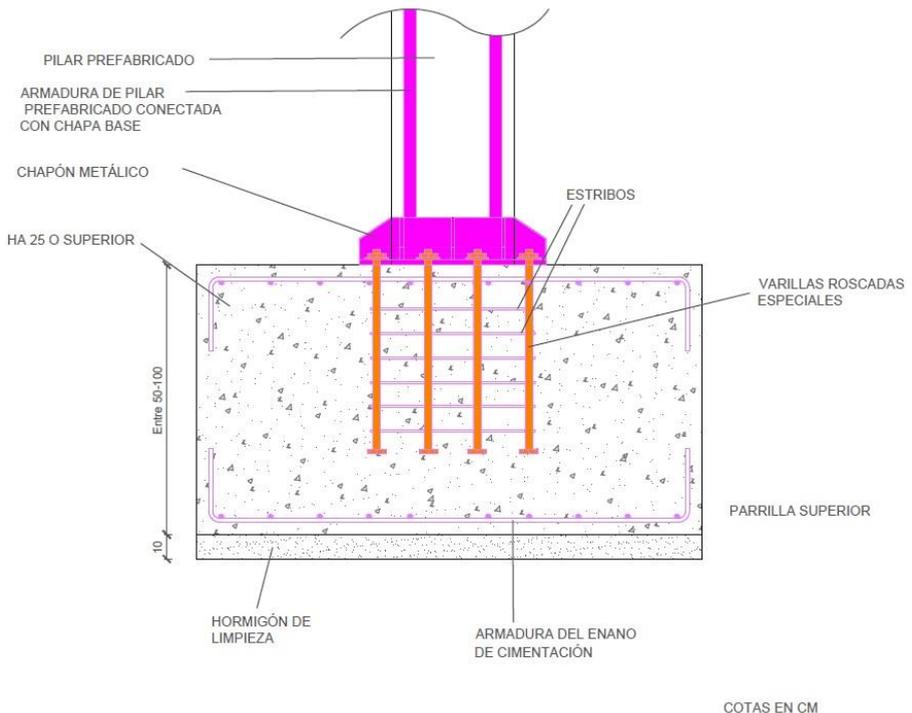
Con esta cimentación no hay que hormigonar nada in situ. Consta de una placa base a la que se atornilla a la placa de la cimentación.

Su ejecución es mucho más rápida que las anteriores en obra, pero hay que tener mucha precisión para que los tornillos coincidan. Para ello se utilizarán plantillas con agujeros, al igual que en la cimentación atornillada y se tendrá marcado el eje del pilar en la placa de la cimentación.

La chapa base suele ser acartelada, y una ejecutadas todas las cimentaciones del pilar, esta placa base se queda

embebida en la solera de la estructura posteriormente ejecutada.

Ésta solución es poco utilizada en hormigón prefabricado. Es una solución mayoritariamente adoptada cuando se trata de estructura metálica.



Detalle 4. Cimentación con chapa base. Fuente: Propia.



Ilustración 5. Cimentación con chapa base. Fuente: Bibliografía 1

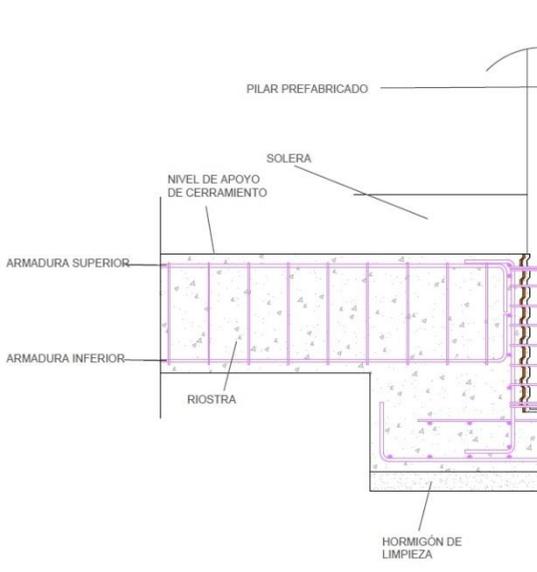
➤ Riostras.

Se utilizan estas vigas riostras sólo cuando existen terrenos con baja capacidad portante o se encuentran bajo fuerzas sísmicas. Sino ocurre algunas de éstas circunstancias, no es necesaria la utilización de ellas, además en las naves industriales de hormigón prefabricado y cerramiento de hormigón prefabricado es necesaria la utilización de éstas para su apoyo.

La riostra será “in situ” y dependerá de diversos factores, entre ellos la carga que deberá soportar, la disposición según el tipo de cerramiento que se utilice, la morfología de la zapata, etc.

Trabajan a flexo-tracción y se ejecuta a la misma vez que las zapatas y con el mismo material.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA



Detalle 5. Viga riostra. Fuente: Propia.



Ilustración 6. Viga riostra. Fuente: Propia.

5.1.2. Elementos lineales

➤ Pilares

Los pilares son elementos estructurales en los que una dimensión predomina sobre las otras dos, trabajan a compresión y flexión por el viento y tienen la función de transmitir las cargas de la estructura a la cimentación.

Pueden tener diferentes secciones, cuadrada, circular, etc. Y están formados por tres partes, el empotramiento, el cuerpo o fuste y la cabeza.

El empotramiento es la parte del pilar que se introduce dentro de la zapata, esa longitud se calcula según las dimensiones del pilar. El cuerpo o fuste es la parte intermedia entre el empotramiento y la cabeza del pilar, aquí se pueden situar ménsulas que ayudan a soportar las cargas. La cabeza del pilar es la también llamada coronación, donde se apoya la estructura de la cubierta.

En función de la colocación que tengan estos pilares se pueden denominar como: Pilares laterales, centrales, testero, esquina, etc.

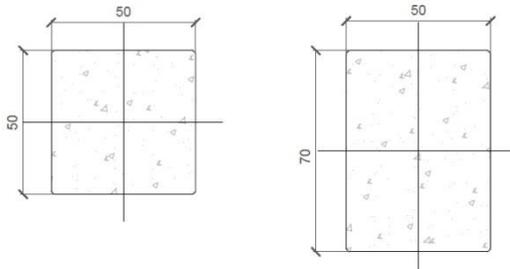
Las secciones de los pilares más utilizadas son las cuadradas y rectangulares, con estas secciones hay mayor facilidad de fabricación, montaje y a la misma vez trabajo y además son las que mejor trabajan y más económicas son.

Sin embargo, también hay proyectos que requieren la utilización de secciones con ranuras, en las cuales se introduce el cerramiento. Estas secciones son más caras, ya que dependen de la mano de obra y de los medios utilizados.

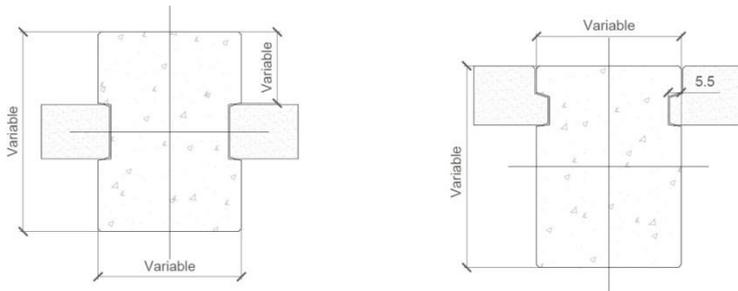
Tabla 3. Pilares de sección cuadrada y rectangular más utilizados. Fuente: Propia.

PILARES				
PILAR	PESO MEDIO (Kn/ml)	HORMIGÓN	ACERO	RESISTENCIA AL FUEGO
30 X 30	2,18	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	R 90, R 120, R 180, R 240
30 X 40	3	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
30 X 50	3,29	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
40 X 40	3,37	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
40 X 39	3,12	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
40 X 44	3,76	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
40 x 50	4,38	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
40 x 60	5,29	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
50 x 50	5,75	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
50 x 60	7,39	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
50 x 70	8,67	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
60 x 60	8,95	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	
66 x 66	10,89	HA-35 / F / 20 / IIa HP 50	B 500 S	

A continuación vamos a ver en planta algunos de los pilares más utilizados se sección cuadrada y rectangular, con ranuras y sin ranuras, y otros menos utilizados con diferentes formas geométricas.



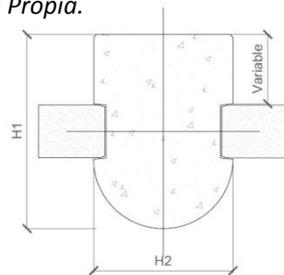
Detalle 6. Ejemplos de pilares sección cuadrada y rectangular. Fuente: Propia



Detalle 7. Pilar con pestañas. Fuente: Propia.

Tabla 4. Pilar circular con pestañas. Fuente: Propia.

PILARES REDONDOS CON PESTAÑA				
H1 cm	40	50	60	70
H2 cm	40	40	40	40



Detalle 8. Pilar circular con pestañas. Fuente: Propia.

Los pilares también tienen la característica de adaptar la cabeza dependiendo del tipo de viga al que van a sustentar. A continuación se muestran algunos ejemplos de éstas:



Ilustración 7. Cabezas de pilares. Fuente: Tecnycontra.

Estos pilares pueden alcanzar alturas de hasta 25m que se utilizan en edificios comerciales y entreplantas, para alcanzar estas alturas se puede llegar mediante una sola pieza, un pilar, o mediante la unión de dos pilares, ya que existe gran variedad de empalmes de pilares.

Para edificios de una sola planta con altura de 12m, se utilizan pilares prefabricados que disponen de ménsulas donde se requiera para poder así apoyar el forjado donde se crea conveniente o las vigas. De este modo, los esfuerzos pasan a los pilares y de este a la cimentación. Se pueden fabricar con el número de ménsulas deseado, además de que se pueden situar en cualquiera de las cuatro caras del pilar.

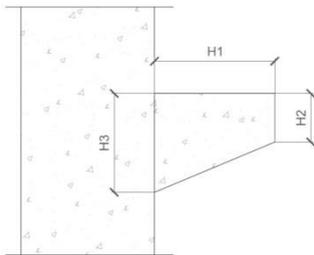
Por tanto, las vigas se pueden unir al pilar por medio de la cabeza del pilar o por medio de ménsulas que se pueden adaptar a la altura deseada, también hay otras soluciones menos utilizadas que son

cajeados, o en casos especiales con una chapa metálica embebida dentro del pilar.

En cuanto a estas uniones, tanto en la cabeza del pilar como en ménsulas, se pueden realizar a través de apoyos o pueden conseguirse los empotramientos, los llamados nudos rígidos.

Éste tipo de uniones ya las veremos más adelante.

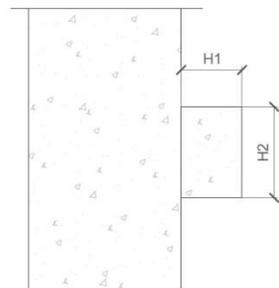
Las ménsulas que podemos encontrar en cualquier casa comercial son las siguientes:



Detalle 9. Ménsula tipo 1.
Fuente: Propia.

Tabla 5. Dimensiones de ménsulas tipo 1. Fuente: Propia.

MENSULAS TIPO 1								
H1 cm	20	25	25	35	40	35	47	120
H2 cm	20	25	25	35	35	40	26	20
H3 cm	30	40	30	50	50	60	50	75



Detalle 10. Ménsula tipo 2.
Fuente: Propia.

Tabla 6. Dimensiones de ménsulas tipo 2. Fuente: Propia.

MENSULAS TIPO 2			
H1 cm	15	20	25
H2 cm	30	30	30

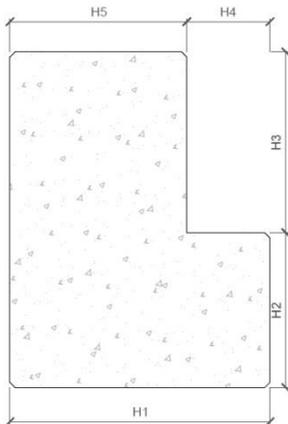
➤ Vigas

Las vigas soportan esfuerzos a flexión mayoritariamente, sirve como elemento de apoyo para forjados, cubierta, etc. Recibe las cargas de éstos y las transmite a los pilares para que estos las conduzcan hacia la cimentación.

Existen dos tipos de vigas:

- Vigas de carga
- Vigas de cubierta.

Vigas de carga



Detalle 11. Viga tipo L. Fuente: Propia.

Tabla 7. Dimensiones viga tipo L. Fuente: Propia.

TIPO L				
H1 cm	66	50	40	32
H2 cm	30/25/20			
H3 cm	25-35			
H4 cm	16			
H5 cm	50	34	24	16

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA



Tabla 8. Dimensiones viga tipo T invertida.
Fuente: Propia.

TIPO T INVERTIDA			
H1 cm	66	50	40
H2 cm	45/30/25/20	30/25/20	
H3 cm	25-35		
H4 cm	16		
H5 cm	34	18	8
H6 cm	16		

Detalle 12. Viga tipo T invertida. Fuente: Propia.

A continuación veremos las vigas prefabricadas que hay que terminar de hormigonar “in situ”.

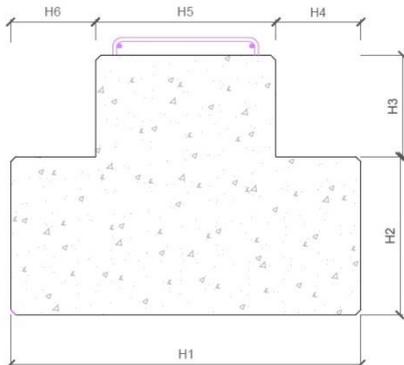


Tabla 9. Dimensiones viga tipo T insitu.
Fuente: Propia.

TIPO T INVERTIDA			
H1 cm	66	50	40
H2 cm	45/30/25/20	30/25/20	
H3 cm	25-35		
H4 cm	16		
H5 cm	34	18	8
H6 cm	16		

Detalle 13. Viga tipo T invertida Insitu. Fuente: Propia.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

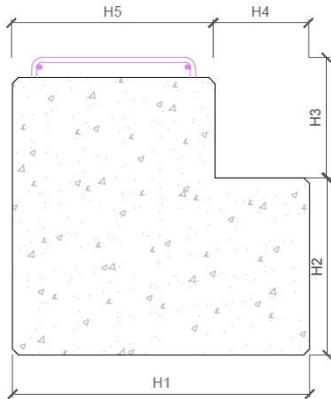


Tabla 10. Dimensiones Viga tipo L Insitu.

Fuente: Propia.

TIPO L				
H1 cm	66	50	40	32
H2 cm	30/25/20			
H3 cm	25-35			
H4 cm	16			
H5 cm	50	34	24	16

Detalle 14. Viga tipo L Insitu. Fuente: Propia.

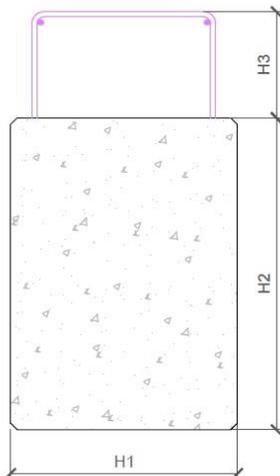


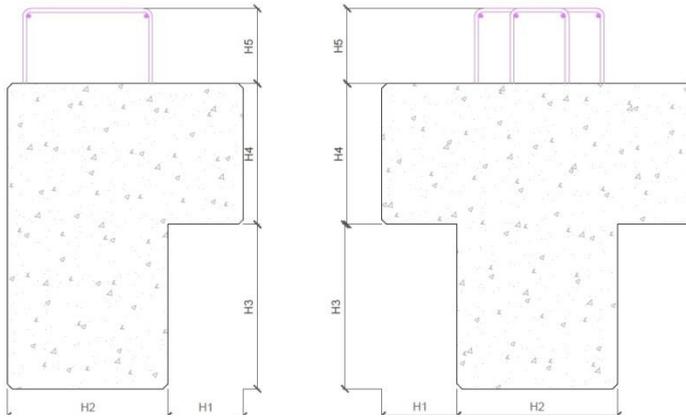
Tabla 11. Dimensiones viga rectangular.

Fuente: Propia.

VIGAS RECTANGULARES	
H1 cm	30/40
H2 cm	40/50/60/70/80/90/110/120
H3 cm	Canto Forjado

Detalle 15. Viga rectangular. Fuente: Propia.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

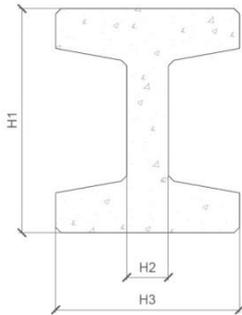


Detalle 16. Viga tipo T y L invertida. Fuente: Propia.

Tabla 12. Dimensiones viga tipo T y L invertida. Fuente: Propia.

	TIPO L INVERTIDA	TIPO T
H1 cm	17,5	
H2 cm	40	
H3 cm	50	
H4 cm	25	30
H5 cm	Canto forjado	

Por último encontramos las vigas en I, las cuales tienen variedad de formas y dimensiones, además de vigas de grada las cuales en las naves industriales no suelen utilizarse.



Detalle 17. Viga I. Fuente: Propia.

Tabla 13. Dimensiones Viga I. Fuente: Propia.

VIGAS I	
H1 cm	60/80/100/120
H2 cm	20
H3 cm	70

Vigas de cubierta

Las vigas peraltadas están diseñadas para conseguir grandes luces en naves industriales y cubiertas a dos aguas. La dimensión de estas vigas puede llegar desde los 8m hasta los 40m con una pendiente de 6% a 12%.

Éstas vigas trabajan a flexión en posición horizontal y generalmente para su fabricación utilizan un hormigón HP-45/F/20/IIa con una resistencia al fuego de R60/R90/R120.

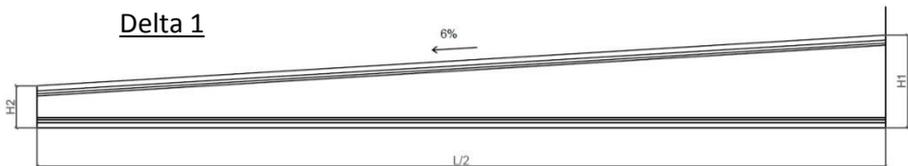
A continuación, veremos dos tipos de geometría diferente que se pueden dar en las vigas peraltadas o también llamadas vigas delta.

La primera viga tiene la pendiente mínima del 6% y puede llegar hasta la longitud máxima de 40m.

En la segunda viga veremos un cambio de sección por la zona de apoyo de ésta y cuenta con una pendiente del 7%, llegando hasta una longitud máxima de 34m.

Existen muchos más tipos de vigas deltas o peraltadas en cuanto a su geometría, pendiente y dimensiones que pueden tomar.

Otra opción para obtener grandes luces en naves industriales es la de utilizar cerchas armadas, las cuales aligeran el peso pero no son habituales en la actualidad en hormigón prefabricado.



Detalle 18. Viga delta 1. Fuente: Propia.

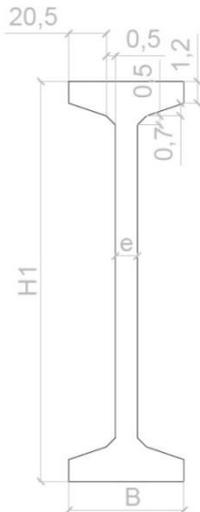
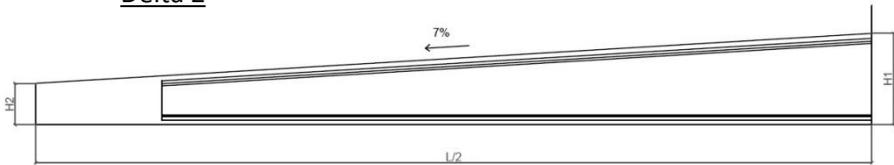


Tabla 14. Dimensiones Delta 1. Fuente: Propia.

VIGA DELTA TIPO 1				
L (m)	H1 (m)	H2 (m)	B (cm)	e (cm)
33 a 37	2	1,01 a 0,89	63	12
37 a 43	2,2	1,09 a 0,91	63	12

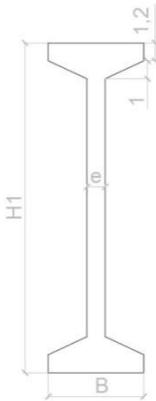
Detalle 19. Sección Viga delta 1. Fuente: Propia.

Delta 2



Detalle 20. Viga delta 2. Fuente Propia

Tabla 15. Dimensiones viga delta 2. Fuente: Propia.



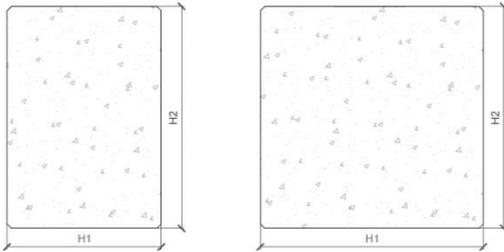
VIGA DELTA TIPO 2				
L (m)	H1 (m)	H2 (m)	B (cm)	e (cm)
11 a 17	1,185	0,8 a 0,59	45	8
17 a 23	1,395	0,8 a 0,59	45	8
20 a 26	1,5	0,8 a 0,59	45	8
25 a 27	1,64	0,765 a 0,695	45	8
27 a 32	1,71	0,765 a 0,59	45	8
32 a 34	1,92	0,8 a 0,73	50	13

Detalle 21. Sección viga delta 2. Fuente: Propia.

Otras vigas de cubiertas son más adecuadas para resolver situaciones con luces más pequeñas.

Estas vigas pueden ser las vigas rectangulares y vigas piñón que consiguen la pendiente a través de la altura de los pilares. Éstas son sus dimensiones y formas:

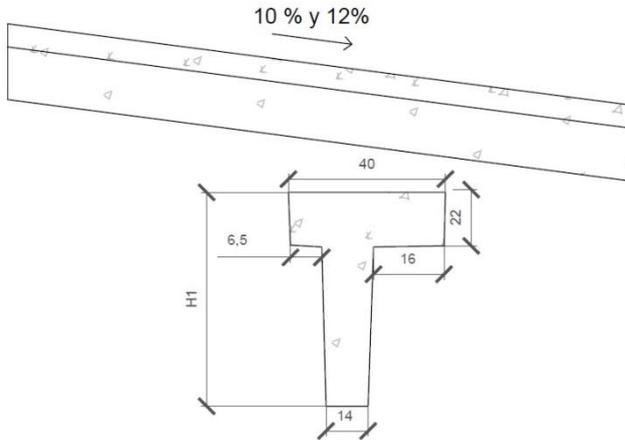
CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA



Detalle 22. Vigas rectangulares. Fuente: Propia.

Tabla 16. Dimensiones vigas rectangulares. Fuente: Propia.

VIGAS RECTANGULARES	
H1 cm	30/40
H2 cm	40/50/60/70/80/90/110/120



Detalle 23. Viga piñón. Fuente: Propia.

Tabla 17. Dimensiones viga piñón. Fuente: Propia.

VIGA PIÑÓN			
H1 cm	50	60	70

También podemos contar con vigas en forma de I.

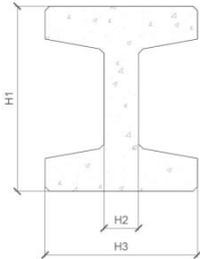
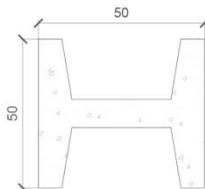


Tabla 18. Dimensiones viga I. Fuente: Propia.

VIGAS I	
H1 cm	60/80/100/120
H2 cm	10
H3 cm	40

Detalle 24. Viga I. Fuente: Propia.

Las vigas canal tienen forma de H y pueden apoyar en la orejeta del pilar o directamente sobre las vigas delta.



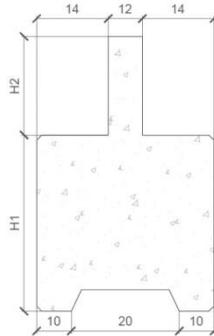
Detalle 25. Viga canal. Fuente: Propia.

Para determinar el límite entre dos espacios se utilizan las vigas divisorias. Esta es una de las formas geométricas que existen.

Tabla 19. Dimensiones viga divisoria. Fuente: Propia.

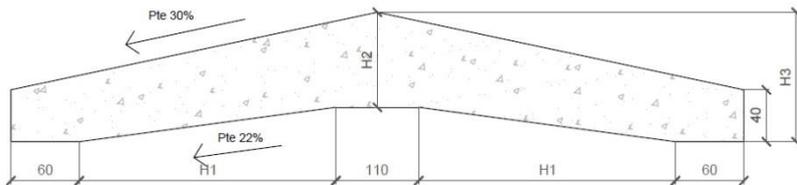
VIGA DIVISORIA	
H1 cm	40/50/60/70/80/90/100
H2 cm	Canto vigueta

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA



Detalle 26. Viga divisoria. Fuente: Propia.

Las vigas quebradas son las idóneas para resolver luces de pequeña y mediana distancia. Tiene las siguientes dimensiones:



Detalle 27. Viga quebrada. Fuente: Propia.

Tabla 20. Dimensiones viga quebrada. Fuente: Propia.

VIGAS QUEBRADAS											
H1 cm	185	235	285	335	385	435	485	535	585	635	685
H2 cm	89,5	93,5	97,5	101,5	105,5	109,5	113,5	117,5	121,5	125,5	129,5
H3 cm	130	145	160	175	190	205	220	235	250	265	280

Además de las vigas de cubierta, también hay que destacar las correas que apoyan sobre estas vigas que son un elemento muy importante de la cubierta, ya que apoyan sobre las vigas y sostienen el elemento de cubrición de la cubierta. Suelen utilizarse dos tipos de correa que son los siguientes:

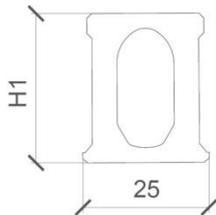
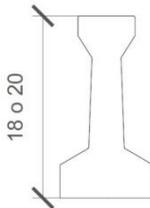


Tabla 21. Dimensiones correas tubulares. Fuente: Propia.

CORREAS TUBULARES	
H1 cm	20/25/30/35/40

Detalle 28. Correa tubular. Fuente: Propia.



Detalle 29. Vigueta simple. Fuente: Propia.

5.1.3 Elementos superficiales planos.

Existen dos tipos de forjados utilizados en construcción mediante elementos prefabricados, los forjados de viguetas y los forjados de losas alveolares. El más utilizado en naves industriales es el forjado de placas alveolares ya que cumple las características de cubrir grandes luces y soportar cargas importantes.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

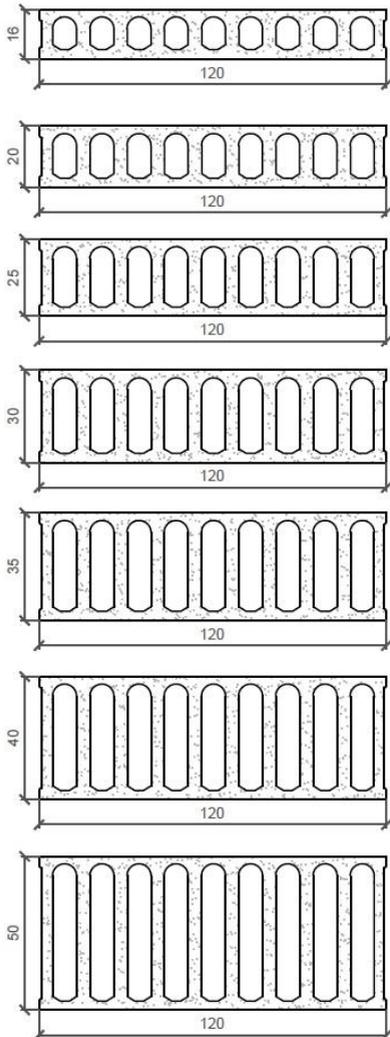


Tabla 22. Dimensiones placas alveolares. Fuente: Propia.

PLACA ALVEOLAR							
CANTO cm	16	20	25	30	35	40	50
PESO (KN/m ²)	2,98	3,33	3,78	4,22	4,9	5,59	6,46
RESIST. FUEGO	REI 30. REI 60, REI 90, REI 120.						

Detalle 30. Losas alveolares. Fuente: Propia.

5.2. ELEMENTOS DE CERRAMIENTO

Los elementos de cerramiento son paneles de hormigón prefabricado que están formados por hormigón armado, tiene las características de resistencia al fuego, aislante térmico y acústico y una gran resistencia.

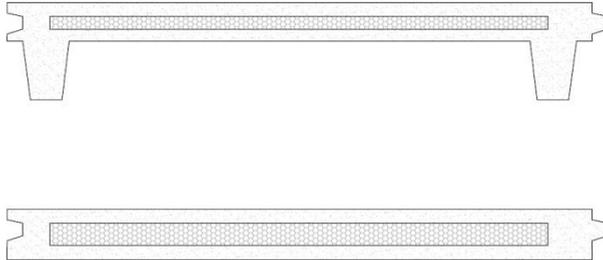
A parte de estas características mecánicas posee muchas otras, como la durabilidad, la variedad de acabados que tiene, además de las características de todos los elementos prefabricados, rapidez de ejecución, poca o nula existencia de escombros, variedad en el diseño, ausencia de andamios, etc.

Normalmente estos paneles soportan el peso propio y los empujes que ofrece el viento, no forman parte de la estructura del edificio que se vaya hacer, por tanto se podría suprimir sin afectar a la estabilidad de la estructura.

Se pueden clasificar según los siguientes criterios:

- Por su geometría
- Por su aislamiento
- Por su acabado
- Por su colocación

Por su geometría, podemos encontrarnos paneles nervados y paneles lisos.



Detalle 31. Paneles de cerramiento. Fuente: Propia.

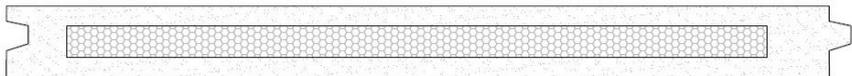
Por su aislamiento, encontramos los paneles macizos, paneles sándwich y paneles bicapa o de doble piel.

El panel macizo está formado únicamente por hormigón armado.



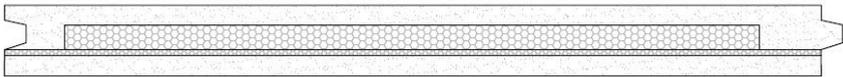
Detalle 32. Panel macizo. Fuente: Propia.

El panel sándwich está formado por hormigón armado y una gran parte de su superficie interior por material aislante. Hay que tener en cuenta que al ser placas de hormigón independientes pueden quedar puentes térmicos.



Detalle 33. Panel sandwich. Fuente: Propia.

Por último los paneles bicapa están formados por dos hojas de hormigón que se sitúan en el interior y en exterior del panel y son fabricadas por separado. De esta forma hay posibilidad de utilizar materiales diferentes, lo cual es una ventaja, pero tiene varias desventajas por su mayor número de conexiones, difícil transporte y almacenamiento.



Detalle 34. Panel bicapa. Fuente: Propia.

Por otra parte existen diferentes tipos de acabados superficiales:

- Paneles lisos en la cual la cara del molde se queda pulida y las otras caras tienen un acabado liso pero más tosco.
- Paneles rayados por la cara en la que no está el molde, se realiza cuando aún está el hormigón fresco.
- Paneles lavados, estos paneles se pueden lavar con agua a presión o con arena a presión. Estos lavados se realizan por la cara que da al molde ya que anteriormente se le ha aplicado un retardador de fraguado. Cuando se realiza el lavado con agua se consigue que el árido seleccionado quede visto, cuando se realiza con lavado de arena, además de conseguir que el árido quede visto, también se consigue un desgaste de ese árido.

- Paneles con relieve, se consiguen mediante gomas que se colocan en el fondo del molde, consiguiendo así un dibujo en el hormigón.



Ilustración 8. Tipos de acabados superficiales de paneles. Fuente: Propia.

Por su colocación encontramos los paneles verticales y los paneles horizontales.

Los paneles verticales tienen la mayor dimensión en sentido vertical. Descargan el peso propio en un apoyo, ya sea un forjado una viga riostra, etc. Además tienen que estar sujetos por la parte superior por una viga.



Ilustración 9. Paneles verticales. Fuente: Propia.

Los paneles horizontales se sujetan a los pilares, por tanto la modulación de éstos deben de coincidir con el intereje de los pilares.



Ilustración 10. Paneles horizontales. Fuente: Propia.

6. DISEÑO DE LA NAVE

Para poder realizar el diseño de la nave se tendrán que fijar unos requisitos del proyecto anteriores a la proyección de esta y posteriormente darle forma a la idea general que tengamos de la obra.

Se deben seguir las siguientes etapas para poder proporcionar a la empresa prefabricadora que se vaya a contratar la información suficiente para poder desarrollar el proyecto adecuado a su material.

Lo primero que se tendrá que tener en cuenta es la situación que tendrá la nueva nave y las normativas que rigen en el lugar elegido, a la misma vez se pensará las dimensiones óptimas y deseadas que tendrá la futura construcción.

La nave que vamos a diseñar se situará en el polígono industrial de Bugarra, el cual está en proceso de reparcelación ya que se ha aprobado recientemente el plan parcial. Por lo tanto ha sido imposible ubicar la futura nave en una parcela concreta ya que estas no existen en la actualidad. No por ello se ha dejado de lado la normativa vigente de este plan parcial. Facilitada por el ingeniero industrial del ayuntamiento de Bugarra, la encontramos en el Anexo 1.

Por otro lado, se ha pensado el realizar una nave de 4000m² debido a que se trata de un pueblo con pocos habitantes que viven del sector de la agricultura, teniendo así dos empresas más destacadas por encima del resto que son las potenciadoras de este plan parcial, y que por tanto, debido al sector que pertenecen necesitan naves de estas dimensiones.

Una vez estudiadas las normas exigidas y pensadas las dimensiones se comenzará el diseño de la nave industrial. Las pautas necesarias para poder desarrollar un proyecto adecuado son las siguientes:

- Distribución de las plantas y comunicaciones tanto verticales como horizontales.
- Distribución de la cuadrícula de pilares y luces de la planta.
- Elección del sistema estructural.
- Distribución del cerramiento de fachada.
- Distribución interior de planta de oficinas.

Para el diseño de las naves industriales también hay que tener en cuenta otros factores que influyen en la construcción de esta:

- Previsiones de ampliaciones.
- Accesos tanto de personas como de vehículos.
- Utilización de iluminación natural o artificial.
- Situación de oficinas y servicios para personal.
- Diseño para condiciones particulares de incendio o explosión.
- Tipo de cubierta.
- Coste.
- Etc.

El sistema que se suele utilizar para este tipo de estructuras industriales es mediante el sistema tradicional de nudos articulados.

En este sistema los pilares están empotrados a la cimentación, en este caso zapatas arriostradas, resistiendo los empujes horizontales del

viento que transmiten los paneles de fachada, además del peso propio de la estructura, momentos provocados por el apoyo de las vigas y el peso adicional proveniente de la cubierta.

Se realizará una cubierta deck a dos aguas, con una pendiente del 6% proporcionada por las vigas peraltadas y por las vigas piñón colocadas en los frentes de fachada. Sobre estas vigas irán apoyadas las correas tubulares, las cuales tendrán la función de resistir los esfuerzos provenientes de la cubierta y transmitir estos esfuerzos a las vigas principales de la cubierta (vigas peraltadas).

Como indicaciones de dimensiones prácticas se pueden tomar las siguientes:

- Las luces pueden estar entre 8 y 50 metros. En la nave que realizaremos, las luces entre pilares donde apoyaran las vigas peraltadas serán de 40m, y las luces entre pilares que apoyaran las vigas piñón serán de 10m.
- La separación entre pórticos puede abarcar de 4 a 12 metros utilizando correas tubulares, en nuestra construcción utilizaremos correas de 10m.
- Las alturas se encuentran entre 3 y 20 metros. Los pilares perimetrales que construiremos tendrán 10 metros de altura. También utilizaremos 8 pilares de 3,30 metros de altura para un forjado intermedio que colocaremos con la intención de situar ahí las oficinas. La sobrecarga de este forjado para oficinas será de 400 a 500 kp/m^2 .

Todo este conjunto estructural se estabiliza debido a que los pilares trabajan como voladizo ya que están empotrados en la cimentación. La acción del viento que impacta sobre los paneles de fachada es resistida por la propia estructura o por las fachadas longitudinales.

La unión entre la cubierta y las correas o vigas secundarias se realizan para resistir todos los esfuerzos que provienen de su plano. De esta forma, gracias a las uniones, las cargas se distribuyen uniformemente por todos los pilares. Esta forma de trabajar en conjunto se denomina actuación como diafragma.

Cuando la cubierta es ligera, no es posible que actúe de esta forma por sí misma, por tanto, la acción del viento será soportada por las vigas piñón y posteriormente se transmitirán a los pilares.

7. PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS ELEMENTOS.

Las instalaciones del proceso de fabricación pueden estar al aire libre o en taller cerrado, pueden fabricarse en pie de obra o en taller y además se pueden distinguir entre tres tipos de fabricación. Fabricación fija, fabricación deslizante y fabricación en cadena.

Los criterios para elegir el tipo de fabricación más óptimo son los siguientes:

- El tamaño de piezas a fabricar y la extensión de cada serie.
- Si es armadura pretensada o no.
- Tipo de piezas que se quieren fabricar.
- El material y la estructura de los elementos.

Por otro lado, el proceso de fabricación de los elementos prefabricados se inicia con la realización de las planillas de cada uno de los elementos que vamos a fabricar y la llegada de éstas al departamento de producción.

Una vez estudiados los elementos que se tienen que fabricar, se ajusta esa fabricación al tiempo que se dispone hasta su transporte a obra, y se comienza con la fabricación de éstos.

1. Preparación de los moldes.

2. Cortado del acero, armado y pretensado en su situación correspondiente.
3. Preparación del hormigón y hormigonado de los elementos.
4. Compactación y endurecimiento del hormigón.
5. Desmoldeo de los elementos. Curado y almacenamiento de los mismos.

La primera tarea o la última que se debe realizar con los moldes es la limpieza de éstos mediante medios manuales para eliminar cualquier resto de hormigón que haya podido quedar en el anterior proceso. Posteriormente se realiza la imprimación del molde en su totalidad, se pulveriza con una pistola a presión desencofrante.

Para la preparación del acero, primero se realizan las planillas y posteriormente pueden pasarse esas planillas a una empresa externa para que ellos sean quien preparen la armadura o se puede preparar esa armadura en el mismo taller (se realiza cuando la empresa es grande).



Ilustración 11. Estribadora. Fuente: Propia.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA



Ilustración 12. Taller de armaduras. Fuente: Propia.



Ilustración 13. Dobladora de armaduras. Fuente: Propia.

Para la preparación del hormigón se requiere de la instalación de hormigonado, la cual puede ser automática o semi-automática. Se introducen en la maquina la dosificación de los componentes y ella misma gestiona el proceso. La instalación del hormigonado tiene varias partes.

Donde se encuentran ubicados los materiales que conforman el hormigón por separado, normalmente en silos y depósitos.



Ilustración 14. Instalación de hormigonado. Fuente: Propia.

Los silos de áridos es conveniente que se ubiquen en sótanos para una temperatura estable al igual que los silos de arena.

En la cabina de control se pueden regular la dosificación de los componentes que posteriormente se mezclan en la báscula-mezcladora. Una vez ya dispuestos todos los componentes y porcentajes de aditivos, comienza el amasado.

Mientras se va mezclando, amasando y realizando el hormigón con las dosificaciones deseadas, se va colocando la armadura en los moldes, este proceso de colocación de armadura lo especificaremos más adelante ya que varía según el elemento que estemos fabricando.

Una vez realizado el hormigón, este se transportara a los moldes mediante, una cinta transportadora, un cubilote suspendido o una vagoneta mono-carril. Con la cinta transportadora se consigue una dosificación muy exacta y se utiliza para distancias cortas, con el

cubilote suspendido se requiere gran altura para poder elevar este sobre los moldes y con la vagoneta mono-carril se necesita más espacio transversal, pero dispone de gran capacidad y alcanza largas distancias, ésta última solución es la más viable.



Ilustración 15. Cubilote hormigonado y vagoneta mono-carril. Fuente: Propia y Bibliografía 1.

Una vez hormigonado se realiza la compactación del hormigón para obtener el perfecto estado de la masa, para ello hay que quitar el aire que contiene en su interior pero sin que se llegue a producir una segregación de la masa. Esta compactación puede realizarse con:

- Mesas vibratorias. Buenas para los paneles armados.
- Vibradores de inmersión o de aguja. Deben sumergirse rápida y profundamente.
- Vibradores de encofrados. Se utilizan para la compactación de elementos lineales como pilares y vigas.

- Vibradores de superficies. Se utilizan para la superficie de los paneles.



Ilustración 16. Mesa vibratoria. Fuente: Propia.

Posteriormente, en el fraguado y curado del hormigón es importante el mantenimiento de humedad. Los principales procesos de curado del hormigón son los siguientes: protección con láminas de plástico, riego con agua, protección con materiales humedecidos y aplicación de productos que formen membranas de protección. Éstos procesos pueden combinarse y también se pueden utilizar procesos aceleradores del curado, por túnel de vapor, utilización de mantas...sea el método que sea la temperatura en el hormigón nunca podrá superar los 70º para que no se produzcan fisuraciones en el hormigón.

Una vez curado el hormigón, comienza el desmoldeo de los elementos y su conservación y almacenamiento.

El desmoldeo depende del elemento fabricado, el tipo de molde con el que se ha ejecutado y su naturaleza. Sea cual sea habrá que tener en cuenta el peso propio del elemento, las posibles sobrecargas, la adherencia con el molde y habrá que comprobar en todo momento la resistencia de este, evitando en cualquier manipulación de la pieza que se produzcan daños.

Para el acopio de los elementos, puede realizarse en el interior o en el patio de la nave y se clasifican según el gusto de la empresa, se suelen utilizar las grúas para trasportarlos o también apiladoras de horquilla y grúas-pórtico.

La forma de acopiarse depende del elemento fabricado, así como las vigas rectangulares, pilares y correas se realiza mediante cabirones de madera, nivelándolos correctamente, los elementos de cerramiento se colocan en una estructura llamada peine que permiten su posición horizontal.

Para todos los elementos hay que tener en cuenta tres aspectos a la hora de acopiarse:

- Que se acopien en el lugar más cercano a su posición definitiva.
- Que la pieza trabaje de la misma forma que trabajará en la obra.
- Que las condiciones del terreno sean las apropiadas para el acopio.



Ilustración 17. Acopio losas alveolares. Fuente: Propia.

7.1. FABRICACIÓN PRETENSADA PARA PREFABRICADOS LIGEROS

Pese a que el criterio de realización de los prefabricados es el mismo, existen variaciones que describiremos a continuación.

Son los elementos pretensados como las losas alveolares o las viguetas pretensadas, que se realizan a través de bancadas de pretensado con 1,80m de anchura y 170m de longitud aproximadamente. El proceso es el siguiente:

1. Limpieza del lecho.

Existe maquinaria que dispone de unos rodillos de limpieza que mediante rozamiento con la superficie del lecho arrancan los fragmentos de hormigón y los aspira.



Ilustración 18. Máquina de limpieza de lecho. Fuente: Propia.

2. Preparación de bobinas de acero.

Se disponen de bobinas o rollos de acero que se pasa el acero por dispositivos de sujeción y posteriormente es cortado a medida.



Ilustración 19. Bobinas de acero. Fuente: Propia.

3. Distribución del acero.

Se disponen de bobinas o rollos de acero que se pasa el acero por dispositivos de sujeción y posteriormente es cortado a medida.



Ilustración 20. Plancha de fijación en yugo de tensión. Fuente: Propia.

4. Tensado.

Una vez se encuentren todos los cables sujetos con sus correspondientes cuñas se tesan o lo que es lo mismo se estiran mediante un gato hidráulico. Una vez tensados todos los cables, se cortan los tramos sobrantes.



Ilustración 21. Gato hidráulico. Fuente: Propia.

5. Hormigonado.

Para el hormigonado, hay que transportar el hormigón según las instalaciones de la empresa fabricante (cubilote, cinta transportadora, vagoneta mono-carril) hasta la moldeadora, la cual tiene varios moldes según el elemento que queramos fabricar y realiza las funciones de dosificación, moldeado, vibrocompactación y acabado. También tiene la función de gotear desencofrante mientras se desplaza.



Ilustración 22. Máquina moldeadora de losas alveolares. Fuente: Propia

6. Endurecimiento y curado.

Se dispone de unas lonas o plásticos protectores en todo el carril para mejorar el proceso de calentamiento del lecho. No deben quitarse hasta que se haya alcanzado la resistencia del hormigón y se vayan a cortar los elementos. Tardan de 40-48h en verano y 72h en invierno.



Ilustración 23. Lona protectora. Fuente: Propia.

7. Corte, transporte y almacenamiento.

Una vez el tiempo de endurecimiento a concluido y se han alcanzado las resistencias se procede al corte de las piezas según las medidas oportunas. Posteriormente se transportarán los elementos al lugar del almacenamiento mediante la grúa-puente o la vagoneta de transporte.



Ilustración 24. Cortadora manual y eléctrica de losas alveolares. Fuente: Propia.



Ilustración 25. Pinzas para transporte y acopio de losas alveolares. Fuente: Propia.

7.2. FABRICACIÓN PRETENSADA PARA PREFABRICADOS PESADOS.

El proceso de fabricación de las vigas de sección variable es un proceso entre el pretensado y el armado, se realiza también en bancadas formadas por un perfil de hierro longitudinal que se apoya sobre perfiles de acero.

El primer paso es limpiar el molde con desencofrante, tanto la bancada, como los moldes laterales y los cabezales de tesado. Posteriormente se prepara la armadura pasiva y la armadura para su izado y transporte en los moldes ya preparados y se pone uno de los moldes laterales vibratorios. Una vez colocada la ferralla se procede al despliegue de los tendones de tesado hasta llegar al cabezal donde se anclan y se tesan con las cabezas o yugos de tensión. Posteriormente se colocara la otra parte del encofrado vibratorio que falta y se hormigonará la pieza, una vez alcanzado la resistencia óptima con el proceso de curado se destensaran los cables y se quitarán los encofrados. Por último con el puente-grúa y las armaduras para su izado y transporte se colocarán las piezas en el lugar de acopio.



Ilustración 26. Armado y encofrado de viga de sección variable. Fuente: Biblio 2.

7.3. FABRICACIÓN DE ELEMENTOS ARMADOS

7.3.1. Fabricación de soportes y vigas.

El método de fabricación de estos dos elementos es el mismo, salvo en el armado que cada elemento debe resistir unos esfuerzos diferentes, la viga esfuerzos de flexión y los soportes de pandeo y compresiones. El proceso de fabricación es el siguiente:

1. Preparación del banco de trabajo.

Es necesaria la limpieza del banco y la imprimación total del banco y los encofrados con desencofrante, mediante una pistola pulverizante.

2. Elaboración del armado y colocación.

La armadura puede realizarse en los talleres de la propia empresa o encargarla a otra. Se dispondrá la armadura en caballetes para comprobar que está bien realizada y posteriormente se colocará en los moldes con separadores.

Hay que tener en cuenta algún elemento que permita el transporte de las piezas, como puede ser un bulón metálico. Y las placas de anclaje para su unión en obra.



Ilustración 27. Caballetes para la armadura. Fuente: Propia.



Ilustración 28. Armadura de pilar con ménsula. Fuente: Propia.



Ilustración 29. Armadura de viga. Fuente: Propia.

3. Hormigonado

Este proceso es igual que en los elementos pretensados, se transporta el hormigón hasta la bancada y mientras se va vertiendo el hormigón, se activa el vibrador de los mismos moldes, provocando así una buena compactación.

4. Endurecimiento y curado.

Una vez finalizado el hormigonado, hay que dejar fraguar y endurecer el hormigón para que coja la resistencia óptima.

5. Desmoldeo y almacenaje.

Cuando el hormigón ha alcanzado la resistencia deseable, se retira la pieza del molde, para ello se abaten los moldes y se quitan los separadores que hemos puesto anteriormente. A continuación con el puente-grúa se transporta las piezas a la zona de acopios.



Ilustración 30. Desmoldeo soporte/viga. Fuente: Bibliografía 1.

7.3.2. Fabricación de paneles de fachada.

Se trata de piezas armadas y su proceso es el siguiente:

1. Preparación del banco de trabajo.

Con el molde en posición vertical, se limpia los posibles restos de hormigón (con rasquetas, estropajos) y se aplica desencofrante. Posteriormente ya en posición horizontal, se ajusta el ancho y medidas de las planillas al molde con ayuda de imanes y traveseros.



Ilustración 31. Traveseros e imanes. Fuente: Propia.

2. Elaboración del armado y colocación.

Una vez comprobadas todas las medidas de longitud, se coloca el chasis previamente preparado sobre los separadores además de los anclajes de izado y se atan al chasis.

Si el panel contiene algún hueco, se colocan los refuerzos longitudinales y superficiales.



Ilustración 32. Armado de paneles. Fuente: Propia.

3. Hormigonado.

Se hormigona la primera capa de hormigón según planillas con la vagoneta aérea y se vibra con los vibradores de la mesa. Se coloca el porexpan sobre la primera capa de hormigón y se reparte el mallazo con la grúa, atándolo al chasis. Por último se vierte la segunda capa de hormigón y se vibra con la regla vibrante.

4. Endurecimiento, curado y desmoldeo.

Una vez el hormigón ha endurecido y ha alcanzado la resistencia óptima para que no sufra ningún daño, se desmoldea mediante el puente-grúa desplazando la pieza sin la bancada o bien mediante el vuelco de la bancada.



Ilustración 33. Vuelco de bancada. Fuente: Bibliografía 1.



Ilustración 34. Prueba de pintura. Fuente: Propia.

Una vez fabricado el panel, según el acabado que contenga se realizan pruebas de pintura si éste va a ser pintado, o pruebas con chorro de arena o agua.

5. Almacenaje.

Con ayuda del puente-grúa y de la armadura anteriormente colocada en la pieza que tenemos que transportar, se coloca en las zonas de acopio determinadas.



Ilustración 35. Acopios de paneles. Fuente: Propia.

Si las piezas fabricadas no tienen las características exigidas, o contienen daños superficiales o interiores, se demuelen para reciclar el mayor material posible.



Ilustración 36. Demoladora. Fuente: Propia.

8. CONTROL DE CALIDAD DE LOS PREFABRICADOS.

Una de las cosas más importantes en la fabricación de elementos prefabricados es el control que se le hace a los materiales utilizados, el proceso de fabricación y las dimensiones de las piezas realizadas.

El fin del control es verificar que la obra terminada tiene unas características especificadas en el proyecto, que serán las generales de la Instrucción EHE y las contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El conjunto de elementos, disposiciones y requisitos adoptados por el fabricante se documentarán de inmediato en forma de medidas y procedimientos escritos. Dicha documentación garantizará el acuerdo del aseguramiento de la calidad mediante la eficacia del sistema de control de producción.

Este sistema de control realizado por el fabricante de hormigón comprende:

- Nombre y titulación del técnico del programa de autocontrol.
- Nombre y titulación del técnico responsable del autocontrol de la producción.
- Control del proceso principal de fabricación.
- Control de materias primas, incluye las adiciones y condiciones de almacenamiento.
- Control de instalaciones y equipos.
- Control de hormigón.

- Control de la documentación y registro de resultados.
- Control del producto acabado.
- Control del almacenamiento y suministro del producto.

Todos estos controles quedarán especificados en la documentación del control interno, junto con los informes, certificados, ensayos, albaranes... y se conservarán durante 10 años.

8.1. CONTROL DE LAS MATERIAS PRIMAS Y DEL HORMIGÓN.

Para el caso de los productos que deban disponer de marcado CE según la directiva 89/106/CEE, será suficiente para comprobar su conformidad que los valores declarados en los documentos que acompañan el marcado CE permiten el cumplimiento de las especificaciones del proyecto.

Para los productos que no contengan marcado CE la comprobación de su conformidad comprenderá:

- Control documental.
- En su caso.
 - Un control mediante distintivos de calidad o procedimientos que garanticen su nivel de garantía adicional equivalente.
 - Un control experimental mediante la realización de ensayos.

El control será efectuado por el responsable de la recepción de la instalación de prefabricación. Además la Dirección Facultativa podrá realizar en cualquier momento comprobaciones o ensayos de los materiales.

Cemento

El laboratorio toma muestras de cada camión de cemento recibido para realizar posteriormente ensayos de control. Estos ensayos de control serán estipulados en el artículo 26 de la Instrucción EHE.

Se le exige al fabricante los documentos de origen donde consta el tipo, clase y categoría del cemento, además de la garantía de que el cemento cumple las condiciones exigidas.

Requisitos mecánicos y físicos.

Tabla 23. Requisitos mecánicos y físicos. Fuente: UNE EN 197-1: 2011.

Clase de resistencia	Resistencia a compresión MPa			Tiempo de principio de fraguado	Estabilidad de volumen (Expansión)
	Resistencia inicial		Resistencia nominal		
	2 días	7 días	28 días	min.	mm
32,5 L ^a	–	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75
32,5 N	–	≥ 16,0			
32,5 R	≥ 10,0	–			
42,5 L ^a	–	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≤ 10
42,5 N	≥ 10,0	–			
42,5 R	≥ 20,0	–			
52,5 L ^a	≥ 10,0	–	≥ 52,5	–	≥ 45
52,5 N	≥ 20,0	–			
52,5 R	≥ 30,0	–			

^a Clase de resistencia definida sólo para los cementos CEM III.

“El calor de hidratación de los cementos comunes de bajo calor de hidratación no debe superar el valor característico de 270 J/g, determinado de acuerdo, bien con la Norma EN 196-8 a 7 días, o bien con la Norma EN 196-9 a 41h.” Fuente: UNE EN 197-1: 2011.

Requisitos químicos.

Tabla 24. Requisitos químicos. Fuente: UNE EN 197-1: 2011.

1	2	3	4	5
Propiedad	Ensayo de referencia	Tipo de cemento	Clase de resistencia	Requisitos ^a
Pérdida por calcinación	EN 196-2	CEM I CEM III	Todas	≤ 5,0%
Residuo insoluble	EN 196-2 ^b	CEM I CEM III	Todas	≤ 5,0%
Contenido de sulfatos (como SO ₃)	EN 196-2	CEM I CEM II ^c CEM IV CEM V	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 3,5%
			42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ 4,0%
		CEM III ^d	Todas	
Contenido de cloruros	EN 196-2	Todos ^e	Todas	≤ 0,10% ^f
Puzolanidad	EN 196-5	CEM IV	Todas	Cumplir el ensayo

^a Los requisitos vienen dados como porcentaje en masa del cemento final.

^b Determinación del residuo insoluble en ácido clorhídrico y carbonato de sodio.

^c Los tipos de cemento CEM II/B-T y CEM II/B-M con un contenido de T > 20% pueden contener hasta un 4,5% de sulfatos (como SO₃) para todas las clases de resistencia.

^d El cemento del tipo CEM III/C puede contener hasta un 4,5% de sulfatos.

^e El cemento del tipo CEM III puede contener más del 0,10% de cloruros, pero en tal caso, el contenido máximo se debe indicar en el envase y/o albarán.

^f Para las aplicaciones de pretensado, los cementos se pueden fabricar de acuerdo con un requisito menor. Si es así, se debe reemplazar el valor de 0,10% por dicho menor valor, el cual se debe indicar en el albarán.

Requisitos de durabilidad.

Para muchas aplicaciones la elección del cemento influye en la durabilidad del hormigón, mortero y pasta.

El cumplimiento de los cementos comunes con los requisitos de la normativa se demuestran mediante:

- Ensayos iniciales de tipo
- Control de producción en fábrica, incluyendo evaluación del producto.

Tabla 25. Propiedades, métodos de ensayo y frecuencia mínima de ensayos para el autocontrol realizado por el fabricante. Fuente: UNE EN 197-1: 2011.

Propiedad	Cementos a ensayar	Método de ensayo ^{ab}	Ensayos de autocontrol			
			Frecuencia mínima de ensayo		Procedimiento de evaluación estadística	
			Situación normal	Periodo inicial para un cemento nuevo	Inspección por	
1	2	3	4	5	Variables ^c	Atributos
Resistencia inicial Resistencia nominal	Todos	EN 196-1	2/semana	4/semana	x	
Tiempo de principio de fraguado	Todos	EN 196-3	2/semana	4/semana		x ^d
Estabilidad de volumen (expansión)	Todos	EN 196-3	1/semana	4/semana		x
Pérdida por calcinación	CEM I CEM III	EN 196-2	2/mes ^e	1/semana		x ^d
Residuo insoluble	CEM I, CEM III	EN 196-2	2/mes ^e	1/semana		x ^d
Contenido de sulfatos	Todos	EN 196-2	2/semana	4/semana		x ^d
Contenido de cloruros	Todos	EN 196-2	2/mes ^e	1/semana		x ^d
C ₃ A en el clinker ^f	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5	EN 196-2 ^f	2/mes	1/semana		x ^d
	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	- ^g				
Puzolanidad	CEM IV	EN 196-5	2/mes	1/semana		x
Calor de hidratación	Cementos comunes de bajo calor de hidratación	EN 196-8 o EN 196-9	1/mes	1/semana		x ^d
Composición	Todos	- ¹	1/mes	1/semana		

^a Se pueden utilizar otros métodos distintos de los indicados en aquellos casos en los que la parte correspondiente de la Norma EN 196 lo permita, siempre que proporcionen resultados correlacionados y equivalentes a los obtenidos mediante el método de referencia.

^b Los métodos utilizados para la toma y preparación de muestras deben estar de acuerdo con la Norma EN 196-7.

^c Si los datos no se ajustan a una distribución normal, el método de evaluación estadística utilizable se puede decidir en cada caso.

^d Si el número de muestras es, al menos, de una por semana durante el periodo de control, la evaluación estadística puede realizarse por variables.

^e Cuando ninguno de los resultados de ensayo exceda del 50% del valor característico, dentro de un periodo de 12 meses, la frecuencia de ensayo se puede reducir a uno al mes.

^f El método de ensayo para la determinación del contenido de C₃A en el clinker, a partir del análisis del cemento final, está en desarrollo en el seno del Comité Técnico CEN/TC 51.

^g En el caso particular del CEM I, es permisible el cálculo del contenido de C₃A en el clinker a partir del análisis químico del cemento. El contenido de C₃A se debe calcular con la fórmula: C₃A = 2,65 A - 1,69 F (véase 5.2.1).

^h La determinación del contenido de C₃A del clinker (véase 5.2.1) se debe determinar en base al análisis del clinker como parte del control de producción en fábrica por el fabricante (véase 4.2.1.2 de la Norma EN 197-2:2000) hasta que se haya finalizado el método de ensayo.

ⁱ Método de ensayo apropiado elegido por el fabricante.

Áridos

Los áridos deberán disponer el marcado CE con una evaluación de la conformidad de 2+. Se comprobará mediante la documentación que acompaña al marcado CE, en la cual se permite deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el art.28 de la EHE 08.

Los ensayos especificados en la EHE 08 son los siguientes:

- Semanalmente.
 - Determinación de finos.
 - Determinación de equivalente de arena.
 - Determinación de materia orgánica.

- Mensualmente.
 - Análisis granulométrico.
 - Determinación de finos.
 - Determinación de equivalente de arena.
 - Determinación de materia orgánica.

- Semestralmente.
 - Condiciones físico-químicas.
 - Condiciones físico-mecánicas.
 - Condiciones de granulometría y forma del árido.

Se podrá eximir de estos ensayos si el árido posee un sello de calidad en vigor oficialmente reconocido por la Unión Europea, que certifique la realización de estos ensayos con una antigüedad menor a tres meses.

Aditivos

Los fabricantes están obligados a enviar los aditivos con los documentos que acompañan al marcado CE, entre esos documentos se encontrará un certificado de ensayos que sea conforme a las especificaciones del art.29 de la EHE 08.

En caso de aditivos que no contengan el marcado CE, el suministrador de los elementos prefabricados deberá aportar un certificado de ensayo de menos de seis meses de antigüedad, realizado en un laboratorio de control, y conforme a las especificaciones del art.29 de la EHE 08.

Adiciones

Las adiciones que dispongan el marcado CE deberán ir acompañadas además de los documentos que certifiquen que cumplen con las especificaciones del art.30 de la EHE 08.

Agua

Se deberá de utilizar agua potable de red de suministro, si no es así, se realizará un ensayo semestral por parte de la Dirección Facultativa, que permitan comprobar las especificaciones del art.27 de la EHE 08.

Aceros

Los aceros que dispongan el marcado CE deberán ir acompañados además de los documentos que certifiquen que cumplen con las especificaciones del art.32 de la EHE 08.

Además, se le exige al fabricante una copia de los ensayos.

Control del hormigón para los prefabricados.

Para el caso de elementos prefabricados con marcado CE, el control deberá realizarse de acuerdo a la norma europea vigente correspondiente.

En el caso de hormigones realizados en instalaciones destinadas a la fabricación de elementos estructurales prefabricados hay que seguir los criterios específicos establecidos en el art.85 y art.86 de la EHE 08.

Estos controles deberán ser realizados por el fabricante de los elementos prefabricados, facilitando así a la Dirección Facultativa la comprobación de dicho control. Si se realiza cualquier otro ensayo que no conste en la normativa dicha, se efectuará según lo establecido en el Pliego de prescripciones técnicas.

Control de la docilidad del hormigón y de la resistencia.

La docilidad del hormigón será valorada a través del ensayo del asentamiento del cono, especificado en la norma UNE EN 12350-2. Los resultados de este ensayo se estudiarán según el apartado 31.5 de la EHE 08.

Si los resultados del ensayo están dentro de las tolerancias que marca este artículo de la EHE, se aceptará, sino habrá que recurrir a una evaluación y su justificación.

Para la realización de los ensayos de resistencia, hay que seguir las condiciones que marca el art.91.5.3.2 y la tabla 86.9.2 de la EHE 08. Los cuales especifican que se tienen que realizar con hormigones de un mismo lote, además de contener los mismos materiales no

permitiéndose mezclar materiales de diferentes columnas de la tabla anteriormente nombrada. Este control además deberá obtenerse a partir de los resultados de los ensayos de un mismo tipo de hormigón durante un mes.

La determinación de la resistencia a compresión se efectuará sobre probetas fabricadas y curadas según la UNE EN 12390-2 y UNE EN 12390-3. Y posteriormente los resultados serán estudiados según el art. 86.9.2.2 y 86.9.2.3 de la EHE 08.

Control de ejecución de elementos prefabricados.

Por una parte el laboratorio realiza el control de los materiales y por otra parte el departamento de calidad, a través de sus técnicos, realiza el control de ejecución e inspección final.

Controles previos al hormigonado

- Inspecciones previas al hormigonado (Limpieza y dimensionamiento de moldes...).
- Comprobación de ejecución.
 - Doblado de armaduras y colocación.
 - Empalmes.
 - Recubrimientos.
 - Encofrados.
 - Previsión de hormigonado en tiempo frío y caluroso.

Controles durante el hormigonado

- Fabricación y colocación del hormigón.
- Compactación y acabados del hormigón.

- Hormigonado en tiempo frío y caluroso.

Controles posteriores al hormigonado

- Curado y desencofrado.
- Tolerancia de dimensiones.
- Reparación de defectos superficiales.
- Acabado de la pieza.
- Inspección final.

8.2. MARCADO CE

El mercado CE para productos de construcción es reglamentado a través del reglamento (UE) Nº 305/2011, es un requisito indispensable para la libre comercialización de productos en la Unión Europea.

Los requisitos que influyen en las características técnicas de los productos son:

- Resistencia mecánica y estabilidad.
- Seguridad en caso de incendio.
- Higiene salud y medio ambiente.
- Seguridad y accesibilidad de utilización.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.
- Utilización sostenible de los recursos naturales.

El mercado CE lo efectúa el fabricante o responsable del producto en el mercado.

“Al colocar o hacer colocar el marcado CE en un producto de construcción, el fabricante estará indicando que asume la responsabilidad sobre la conformidad de ese producto de construcción con las prestaciones declaradas, así como el cumplimiento de todos los requisitos aplicables establecidos en el presente Reglamento y en otra legislación de armonización pertinente de la Unión por la que se rija su colocación.” (UE) N° 305/2011

El marcado CE se colocará de acuerdo a las reglas, condiciones y puntos de contacto establecidos en el art.9 y 10 de la (UE) N° 305/2011. Además todos los agentes económicos intervinientes tendrán unas obligaciones especificadas en el capítulo 3 de ésta misma norma.

En cuanto a los organismos de evaluación técnica (OET) se seguirán las especificaciones de los capítulos IV y V de la (UE) N° 305/2011. Además de los anexos III y IV.

Sistemas de evaluación y verificación para el marcado CE.

“1.Sistema 1+ — Declaración de prestaciones de las características esenciales del producto de construcción, por parte del fabricante, sobre la base de los siguientes elementos:

a) el fabricante efectuará:

i) el control de producción en fábrica,

ii) ensayos adicionales de muestras tomadas en la fábrica, de acuerdo con un plan de ensayos determinado;

b) el organismo de certificación de producto notificado emitirá el certificado de constancia de las prestaciones del producto en virtud de:

i) la determinación del producto tipo sobre la base de ensayos de tipo (incluido el muestreo), cálculos de tipo, valores tabulados o documentación descriptiva del producto.

ii) la inspección inicial de la planta de producción y del control de producción en fábrica,

iii) la vigilancia, evaluación y supervisión permanentes del control de producción en fábrica,

iv) ensayos mediante sondeo de muestras tomadas antes de la introducción del producto en el mercado.

2. Sistema 1 — *Declaración de prestaciones de las características esenciales del producto de construcción, por parte del fabricante, sobre la base de los siguientes elementos:*

a) el fabricante efectuará:

i) el control de producción en fábrica,

ii) ensayos adicionales de muestras tomadas en la fábrica por el fabricante, de conformidad con un plan de ensayos determinado;

b) el organismo de certificación de producto notificado emitirá el certificado de constancia de las prestaciones del producto en virtud de:

i) la determinación del producto tipo sobre la base de ensayos de tipo (incluido el muestreo), cálculos de tipo, valores tabulados o documentación descriptiva del producto,

ii) la inspección inicial de la planta de producción y del control de producción en fábrica,

iii) la vigilancia, evaluación y supervisión permanentes del control de producción en fábrica.

3. Sistema 2+ — Declaración de prestaciones de las características esenciales del producto de construcción, por parte del fabricante, sobre la base de los siguientes elementos:

a) el fabricante efectuará:

i) la determinación del producto tipo sobre la base de ensayos de tipo (incluido el muestreo), cálculos de tipo, valores tabulados o documentación descriptiva del producto,

ii) el control de producción en fábrica,

iii) ensayos de muestras tomadas en la fábrica, de acuerdo con un plan de ensayos determinado;

b) el organismo de certificación del control de producción notificado emitirá el certificado de conformidad del control de producción en fábrica sobre la base de:

i) la inspección inicial de la planta de producción y del control de producción en fábrica,

ii) la vigilancia, evaluación y supervisión permanentes del control de producción en fábrica.

4. Sistema 3 — *Declaración de prestaciones de las características esenciales del producto de construcción, por parte del fabricante, sobre la base de los siguientes elementos:*

a) el fabricante efectuará un control de producción en fábrica;

b) el laboratorio de ensayos notificado procederá a la determinación del producto tipo sobre la base de ensayos de tipo (basados en el muestreo realizado por el fabricante), cálculos de tipo, valores tabulados o documentación descriptiva del producto.

5. Sistema 4 — *Declaración de prestaciones de las características esenciales del producto de construcción, por parte del fabricante, sobre la base de los siguientes elementos:*

a) el fabricante efectuará:

i) la determinación del producto tipo sobre la base de ensayos de tipo, cálculos de tipo, valores tabulados o documentación descriptiva del producto.

ii) el control de producción en fábrica.

b) el organismo notificado no interviene.” ANEXO V (UE) Nº 305/2011

Evaluación de la conformidad.

Para asegurarse de que el producto sale con las características que se habían diseñado y que se pueden garantizar los valores que acompañan al marcado CE, el fabricante debe someter su producción a unos controles., siguiendo la norma UNE EN 13369.

Ensayo de tipo inicial.

El objetivo que tiene este ensayo es demostrar que el producto cumple con los requisitos, por tanto si el producto ha sido proporcionado por el comprador no se requiere ensayo de tipo.

Para ensayos de tipo inicial de hormigón, se deben cumplir los requisitos marcados en el anexo A de la EN 206-1: 2008.

Cuando un producto no cumpla con los requisitos del ensayo inicial no deberá entregarse hasta que otro ensayo de tipo adicional demuestre que cumple con los requisitos.

Control de producción en fábrica.

- Organización.

“Las tareas, responsabilidades y autoridad del personal implicado en el control de producción en fábrica deben ser documentadas, mantenidas e implantadas, incluyendo los procedimientos para las siguientes actividades:

a) Demostración de conformidad del producto en las etapas apropiadas.

b) Identificación y registro de cualquier caso de no conformidad.

c) Tratamiento de no conformidades.

d) Establecimiento de las causas de no conformidad y de las posibles acciones correctoras (proyecto, materiales o procedimientos de fabricación).” UNE EN 13369.

- Sistema de control.

“El fabricante debe establecer, documentar, mantener e implantar un sistema de control de producción en fábrica que asegure que el producto comercializado satisface los requisitos de esta norma y cumple los valores especificados o declarados.

El sistema de control de producción en fábrica debe estar constituido por procedimientos, instrucciones, inspecciones regulares, ensayos y utilización de los resultados para controlar el equipo, las materias primas, los procesos de producción y los productos.” UNE EN 13369.

- Control de documentos.

“Los documentos deben estar controlados de manera que en el lugar de trabajo se disponga únicamente de copias válidas. Dichos documentos son los procedimientos, instrucciones de trabajo, normas, informes de producción, planos y los procedimientos de control de producción en fábrica.

Los planos y documentos de producción deben proporcionar las especificaciones y todos los datos necesarios para la fabricación del producto. Estos planos y documentos deben estar fechados y aprobados para la fabricación por una persona designada por el fabricante.” UNE EN 13369.

- Control del proceso.

“El fabricante debe identificar las características relevantes de la fábrica y/o el proceso de producción. Además, debe definir los criterios y

planificar los procesos de producción que afecten directamente a la conformidad del producto.” UNE EN 13369.

- Inspección y ensayo.
 - Inspección de equipos.
 - Inspección de materiales.
 - Inspección del proceso.
 - Inspección del producto terminado.

Apartado 6.3.6. y Anexo D. UNE EN 13369.

Tareas del organismo notificado.

Para que el sistema de evaluación de conformidad sea 2+ y además los productos tengan las características y valores propios del mercado CE, deben ser evaluados los productos por unos organismos que son los llamados tercera parte. Estos tienen las tareas de realizar una inspección inicial de la fábrica y del control de producción en fábrica además de la vigilancia continua, valoración y aprobación del control de producción de la fábrica.

Anexo D. UNE EN 13369.

Ensayos de recepción de una partida en la entrega.

Estos ensayos de recepción deberían definirse teniendo en cuenta la valoración de conformidad por una tercera parte. Estos ensayos deberían realizarse en una fábrica por el comprador y el fabricante, ya que ambos tienen el derecho de ser testigos.

Anexo F. UNE EN 13369.

Documentación de suministro y control. Anejo 21 EHE 08.

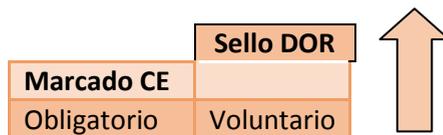
8.3. DISTINTIVOS OFICIALMENTE RECONOCIDOS (D.O.R.)

La Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08 facilita la posibilidad de que los productos y procesos de producción dispongan de forma voluntaria un nivel de garantía superior al mercado CE. Con ello se consigue un elemento diferencial de calidad oficialmente reconocido (D.O.R.). Estos materiales pueden abarcar los siguientes materiales, productos y procesos:

- Elementos estructurales de hormigón prefabricado.
- Estructuras de hormigón in situ.
- Armaduras pasivas.
- Acero para armaduras pasivas.
- Acero para armaduras activas.
- Sistemas de aplicación pretensado

Para poder obtener este distintivo hay que cumplir unos requisitos explicados en el art.5.3. del anejo 19 de la EHE 08.

La disposición de este distintivo de calidad tiene numerosas ventajas tanto en el uso del edificio y la estructura como en la fase de proyecto y ejecución.



Por otra parte el sello CIETAN-AIDICO es el primero distintivo de calidad desde 1971 para elementos estructurales de hormigón prefabricado reconocido por la EHE 08.

Tabla 26. Control de calidad. Documentación final de obra. Fuente: Propia.

CONTROL DE CALIDAD. DOCUMENTACION FINAL DE OBRA	
RELLENOS	Actas ensayos compactación Certificado central Certificados componentes
HORMIGONES (Control estadístico)	Actas ensayos Certificado central Certificados componentes Documentación y trazabilidad (EHE-08 Art. 80) Ensayos previos, característicos resistencia y dosificación.
PREFABRICADOS DE HORMIGÓN	Marcado CE, o en su caso cumplimiento EHE-08 Certificados de ensayos, fabricación y componentes. Propiedades de materiales empleados Datos geométricos elementos: dimensiones, secciones y tolerancias. Plan de control de calidad del proceso de fabricación. Valores de cálculo.
ACERO (Armaduras pasivas)	Actas ensayos (Características mecánicas y físicas) Características mecánicas (tracción)

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

	Características físicas (sección equivalente, caract. Geométricas y doblado) Certificados
ACERO (Perfiles)	Certificados Ensayos de soldaduras (líquidos penetrantes o radiografías). Certificado de soldadores
CUBIERTAS	Ensayos estanqueidad Certificados láminas impermeabilización Certificados aislamientos Certificados Certificados ensayos
CERRAMIENTO Y CARPINTERIA	Certificados vidrio Ensayos escorrentía
CARPINTERIA INTERIOR*	Certificados
REVESTIMIENTOS*	Certificados
SANEAMIENTO*	Certificados tubos Estanqueidad red
ELECTRICIDAD*	Prueba servicio instalación
INCENDIOS	Certificados extintores Certificados puertas RF
FONTANERIA*	Certificados sanitarios y griferías Prueba instalación
GESTION DE RESIDUOS	Certificados gestión de RNP y RP

*Si el propietario desea las oficinas, almacenes y servicios propuestos.

9. TRANSPORTE DE LOS ELEMENTOS PREFABRICADOS.

Para transportar elementos prefabricados hay que tener en cuenta el número de piezas, dimensión y peso, en cuanto a los prefabricados, y en cuanto al transporte hay que tener en cuenta:

- Las normas de Dirección General de Tráfico, para dimensiones máximas y pesos máximos.
- Plan de seguridad en el transporte.
- Acondicionamiento de la carga. (Apoyos, atado de la carga, protección de las piezas para golpes, transmisión de esfuerzos al vehículo).

Las dimensiones máximas de transporte varían según el país, por lo general, la longitud máxima es de 30m, la anchura 2,40-2,50m pudiendo llegar hasta 3,50m acompañado de policía y la altura de gálibo de 4,50m si sólo va a ir por carretera y de 3,80-4,00m si tiene que ir por calles en las cuales hayan pasos inferiores.

La planificación del suministro se realiza unos días antes de empezar la obra. Esta planificación la realizan el encargado de montaje y el de suministro teniendo en cuenta el orden de utilización en la obra.

Los tipos de transporte pueden ser, dependiendo del elemento que se vaya a transportar: plataformas extensibles y no extensibles, dollys, góndolas y camiones autocargantes (no llevarán piezas prefabricadas pesadas).

9.1. MONTAJE Y DESMONTAJE EN EL CAMIÓN.

Los elementos prefabricados se cargan directamente al camión desde la zona de acopios de la fábrica con el mismo sistema empleado anteriormente para acopiar los elementos., normalmente con la grúa puente.

Todos los elementos prefabricados se manipularán en posición acorde con su forma y diseño. Por ello para el transporte de paneles es necesaria la utilización de unos caballetes metálicos, los cuales tienen forma de cuña y en las bases se encuentran unas gomas o piezas de neopreno para no dañar el elemento prefabricado.



Ilustración 37. Caballete para transporte de paneles. Fuente: Solostocks.

Los elementos prefabricados se elevarán y se sostendrán durante las operaciones de almacenamiento, transporte y montaje en los puntos de elevación o suspensión. Estas piezas que facilitan el cuelgue de los elementos se hayan como una armadura más dentro del hormigón prefabricado, se coloca la rosca enrasada a la cara de la pieza

que se va a elevar y se roscan eslingas o bulones que sirven de puntos de enlace para los cables de las eslingas de las grúas. Los cables son cordones o cadenas de gran resistencia.



*Ilustración 39. Rosca y garra de elevación.
Fuente: Propia.*



Ilustración 38. Elementos de elevación en paneles. Fuente: Propia.

9.2. TRANSPORTE.

Como hemos dicho anteriormente existen varios tipos de transporte que dependen del tipo de elemento que se va a transportar, sus dimensiones y peso y las unidades que haya que transportar.

- Plataformas extensibles.

Está formada por una cabeza tractora y un remolque formado por una plataforma extensible para adaptarse a las dimensiones del elemento. Estas dimensiones pueden llegar desde 13,65m a 21,50m y la carga es limitada 25500Kg, pero depende del permiso de circulación que se obtenga. Los elementos prefabricados que pueden transportarse con este vehículo son los elementos estructurales y los de cerramiento.



Ilustración 40. Plataforma extensible. Fuente: Transgruas

- Plataformas no extensibles.

Formadas por una cabeza tractora y un remolque de posición fija. Se puede transportar elementos estructurales y de cerramiento y sus dimensiones máximas son 13,65m de largo y una carga de 25500kg.



Ilustración 41. Plataforma no extensible. Fuente: Vipreluc.

- Los dollys.

Formados por una cabeza tractora y dos sistemas de apoyo diferenciados que tienen la capacidad de girar individualmente. Pueden transportar elementos de más de 29 metros, con coche escoba.



Ilustración 42. Dolly. Fuente: Logismarket.

- La góndola.

Transporta elementos estructurales y de cerramiento. Su centro de gravedad es más bajo que el de los camiones con plataforma no extensible.



Ilustración 43. Góndola. Fuente: Bibliografía 1.

- Los camiones autocargantes.

No llevan piezas prefabricadas pesadas, en todo caso pueden transportar elementos ligeros y escombros, listones, etc.



Ilustración 44. Camión autocargante. Fuente: Propia.

Acopio en obra.

En primer lugar se descargarán los elementos con los medios adecuados, ayudados por las piezas de elevación que se explicarán más adelante.

Las zonas de acopio en la obra deben ser lo suficientemente grandes como para que se gestionen bien los elementos prefabricados y además los camiones puedan realizar sin problemas las maniobras.

Además se intentará que los acopios se sitúen próximos a la zona de colocación de las piezas, sin invadir en todo momento las zonas de maniobra.

Los elementos prefabricados deberán acopiarse con los medios suficientes para que no se dañen, es decir con apoyos horizontales que se adapten a las dimensiones y el peso de los elementos y además que se adapten a las características del suelo.

Por otra parte, las juntas, fijaciones, etc, serán acopiadas en un almacén para no alterar las características que posean.

10. PLANIFICACIÓN DEL MONTAJE EN OBRA.

En primer lugar, antes de la realización del montaje de los elementos prefabricados en obra hay que asegurarse que los accesos marcados en los planos son correctos, además del acondicionamiento del terreno, nivelación y compactación, y la realización de la cimentación.



Ilustración 45. Compactación y acondicionamiento del terreno. Fuente: Propia.

Para la realización de la cimentación, el primer paso es el replanteo de esta en el terreno compactado con ayuda del plano de cimentación.

Una vez realizado el replanteo se procederá a la excavación de las zapatas y las vigas riostra.



Ilustración 47. Replanteo cimentación. Fuente: Propia.



Ilustración 46. Excavación de zapatas y vigas riostra. Fuente: Propia.

Una vez realizada la excavación, se arman y se hormigonan las zapatas y las vigas riostras, quedando así preparada la cimentación por cáliz (detallada en el punto 5.1.1.) para recibir los pilares.



Ilustración 48. Armado y hormigonado de cimentación. Fuente: Propia.

Estos trabajos de preparación del terreno y de cimentación los realiza otra empresa aparte al propio fabricante instalador de los elementos prefabricados.

Una vez terminada la cimentación el técnico de encargado de montaje de los elementos prefabricados se encargará de comprobar que todas las dimensiones y distancias coinciden con el plano de cimentación. Él mismo será el que marque los ejes de los pilares sobre la cimentación.

Una vez marcado los ejes de los pilares se podrá comenzar con el montaje de la estructura de nuestra nave industrial.

10.1. SOPORTES.

Ya hormigonada la cimentación y marcados los ejes de los soportes se procede al montaje de éstos con ayuda de la grúa telescópica y de los elementos de suspensión.

La grúa telescópica está formada por un camión con dos cabinas, la de conducir la grúa y la de manejarla y una pluma q puede alargarse y levantarse lo que se necesite, al final de esta pluma cuelga un gancho doble sobre el que se acoplan los elementos de suspensión como son las eslingas, cadenas y ganchos. Durante cada estacionamiento se intentarán poner las máximas piezas posibles para el ahorro de tiempo y trabajo.



Ilustración 49. Eslingas de cable. Fuente: tenso.es

Se engancha el soporte que vamos a colocar con ayuda de las eslingas, ganchos y el sistema de bulones (que consta de un tubo pasante y una anilla en un extremo y una pieza de tope por el otro). De esta forma ya tenemos agarrada la pieza y se procede al izado de esta.



Ilustración 50. Tubo pasante. Fuente: Bibliografía 1.



Ilustración 51. Izado de soporte. Fuente: Propia.

Una vez izado el soporte procedemos a la colocación de éste:

1. Se vierte lechada de cemento sobre el lecho de la cimentación.
2. Se sitúa el soporte en el interior del cáliz y se hace coincidir los ejes del soporte con los ejes marcados en la cimentación con la ayuda de cuñas de madera para dar verticalidad. Una vez situado se comprueba que esta aplomado con ayuda de plomos en las caras del pilar.



Ilustración 52. Cuñas para la verticalidad del soporte.

Fuente: Propia.

3. Se vierte el hormigón entre el soporte y el cajado de la cimentación con la dosificación requerida. (Normalmente: fck:25N/mm² y tam.árido Ø 12 y 20mm.
4. Se vibra el hormigón con barra de acero para su compactación.

No se podrán tener los pilares sin hormigonar más de 12h por desplome de pilares.

10.2. VIGAS.

10.2.1. Vigas de forjado

Para el montaje del forjado lo primero que se montarán son las vigas prefabricadas, simplemente apoyadas sobre las ménsulas de los pilares o en la cabeza de los pilares mediante neoprenos.

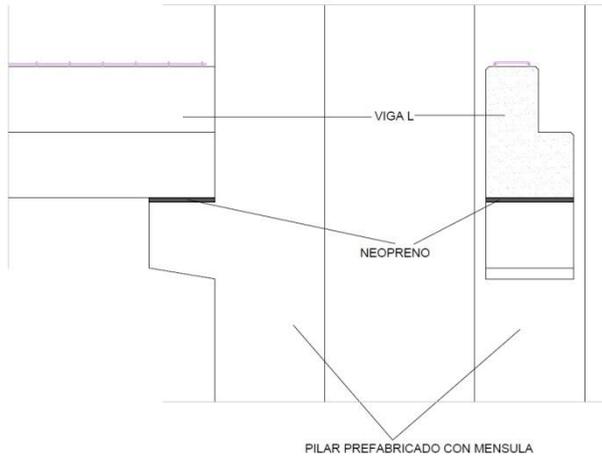
En cuanto al montaje de estas vigas (que explicaremos juntos con las vigas de cubierta) es necesaria la utilización de la grúa telescópica junto con los elementos de elevación embebidos para el izado de las piezas y la plataforma elevadora o plataforma telescópica para la elevación de los trabajadores. Habrá un montador en la plataforma elevadora y otro abajo manejando la grúa telescópica.

Posteriormente se elevarán las losas pretensadas suspendidas mediante una pieza metálica tipo “rana” hasta colocarlas en los apoyos con ayuda del personal que deberá llevar arnés de seguridad y estar anclado a un punto fijo de la estructura para evitar la caída. Para mayor medida de seguridad se colocarán dos eslingas alrededor de la pieza por si fallara la pieza tipo “rana”.

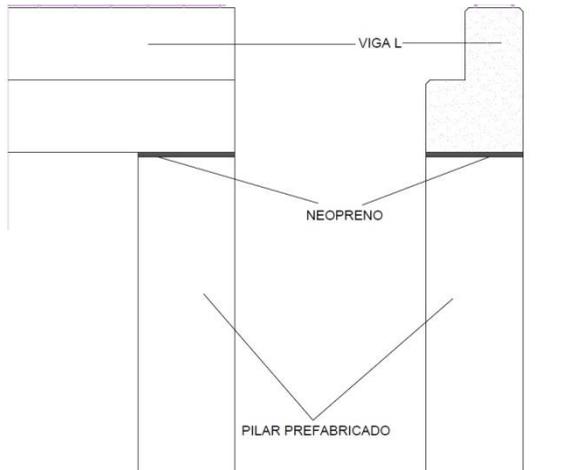


Ilustración 53. Izado viga e izado losa. Fuente: Bibl. 1 y lineaprevención.com

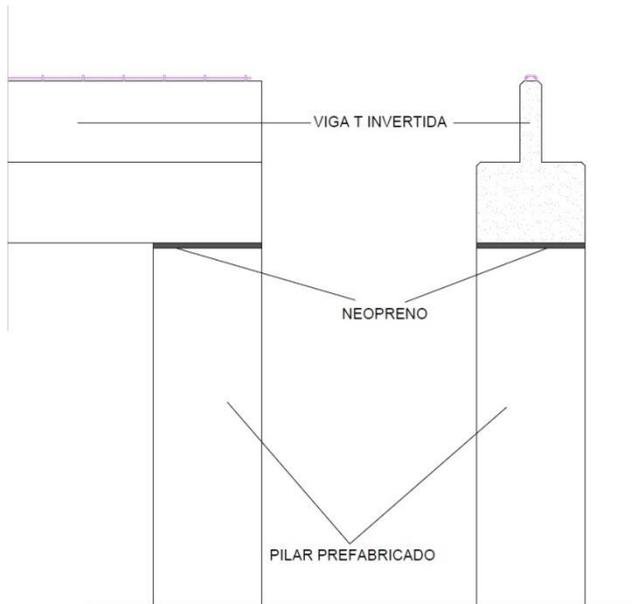
Unión Vigas – Pilar



Detalle 35. Unión viga - pilar con ménsula. Fuente: Propia.

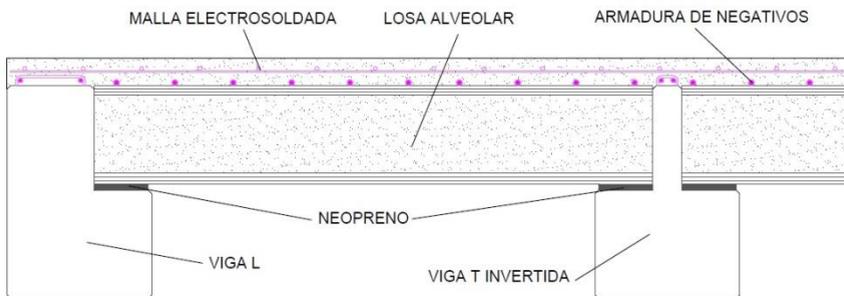


Detalle 36. Unión viga L – pilar. Fuente: Propia.



Detalle 37. Unión viga T invertida - pilar. Fuente: Propia.

Unión Vigas – Forjado



Detalle 38. Unión vigas - forjado. Fuente: Propia.

10.2.2. Vigas de cubierta.

Entre las vigas de cubierta nos encontramos en nuestra nave industrial las vigas de inercia variable y las vigas piñón.

Las fases de montaje de las vigas es la siguiente:

1. Preparar anclajes y sujeciones.

En primer lugar se ata una cuerda a un extremo de la pieza en su punto de izado y se realizan las correcciones desde el suelo. Posteriormente se engancha la pieza a los ganchos de la grúa.

2. Colocar equipos de obra.

Se sitúa la grúa en el sitio adecuado para poder desplegar el brazo basculante y no dañar la estructura. La plataforma telescópica para la elevación del personal también se coloca en el lugar adecuado.

3. Izado de las piezas hasta sus soportes.

Se levanta la pieza lentamente manteniendo tensada la cuerda en todo el recorrido. El operario tirará de la cuerda para orientar la pieza y se desplazará con la grúa hasta el lugar de apoyo. Una vez desplazada al sitio con la banda de neopreno ya puesta, el operario de la plataforma la llevara al sitio definitivo.



Ilustración 54. Izado de vigas de cubierta. Fuente: Bibliografía 2.

4. Estabilización de la pieza.

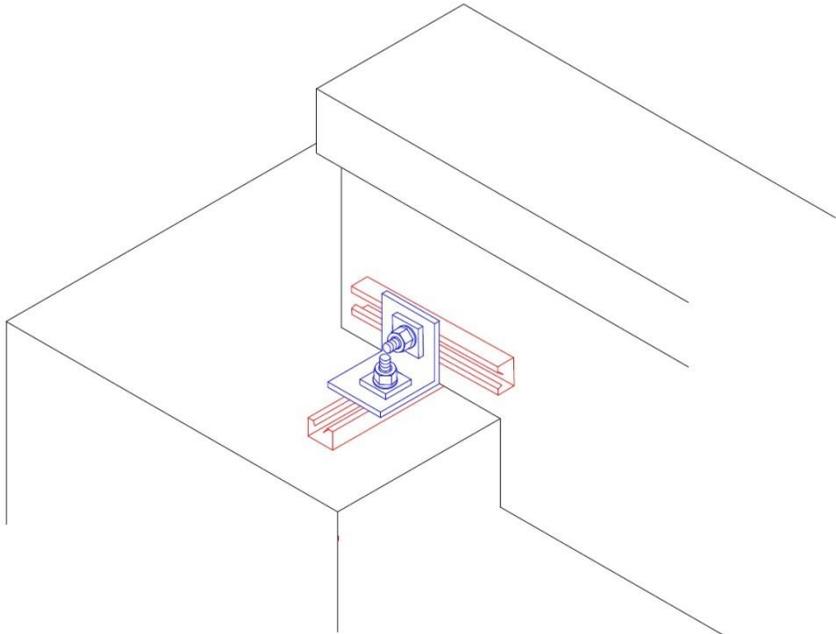
Para evitar el deslizamiento de las vigas se introducen dos varillas roscadas que pasan por los huecos pasantes de la viga delta y del soporte y se rellenará el hueco con mortero.

Una vez colocada la pieza y fijada, sin soltar los cables de la grúa, se colocarán trácteles de sujeción que irán anclados a los bulones de elevación de los soportes.



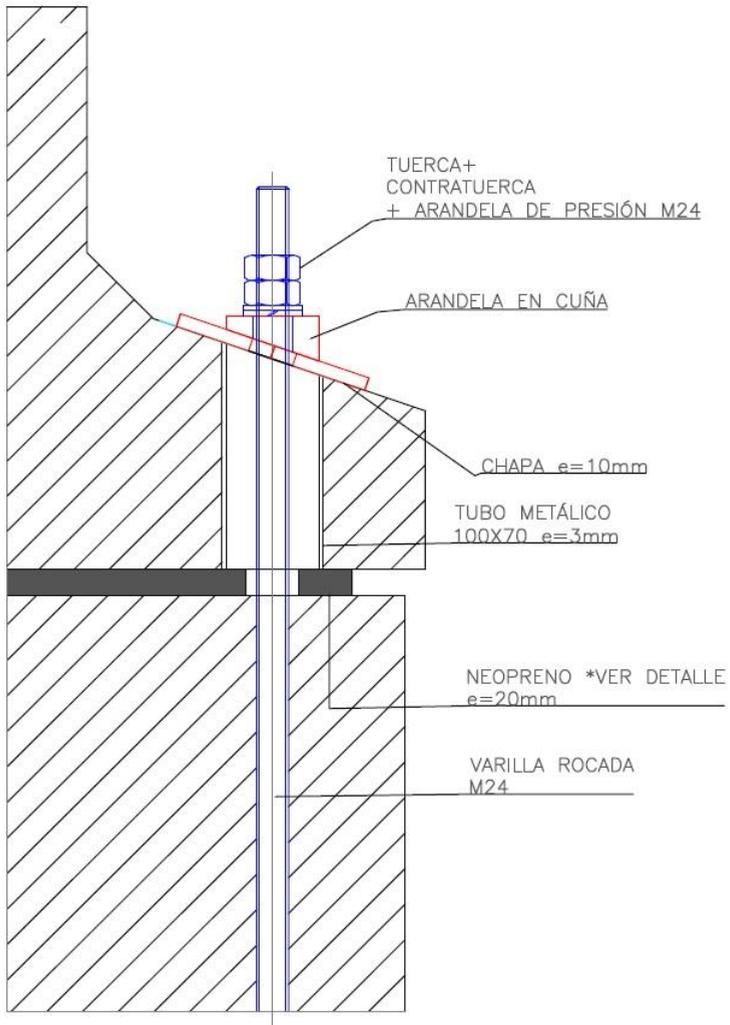
Ilustración 55. Anclaje a soporte. Fuente: Bibliografía 1.

Uniones Vigas de cubierta – Pilares



Detalle 39. Unión viga piñón - pilar.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA



Detalle 40. Unión viga delta - pilar. Fuente: Propia.

10.2.3. Correas de cubierta.

Una vez terminado el montaje de todas las vigas de cubierta comenzaremos con la colocación de las correas pretensadas aligeradas.

El proceso de montaje de las correas de cubierta es el siguiente:

1. Preparación de equipos de obra.

Los equipos que emplearemos son la grúa telescópica y la plataforma telescópica, si no es posible el montaje de las correas desde las plataformas, se colocará un cable de acero de seguridad a lo largo de la viga delta para que los operarios puedan anclar el arnés de seguridad.

2. Izado de las piezas.

Se elevan las correas con la grúa telescópica, la cual lleva un gancho doble tirante en el que se pueden enganchar dos correas a través de cadenas (una en cada extremo) y así reducir el tiempo de ejecución.

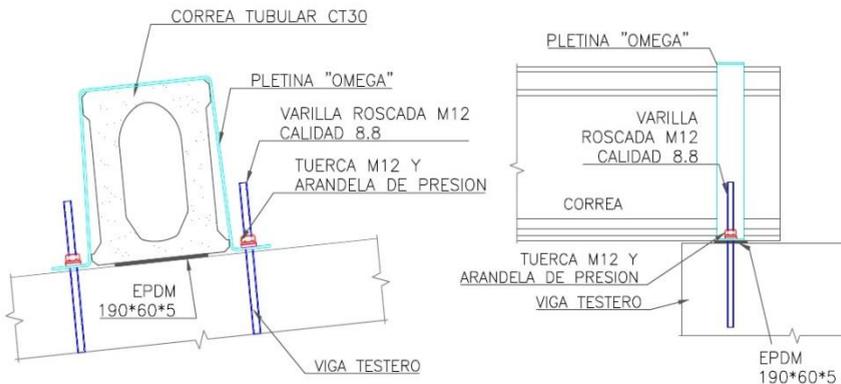
3. Colocación de correas.

Se colocan las correas sobre las vigas de cubierta con ayuda de los operarios que van anclados a la línea de vida y una vez están todas bien colocadas se sujetan las correas con varillas roscadas y un elemento metálico en forma de omega que se detalla a continuación.



Ilustración 56. Colocación de correas. Fuente: Bibliografía 1.

Unión Correa – Viga de cubierta.



Detalle 41. Unión correa tubular – viga. Fuente: Propia.

10.2.4. Elementos de cerramiento.

El tipo de panel que vamos a utilizar en nuestra nave industrial es horizontal de 20 cm de espesor con aislante térmico en su interior.

El proceso de montaje de los paneles de cerramiento es el siguiente:

1. Operaciones previas.

Para el apoyo de los paneles horizontales utilizaremos un zócalo prefabricado de hormigón con el que regularizaremos la superficie.

Una vez puesto la base de apoyo del cerramiento, los soportes, las vigas y las correas se replanteará la situación de los paneles sobre la base de apoyo.

2. Preparación de equipos.

Los equipos de obra serán la grúa telescópica para el izado de elementos y la plataforma telescópica para la elevación de los trabajadores.

3. Izado de piezas.

Normalmente se engancharán los paneles directamente desde el camión sin haber estado acopiados previamente para colocarlos en su situación correspondiente.

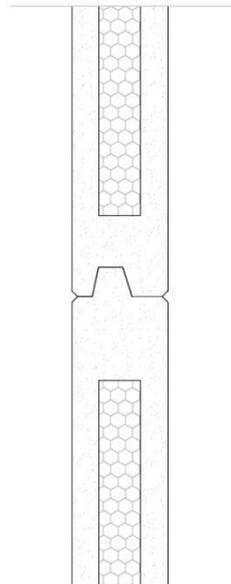
Se elevan engancho un cable a cada lado del panel en los diferentes puntos de izado, marcados desde fábrica

4. Colocación insitu.

Se coloca un panel encima de otro machihembrándose entre sí. Desde la plataforma telescópica se estabiliza la pieza y se realizan las fijaciones a la estructura. Estas fijaciones las haremos mediante unos ángulos de fijación atornillados y con el herraje bayoneta.

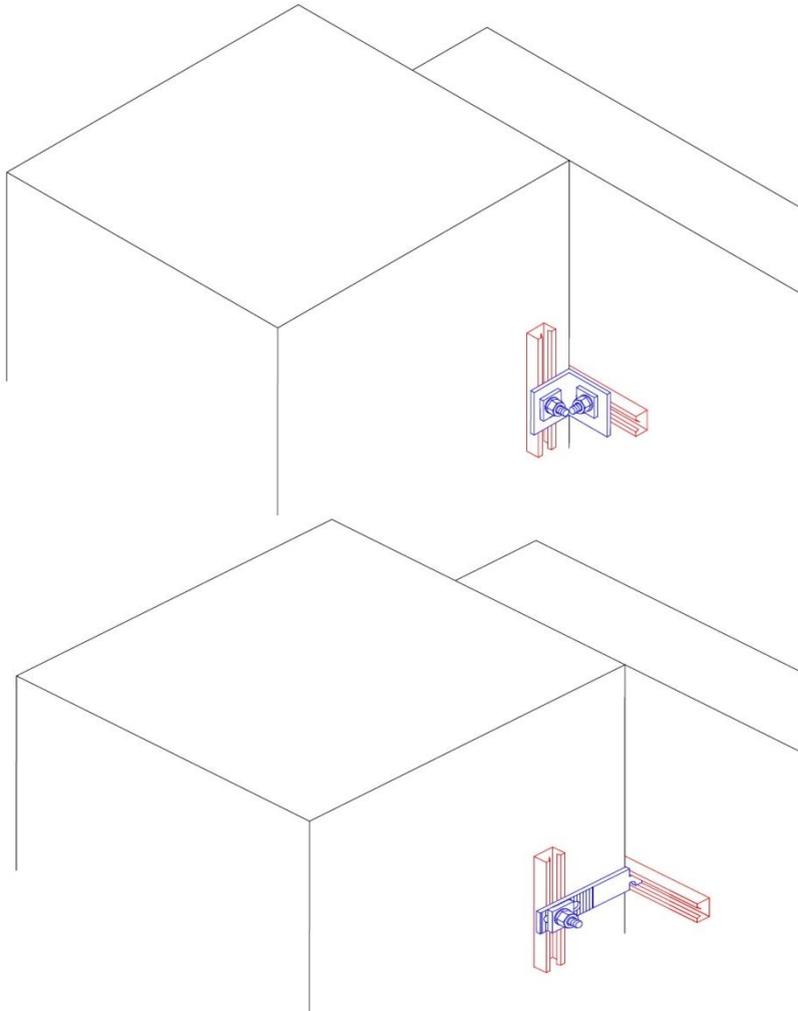


Ilustración 57. Colocación de paneles horizontales. Fuente: Bibliografía 2.



Detalle 42. Machihembrado de paneles. Fuente: Propia.

Unión Pilar – Panel cerramiento

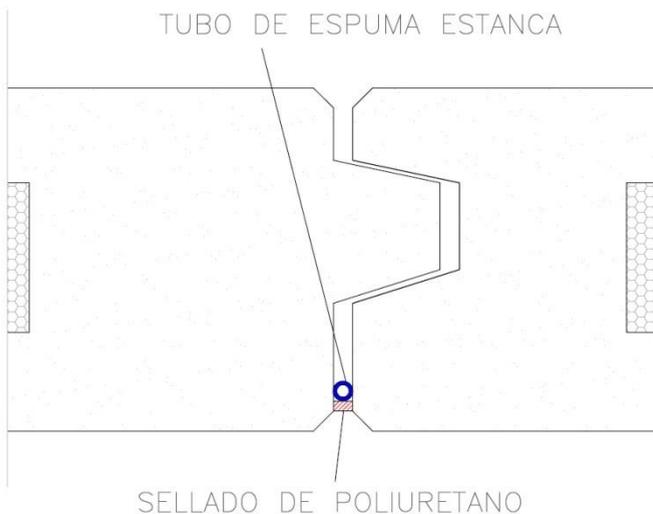


Detalle 43. Uniones pilar - panel horizontal. Fuente: Propia.

Por último, para acabar el montaje de los elementos prefabricados de la obra hay que sellar todas las juntas del cerramiento para que se quede totalmente hermético. Normalmente se sella por la cara exterior del panel o losa pretensada.

Las juntas deben ser elásticas y permitir el movimiento del cerramiento, además no debe superar los 35 mm.

Se colocará como material de relleno un fondo de junta formado por un cilindro de espuma de polietileno, seguidamente se aplicará masilla de poliuretano con pistola y se retirará el exceso de producto con la mano humedecida.



Detalle 44. Sellado de paneles. Fuente: Propia.

Limpieza de los elementos prefabricado.

Los elementos prefabricados se limpiarán después de que queden instalados para eliminar la suciedad y las manchas que puedan quedar. En esta limpieza se incluye el tratamiento de juntas, para toda esta limpieza se seguirán las recomendaciones del fabricante.

La limpieza dependerá del tipo de acabado del elemento prefabricado y se deberá tener cuidado para no dañarlo durante la limpieza, se hará con productos compatibles con el hormigón como es el agua o algunos productos químicos.

Mantenimiento de los elementos prefabricados.

Para mantener las prestaciones de los elementos prefabricados de hormigón durante la vida del edificio hay que tener en cuenta unas recomendaciones:

- **De 0 a 5 años.**
Los elementos prefabricados no requieren mantenimiento
- **De 5 a 10 años.**
Limpieza de fachada e inspección visual de juntas.
- **Más de 10 años.**
Limpieza de fachada e inspección visual de juntas y uniones de la estructura.

Si las juntas están dañadas:

1. Retirada del sellado.
2. Limpieza de los bordes.
3. Aplicación del nuevo sellado.

Se deberá evitar los productos dañinos para el hormigón prefabricado como son los productos cáusticos y el agua procedente de jardines o cubiertas

Si existen apariciones de fisuras, humedades, daños en los selladores o cualquier otro daño en el hormigón se deberá dar aviso a un técnico competente.

Por último no se sujetarán cables, soportes, instalaciones o cualquier otro elemento que signifique añadir peso a nuestro edificio.

11. CONSTRUCCIÓN DE LA CUBIERTA DECK.

Se entiende como cubierta Deck al sistema de cubierta formado por un soporte resistente de chapa grecada, un aislamiento térmico-acústico y como acabado final una membrana impermeabilizante.

La solución de cubierta Deck actual cumple con los requisitos que la Unión Europea establece que deben satisfacer las obras de construcción en lo referente a:

- Seguridad estructural.
- Seguridad en caso de incendio.
- Seguridad de salud.
- Higiene, salud y protección del medio ambiente.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.

El soporte resistente de nuestra cubierta es una estructura ligera que está formada por una chapa grecada de acero galvanizado de 75 mm de espesor (Anexo 5). Esta chapa grecada dispone de nervios que aumentan la inercia del perfil lo cual permiten la existencia de grandes luces y espacios diáfanos, además de su rápida ejecución por ser una estructura ligera.

Encima de la chapa grecada colocaremos un aislante de espuma rígida de poliisocianurato (PIR VV) con un espesor de 80 mm y unas dimensiones de 2500 x 1200 mm por plancha. (Anexo 5)

Encima de este aislante de espuma colocaremos el sistema impermeabilizante bicapa, formado por una lámina de polipropileno. (Anexo 5).

Para el acceso a la cubierta de operarios se dispondrá de un andamio tubular o bien se elevarán estos a través de las plataformas elevadoras.



Ilustración 58. Izado de operarios. Fuente: Propia.

El proceso de construcción de nuestra cubierta Deck será el siguiente:

1. Acopio de los materiales.

Una vez la empresa administradora de los materiales los llevan al lugar de la obra, se almacenan con ayuda de listones de madera en el lugar de acopios de la obra, anteriormente utilizado para los elementos prefabricados.

Con ayuda de la grúa telescópica y los utensilios para izar paquetes se trasladan desde el camión al lugar señalado.



Ilustración 59. Acopios de materiales de cubierta. Fuente: Propia.

2. Colocación y anclaje de la chapa grecada.

Se eleva un paquete de chapa grecada hasta la altura de las correas de cubierta y con ayuda de los operarios que se encuentran atados a la línea de vida, se van colocando las chapas en su posición definitiva. Conforme se van elevando los paquetes y colocando las chapas, se van anclando a la estructura principal y entre las mismas chapas.

Para el anclaje de las chapas utilizaremos un método mecánico, el método de pernos o el de varillas roscadas.

En el método de pernos los pasos de montaje son los siguientes:

1. Perforar el orificio mediante martillo perforador.
2. Colocar el perno en el orificio.
3. Apretar la pieza.

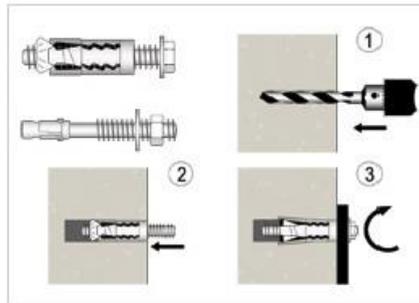


Ilustración 60. Anclaje mecánico de pernos. Fuente: Constructalia.

En el método de las varillas roscadas los pasos de montaje son los siguientes:

1. Perforar el orificio mediante martillo perforador.
2. Limpiar bien el orificio.
3. Llenar el orificio con mortero.
4. Colocar la varilla roscada.
5. Fijar la pieza.

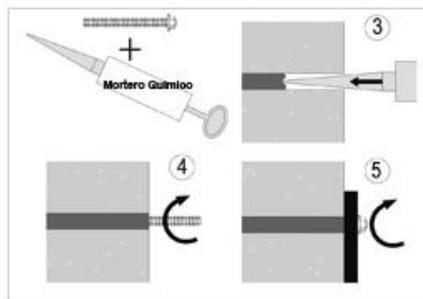


Ilustración 61. Anclaje mecánico varilla roscada. Fuente: Constructalia.

3. Colocación y anclaje del aislante (PIR VV).

Se elevan los paquetes de aislante PIR VV con la grúa telescópica y los utensilios para izar paquetes y se acopian en el lugar de trabajo. Se van colocando los paneles de aislante de forma que no quede ningún hueco y dejando una superficie lisa. Estos paneles se fijan a la chapa grecada mediante un tornillo autotaladrante de doble rosca y arandela de reparto nervada de acero galvanizado.

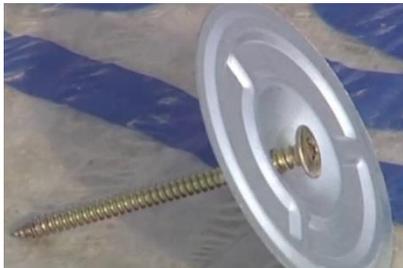


Ilustración 62. Fijación del aislante. Fuente: Propia.

4. Colocación y anclaje de la lámina impermeabilizante (mecánico y adherido).

Una vez tenemos en la cubierta los rollos de polipropileno para la impermeabilización de ésta, se procede a la colocación mediante un sistema similar al de los aislantes de anclaje mecánico. Con tornillo autotaladrante y arandela de reparto se fijan las láminas de polipropileno al aislante anteriormente colocado. Una vez fijado al aislante, se monta la siguiente

lámina encima de la anteriormente puesta y se adhiere aplicando calor, tapando así los anclajes mecánicos.



Ilustración 63. Método de fijación de la impermeabilización. Fuente: Propia.

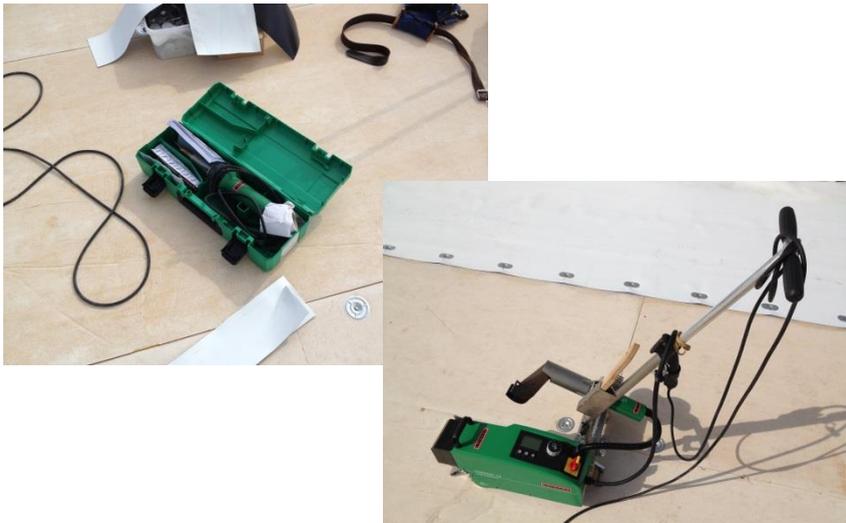


Ilustración 64. Maquinaria para adherencia de impermeabilización. Fuente: Propia.

11.1. PUNTOS SINGULARES.

11.1.1. Pasillos técnicos.

Los pasillos técnicos para el acceso de peatones se resolverán mediante un pavimento filtrante consistente en una baldosa de 50 x 50cm de hormigón poroso sobre una base de poliestireno extruido. Esta baldosa se colocará en seco encima de la impermeabilización. Los pasillos tendrán un ancho de 1m.



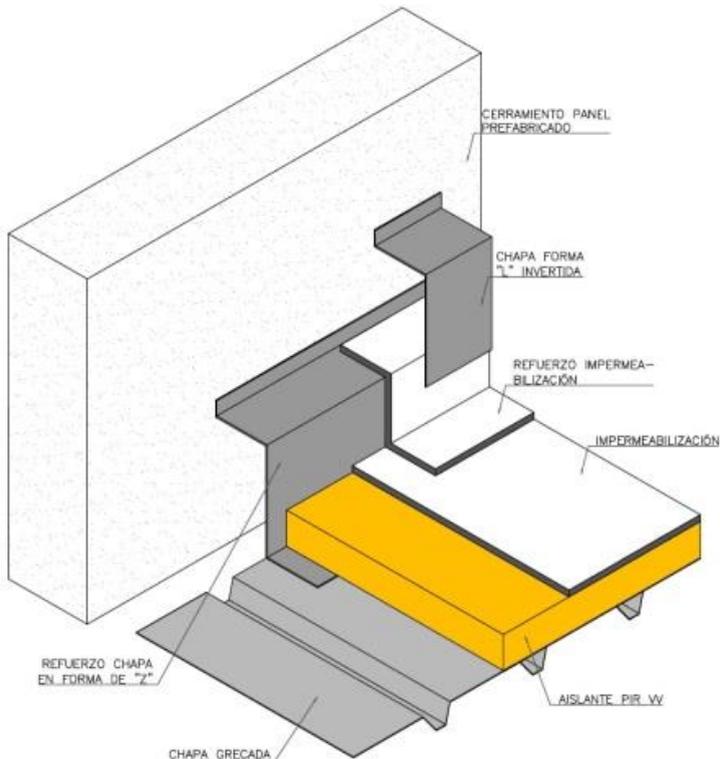
Ilustración 65. Baldosa filtrante. Fuente: MaterialesNavarro.

11.1.2. Petos.

Los petos están constituidos por una chapa en forma de “Z” que apoya sobre la chapa grecada de la cubierta deck. Por encima apoya en la chapa el aislante PIR VV y sobre este la lámina impermeabilizante de polipropileno. Posteriormente reforzamos esta lámina con un refuerzo de polipropileno que sube por el refuerzo en forma de “Z” de la chapa anteriormente puesta.

La chapa irá unida al cerramiento de hormigón o con pernos o con varilla roscada según el procedimiento anteriormente explicado en la chapa grecada y el refuerzo de polipropileno irá unido a la chapa con un tornillo autotaladrante y una arandela de acero galvanizado.

Por último se colocará otro refuerzo de chapa en forma de “L” invertida amarrada al cerramiento con pernos o varilla roscada para mayor seguridad frente a las filtraciones de agua.



Detalle 45. Peto de cubierta. Fuente: Propia.



Ilustración 66. Peto de cubierta. Fuente: Propia.

11.1.3. Evacuación de aguas.

Con respecto a la evacuación de aguas de la cubierta deck dispondremos de dos tipos de evacuaciones. El segundo tipo sólo trabajará cuando la primera opción falle, para prevenir las inundaciones de la cubierta.

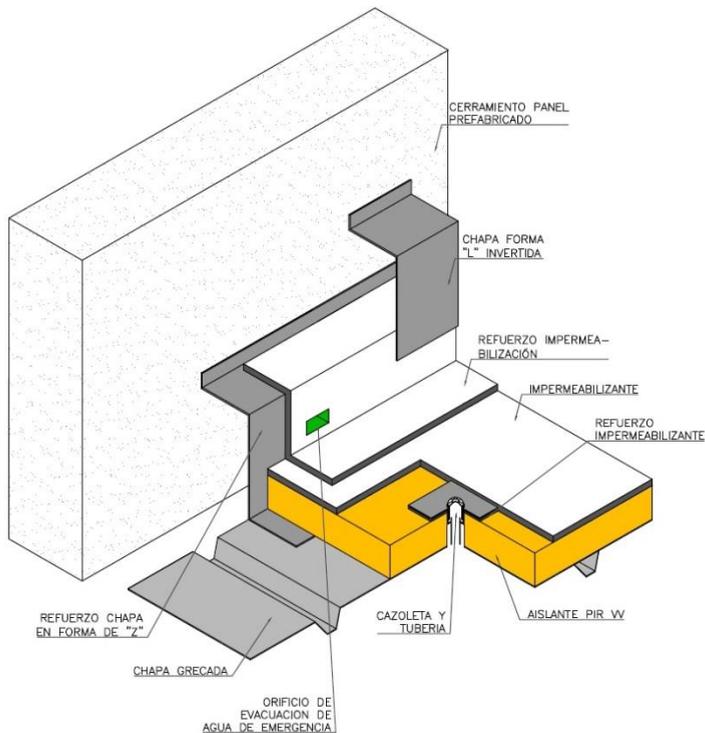
1. Evacuación mediante sumideros.
2. Evacuación mediante orificios en el cerramiento.

Se situarán cada 5 metros lineales, tanto los sumideros como los orificios en el cerramiento.

En la evacuación mediante sumideros se dispondrá de un refuerzo impermeabilizante entre el aislamiento y el mismo sumidero y posteriormente ya se colocará el impermeabilizante de toda la cubierta respetando las cazoletas de la evacuación de las aguas.

Las tuberías conectadas a los mismos sumideros seguirán por el interior de la nave amarrados con unos elementos metálicos, hasta llegar a las bajantes que se situarán en los pilares (Ver plano Anexo 3 y 6).

En cuanto a la evacuación por orificios en el cerramiento, se levanta el refuerzo de impermeabilización de peto y por los orificios dispuestos anteriormente en los paneles se pasa un canalón metálico, el cual conducirá el agua hacia el exterior, de esta forma evitaremos cualquier riesgo de inundación y por tanto desplome de la cubierta.



Detalle 46. Evacuación de aguas de cubierta. Fuente: Propia.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA



Ilustración 67. Sumidero y orificio de evacuación de agua. Fuente: Propia.



Ilustración 68. Evacuación interior del agua. Fuente: Propia.

12. CONSTRUCCIÓN DE LA SOLERA.

Para la construcción del solado de la nave industrial seguiremos el siguiente proceso de ejecución.

1. Preparación de la subbase.

Se extenderá sobre el terreno una capa granular formada por áridos, total o parcialmente machacados. Posteriormente se compactará con compactadores de rodillos vibratorios hasta lograr una densidad no inferior a la que corresponda y que el espesor no sea mayor a 25 cm.

2. Lámina de polietileno.

La colocación de esta lámina se debe a diversos factores; para evitar que el hormigón pierda el agua durante la puesta en obra, que la solera no roce con la capa base y que no suba la humedad procedente del terreno. La lámina de polietileno subirá 50 cm por los elementos estructurales verticales.

3. Niveles, replanteo general de huecos.

Sólo se realizará si el propietario de la nave desea la instalación de los servicios y oficinas.

Se comprobará previamente a su ejecución las pendientes para prever los puntos de ejecución y el replanteo con los planos de arquitectura y saneamiento.

4. Colocación de la armadura.

Se colocará el mallazo sobre calzos del tipo “pie de pato”. Los solapos entre barras o mallas serán como mínimo de 450mm. En las esquinas de los huecos se colocarán 2 barras corrugadas formando 45° con respecto a los lados.



Ilustración 69. Armadura de la solera. Fuente: Propia.

Las juntas de aislamiento separan la solera de los elementos fijos de la edificación, están formadas por un poliestireno expandido y tendrán un espesor de 10 a 20 mm.

6. Vertido y compactación del hormigón.

El vertido del hormigón se realizará a través de un camión de hormigonado con ayuda de una pavimentadora de hormigón y se compactará mediante el método de vibrado. Por último la superficie se terminará mediante reglado con la regla vibrante.



Ilustración 70. Regleado del hormigón. Fuente: Propia.

7. Curado del hormigón.

El curado del hormigón se realizará con productos específicos líquidos que forman una membrana superficial que retiene el agua y se aplicara mediante pulverización.

8. Protección del elemento terminado.

No podrá circular maquinaria sobre la solera durante los 3 primeros días. Y se protegerá con una lámina de polietileno y una pequeña capa de arena.

13. GESTIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

13.1. NORMAS Y LEGISLACIÓN APLICABLE.

Para la elaboración del estudio de la gestión de residuos se tiene que tener presente las siguientes normativas:

- Artículo 45 de la Constitución Española artículo 45 de la Constitución Española.
- La Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- La Ley 10/2000.
- El Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Plan Director de Residuos 2007-2015 de La comunidad Valenciana (Decreto 62/2008, de 14 de noviembre) y corrección BOR del 26 de noviembre de 2008.

13.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS AGENTES.

A) Productor de residuos de construcción y demolición.

El Promotor es el productor de residuos de construcción y demolición, por ser la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en la obra de construcción o demolición; además de ser la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de la obra de construcción o demolición. También por ser la persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

Está obligado a disponer la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición han sido gestionados.

B) Poseedor de residuos de construcción y demolición.

El contratista principal es el poseedor de residuos de construcción y demolición, por ser la persona física o jurídica que tiene en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostenta la condición de gestor de residuos.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

C) Gestor de residuos de construcción y demolición.

El gestor será la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, después de su cierre, así como su restauración ambiental (gestión) de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

13.3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.

La estimación de residuos será expresada en toneladas y metros cúbicos según la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Tabla 27. Estimación de residuos. Fuente: Propia.

17. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA EN ZONAS CONTAMINADAS)		
	1. Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.	
x	17 01 01	Hormigón.
	17 01 02	Ladrillos.
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos.
	17 01 06*	Mezclas o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

	17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.
	2. Madera, vidrio y plástico.	
x	17 02 01	Madera.
	17 02 02	Vidrio.
x	17 02 03	Plástico.
	17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas.
	3. Mezclas bituminosas, alquitran de hulla y otros productos alquitranados.	
	17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla.
	17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
	17 03 03*	Alquitran de hulla y productos alquitranados.
	4. Metales (incluidas sus aleaciones)	
	17 04 01	Cobre, bronce, latón.
	17 04 02	Aluminio.
	17 04 03	Plomo.
	17 04 04	Zinc.
x	17 04 05	Hierro y acero.
	17 04 06	Estaño.
	17 04 07	Metales mezclados.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

	17 04 09*	Residuos metálicos combinados con sustancias peligrosas.
	17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
	17 04 11	Cables distintos de las especificaciones en el código 17 04 10.
	5. Tierras pétreos de excavación.	
	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06.
	17 05 08	Balasto de vías férras distinto del especificado en el código 17 05 07.
	6. Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.	
	17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto.
	17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
x	17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.
	17 06 05*	Materiales de construcción que contienen amianto (6).
	8. Materiales de construcción a partir de yeso.	

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

	17 08 01*	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.
	17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.
	9. Otros residuos de construcción y demolición.	
	17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
	17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB).
	17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.
x	17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.
	10. Arena, grava y otros áridos.	
	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.
x	01 04 09	Residuos de arena y arcilla.
	11. Basuras.	
	20 02 01	Residuos biodegradables.
x	20 03 01	Mezcla de residuos municipales.

Para la estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos, en función de las categorías determinadas en las tablas anteriores, para la obra de construcción de la nave y en ausencia de datos más contrastados, se adopta el criterio de manejarse con parámetros estimativos con fines estadísticos de 20'00 cm de altura de mezcla de residuos por m2 construido según usos con una densidad tipo del orden de 1'50 tn/m³ a 0'50 tn/m³.

Tabla 28. Dato global Tn de RCDs. Fuente: Propia.

USOS DEL EDIFICIO	S m2 superficie construída	V m3 Volumen residuos (S x 0,20)	d densidad tipo entre 1,50 y 0,50 tn/m3	Tn tot toneladas de residuo (v x d)
NAVE ALMACENAMIENTO	4000,00	800,00	0,5	400,00
		TOTAL (Tn):		400,00

Una vez se obtiene el dato global de Tn de RCDs por m2 construido, se procede a continuación a estimar el peso por tipología de residuos utilizando en ausencia de datos en la comunidad Valenciana, los estudios realizados por la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos (Plan Nacional de RCDs 2001- 2006).

Tabla 29. Toneladas de cada tipo de RCD. Fuente: Propia.

Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	% en peso	Tn Toneladas de cada tipo de RCD (Tn ot x %)
RCD: Naturaleza no pétrea		
1. Madera	0,04	16
2. Metales	0,025	10
3. Papel	0,003	1,2
4. Plástico	0,015	6
5. Vidrio.	0,005	2
6. Yeso	0,002	0,8
Total estimación (tn)	0,09	36
RCD: Naturaleza pétrea		
1. Arena, grava y otros áridos	0,04	16
2. Morteros	0,12	48
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,54	216
4. Piedra	0,05	20
Total estimación (tn)	0,75	300
RCD: Potencialmente Peligrosos y otros		
1. Basura	0,13	52
2. Pot. Peligrosos y otros	0,04	16
Total estimación (tn)	0,17	68

13.4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARIAN LOS RESIDUOS.

El desarrollo de actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa de la entidad de residuos de la comunidad valenciana, en los términos establecidos por la Ley 10/1998, de 21 de abril.

La autorización sólo se concederá con la previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los titulares de actividades en las que se desarrollen operaciones de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos de construcción y demolición deberán notificarlo a la entidad de residuos de la comunidad valenciana, como órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma, quedando debidamente registradas estas actividades en la forma que establezca la legislación de las comunidades autónomas. La legislación de las comunidades autónomas podrá someter a autorización el ejercicio de estas actividades.

Todo residuo potencialmente valorizable deberá ser destinado a este fin, evitando su eliminación de acuerdo con el número 1 del artículo 18, de la Ley 10/2000.

De acuerdo con la normativa de la Unión Europea, reglamentariamente se establecerán los criterios técnicos para la

construcción y explotación de cada clase de vertedero, así como el procedimiento de admisión de residuos en los mismos. A estos efectos, deberán distinguirse las siguientes clases de vertederos:

- Vertedero para residuos peligrosos.
- Vertedero para residuos no peligrosos.
- Vertedero para residuos inertes.

Las operaciones de valorización y eliminación deberán ajustarse a las determinaciones contenidas en los Planes Autonómicos de Residuos y en los requerimientos técnicos que reglamentariamente se desarrollen para cada tipo de instalación teniendo en cuenta las tecnologías menos contaminantes, de conformidad con lo establecido en los artículos 18 y 19 de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

Los gestores deberán estar inscritos en el Registro General de Gestores de residuos de la Comunidad Valenciana y llevarán un registro documental que estará a disposición de la Consellería de Medio Ambiente.

En la obra no se prevee ninguna operación de reutilización y además no se prevee ninguna operación de valoración “in situ”.

A continuación se define el destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables “in situ”.

Tabla 30. Tratamiento y destino de los residuos. Fuente: Propia.

17. RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA EN ZONAS CONTAMINADAS)		
Material según Art. 17 del Anexo III de la O.MAM/304/2002	Tratamiento	Destino
1. Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos.		
x Hormigón.	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
Ladrillos.	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
Tejas y materiales cerámicos.	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
Mezclas o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas.	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
2. Madera, vidrio y plástico.		
x Madera.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

	Vidrio.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
x	Plástico.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminadas por ellas.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
3. Mezclas bituminosas, alquitran de hulla y otros productos alquitranados.			
	Mezclas bituminosas que contienen alquitran de hulla.	Tratamiento / Reciclado	Planta de reciclaje RCD
	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	Tratamiento / Reciclado	Planta de reciclaje RCD
	Alquitran de hulla y productos alquitranados.	Tratamiento / Reciclado	Planta de reciclaje RCD
4. Metales (incluidas sus aleaciones)			
	Cobre, bronce, latón.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Aluminio.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

	Plomo.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Zinc.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
x	Hierro y acero.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Estaño.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Metales mezclados.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Residuos metálicos combinados con sustancias peligrosas.	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
	Cables distintos de las especificaciones en el código 17 04 10.	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
5. Tierras pétreos de excavación.			
	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	Restauración	Vertedero

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06.	Restauración	Vertedero
	Balasto de vías férras distinto del especificado en el código 17 05 07.	Restauración	Vertedero
6. Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto.			
	Materiales de aislamiento que contienen amianto.	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
x	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
	Materiales de construcción que contienen amianto (6).	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
8. Materiales de construcción a partir de yeso.			
	Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
	Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

9. Otros residuos de construcción y demolición.			
	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a partir de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB).	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.	Depósito de Seguridad	Gestor autorizado RPs
x	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	Reciclado	Gestor autorizado RNPs
10. Arena, grava y otros áridos.			
	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
x	Residuos de arena y arcilla.	Reciclado	Planta de reciclaje RCD
11. Basuras.			
	Residuos biodegradables.	Reciclado / Vertedero	Planta RSU

x	Mezcla de residuos municipales.	Reciclado / Vertedero	Planta RSU
----------	---------------------------------	--------------------------	------------

13.5. PRESCRIPCIONES RELACIONADAS CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.

- El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
- El depósito temporal para RCDs valorizables (que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro. En los mismos debe figurar la siguiente información: razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor/envase, y el número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos, creado en el art. 43 de la Ley 5/2003, de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid, del titular del contenedor. Dicha información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales u otros elementos de contención, a través de adhesivos, placas, etc.

- El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.
- En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.
- Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera) son centros con la autorización autonómica de la Consellería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consellería, e inscritos en los registros correspondientes. Asimismo se realizará un estricto control documental, de modo que los

transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

- La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente (Ley 10/1998, Real Decreto 833/88, R.D. 952/1997 y Orden MAM/304/2002), la legislación autonómica (Ley 5/2003, Decreto 4/1991...) y los requisitos de las ordenanzas locales. Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.
- Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Anexo II. Lista de Residuos. Punto 17 06 05* (6), para considerar dichos residuos como peligrosos o como no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto. Art. 7., así como la legislación laboral de aplicación.
- Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos “escombro”.

- Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
- Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.

14. SEGURIDAD Y SALUD EN TODO EL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Para la determinación del tipo de riesgo, influirán los siguientes factores:

- Probabilidad de que se produzca.
- Gravedad de las consecuencias.

Tabla 31. Determinación del tipo de riesgo. Fuente: Propia.

	Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
Probabilidad Baja	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
Probabilidad Media	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
Probabilidad Alta	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

14.1. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA FABRICACIÓN DE PREFABRICADOS.

14.1.1. Montaje de ferralla.

Tabla 32. Riesgos y medidas de montaje de ferralla. Fuente: Propia.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caída de personas al mismo nivel	Moderado	Instalación de pasarelas de >60 cm. Limpiar los tajos.	-	-
Caídas de objetos por manipulación	Tolerable	Los bancos llevarán un resalte para evitar la caída de piezas	-	Botas de seguridad. Cinturón.
Caída de objetos desprendidos	Intolerable	Las pilas de ferralla no superarán los 1,5m	-	Casco
Pisadas sobre objetos	Tolerable	Retirar los deshechos de acero	-	Botas de seguridad.
Golpes contra objetos inmóviles	Tolerable	Establecer zonas de trabajo limitadas y zona de acopios	Capuchones PVC en las cabezas de las barras	Botas de seguridad. Ropa de trabajo
Golpes o contactos con elementos móviles de maquinaria	Moderado	Protección de las partes móviles de la maquinaria. Información sobre la maquinaria.	Resguardos que eviten el acceso a partes móviles	Guantes
Golpes por objetos o herramientas	Tolerable	Transportar barras a una altura adecuada.	Capuchones PVC en las cabezas de las barras	Botas de seguridad. Ropa de trabajo. Guantes

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

Proyección de fragmentos y partículas	Moderado	Información sobre riesgos de soldadura	Pantallas de protección y rótulo indicativo	Máscara de vidrio ignífugo
Sobreesfuerzos	Trivial	Utilizar herramientas para el accionamiento y reducir las distancias.	-	Hombreira. Cinturón contra esfuerzos
Contactos térmicos	Importante	Información sobre riesgos de soldadura	Pantallas de protección y rótulo indicativo	Guantes, manguitos y mandil de cuero
Contactos Eléctricos	Intolerable	Revisar y reparar tomas de tierra y aislamientos	Interruptores diferenciales	guantes dieléctricos y botas
Inhalación de sustancias nocivas	Importante	Comprobar ventilación y señalar prohibición de comer, beber, etc.	-	Máscara antipartículas

14.1.2. Preparación del molde.

Tabla 33. Riesgos y medidas de preparación del molde. Fuente: Propia.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caída de personas al mismo nivel	Moderado	Instalación de pasarelas de >60 cm. Limpiar los tajos.	-	-
Caída de objetos desprendidos	Intolerable	Las pilas de ferralla no superarán los 1,5m	-	Casco
Pisadas sobre objetos	Tolerable	Retirar los deshechos de acero	-	Botas de seguridad.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

Golpes contra objetos inmóviles	Tolerable	Establecer zonas de trabajo limitadas y zona de acopios	Capuchones PVC en las cabezas de las barras	Botas de seguridad. Ropa de trabajo
Golpes por objetos o herramientas	Tolerable	Transportar barras a una altura adecuada.	Capuchones PVC en las cabezas de las barras	Botas de seguridad. Ropa de trabajo. Guantes
Sobreesfuerzos	Trivial	Utilizar herramientas para el accionamiento y reducir las distancias.	-	Hombreira. Cinturón contra esfuerzos
Atrapamientos por o entre objetos	Moderado	Buena comunicación entre gruista y estrobador y asegurarse que no hay obstáculos	Señal luminosa al iniciar un movimiento	Ropa de trabajo

14.1.3. Central de hormigón.

Tabla 34. riesgos y medidas de central de hormigón. Fuente: Propia.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caída de personas a diferente nivel	Intolerable	Subida y bajada por escaleras con ese fin, manteniendolas adecuadamente	Barandillas y regilla metálica	-
Golpes contra objetos inmóviles	Tolerable	Establecer zonas de trabajo limitadas y zona de acopios	Capuchones PVC en las cabezas de las barras	Botas de seguridad. Ropa de trabajo

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

Golpes o contactos con elementos móviles de maquinaria	Moderado	Protección de las partes móviles de la maquinaria. Información sobre la maquinaria.	Resguardos que eviten el acceso a partes móviles	Guantes
Proyección de fragmentos y partículas	Moderado	Información sobre riesgos	Pantallas de protección y rótulo indicativo	Máscara de vidrio ignífugo
Contactos Eléctricos	Intolerable	Revisar y reparar tomas de tierra y aislamientos	Interruptores diferenciales	guantes dieléctricos y botas
Atropellos, golpes y choques contra vehículos	Importante	Maniobras dirigidas por un señalista y señalización establecida	Carteles en acceso de vehículos	Armillas reflectantes
Daños a la salud causados por agentes químicos: hormigón.	Tolerable	Utilización de herramientas adecuadas y no tocar el hormigón con la mano	-	Guantes de cuero y botas de seguridad
Daños a la salud causados por agentes químicos: Polvo	Tolerable	El silo de cemento poseerá un equipo de depuración del aire. Instalaciones limpias	-	Mascarilla con filtro y gafas antipolvo
Daños a la salud causados por agentes físicos: Ruido.	Tolerable	Cabina acondicionada para los operarios de la central	-	Protectores auditivos

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

Daños a la salud causados por agentes físicos: vibraciones	Moderado	Cabina acondicionada para los operarios de la central	Cartel de "Peligro vibraciones"	Botas con suela antivibraciones
Daños a la salud causados por otras circunstancias : factores psicosociales	Moderado	Evitar la repetición de tareas y facilitación del proceso	-	-

14.1.4. Hormigonado.

Tabla 35. Riesgos y medidas del hormigonado. Fuente: Propia.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caída de personas al mismo nivel	Moderado	Instalación de pasarelas de >60 cm. Limpiar los tajos.	-	-
Pisadas sobre objetos	Tolerable	Retirar los desechos	-	Botas de seguridad.
Golpes o contactos con elementos móviles de maquinaria	Moderado	Protección de las partes móviles de la maquinaria. Información sobre la maquinaria.	Resguardos que eviten el acceso a partes móviles	Guantes

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

Golpes por objetos o herramientas	Tolerable	Transportar barras a una altura adecuada.		Botas de seguridad. Ropa de trabajo. Guantes
Proyección de fragmentos y partículas	Moderado	Información sobre riesgos de soldadura	Pantallas de protección y rótulo indicativo	Máscara de vidrio ignífugo
Atrapamientos por o entre objetos	Moderado	Buena comunicación entre gruista y estrobador y asegurarse que no hay obstáculos	Señal luminosa al iniciar un movimiento	Ropa de trabajo
Sobreesfuerzo	Trivial	Utilizar herramientas para el accionamiento y reducir las distancias.	-	Hombarrera. Cinturón contra esfuerzos
Contactos Eléctricos	Intolerable	Revisar y reparar tomas de tierra y aislamientos	Interruptores diferenciales	guantes dieléctricos y botas
Daños a la salud causados por agentes químicos: hormigón.	Tolerable	Utilización de herramientas adecuadas y no tocar el hormigón con la mano	-	Guantes de cuero y botas de seguridad
Daños a la salud causados por agentes físicos: vibraciones	Moderado	Cabina acondicionada para los operarios de la central	Cartel de "Peligro vibraciones"	Botas con suela antivibraciones

14.1.5. Curado del elemento.

Tabla 36. Riesgos y medidas del curado del elemento. Fuente: Propia.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Golpes o contactos con elementos móviles de maquinaria	Moderado	Protección de las partes móviles de la maquinaria. Información sobre la maquinaria.	Resguardos que eviten el acceso a partes móviles	Guantes
Exposición a temperaturas extremas	Tolerable	Ventilación y beber frecuentemente	-	Ropa de trabajo adecuada
Contactos térmicos	Importante	Información sobre riesgos	Pantallas de protección y rótulo indicativo	Guantes, manguitos y mandil de cuero
Contactos Eléctricos	Intolerable	Revisar y reparar tomas de tierra y aislamientos	Interruptores diferenciales	guantes dieléctricos y botas
Inhalación de sustancias nocivas	Importante	Comprobar ventilación y señalizar prohibición de comer, beber, etc.	-	Máscara antipartículas
Explosiones o incendios	Importante	Extintores y una entrada de agua a disposición	Alarma de incendios y sistema de emergencia establecido	-

14.1.6. Almacenaje del elemento prefabricado.

Tabla 37. Riesgos y medidas del almacenaje de prefabricados. Fuente: Propia.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caídas de objetos por desplome	Intolerable	Almacenar los elementos por tipos y en listones de madera	Marquesinas de protección	-
Caída de objetos desprendidos	Intolerable	Pestillo de seguridad en puente grúa y mantenimientos de los elementos de elevación	Cartel de peligro por paso de cargas suspendidas	-
Golpes contra objetos inmóviles	Tolerable	Establecer zonas de trabajo limitadas y zona de acopios	-	Botas de seguridad. Ropa de trabajo
Golpes por objetos o herramientas	Tolerable	Transportar barras a una altura adecuada.	Marquesinas de protección	Botas de seguridad. Ropa de trabajo. Guantes
Atrapamientos	Moderado	Buena comunicación entre gruista y estrobador y asegurarse que no hay obstáculos	-	-
Sobreesfuerzos	Trivial	Guiar las cargas en suspensión	-	Guantes de cuero y cinturón de cuero
Atropellos	Importante	Señalizar las vías de circulación	Señal luminosa	-

14.2. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL TRANSPORTE DE ELEMENTOS.

14.2.1. Carga de elementos sobre vehículo.

Tabla 38. Riesgos y medidas para la carga de elementos. Fuente: Propia.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caída de personas a diferente nivel	Intolerable	Subida y bajada por escaleras con ese fin, manteniendolas adecuadamente	Barandillas y regilla metálica	-
Caída de personas al mismo nivel	Moderado	mantener la plataforma limpia	-	Botas de seguridad
Caídas de objetos por desplome	Intolerable	Suelo horizontal y no se apilará a las de 1,8m	-	-
Caídas de objetos por manipulación	Tolerable	Pestillo de seguridad en puente grúa y mantenimientos de los elementos de elevación	-	-
Golpes o contactos con elementos móviles de maquinaria	Moderado	Protección de las partes móviles de la maquinaria. Información sobre la maquinaria.	Señal sonora y luminosa	Guantes, casco y ropa de trabajo

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

Atrapamientos	Moderado	Inmovilización de maquinaria y buena comunicación entre estrobador y gruista	Marquesinas	Guantes y ropa de trabajo
Sobreesfuerzo	Trivial	Guiar las cargas en suspensión	-	Guantes de cuero y cinturón de cuero
Atropellos	Importante	Señalizar las vías de circulación	Señal luminosa	Armilla reflectante

14.2.1. Transporte elementos fábrica-obra.

Tabla 39. Riesgos y medidas de transporte de elementos. Fuente: propia.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caída de objetos desprendidos	Intolerable	Verificar que la carga está bien fijada	-	-
Atrapamientos por vuelco de vehículos	Moderado	Carga uniformemente repartida sobre el vehículo	-	-
Sobreesfuerzos	Trivial	Descansar cada 200-300 km. Disminuir las horas de trabajo.	-	-
Exposición a temperaturas extremas	Tolerable	Ventilación y beber frecuentemente	-	Ropa de trabajo adecuada

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

Contactos Eléctricos	Intolerable	Mantenimiento de los sistemas eléctricos	-	-
Incendios	Moderado	Disposición de un extintor. Mantenimiento de vehículo.	-	-
Atropellos	Important	Iluminación de zona y vehículo	Señal luminosa	Ropa reflectante
Accidentes de tránsito	Important	El personal tendrá el carnet C. Realizar descansos	-	Cinturón de seguridad
Daños a la salud causados por agentes físicos: vibraciones	Moderado	Mantenimiento del asiento. Mantener la postura adecuada.	-	Fajas y cinturones antivibración
Daños a la salud causados por agentes físicos: Ruido.	Tolerable	Cabina insonorizada. Mantenimiento del vehículo	-	-
Daños a la salud causados por otras circunstancias: factores psicosociales	Moderado	Facilitar cambios de turno a los operarios	-	-

14.3. RIESGOS Y MEDIDAS DE MONTAJE.

14.3.1. Descarga y acopio.

Tabla 40. Riesgos y medidas de descarga y acopios. Fuente: Propia.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caída de personas a diferente nivel	Intolerable	prohibir que las personas vayan subidas a las piezas	Barandillas a ambos lados	-
Caída de personas al mismo nivel	Moderado	mantener la plataforma limpia	-	Botas de seguridad
Caídas de objetos por desplome	Intolerable	Suelo horizontal sobre durmientes	Marquesinas	-
Caídas de objetos por manipulación	Tolerable	Pestillo de seguridad en puente grúa y mantenimientos de los elementos de elevación	Señales de peligro paso de cargas	-
Golpes o contactos con elementos móviles de maquinaria	Moderado	Buena visibilidad y posición para el conductor de la grúa	-	Guantes, casco y ropa de trabajo
Atrapamientos por o entre objetos	Moderado	Asegurar que no hay obstáculos, controlar el espacio de acopio.	-	Ropa de trabajo y guantes
Atrapamientos por vuelco de vehículos	Moderado	Carga uniformemente repartida sobre el vehículo	-	-
Sobreesfuerzo	Trivial	Utilizar cabos para acompañar la carga	-	Guantes de cuero

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

Atropellos	Important	Señalización de entrada y circulación de vehículos además de dirigirse con un señalista	Cartel de peligro entrada y salida de vehículos	Armillas reflectante
------------	-----------	---	---	----------------------

14.3.2. Izado.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caída de personas a diferente nivel	Intolerable	prohibir que las personas vayan subidas a las piezas	Barandillas a ambos lados	Cinturón de seguridad clase A
Caídas de objetos por desplome	Intolerable	Revisar cables, cadenas, pestillo de seguridad y dirigir el izado	Marquesinas	-
Golpes por objetos	Important	Levantar verticalmente la carga y controlarla	-	Guantes, casco y ropa de trabajo
Atrapamientos por vuelco de vehículos	Moderado	Revisar elementos de seguridad. No sobrecargar la grúa.	-	-
Exposición a temperaturas extremas	Tolerable	beber frecuentemente	-	casco y Ropa de trabajo adecuada
Contactos Eléctricos	Intolerable	Revisar el funcionamiento de toma de tierra y maquinaria	Interruptores diferenciales	Guantes dieléctricos y botas de seguridad

14.3.3. Colocación.

Tabla 41. Riesgos y medidas de la colocación de elementos. Fuente: Propia.

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caída de personas a diferente nivel	Intolerable	Preveer el sistema de sujección, buena coordinación.	Barandillas a ambos lados	Cinturón de seguridad clase A
Caídas de objetos por manipulación	Tolerable	Pestillo de seguridad en puente grúa y respetar limitadores	Señales de peligro paso de cargas	-
Golpes por objetos	Important	Dimensiones suficientes del lugar de trabajo y buena comunicación gruísta - señalista.	-	Botas, casco y ropa de trabajo
Atrapamientos por vuelco de vehículos	Moderado	Controlar las cargas visualmente. Pribibir realizar trabajos dentro del radio de suspensión	Marquesinas	-
Exposición a temperaturas extremas	Tolerable	beber frecuentemente	-	casco y Ropa de trabajo adecuada
Sobreesfuerzo	Trivial	Utilizar cabos para acompañar la carga	-	Guantes de cuero

14.3.4. Arriostramiento.

*Tabla 42. Riesgos y medidas en el arriostramiento de los elementos.
Fuente:Propia.*

Riesgos	Tipo de Riesgo	Medidas de Control	Elementos de protección	
			Colectivas	Individual
Caída de personas a diferente nivel	Intolerable	Preveer el sistema de sujeción, buena coordinación.	Barandillas a ambos lados	Cinturón de seguridad clase A
Caídas de objetos por manipulación	Tolerable	Libres de obstáculos	-	Botas de seguridad antideslizante
Golpes por objetos	Importante	Dimensiones suficientes del lugar de trabajo y se prohíbe trabajar con viento.	-	Botas, casco y ropa de trabajo
Atrapamientos por objetos	Importante	No podrá desprenderse la pieza del gacho hasta que se haya concluido el arriostramiento	-	Casco, guantes y ropa de trabajo
Exposición a temperaturas extremas	Tolerable	beber frecuentemente	-	casco y Ropa de trabajo adecuada
Sobreesfuerzos	Trivial	trabajo en equipo bien planificado y descansos periódicos.	-	Cinturón portaherramientas
Daños a la salud causados por agentes químicos: Mortero	Tolerable	No mover el mortero con las manos	-	Guantes y botas de seguridad

Gran parte de los riesgos estudiados anteriormente durante la ejecución de la obra vienen dados por la utilización de medios auxiliares herramientas y maquinaria de obra que se necesita para la puesta en obra.

Los medios auxiliares utilizados en la puesta en obra son los siguientes:

- Andamios en general.
- Andamios de borriquetas.
- Escalera de mano.
- Eslingas de acero.
- Garras de suspensión.
- Codales y puntales.

Las herramientas utilizadas en la puesta en obra son las siguientes:

- Martillo.
- Metro y cinta métrica.
- Rotuladores.
- Plomada.
- Cuñas de madera.
- Bulones y espadas.
- Balancín de colocación de pilares.
- Cuerdas
- Punzón.
- Pata de cabra.
- Tráctel.
- Llave fija.

La maquinaria de obra utilizada en la ejecución de la obra es la siguiente:

- Maquinaria de movimiento de tierras
 - Retroexcavadora
 - Pala cargadora
- Maquinaria de elevación
 - Camión grúa hidráulica telescópica
 - Lanzadora de vigas
 - Plataforma telescópica
- Maquinaria de transporte
 - Camión transporte
 - Camión contenedor
- Maquinaria compactación y extendido
 - Compactadora de rodillo
 - Compactadora de capas asfálticas y bituminosas
 - Bandeja vibrante
- Maquinaria extendora y pavimentadora
 - Pavimentadora de hormigón
- Maquinaria manipulación hormigón
 - Bomba hormigonado
 - Camión hormigonera
- Pequeña maquinaria
 - Vibrado
 - Atornilladores eléctricos
 - Fratasadoras
 - Regla vibrante
 - Herramientas manuales

15. VENTAJAS ECONÓMICAS RESPECTO A LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL.

Tradicionalmente el prefabricado estaba asociado a una construcción apresurada, provisional y de baja calidad, pero en la actualidad se debe entenderse como la industrialización de la construcción.

Con esta evolución de la prefabricación, también se ha mejorado la funcionalidad, seguridad, estética y economía de este tipo de construcción.

Las ventajas económicas de la construcción prefabricada frente a la construcción tradicional “insitu” son las siguientes:

- Permite la reducción de tiempos de ejecución de la obra por tanto una reducción de gastos fijos.
- Al reducir el tiempo de ejecución, permite la entrada en funcionamiento del edificio con anterioridad, lo que genera beneficios para el propietario.
- Bajo coste inicial con una relación esfuerzo/precio inmejorable.
- Permite la ejecución de la obra independientemente de la climatología, factor que influye en el tiempo de ejecución y por tanto en la economía.
- Gastos mínimos de mantenimiento.
- Precio cerrado de trabajos contratados tanto a la hora del suministro como del montaje de la obra.

- Disminución de deterioro y derrumbamientos en situaciones de incendio con respecto a otras tipologías de construcción.
- Variedad de empresas de fabricación de prefabricados que ofrecen diversas soluciones y diversos precios.

No sólo se aprecian ventajas en el aspecto económico sino también en el aspecto medioambiental, temas de seguridad, calidad y malestar social.

A continuación se muestra una tabla comparativa de todos los aspectos entre la construcción prefabricada y tradicional.

CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL SIN USO, EJECUTADA CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN Y CUBIERTA TIPO DECK EN LA LOCALIDAD DE BUGARRA

*Tabla 43. Comparación construcción prefabricada / construcción tradicional.
Fuente: Propia.*

	ECONÓMICO (coste)	MEDIO AMBIENTE		SEGURIDAD LABORAL
	Precio / Tiempo	Residuos generados	Recursos utilizados	Cantidad de riesgos
CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL	Mayor Coste	Muy Alta	Alto	Alta
CONSTRUCCIÓN PREFABRICADA	Menor Coste	Medio	Medio	Alta

	CALIDAD			MALESTAR SOCIAL		
	Acabados	Diseño	Estructura	Ruido	Polvo	Ocupación de la vía
CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL	Alta	Muy Alta	Media	Grave	Grave	Moderada
CONSTRUCCIÓN PREFABRICADA	Baja	Media	Alta	Moderada	Leve	Grave

Conclusión

La experiencia y aprendizaje durante este periodo de tiempo con respecto a todo lo que conlleva la construcción de un edificio industrial de hormigón prefabricado ha sido muy satisfactoria. Al principio parece fácil, pero una vez te pones a analizar lo que son los procesos de diseño, fabricación y montaje, te vas dando cuenta de la dificultad que va teniendo en cada una de las fases.

En la fase de diseño cabe recalcar la dificultad de realizar las planillas con las dimensiones y detalles exactos que se desea de cada elemento, ya que estos tienen que encajar perfectamente en su puesta en obra. En el proceso de fabricación hay que tener especial atención que los elementos que se están generando concuerden perfectamente con las planillas realizadas y por último en el proceso de construcción tener muy en cuenta los riesgos del montaje y que no haya ningún fallo en la colocación de elementos, ya que si afecta a la estructura deberán construirse piezas nuevas, hecho que elevaría mucho el coste de la obra.

También hay que señalar que aunque la construcción mediante elementos prefabricados parezca una construcción más sencilla debido a la repetición de procesos, no es exactamente así, ya que cada edificio tiene sus propias características, sus propias condiciones de terreno, sus propios elementos y dimensiones de ellos (como son las inusuales vigas deltas empleadas en este proyecto).

En resumen podría decir que mi experiencia ha sido muy satisfactoria, ya que me ha ofrecido la oportunidad de tener un primer contacto con

lo que es la construcción hoy en día, en primer lugar por las gestiones con el ayuntamiento de Bugarra por la normativa vigente en el polígono industrial y en segundo lugar por la puesta en contacto y trabajo en conjunto realizado con la empresa PACADAR en los ámbitos de diseño y fabricación de los elementos prefabricados de hormigón.

Por último añadir que el proyecto realizado es de una nave industrial de tales dimensiones debido a que el pueblo en el que está situada se dedican en su totalidad a la agricultura, habiendo así unas tres o cuatro empresas que abarcan todos los productos y servicios que requiere un pueblo agrícola, de esta forma, había pensado que para cualquier empresa relacionada con la agricultura, ya sea de almacenaje de productos agrícolas o de servicios que esta actividad necesita, se requieren naves de dimensiones mayores a las habituales. También ayudó a la decisión de realizar esta nave el reciente plan parcial aprobado en la población, con la intención de agrupar estas empresas en el polígono industrial.

Referencias Bibliográficas

Documentos.

- (1) **Análisis Constructivo de una nave industrial con elementos prefabricados de hormigón.** Proyecto Final de Carrera Alberto Sayol Sifre (2012). Universidad Politécnica de Valencia.
- (2) **Diseño, fabricación y montaje de edificios industriales de hormigón prefabricado.** Proyecto final de carrera Manuel Jesús Ramírez (2006). Universidad Politécnica de Valencia.
- (3) **Diseño de una nave industrial sin uso específico en la localidad de Vilamalla.** Proyecto Final de Carrera Andreu Camarasa (2009). Universidad Politécnica de Lleida.
- (4) **Utilización de elementos prefabricados en la construcción.** Proyecto Final de Carrera Francisco Avila Caballero (2011). Universidad Politécnica de Valencia.
- (5) **Estudio preventivo de elementos prefabricados en la edificación.** Proyecto Final de Carrera Javier Carriba Quintela (2011). Universidad Politécnica de Barcelona.

Libros.

- (6) **EHE 08 Instrucción de Hormigón Estructural.** Ministerio de fomento (2008).
- (7) **Fachadas prefabricadas de hormigón.** Prestressed Concrete Institute Chicago (1976). Universidad Politécnica de Valencia.
- (8) **Edificación con prefabricados de hormigón: para usos industriales, comerciales, aparcamientos y servicios.** Julio Vaquero (1996). Universidad Politécnica de Valencia.
- (9) **Estructura tradicional y prefabricada en hormigón.** Stanislaw Pereswiet-Soltan (1980). Universidad Politécnica de Valencia.
- (10) **UNE EN 206-1 Hormigón Parte 1: Especificaciones, prestaciones, producción y conformidad.** Ed. AENOR, Madrid (2008).
- (11) **UNE EN 13369: 2006/ AC Reglas comunes para productos prefabricados de hormigón.** Ed. AENOR, Madrid (2008).
- (12) **UNE EN 197-1 Cemento Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes.** Ed. AENOR, Madrid (2011).

Webs de internet.

www.riphorsa.com

www.construcmática.com

www.pacadar.es

www.gilva.com

www.prevalesa.com

www.lufort.com

www.iatsa.com

www.isover.es

www.incoperfil.com

www.danosa.com

www.transgruas.com

www.tecnyconta.es

Índice de Figuras

Ilustraciones.

Ilustración 1. Cuña de anclaje. Fuente: iatsa.....	41
Ilustración 2. Cimentación por cáliz. Fuente: Propia.....	50
Ilustración 3. Cimentación por vainas. Fuente: Propia.....	52
Ilustración 4. Cimentación atornillada. Fuente: Prevalesa.....	54
Ilustración 5. Cimentación con chapa base. Fuente: Bibliografía 1.....	56
Ilustración 6. Viga riostra. Fuente: Propia.	57
Ilustración 7. Cabezas de pilares. Fuente: Tecnycontra.	61
Ilustración 8. Tipos de acabados superficiales de paneles. Fuente: Propia.....	78
Ilustración 9. Paneles verticales. Fuente: Propia.....	78
Ilustración 10. Paneles horizontales. Fuente: Propia.	79
Ilustración 11. Estribadora. Fuente: Propia.	85
Ilustración 12. Taller de armaduras. Fuente: Propia.	86
Ilustración 13. Dobladora de armaduras. Fuente: Propia.	86
Ilustración 14. Instalación de hormigonado. Fuente: Propia.	87
Ilustración 15. Cubilote hormigonado y vagoneta mono-carril. Fuente: Propia y Bibliografía 1.....	88
Ilustración 16. Mesa vibratoria. Fuente: Propia.	89
Ilustración 17. Acopio losas alveolares. Fuente: Propia.	90
Ilustración 18. Máquina de limpieza de lecho. Fuente: Propia.	91
Ilustración 19. Bobinas de acero. Fuente: Propia.....	92
Ilustración 20. Plancha de fijación en yugo de tensión. Fuente: Propia.....	92
Ilustración 21. Gato hidráulico. Fuente: Propia.....	93

Ilustración 22. Máquina moldeadora de losas alveolares. Fuente: Propia	94
Ilustración 23. Lona protectora. Fuente: Propia.	94
Ilustración 24. Cortadora manual y eléctrica de losas alveolares. Fuente: Propia.....	95
Ilustración 25. Pinzas para transporte y acopio de losas alveolares. Fuente: Propia.	95
Ilustración 26. Armado y encofrado de viga de sección variable. Fuente: Biblio 2.	96
Ilustración 27. Caballetes para la armadura. Fuente: Propia.	98
Ilustración 28. Armadura de pilar con ménsula. Fuente: Propia.....	98
Ilustración 29. Armadura de viga. Fuente: Propia.	98
Ilustración 30. Desmoldeo soporte/viga. Fuente: Bibliografía 1.	99
Ilustración 31. Traveseros e imanes. Fuente: Propia.	100
Ilustración 32. Armado de paneles. Fuente: Propia.	101
Ilustración 33. Vuelco de bancada. Fuente: Bibliografía 1.	102
Ilustración 34. Prueba de pintura. Fuente: Propia.	102
Ilustración 35. Acopios de paneles. Fuente: Propia.	102
Ilustración 36. Demoledora. Fuente: Propia.	103
Ilustración 37. Caballete para transporte de paneles. Fuente: Solostocks.	125
Ilustración 38. Elementos de elevación en paneles. Fuente: Propia....	126
Ilustración 39. Rosca y garra de elevación. Fuente: Propia.....	126
Ilustración 40. Plataforma extensible. Fuente: Transgruas.....	127
Ilustración 41. Plataforma no extensible. Fuente: Vipreluc.	128
Ilustración 42. Dolly. Fuente: Logismarket.	128
Ilustración 43. Góndola. Fuente: Bibliografía 1.	129
Ilustración 44. Camión autocargante. Fuente: Propia.....	129

Ilustración 45. Compactación y acondicionamiento del terreno. Fuente: Propia.....	131
Ilustración 46. Excavación de zapatas y vigas riostra. Fuente: Propia.	132
Ilustración 47. Replateo cimentación. Fuente: Propia.	132
Ilustración 48. Armado y hormigonado de cimentación. Fuente: Propia.	132
Ilustración 49. Eslingas de cable. Fuente: tenso.es	134
Ilustración 50. Tubo pasante. Fuente: Bibliografía 1.....	134
Ilustración 51. Izado de soporte. Fuente: Propia.	134
Ilustración 52. Cuñas para la verticalidad del soporte. Fuente: Propia.	135
Ilustración 53. Izado viga e izado losa. Fuente: Bibl. 1 y lineaprevención.com	136
Ilustración 54. Izado de vigas de cubierta. Fuente: Bibliografía 2.....	140
Ilustración 55. Anclaje a soporte. Fuente: Bibliografía 1.....	140
Ilustración 56. Colocación de correas. Fuente: Bibliografía 1.	144
Ilustración 57. Colocación de paneles horizontales. Fuente: Bibliografía 2.	146
Ilustración 58. Izado de operarios. Fuente: Propia.....	152
Ilustración 59. Acopios de materiales de cubierta. Fuente: Propia.....	153
Ilustración 60. Anclaje mecánico de pernos. Fuente: Constructalia.	154
Ilustración 61. Anclaje mecánico varilla roscada. Fuente: Constructalia.	154
Ilustración 62. Fijación del aislante. Fuente: Propia.....	155
Ilustración 63. Método de fijación de la impermeabilización. Fuente: Propia.....	156
Ilustración 64. Maquinaria para adherencia de impermeabilización. Fuente: Propia.	156
Ilustración 65. Baldosa filtrante. Fuente: MaterialesNavarro.....	157

Ilustración 66. Peto de cubierta. Fuente: Propia.....	159
Ilustración 67. Sumidero y orificio de evacuación de agua. Fuente: Propia.....	161
Ilustración 68. Evacuación interior del agua. Fuente: Propia.....	161
Ilustración 69. Armadura de la solera. Fuente: Propia.....	163
Ilustración 70. Regleado del hormigón. Fuente: Propia.....	164

Detalles.

Detalle 1. Cimentación por cáliz. Fuente: Propia.	49
Detalle 2. Cimentación por vainas. Fuente: Propia.	51
Detalle 3. Cimentación atornillada. Fuente: Propia.	53
Detalle 4. Cimentación con chapa base. Fuente: Propia.	55
Detalle 5. Viga riostra. Fuente: Propia.....	57
Detalle 6. Ejemplos de pilares sección cuadrada y rectangular. Fuente: Propia.....	60
Detalle 7. Pilar con pestañas. Fuente: Propia.....	60
Detalle 8. Pilar circular con pestañas. Fuente: Propia.	60
Detalle 9. Ménsula tipo 1. Fuente: Propia.....	62
Detalle 10. Ménsula tipo 2. Fuente: Propia.....	62
Detalle 11. Viga tipo L. Fuente: Propia.	63
Detalle 12. Viga tipo T invertida. Fuente: Propia.....	64
Detalle 13. Viga tipo T invertida Insitu. Fuente: Propia.....	64
Detalle 14. Viga tipo L Insitu. Fuente: Propia.	65
Detalle 15. Viga rectangular. Fuente: Propia.....	65
Detalle 16. Viga tipo T y L invertida. Fuente: Propia.	66
Detalle 17. Viga I. Fuente: Propia.	67

Detalle 18. Viga delta 1. Fuente: Propia.	68
Detalle 19. Sección Viga delta 1. Fuente: Propia.	68
Detalle 20. Viga delta 2. Fuente Propia	69
Detalle 21. Sección viga delta 2. Fuente: Propia.	69
Detalle 22. Vigas rectangulares. Fuente: Propia.	70
Detalle 23. Viga piñón. Fuente: Propia.	70
Detalle 24. Viga I. Fuente: Propia.	71
Detalle 25. Viga canal. Fuente: Propia.....	71
Detalle 26. Viga divisoria. Fuente: Propia.....	72
Detalle 27. Viga quebrada. Fuente: Propia.....	72
Detalle 28. Correa tubular. Fuente: Propia.	73
Detalle 29. Vigueta simple. Fuente: Propia.	73
Detalle 30. Losas alveolares. Fuente: Propia.....	74
Detalle 31. Paneles de cerramiento. Fuente: Propia.....	76
<i>Detalle 32. Panel macizo. Fuente: Propia.</i>	<i>76</i>
<i>Detalle 33. Panel sandwich. Fuente: Propia.</i>	<i>76</i>
<i>Detalle 34. Panel bicapa. Fuente: Propia.....</i>	<i>77</i>
Detalle 35. Unión viga - pilar con ménsula. Fuente: Propia.	137
Detalle 36. Unión viga L – pilar. Fuente: Propia.	137
Detalle 37. Unión viga T invertida - pilar. Fuente: Propia.	138
Detalle 38. Unión vigas - forjado. Fuente: Propia.....	138
Detalle 39. Unión viga piñón - pilar.	141
Detalle 40. Unión viga delta - pilar. Fuente: Propia.	142
Detalle 41. Unión correa tubular – viga. Fuente: Propia.	144
Detalle 42. Machihembrado de paneles. Fuente: Propia.....	146
Detalle 43. Uniones pilar - panel horizontal. Fuente: Propia.	147
Detalle 44. Sellado de paneles. Fuente: Propia.....	148
Detalle 45. Peto de cubierta. Fuente: Propia.	158

Detalle 46. Evacuación de aguas de cubierta. Fuente: Propia.160

Tablas.

Tabla 1. Coeficiente de transmisión térmica de una cubierta DECK	18
Tabla 2. Aislamiento acústico a ruido aéreo y peso propio de una cubierta DECK	18
Tabla 3. Pilares de sección cuadrada y rectangular más utilizados. Fuente: Propia.	59
Tabla 4. Pilar circular con pestañas. Fuente: Propia.....	60
Tabla 5. Dimensiones de ménsulas tipo 1. Fuente: Propia.	62
Tabla 6. Dimensiones de ménsulas tipo 2. Fuente: Propia.	62
Tabla 7. Dimensiones viga tipo L. Fuente: Propia.....	63
Tabla 8. Dimensiones viga tipo T invertida. Fuente: Propia.	64
Tabla 9. Dimensiones viga tipo T insitu. Fuente: Propia.....	64
Tabla 10. Dimensiones Viga tipo L Insitu. Fuente: Propia.	65
Tabla 11. Dimensiones viga rectangular. Fuente: Propia.	65
Tabla 12. Dimensiones viga tipo T y L invertida. Fuente: Propia.....	66
Tabla 13. Dimensiones Viga I. Fuente: Propia.	67
Tabla 14. Dimensiones Delta 1. Fuente: Propia.	68
Tabla 15. Dimensiones viga delta 2. Fuente: Propia.	69
Tabla 16. Dimensiones vigas rectangulares. Fuente: Propia.....	70
Tabla 17. Dimensiones viga piñón. Fuente: Propia.	70
Tabla 18. Dimensiones viga I. Fuente: Propia.....	71
Tabla 19. Dimensiones viga divisoria. Fuente: Propia.	71
Tabla 20. Dimensiones viga quebrada. Fuente: Propia.	72
Tabla 21. Dimensiones correas tubulares. Fuente: Propia.....	73

Tabla 22. Dimensiones placas alveolares. Fuente: Propia.....	74
Tabla 23. Requisitos mecánicos y físicos. Fuente: UNE EN 197-1: 2011.	106
Tabla 24. Requisitos químicos. Fuente: UNE EN 197-1: 2011.	107
Tabla 25. Propiedades, métodos de ensayo y frecuencia mínima de ensayos para el autocontrol realizado por el fabricante. Fuente: UNE EN 197-1: 2011.....	108
Tabla 26. Control de calidad. Documentación final de obra. Fuente: Propia.....	122
Tabla 27. Estimación de residuos. Fuente: Propia.....	167
Tabla 28. Dato global Tn de RCDs. Fuente: Propia.	171
Tabla 29. Toneladas de cada tipo de RCD. Fuente: Propia.....	172
Tabla 30. Tratamiento y destino de los residuos. Fuente: Propia.	175
Tabla 31. Determinación del tipo de riesgo. Fuente: Propia.....	184
Tabla 32. Riesgos y medidas de montaje de ferralla. Fuente: Propia. .	185
Tabla 33. Riesgos y medidas de preparación del molde. Fuente: Propia.	186
Tabla 34. riesgos y medidas de central de hormigón. Fuente: Propia.	187
Tabla 35. Riesgos y medidas del hormigonado. Fuente: Propia.....	189
Tabla 36. Riesgos y medidas del curado del elemento. Fuente: Propia.	191
Tabla 37. Riesgos y medidas del almacenaje de prefabricados. Fuente: Propia.....	192
Tabla 38. Riesgos y medidas para la carga de elementos. Fuente: Propia.	193
Tabla 39. Riesgos y medidas de transporte de elementos. Fuente: propia.....	194
Tabla 40. Riesgos y medidas de descarga y acopios. Fuente: Propia. ...	196

Tabla 41. Riesgos y medidas de la colocación de elementos. Fuente: Propia.....	198
Tabla 42. Riesgos y medidas en el arriostramiento de los elementos. Fuente:Propia.	199
Tabla 43. Comparación construcción prefabricada / construcción tradicional. Fuente: Propia.	204

Anexos

ÍNDICE

Anexo 1: Normativa Plan Parcial.

Anexo 2: Planos nave industrial.

Anexo 3: Fichas Técnicas de Elementos Prefabricados.

Anexo 4: Detalles elementos prefabricados

Anexo 5: Fichas Técnicas de Elementos de Cubierta.

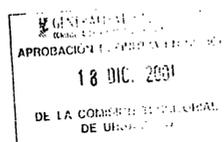
Anexo 6: Detalles elementos de Cubierta.

Anexo 1: Normativa Plan Parcial.

INDICE

- 1.- NORMAS URBANÍSTICAS
1.1.- NORMAS URBANÍSTICAS DE CARÁCTER ESTRUCTURAL
1.2.- NORMAS URBANÍSTICAS PROPIAS DE LA ORDENACIÓN
PORMENORIZADA

MODIFICACIÓN PUNTUAL DE LAS NORMAS SUBSIDIARIAS DE BUGARRA
PARTE CON EFICACIA NORMATIVA



1

2

SUELO URBANIZABLE DE USO INDUSTRIAL

1.- NORMAS URBANÍSTICAS

1.1.- NORMAS URBANÍSTICAS DE CARÁCTER ESTRUCTURAL

ARTÍCULO 1. DELIMITACIÓN.
Se clasifica como Suelo Urbanizable de Uso Industrial el grafado en el plano nº 6 de la presente modificación como tal.

ARTÍCULO 2. APROVECHAMIENTO TIPO.
Se establece para el Sector un Aprovechamiento Tipo de 0.59 m²/m².

1.2.- NORMAS URBANÍSTICAS PROPIAS DE LA ORDENACIÓN PORMENORIZADA

ARTÍCULO 3. USOS PERMITIDOS.
Se autorizarán en esta zona las actuaciones de tipo industrial con las siguientes salvedades:

- I. No se autorizarán aquellas que por sus especiales características sean consideradas como peligrosas, y no acrediten las suficientes garantías de seguridad.
- II. Sólo se autorizarán las viviendas destinadas a los vigilantes, dentro de las instalaciones industriales, no pudiendo la superficie destinada a estos menesteres ser superior a 150 m² por cada industria construida, ni en caso de que se construyan tener una superficie menor de 60 m².
- III. El uso de oficinas solo se permitirá cuando éste acompañe a la actividad industrial.

ARTÍCULO 4. CONDICIONES DE PARCELA MÍNIMA.
No se concederá licencia de construcción sobre parcelas que no cumplan con las condiciones mínimas siguientes:

- I. Longitud mínima de fachada de 10 m.
- II. Superficie mínima de parcela de 300 m².
- III. Ángulos de medianería con alineación de fachada, no inferior a sesenta grados sexagesimales.

ARTÍCULO 5. TIPOLOGÍA Y ALINEACIONES DE LA EDIFICACIÓN.
El tipo de edificación será el de edificios aislados, los cuales deberán cumplir los siguientes retranqueos:

- I. Las fachadas deberán retranquearse al menos 4 m. de las alineaciones de calles, señaladas en el plano de alineaciones.
- II. Las edificaciones deberán distanciar dos metros de lindes de parcela.

ARTÍCULO 6. APARCAMIENTO Y ZONAS DE CARGA Y DESCARGA.
En el interior de cada parcela se dispondrán espacios para aparcamiento de vehículos, en proporción mínima del 10 % de la superficie construida.



3

Los muelles para carga y descarga de vehículos de transporte, podrán disponerse en el interior de la edificación o en su fachada, pero su límite exterior deberá quedar retranqueado de la alineación de la calle, en una profundidad de 7 metros como mínimo, para permitir el estacionamiento en batería, sin invadir la vía pública.

ARTÍCULO 7. ALTURAS MÁXIMAS PERMITIDAS.
La altura máxima del cuerpo de oficinas será de 6.50 metros, y la altura mínima libre en planta baja será de 3 metros. La altura máxima de la edificación industrial será de 10 metros, medidos en cumbre, en caso de edificios con cubiertas a dos aguas, y siempre que se respeten las condiciones de volumen establecidas. En ningún caso podrán edificarse más de dos plantas.

ARTÍCULO 8. VOLUMEN EDIFICABLE.
La edificación será de composición libre, de acuerdo con el uso a que se destine. El máximo volumen autorizado será de 6 m³/m². Para el cálculo de volumen se considera construido el espacio definido por los cielos exteriores y el plano de cubierta de la última planta construida de las naves industriales. Se excluyen los espacios cubiertos, pero abiertos por dos o más caras. Para medir la altura de las cubiertas con vertientes inclinadas, se tomará en cada plano el promedio entre la altura del vértice superior y el inferior. Para el cálculo del área aplicable a efectos del coeficiente de volumen, se considera la superficie neta de parcela, es decir, el perímetro formado por los ejes de medianería y las alineaciones de calles.

ARTÍCULO 9. EDIFICABILIDAD NETA.
Se establece un Edificabilidad Neta sobre parcela de 1 m²/m².

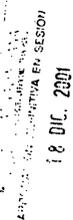
ARTÍCULO 10. SUPERFICIE EDIFICABLE.
La superficie edificable (ocupación máxima de parcela) en las parcelas de uso industrial será como máximo el 80% de la superficie total comprendida dentro de los límites de la parcela neta, quedando el resto como espacio libre de la parcela.

ARTÍCULO 11. CONDICIONES HIGIÉNICO-SANITARIAS.
Las instalaciones sanitarias dentro de la propia industria deberá cumplir los siguientes mínimos:

- En locales de hasta 500 m² el número de inodoros será de dos.
- Hasta 750 m², 3 inodoros.
- A partir de 750 m², un inodoro por cada 50 m², o fracción.
- El número de lavabos será igual al de inodoros.

ARTÍCULO 12. CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES.

- No se permitirán chimeneas de evacuación de gases por debajo de los 20 metros de altura.
- El grado máximo de intensidad sonora que se admite es de 75 dB, medidos a 1.5 metros de la máquina en funcionamiento.



4

Anexo 2: Planos nave industrial.

PLANO SITUACIÓN



IMAGEN SITUACIÓN



SUPERFICIES

SUPERFICIE PARCELA: 11848.66 M2

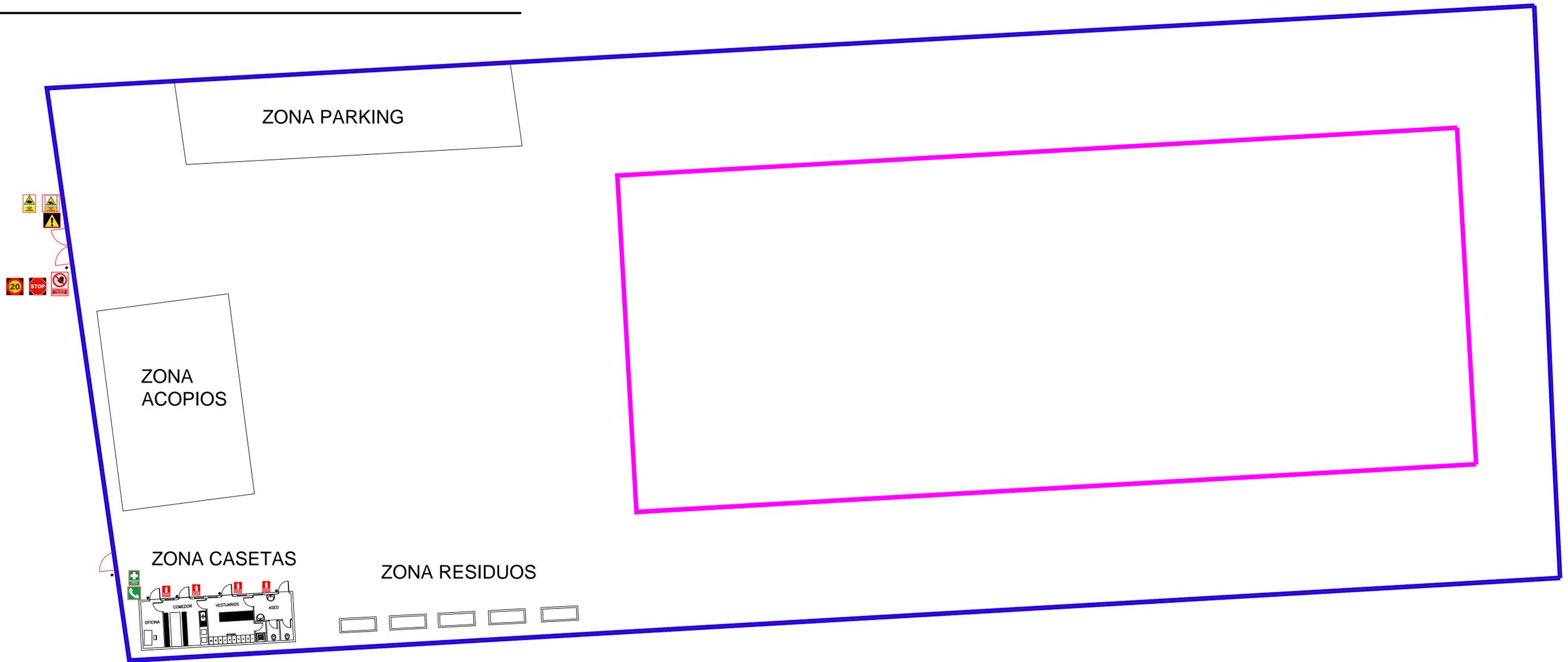
SUPERFICIE NAVE: 4000 M2

LEYENDA

- PARCELA EMPLEADA
- SITUACIÓN NAVE

 PACADAR  PACADAR EDIFICACION	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACIÓN PLANO	PLANO DE SITUACIÓN				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
	D. FACULTATIVA	-----				
	FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
	Realizado el	1:2000	----	-----	-----	01
	Comprobado el					

PLANO EMPLAZAMIENTO



LEYENDA DE SEÑALES



STOP



VELOCIDAD MÁXIMA 20 KM/H



PROHIBIDO EL PASO A PERSONAS NO AUTORIZADAS



PELIGRO EN GENERAL



PELIGRO SALIDA CAMIONES



PELIGRO CARGA SUSPENDIDA



TELÉFONO PRIMEROS AUXILIOS



PRIMEROS AUXILIOS



EXTINTOR

PANEL EN ACCESO DE PERSONAL

ES OBLIGATORIO SEGUIR LAS NORMAS DE SEGURIDAD



PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA

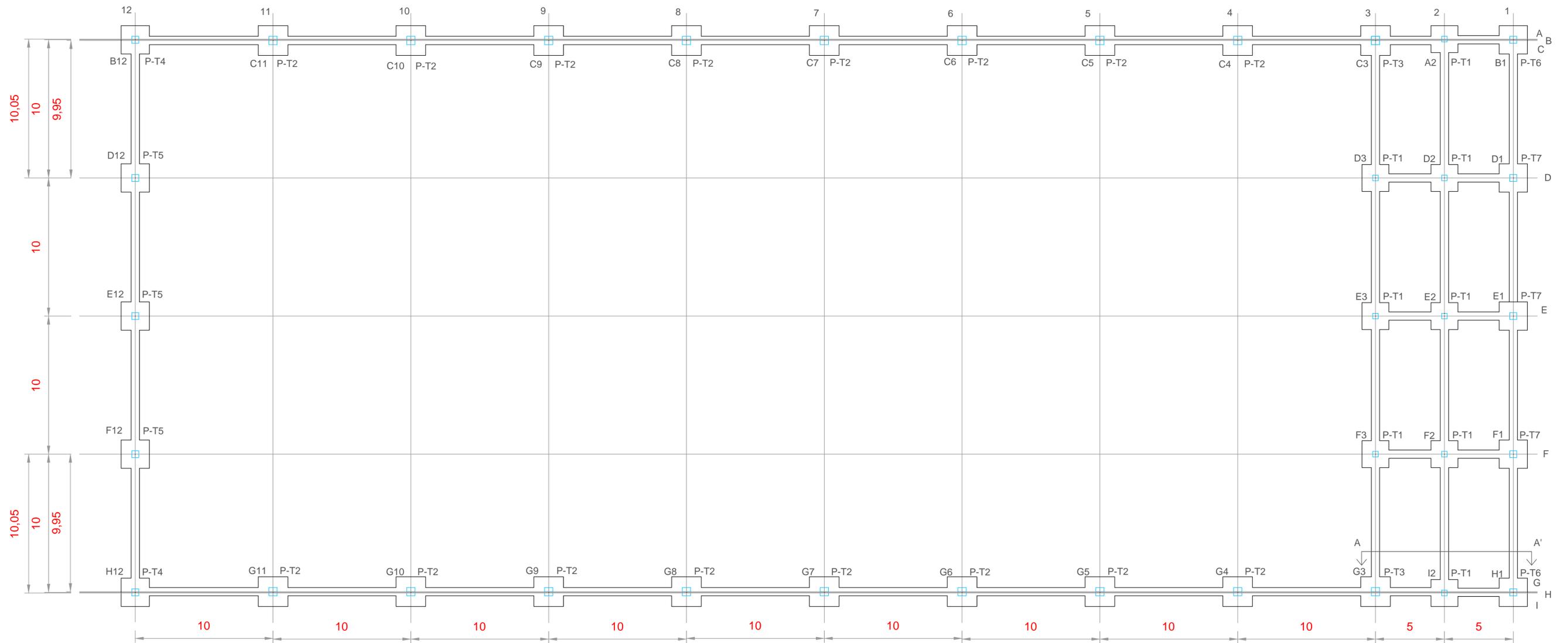
LEYENDA DE DELIMITACIÓN

PARCELA EMPLEADA

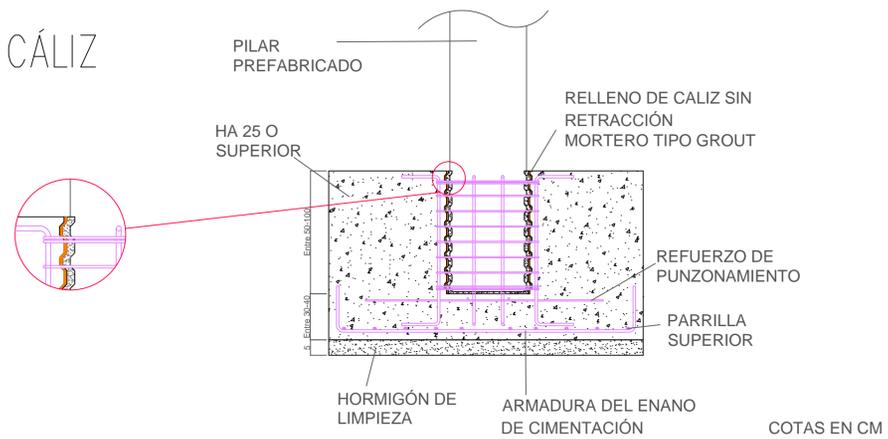
SITUACIÓN NAVE

	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	PLANO EMPLAZAMIENTO				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
	D. FACULTATIVA	-----				
	FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
	Realizado el	1:250	----	-----	-----	02
	Comprobado el					

PLANO DE REPLANTEO DE PILARES

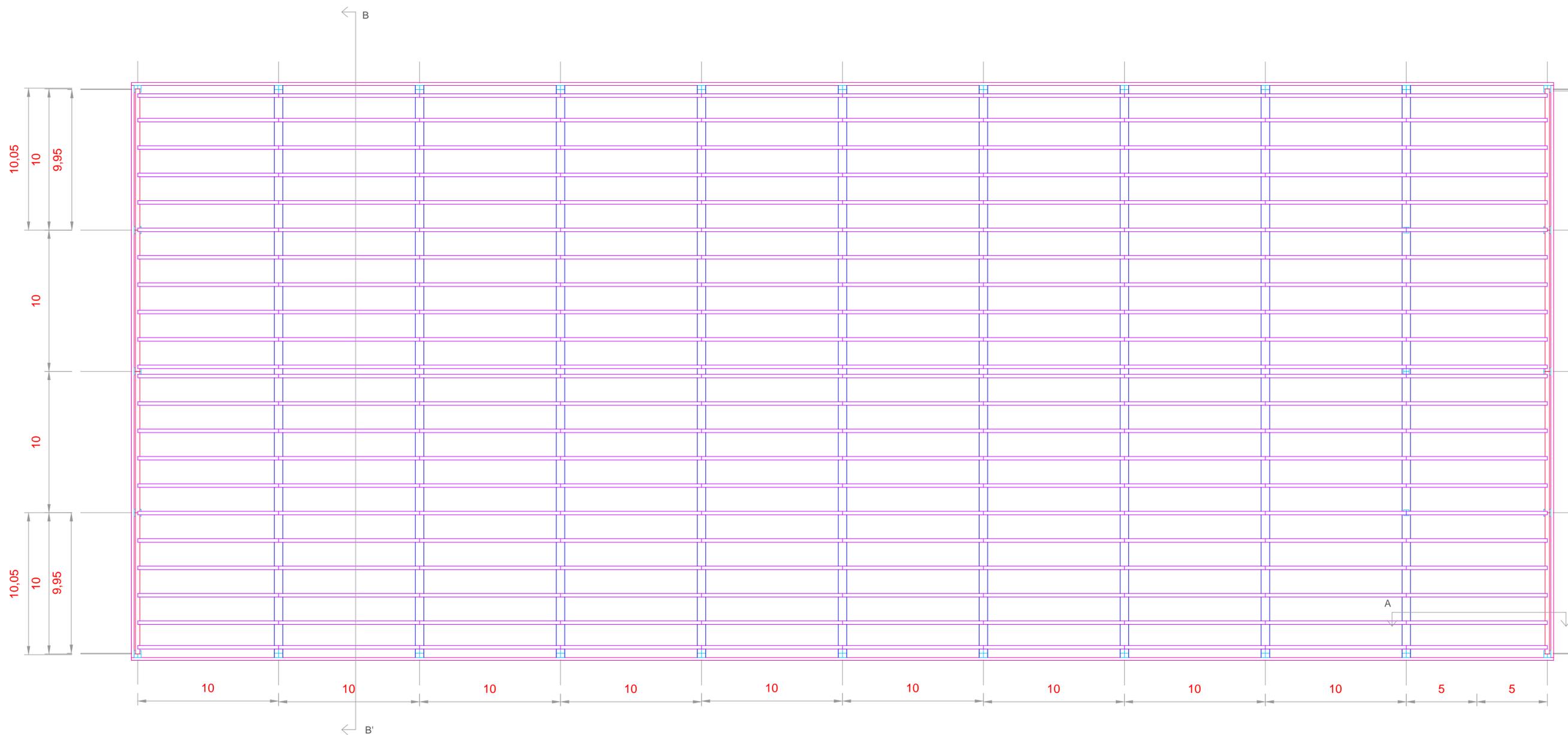


CIMENTACIÓN POR CÁLIZ



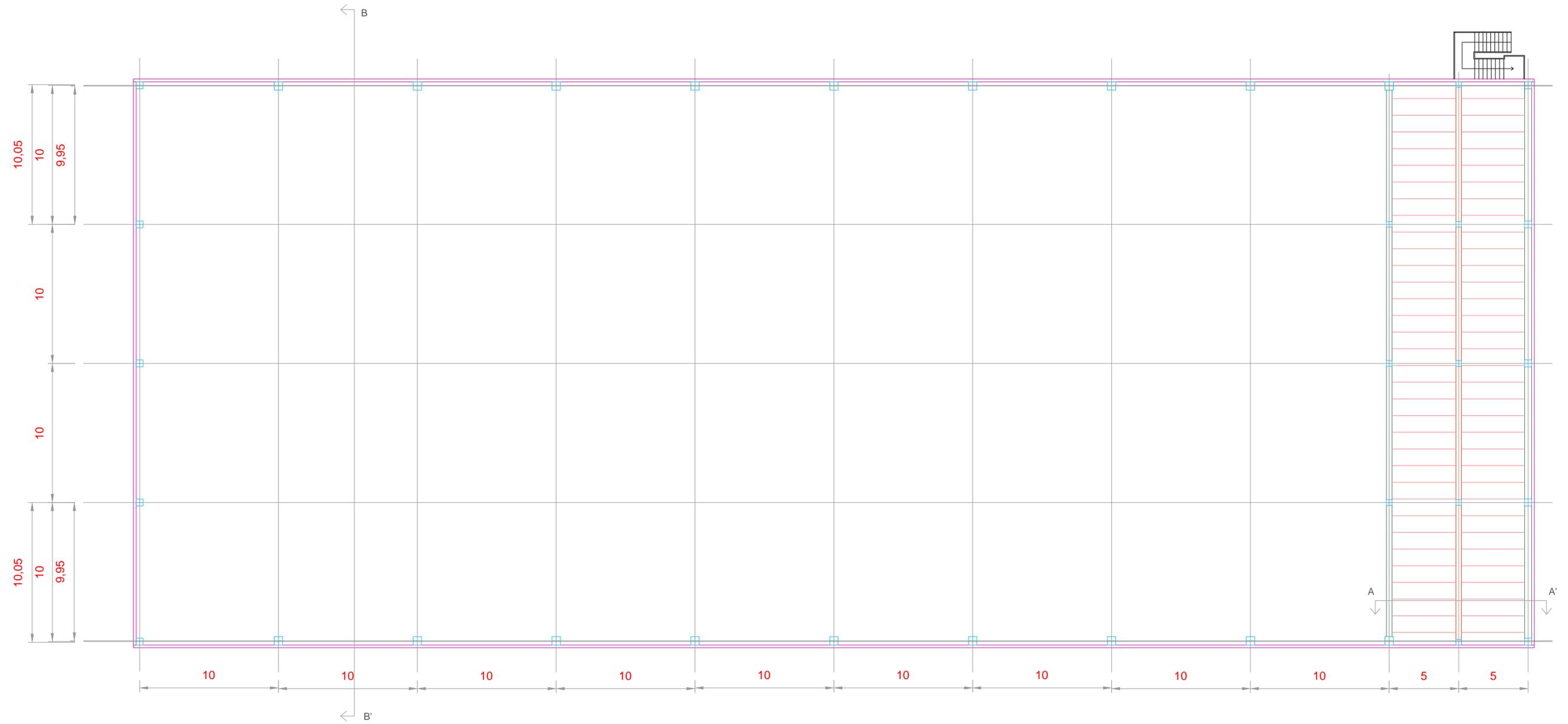
	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	PLANO DE REPLANTEO DE PILARES				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----					
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	1:150	Metros	-----	-----	03	
Comprobado el						

PLANO DE ESTRUCTURA DE CUBIERTA



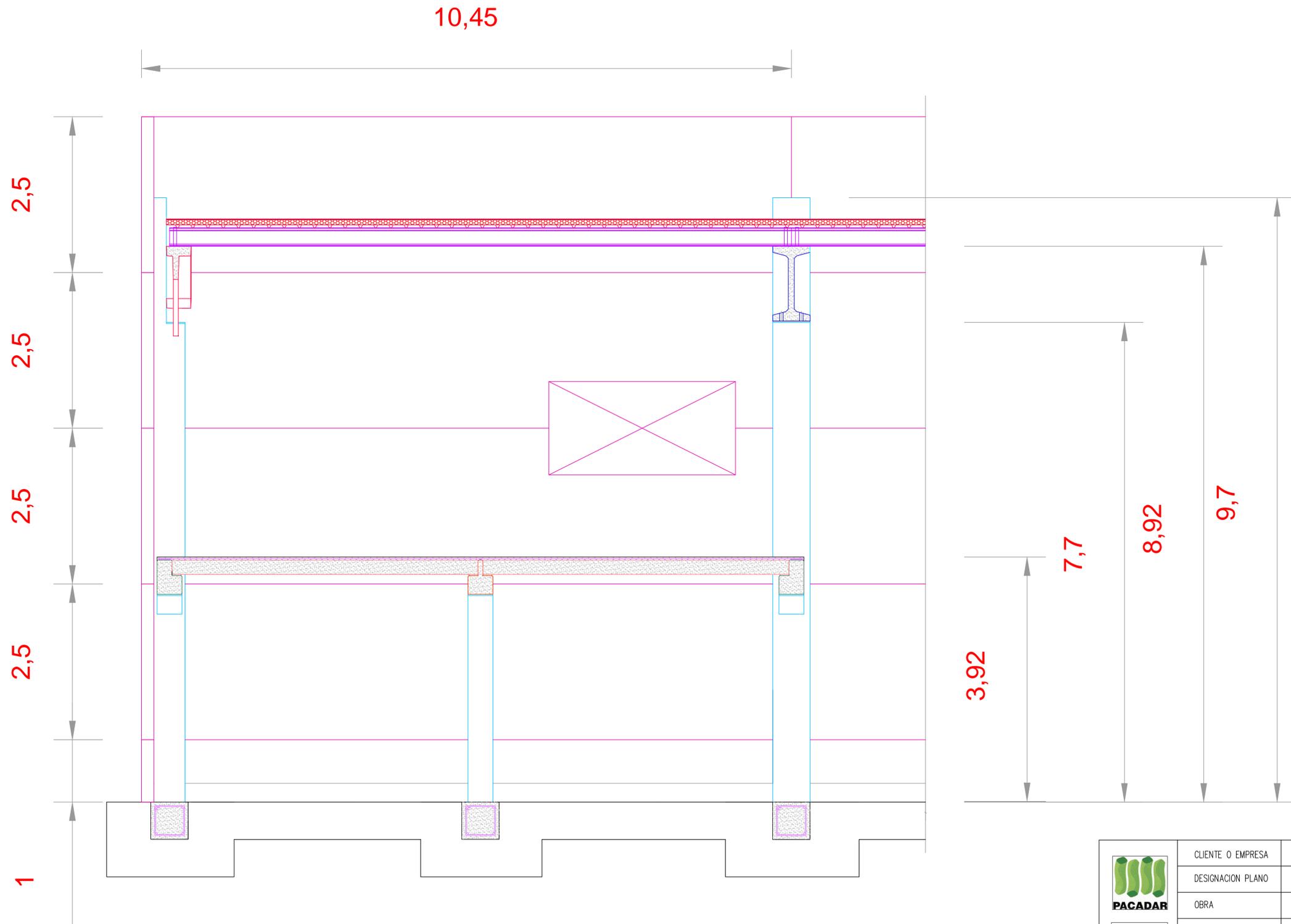
	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	PLANO DE ESTRUCTURA DE CUBIERTA				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----					
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	1:150	Metros	-----	-----	04	
Comprobado el						

PLANO DE ESTRUCTURA DE FORJADO



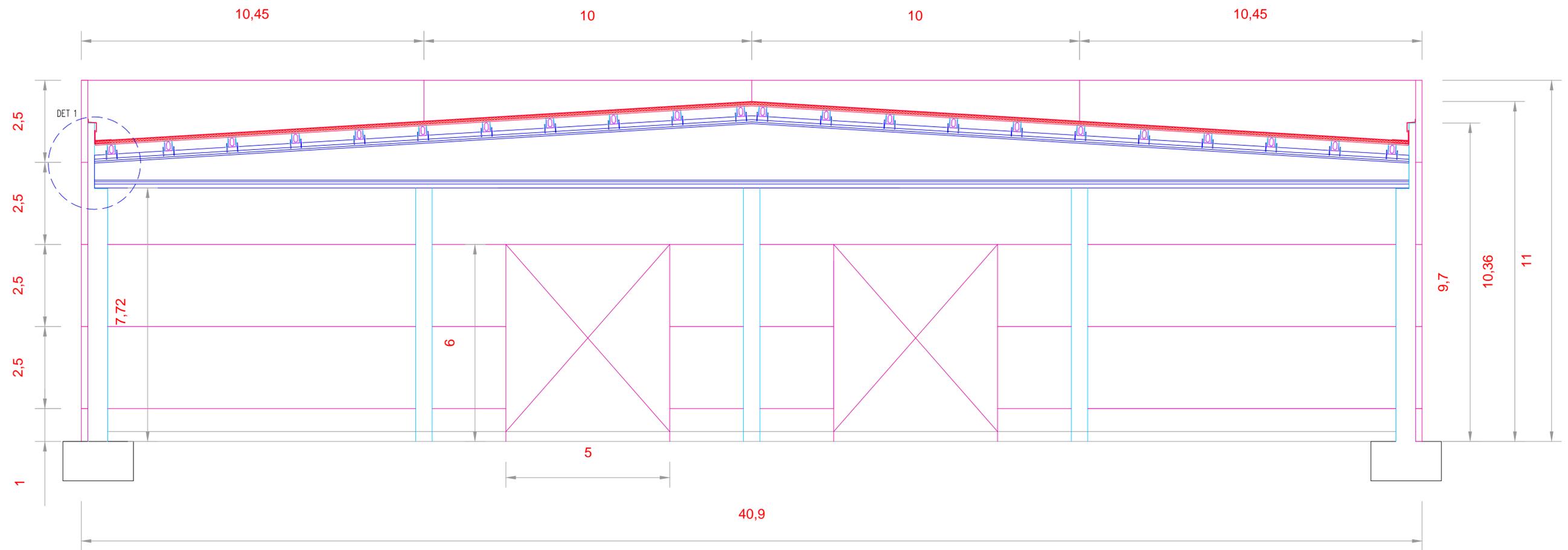
	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	PLANO DE ESTRUCTURA DE FORJADO				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----					
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	1:150	Metros	-----	-----	06	
Comprobado el						

SECCIÓN A - A'

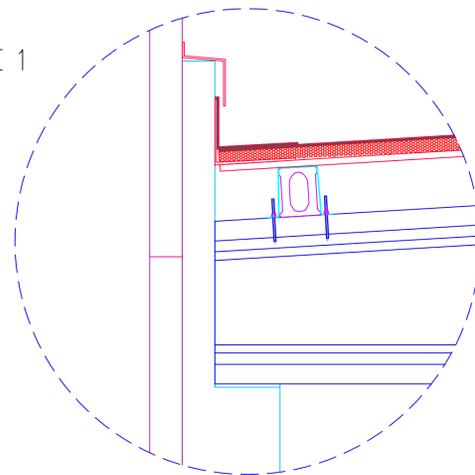


	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	SECCIÓN A - A'				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
	D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	1:35	Metros	-----	-----	07	
Comprobado el						

SECCIÓN B - B'



DETALLE 1



 	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	SECCIÓN B - B'				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----					
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	1:65	Metros	-----	-----	08	
Comprobado el						

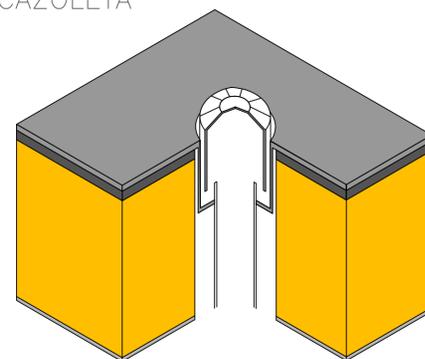
PLANO DE EVACUACIÓN DE AGUAS



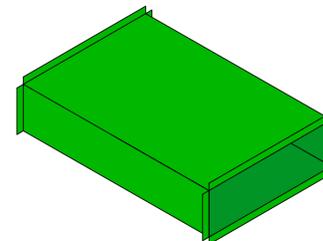
LEYENDA DE EVACUACIÓN DE AGUAS

- TUBERIAS
- CAZOLETAS
- ORIFICIOS EN CERRAMIENTO

CAZOLETA



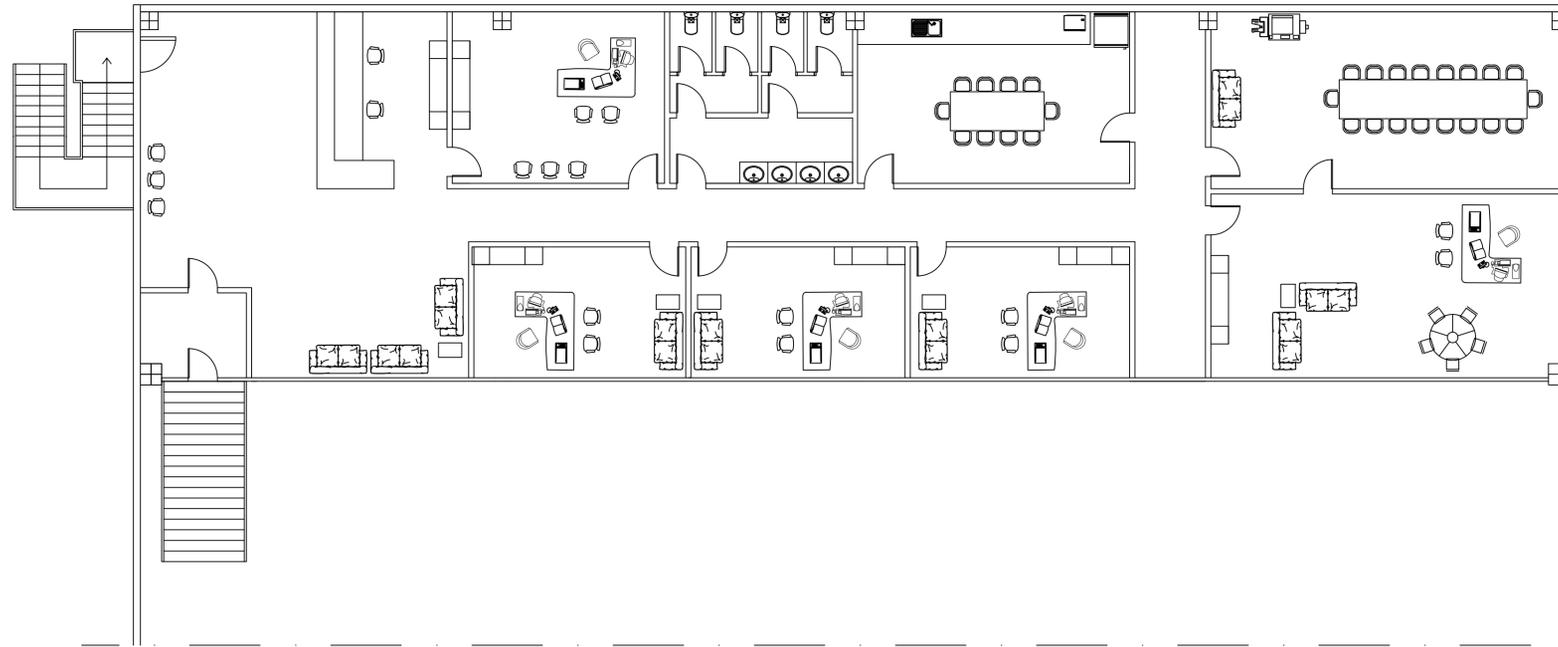
CHAPA PARA ORIFICIO DE EVACUACION



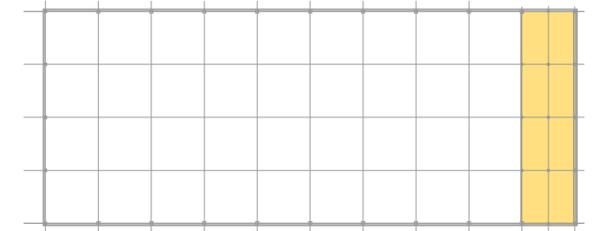
 PACADAR EDIFICACION	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	PLANO DE EVACUACIÓN DE AGUAS				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----					
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	1:150	Metros	-----	-----	09	
Comprobado el						

PLANO DE DISTRIBUCIÓN

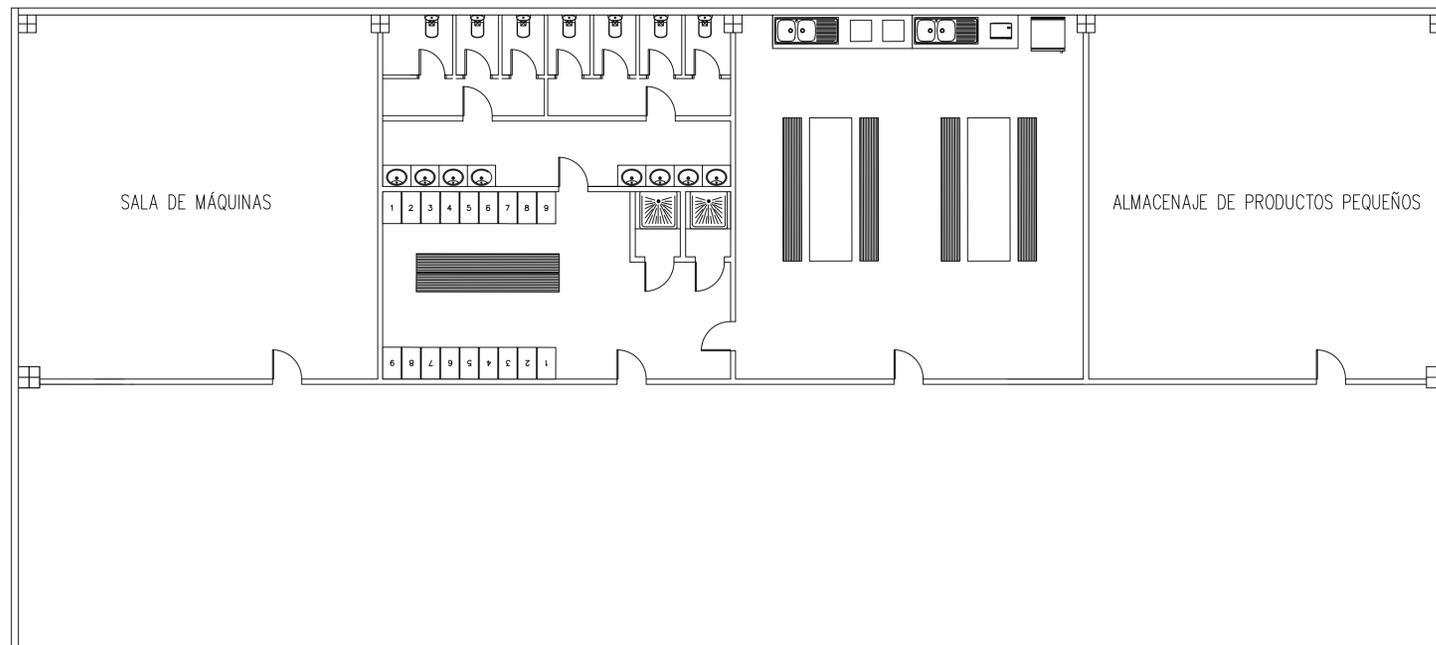
PLANTA PRIMERA (OFICINAS)



SITUACIÓN DE OFICINAS Y ALMACENES



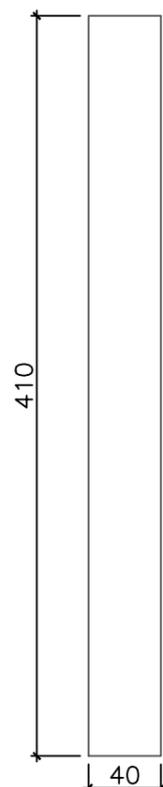
PLANTA BAJA (ALMACENES Y SERVICIOS)



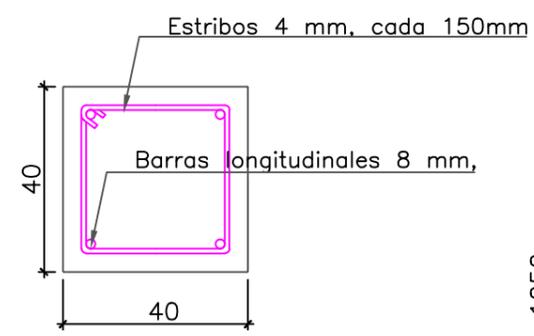
	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	PLANO DE DISTRIBUCIÓN				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----					
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	1:100	---	---	---	10	
Comprobado el						

Anexo 3: FICHAS TÉCNICAS DE
ELEMENTOS
PREFABRICADOS.

PILAR 40 X 40



T1



TIPO	PILAR 40 X 40
ACERO	B 500 S
LONG. PILAR	4,10 metros
HORMIGÓN	HA 35
RESIST. FUEGO	REI-120
PESO PROPIO	4 KN/ ml
RECUBRIMIENTO	3 cm
NOMBRE PILARES	T1
UNIDADES	8

PILAR 50 X 50

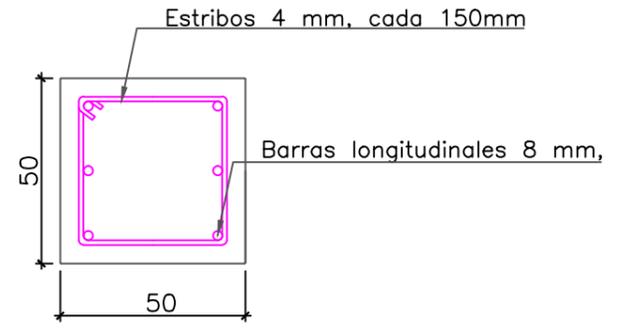


T7

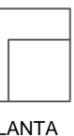
T6

T5

T4

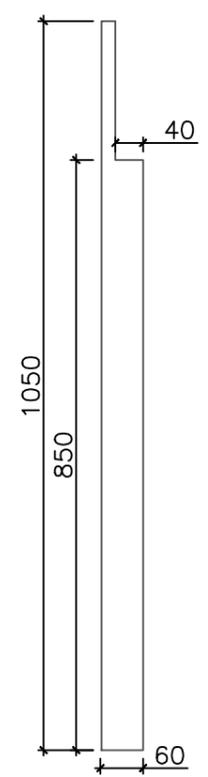


TIPO	PILAR 40 X 40
ACERO	B 500 S
LONG. PILAR	Depende del tipo
HORMIGÓN	HA 35
RESIST. FUEGO	REI-120
PESO PROPIO	6,2 KN/ ml
RECUBRIMIENTO	3 cm

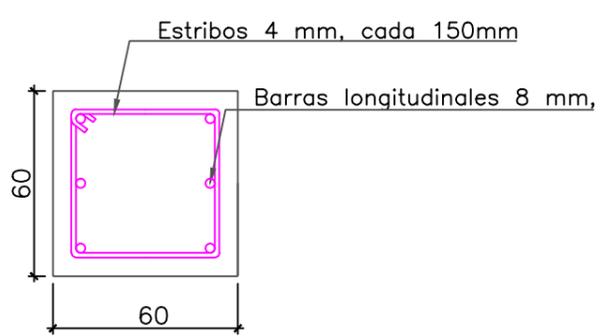


NOMBRE PILARES	T4	T5	T6	T7
DIMENSION "x" cm	860	900	1020	960
UNIDADES	2	2	1	2

PILAR 60 X 60

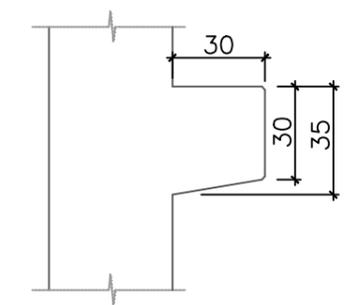
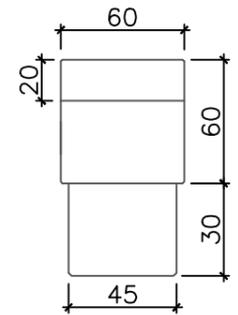
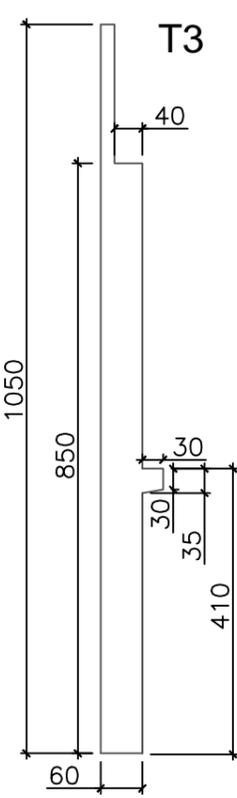


T2

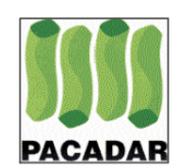


TIPO	PILAR 60 X 60
ACERO	B 500 S
LONG. PILAR	10,50 metros
HORMIGÓN	HA 35
RESIST. FUEGO	REI-120
PESO PROPIO	9 KN/ ml
RECUBRIMIENTO	3 cm
NOMBRE PILARES	T2
UNIDADES	16

T3

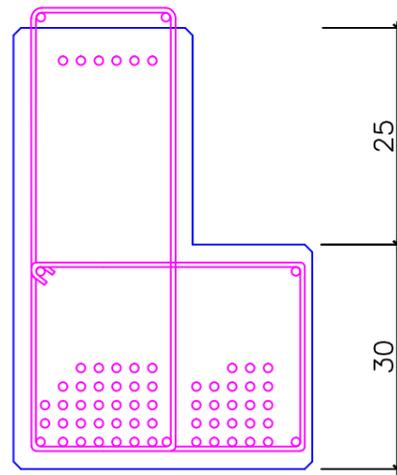
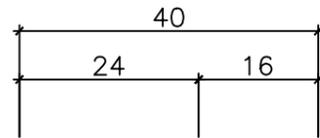


NOMBRE PILARES	T3
UNIDADES	2



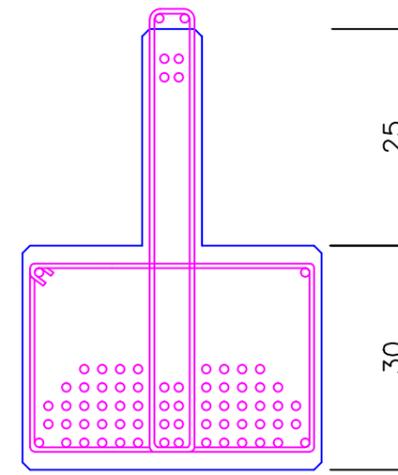
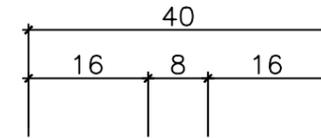
CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
DESIGNACION PLANO	PILARES				
OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	----	CM	-----	-----	
Comprobado el					

VIGA TIPO L

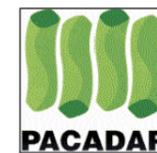
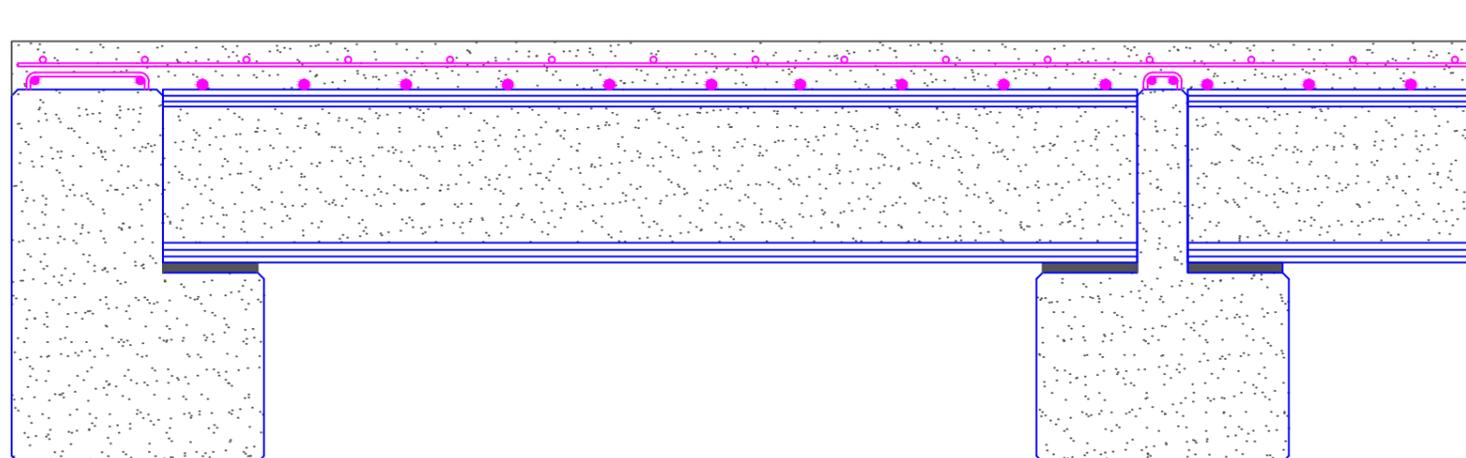


TIPO	VIGA TIPO L	
ACERO	B 500 S	
HORMIGÓN	HP-45/P/12/IIa	
RESIST. FUEGO	REI-120	
PESO PROPIO	9,79 KN/ ml	
RECUBRIMIENTO	2,5 cm	
NOMBRE VIGAS	VL	
UNIDADES	4	4
LONG. VIGA	10 metros	9,5 metros

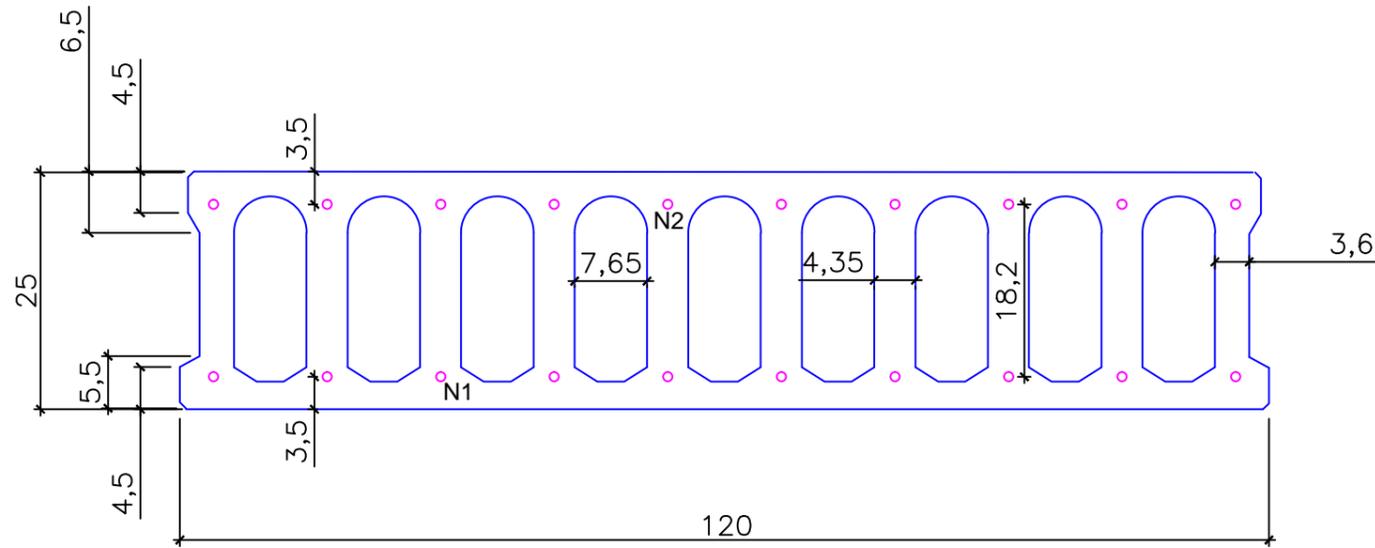
VIGA TIPO T INVERTIDA



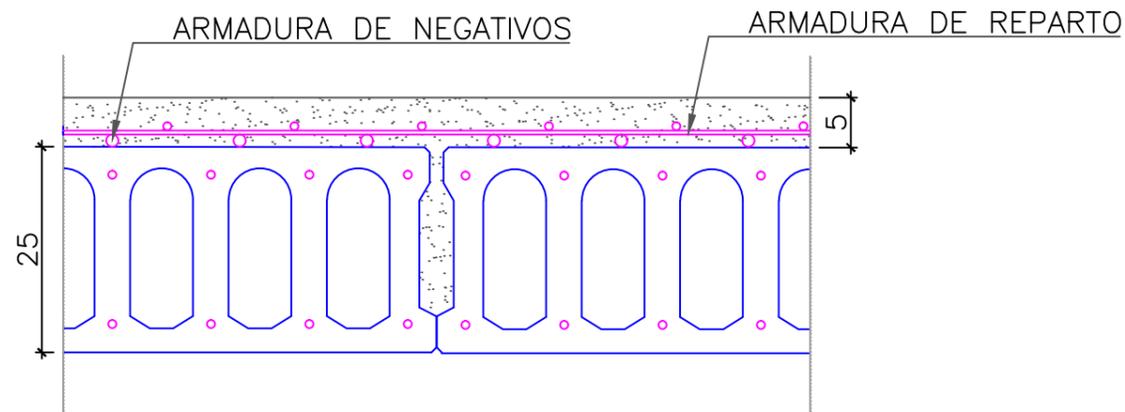
TIPO	VIGA TIPO T INVERTIDA	
ACERO	B 500 S	
HORMIGÓN	HP-45/P/12/IIa	
RESIST. FUEGO	REI-120	
PESO PROPIO	9,79 KN/ ml	
RECUBRIMIENTO	2,5 cm	
NOMBRE VIGAS	VT	
UNIDADES	4	
LONG. VIGA	10 metros	



CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
DESIGNACION PLANO	VIGA TIPO L Y TIPO T INVERTIDA				
OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	----	CM	-----	-----	
Comprobado el					



SITUACIÓN DE LAS ARMADURAS	
N1	2 ø ½"
N2	2 ø ½"



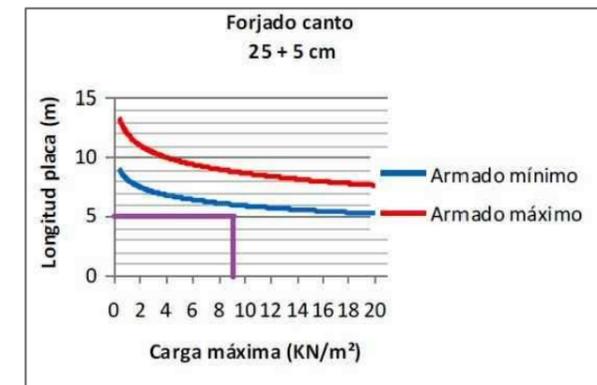
CÁLCULO TIPO DE LOSA ALVEOLAR

Según catálogo:

Peso placa con juntas T-25 = 3551 N/m²

Sobrecarga (Pavimento, Tabiquería, Uso) = 6053 N/m²

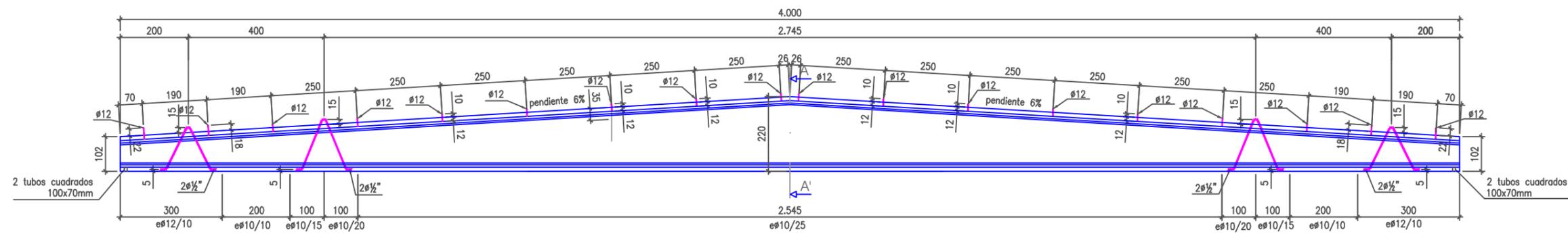
TOTAL CARGA: 3551 N/m² + 6053 N/m² = 9604 N/m² 9604 N/m² = 9.604 KN/m²



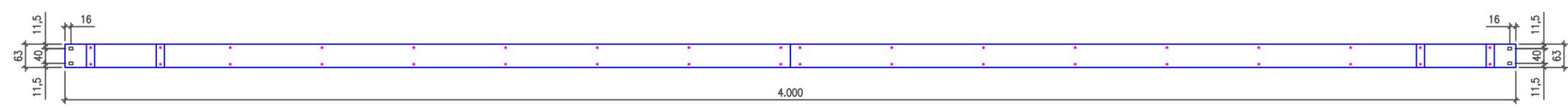
TIPO	LOSA ALVEOLAR T-25 + 5
ACERO	Y 1860 C / Y 1860 S7
LONG. LOSA	5 metros
HORMIGÓN	HP/40/S/12/IIa
ACERO ARM.SUP.	B 500 S
RESIST. FUEGO	REI-90
PESO PROPIO	3551 N/m ²
UNIDADES	70



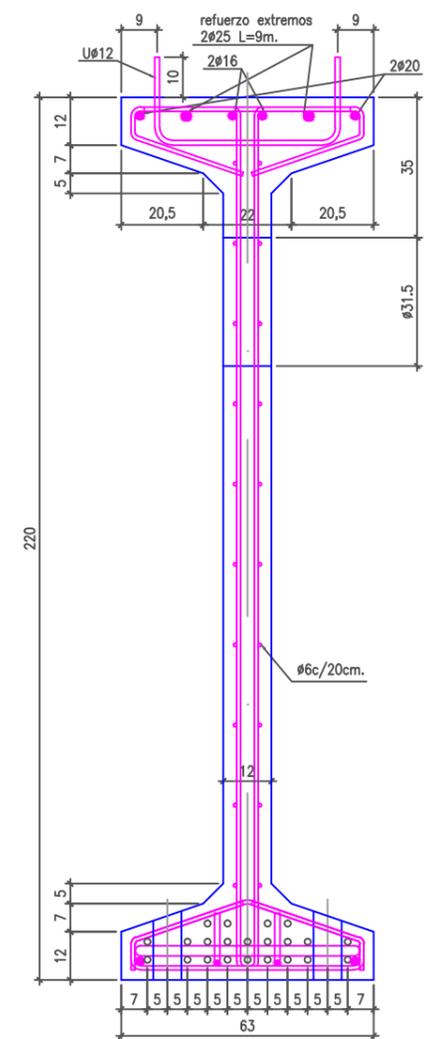
CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
DESIGNACION PLANO	PLACAS ALVEOLARES				
OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	----	CM	-----	-----	
Comprobado el					



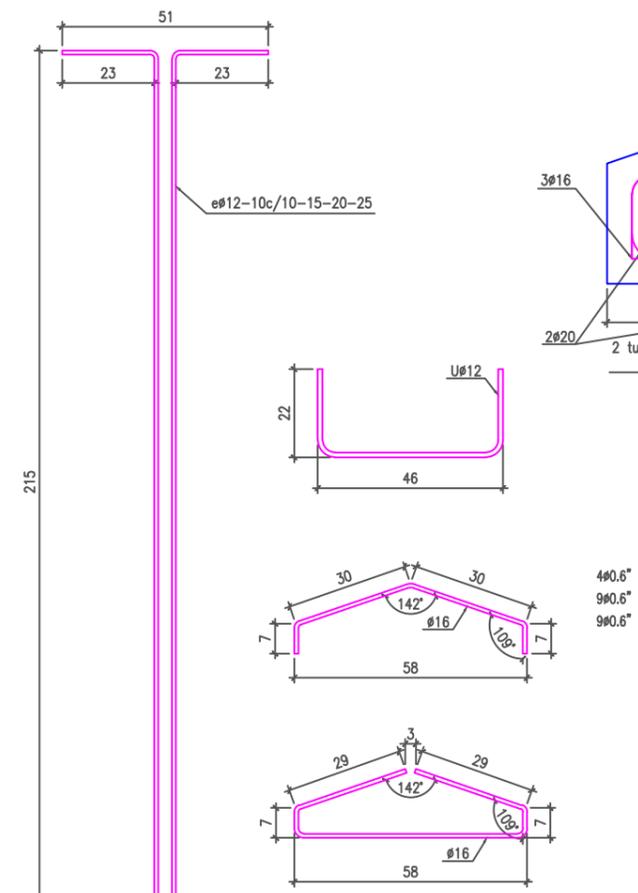
ALZADO
cotas en centímetros



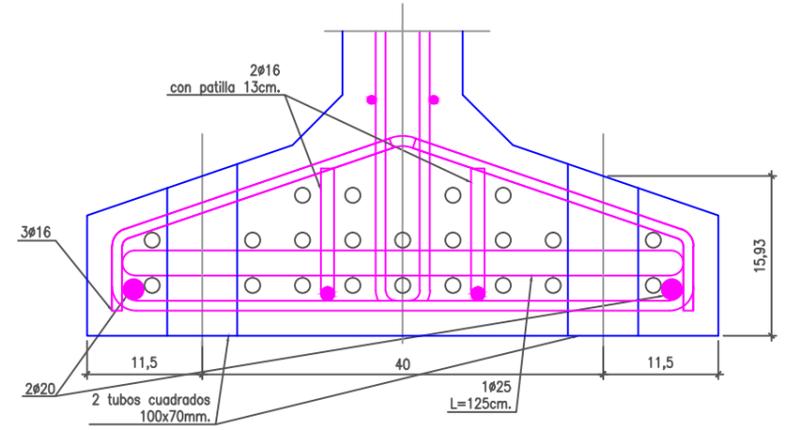
PLANTA
cotas en centímetros



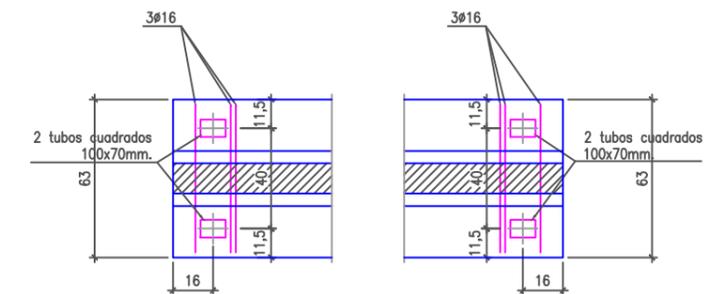
CORTE A-A'



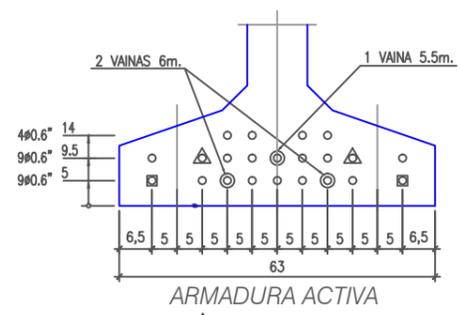
DETALLE ARMADURA PASIVA



DETALLE DE LOS EXTREMOS
PLANTA

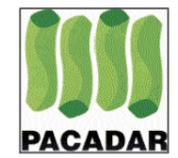


VIGA PERALTADA	UNIDADES
40 metros	9



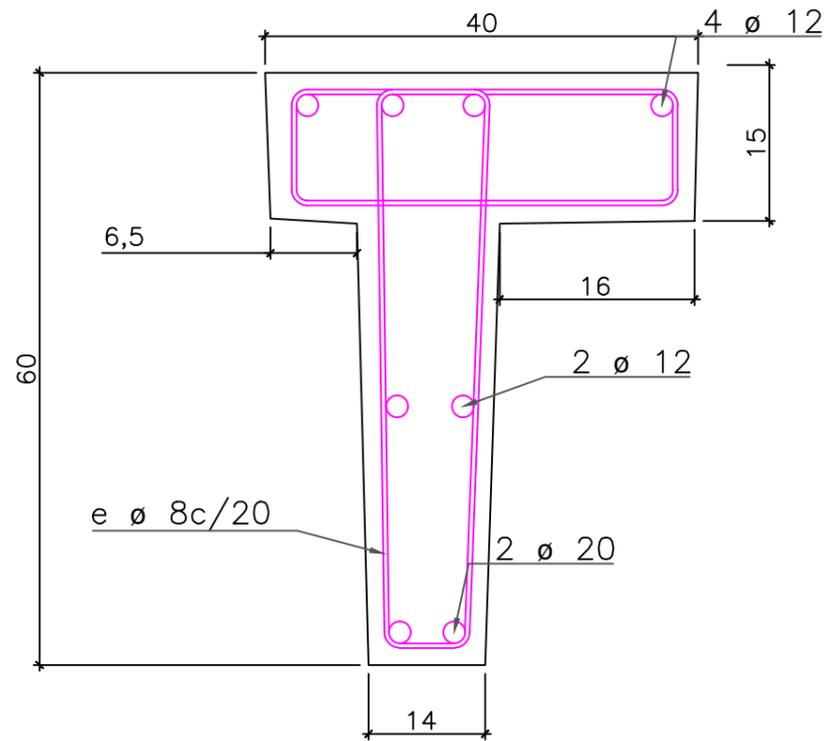
ARMADURA ACTIVA

- △ 2 VAINAS DE 4.5m.
- 2 VAINAS DE 7.5m.
- 2 VAINAS DE 6m.
- 1 VAINAS DE 5.5m.



CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
DESIGNACION PLANO	FICHA TÉCNICA VIGA DELTA				
OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	---	CM	---	---	---
Comprobado el	---	---	---	---	---

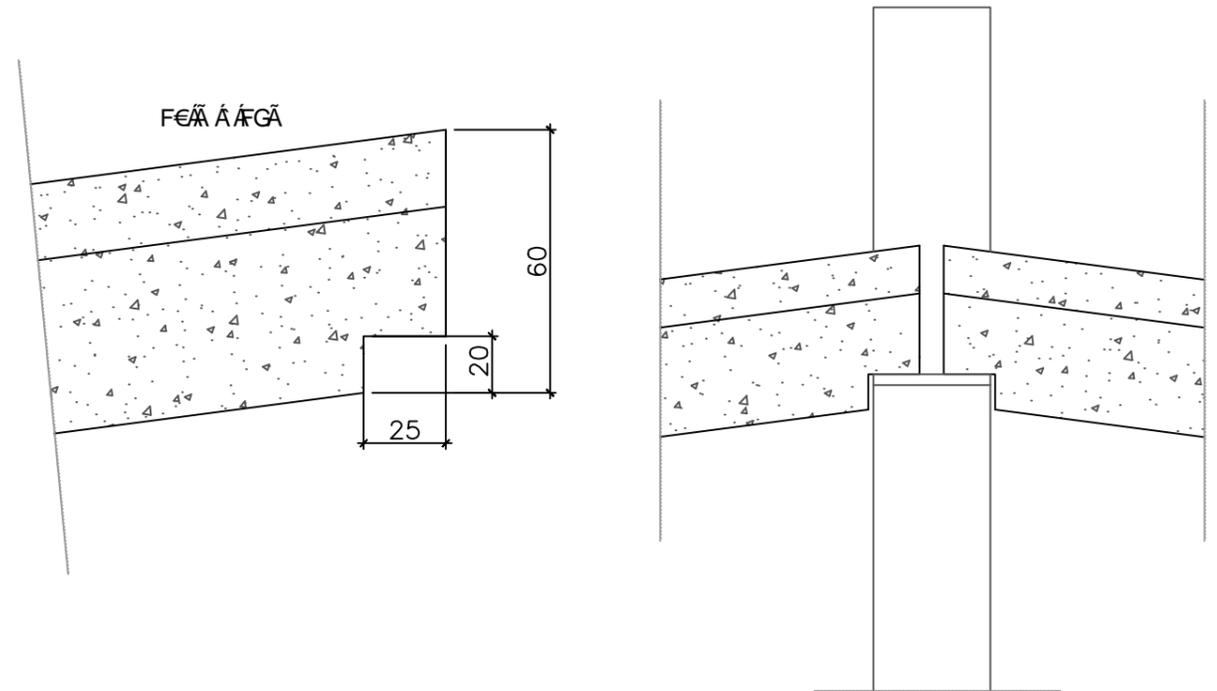
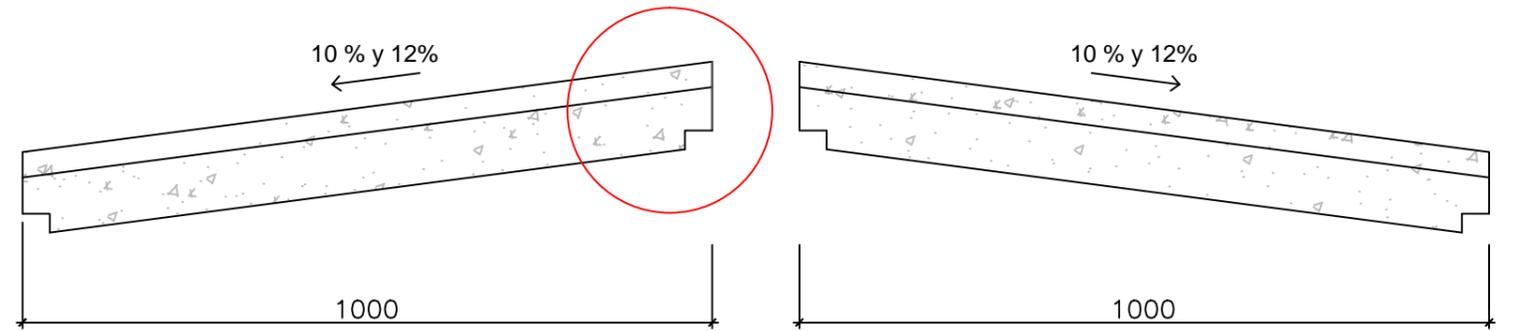
ZUNCHO PIÑÓNÁ



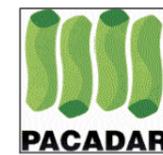
ZP1

DETALLE 1

ZP2



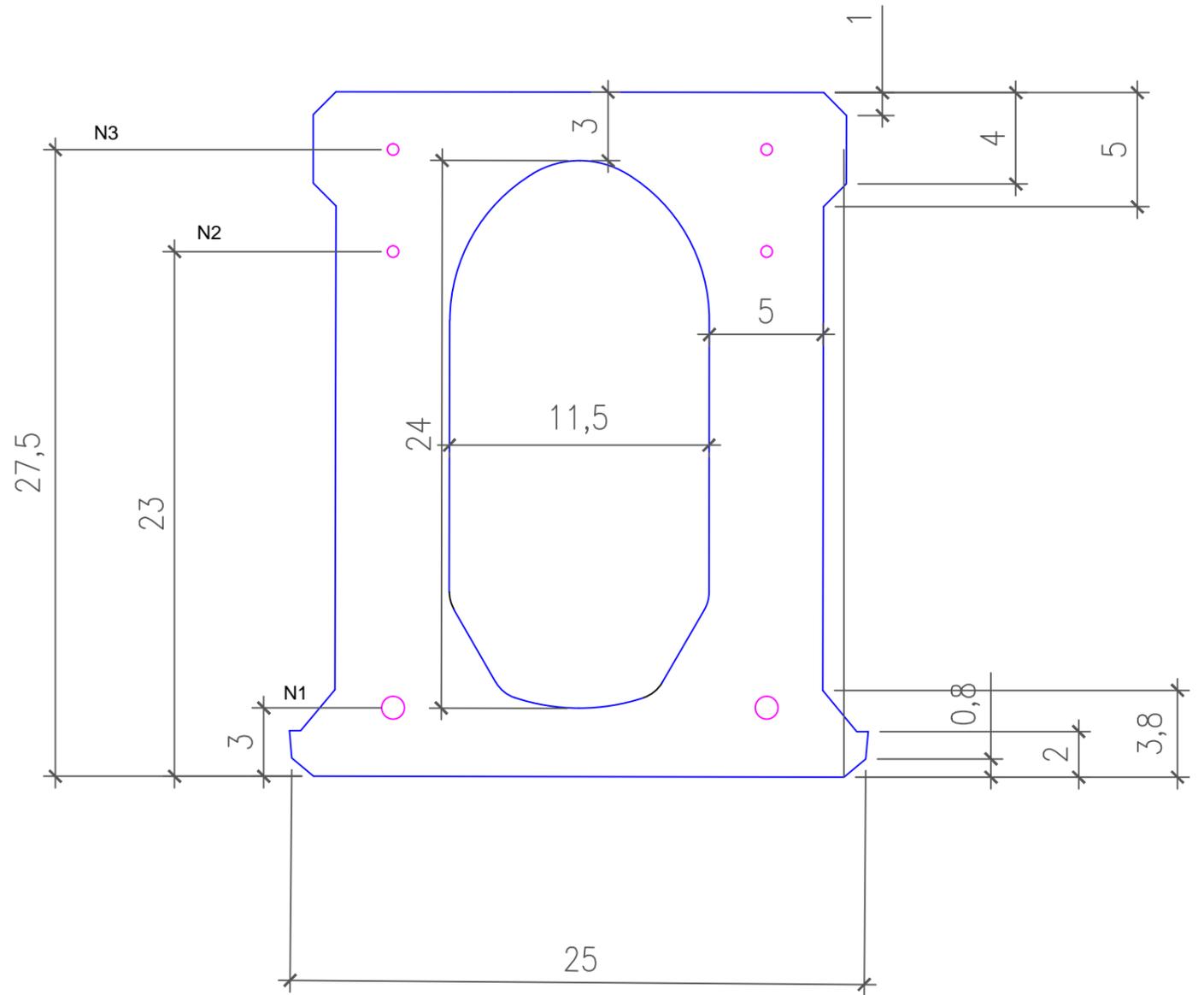
TIPO	ZUNCHO PIÑÓN	
ACERO	B 500 S	
HORMIGÓN	HA-35	
RESIST. FUEGO	REI-120	
PESO PROPIO	3,3 KN/ ml	
RECUBRIMIENTO	2,5 cm	
NOMBRE ZUNCHO	ZP1	ZP2
UNIDADES	4	4
LONG. VIGA	10 metros	10 metros



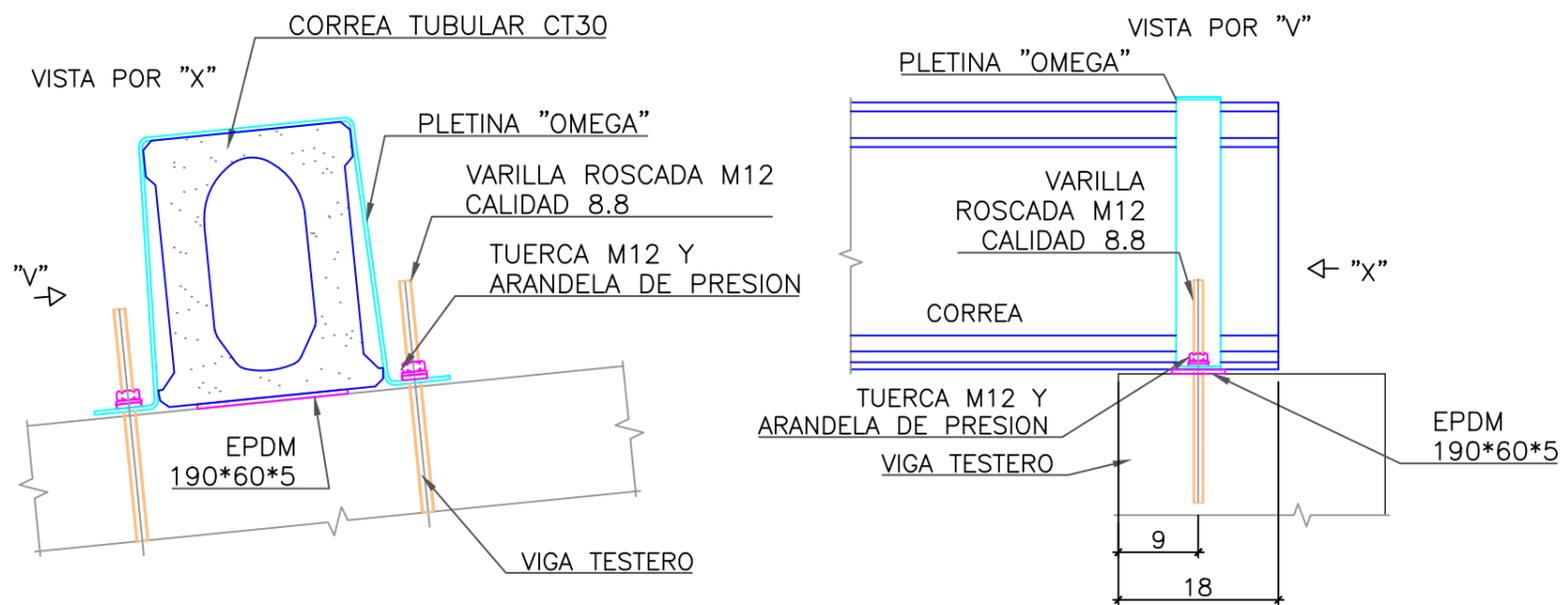
CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
DESIGNACION PLANO	ZUNCHO PIÑÓN				
OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	---	CM	---	---	---
Comprobado el	---	---	---	---	---

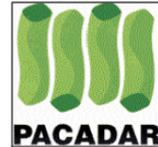
TIPO	CORREA TUBULAR
ACERO	Y 1860 S3 / Y 1860 C5
LONG. CORREA	10 metros
HORMIGÓN	HP/35/S/20/IIa
RESIST. COMP.	35 N/ mm2
COEF.SEGURI.	1,50
TENSION INI.	1390 kn/ mm2
PESO PROPIO	90 kg/ml
UNIDADES	220

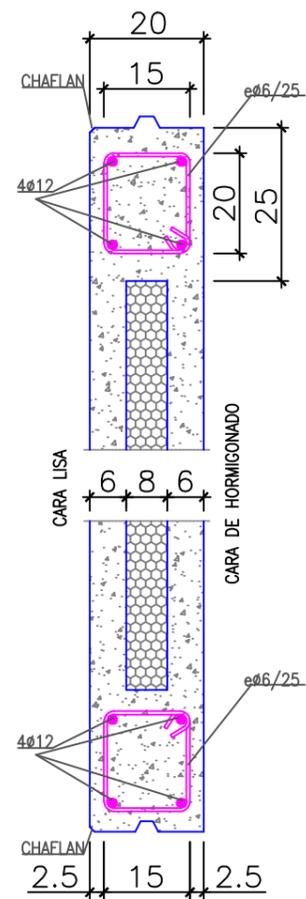
SITUACIÓN DE LAS ARMADURAS	
N1	2 ø 1/2"
N2	2 ø 5
N3	2 ø 5



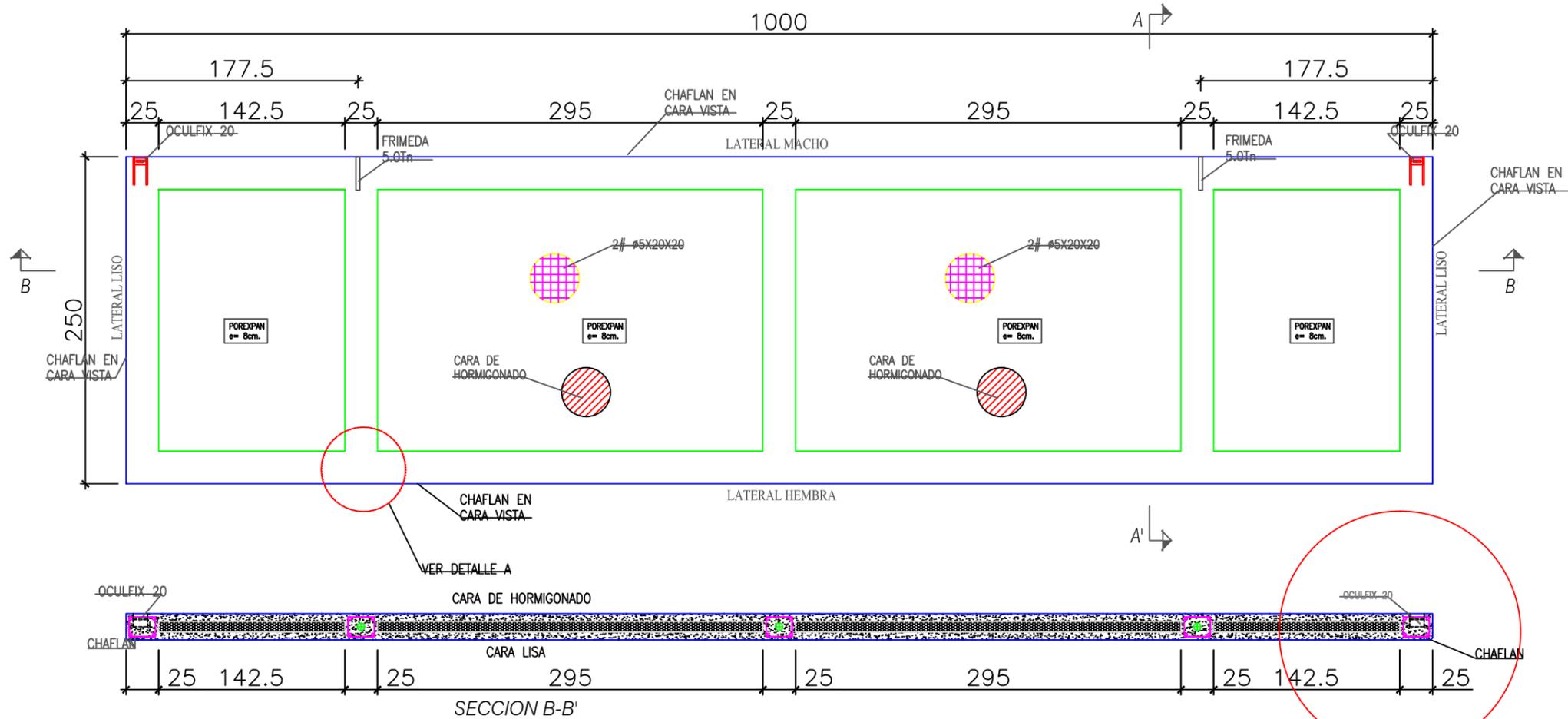
DETALLE DE FIJACION DE CORREAS
CORREA EXTREMO



 	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	CORREA TUBULAR				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
	D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	----	CM	-----	-----		
Comprobado el						

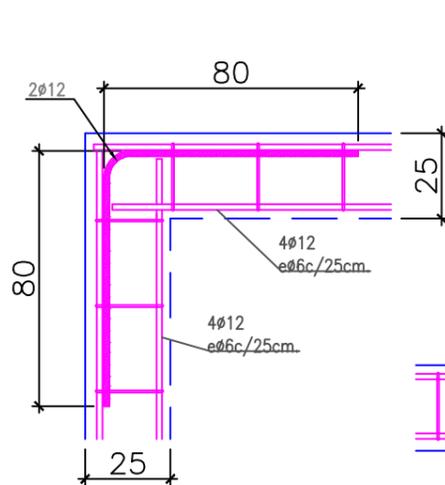


SECCION A-A'

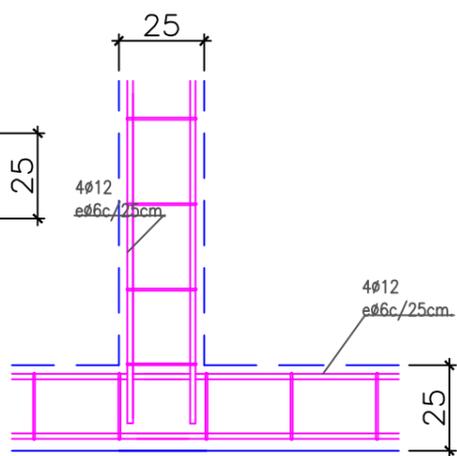


SECCION B-B'

UTILIZAR SEPARADORES DE PINCHO

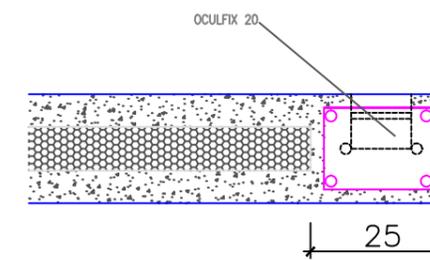


DETALLE B
Refuerzo en esquinas

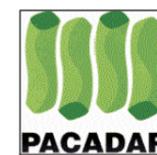


DETALLE A
Encuentro Zunchos

TIPO	PANEL 20 CM.
TEXTURA	LISO
COLOR	GRIS
RECUBRIMIENTO	2,5 cm
AISLANTE	P. EXPANDIDO 10 CM TIPO I
ACERO (Zuncho)	B-500-S
MALLA	ME 20X20 D 5-5
HORMIGON	HA-35
UNIDADES	SEGÚN PLANO FACHADA

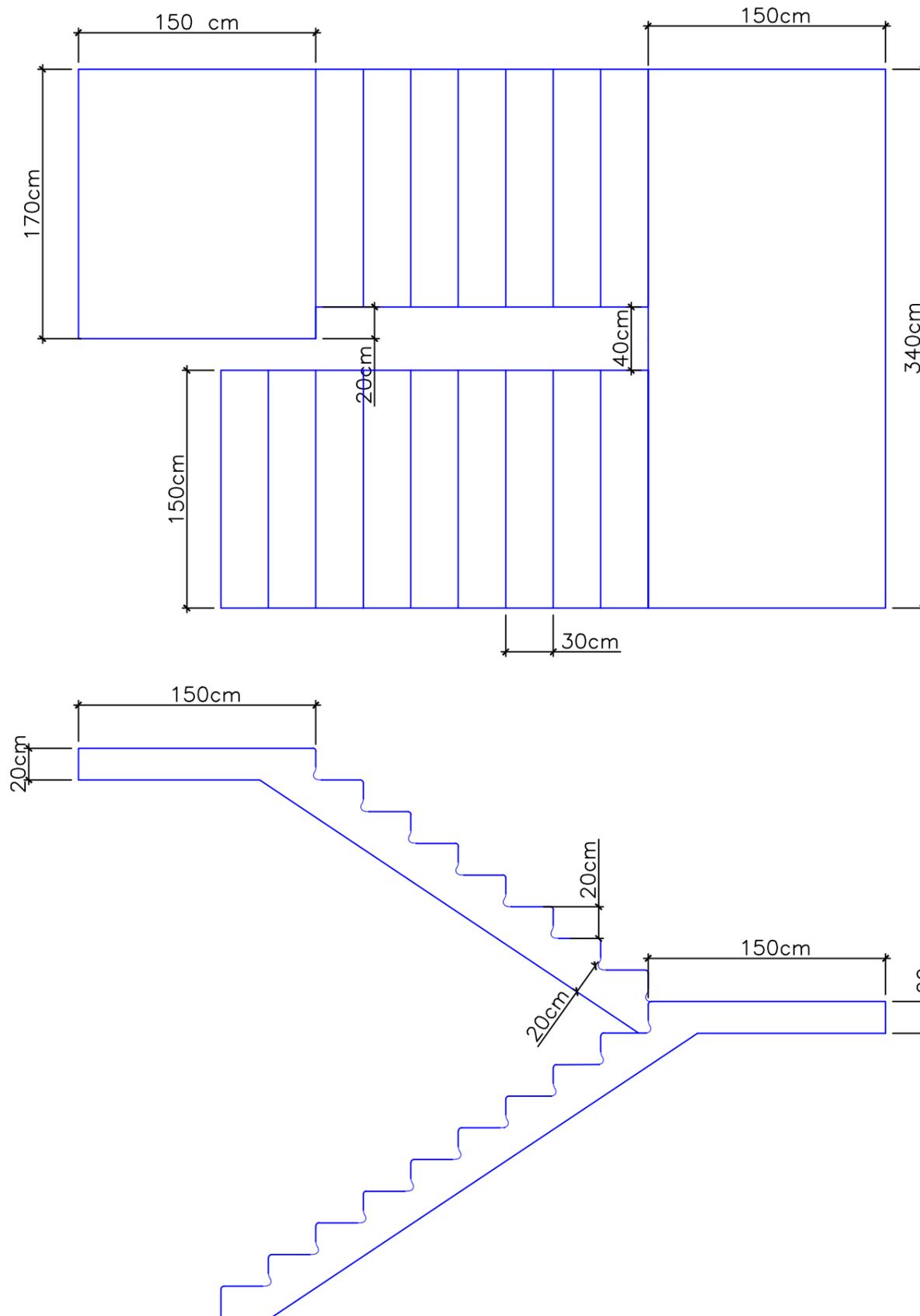


DETALLE C



CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
DESIGNACION PLANO	FICHA TÉCNICA PANEL FACHADA				
OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	---	CM	---	---	---
Comprobado el	---	---	---	---	---

ESCALERA



TIPO	ESCALERA PREFABRICADA
ACERO	B 500 S
HORMIGÓN	HA-30/P/20/IIb
RESIST. FUEGO	REI-120
CONTROL EJEC.	INTENSO
RECUBRIMIENTO	3,5 cm
NOMBRE ZUNCHO	E-1
UNIDADES	1
COEF.SEG.HORM	1,5
COEF.SEG.ACERO	1,15

 	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	FICHA TÉCNICA ESCALERA PREFABRICADA				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
	D. FACULTATIVA	-----				
	FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
	Realizado el	----	CM	-----	-----	
	Comprobado el					

**Anexo 4: DETALLES ELEMENTOS
 PREFABRICADOS.**

DETALLE UNIÓN PILARES - VIGAS - FORJADO (1)

PERSPECTIVA VIGA T INVERTIDA

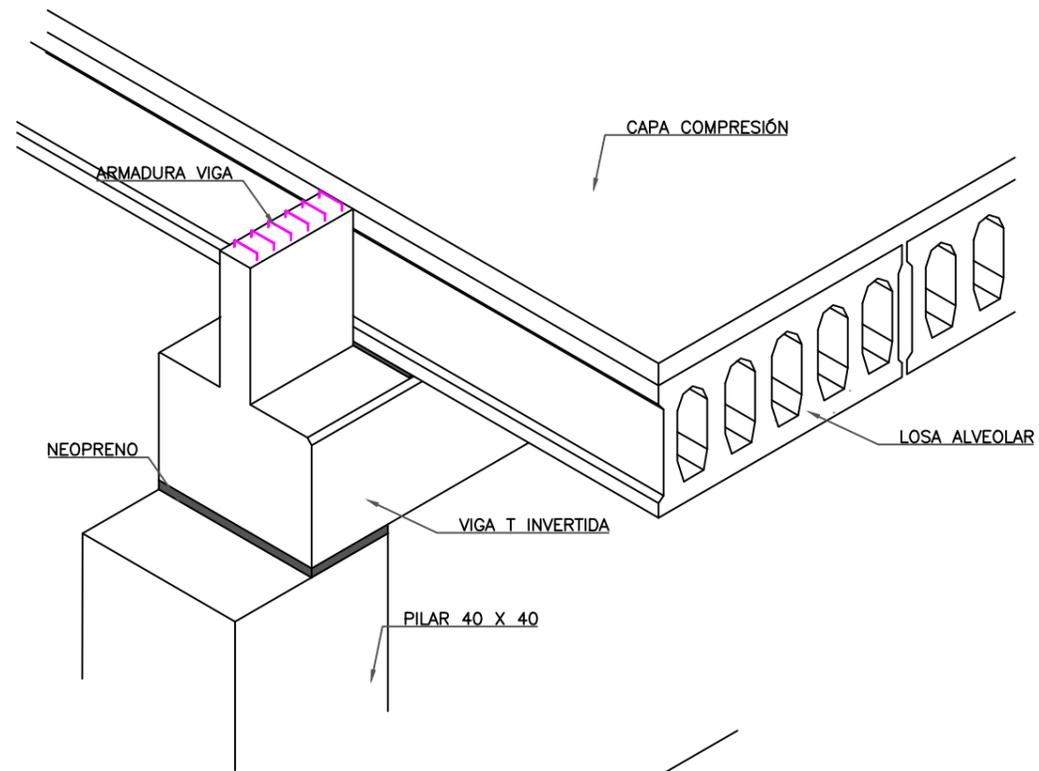


FOTO VIGA T INVERTIDA



PERSPECTIVA VIGA L

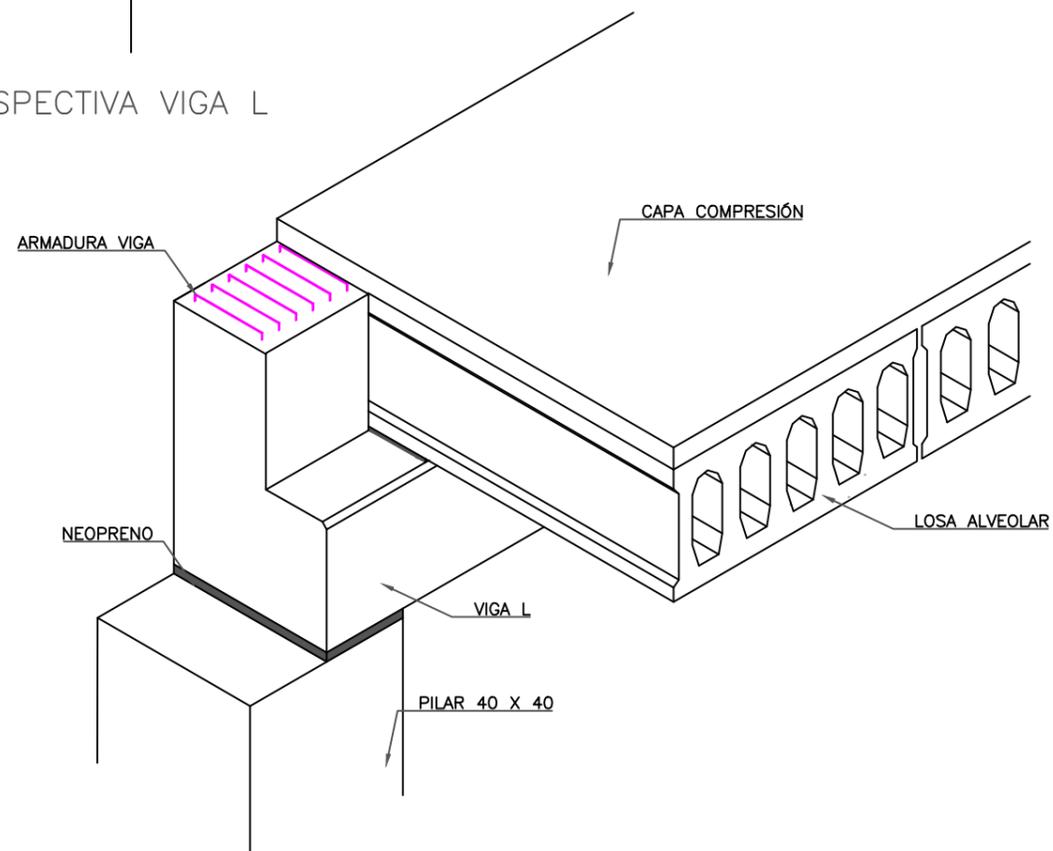
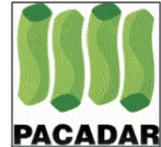


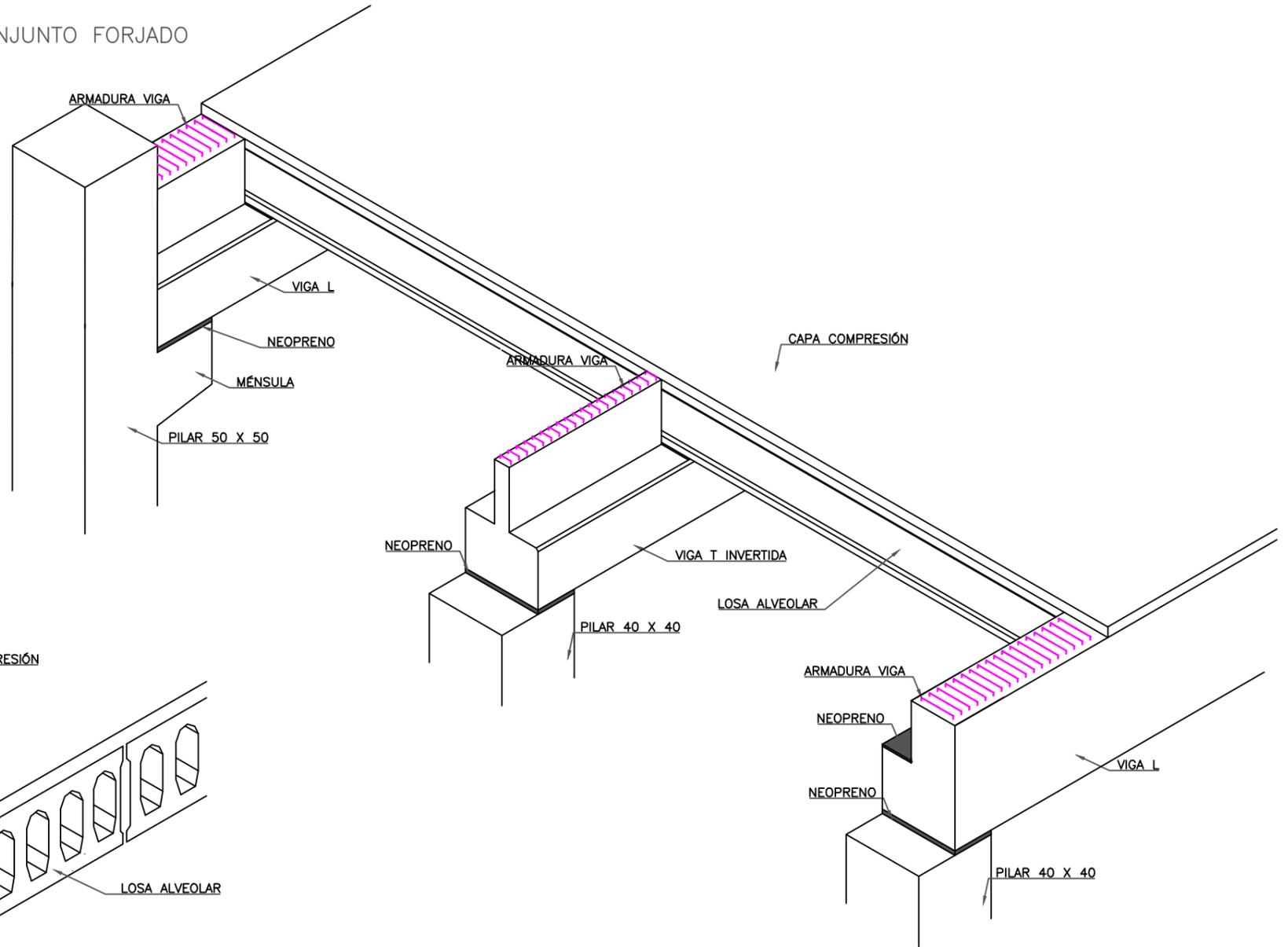
FOTO VIGA L



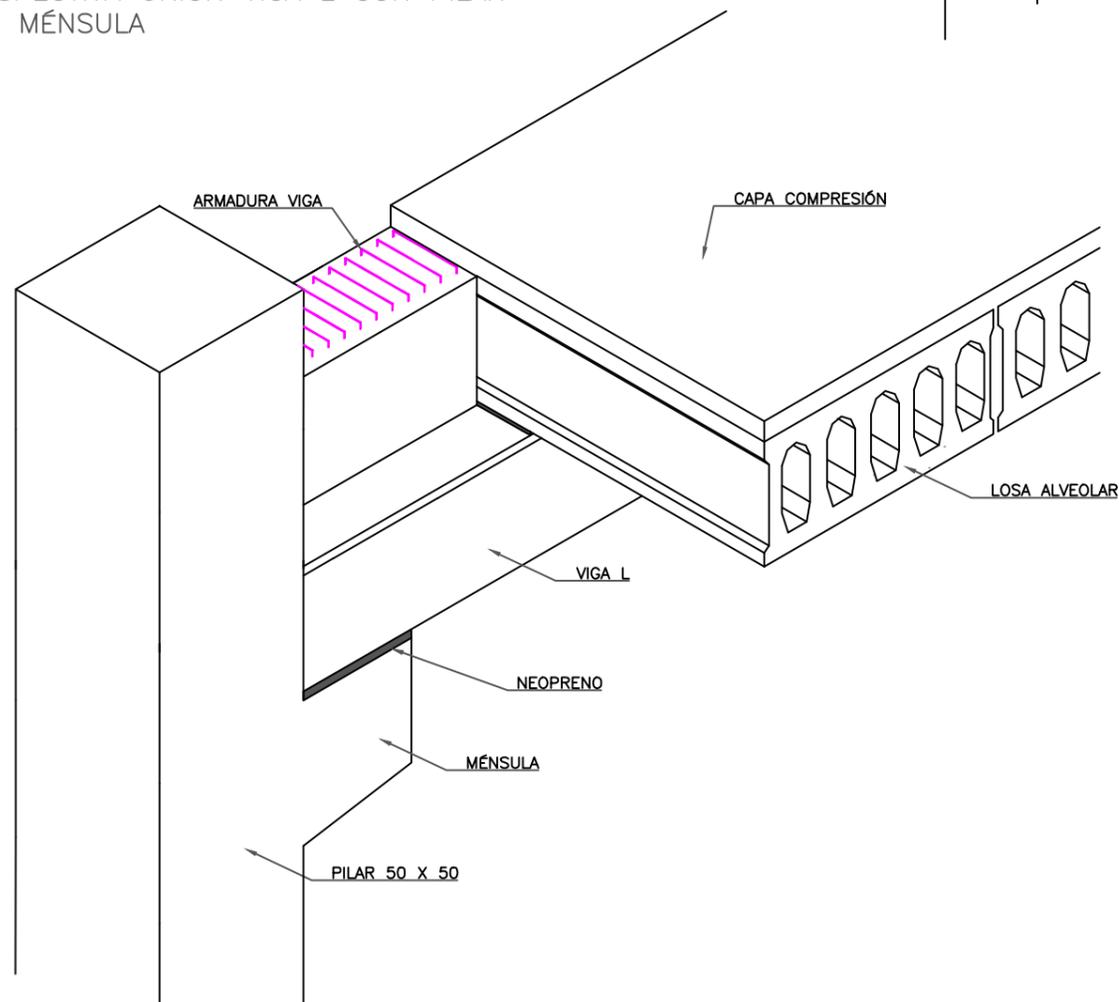
 	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	DETALLES				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
	D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	----	CM	-----	-----		
Comprobado el						

DETALLE UNIÓN PILARES - VIGAS - FORJADO (2)

CONJUNTO FORJADO



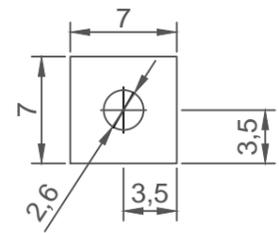
PERSPECTIVA UNION VIGA L CON PILAR CON MENSULA



 	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	DETALLES				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
	D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	---	CM	---	---	---	
Comprobado el						

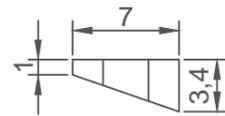
DETALLE UNIÓN VIGA DELTA - PILAR

DETALLE DE NEOPRENO
e=2 CM
COTAS EN CENTIMETROS

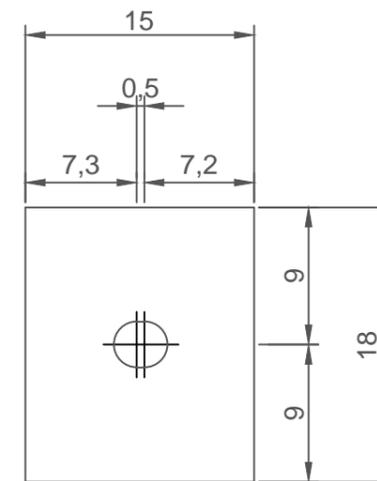
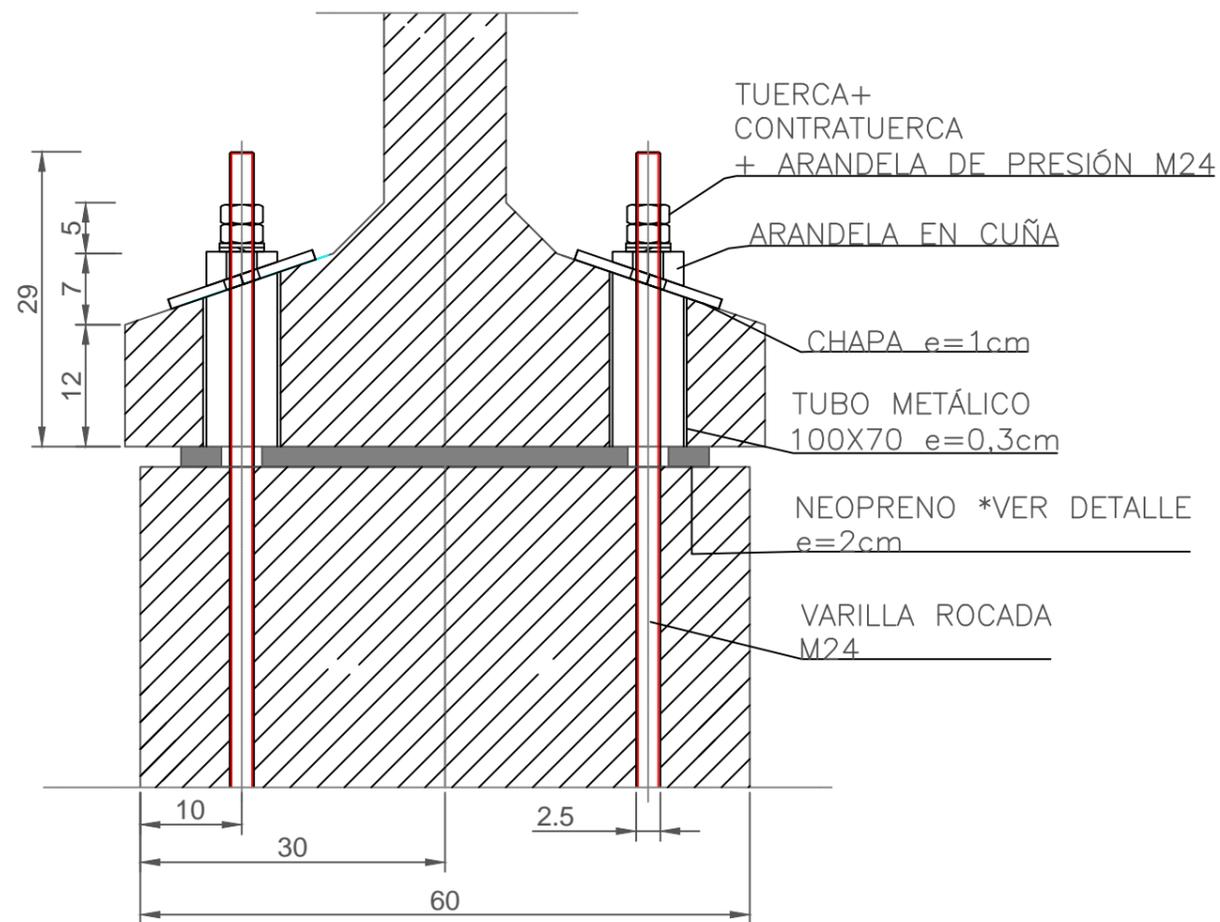
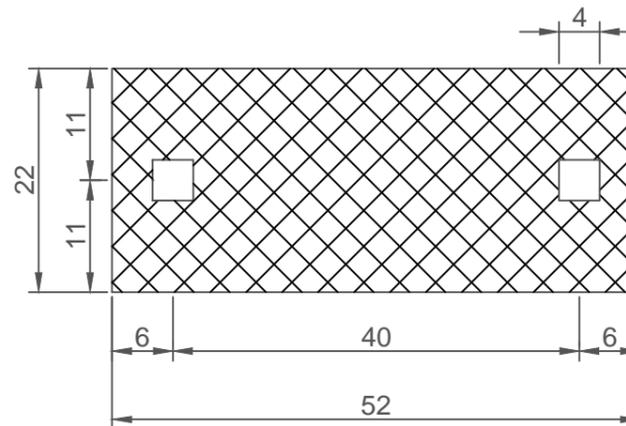


PLANTA

ARANDELA EN CUÑA
COTAS EN cm

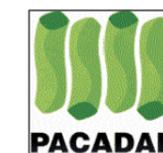


SECCIÓN



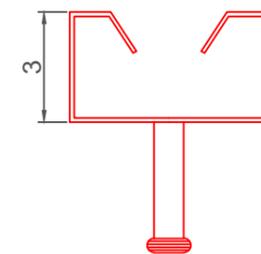
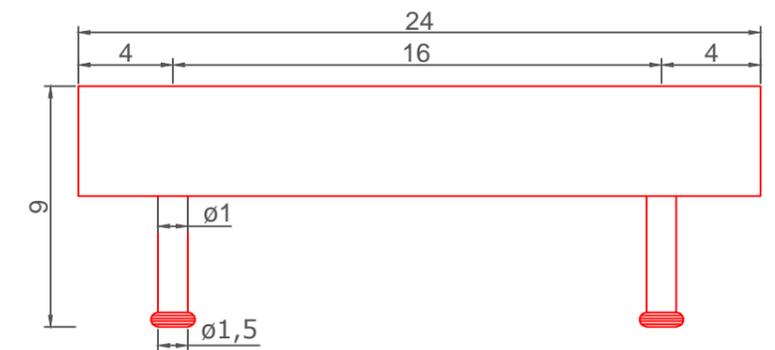
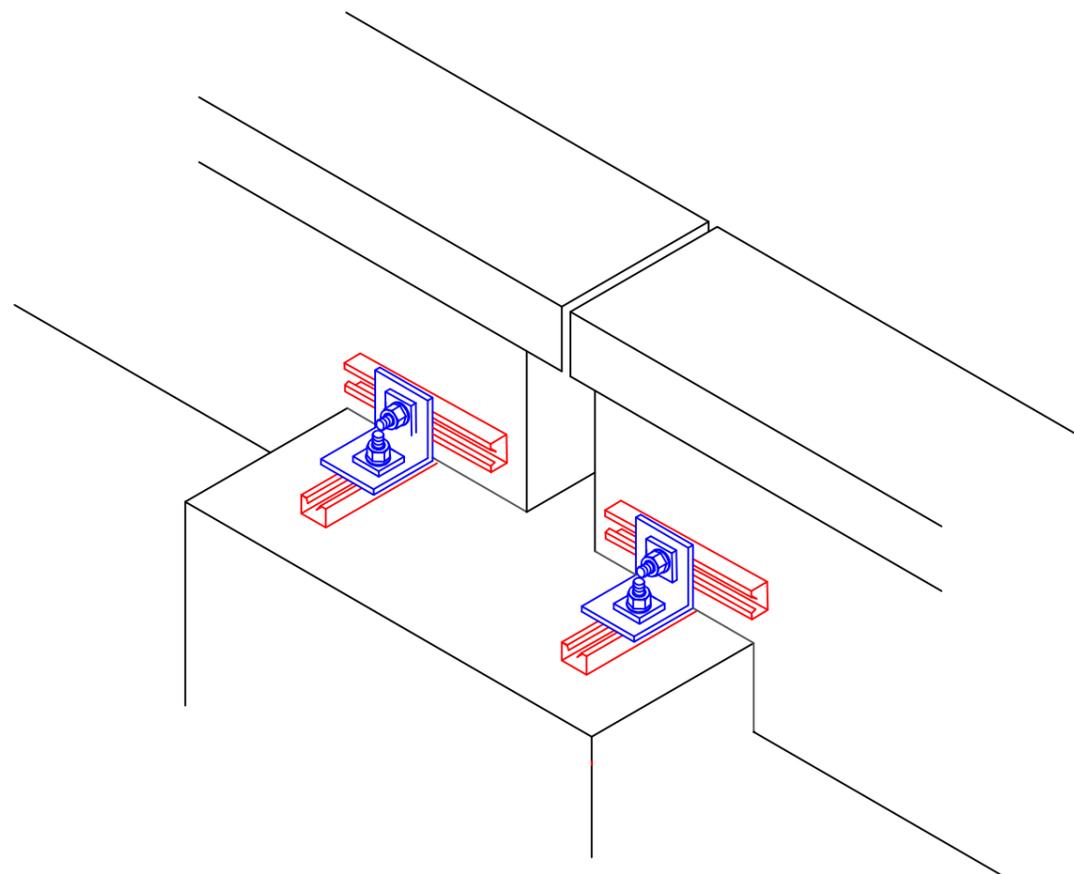
CHAPA e=1cm (PLANTA)
COTAS EN cm

FOTO

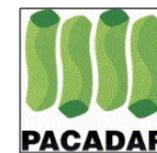
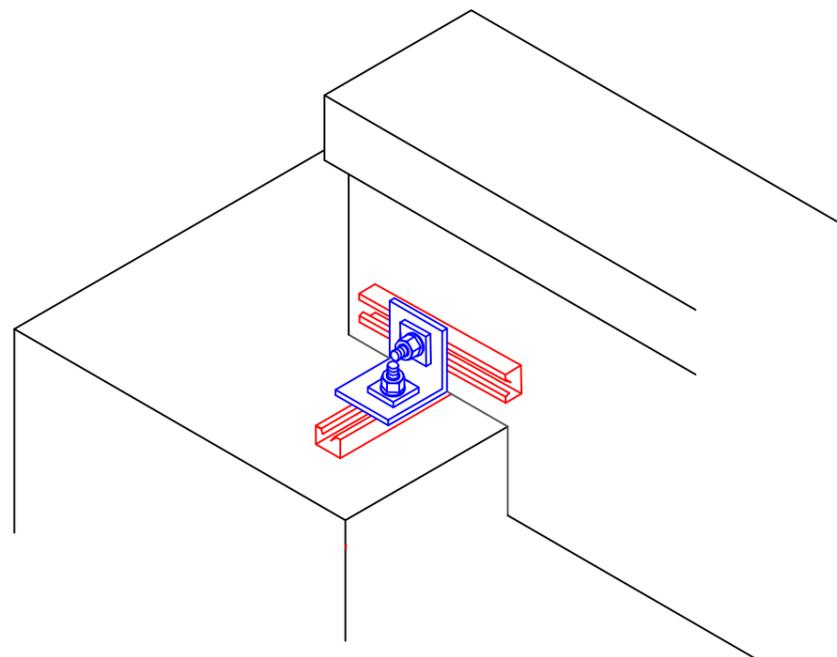


CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
DESIGNACION PLANO	DETALLES				
OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	----	CM	-----	-----	
Comprobado el					

DETALLE UNIÓN ZUNCHO PIÑÓN - PILAR

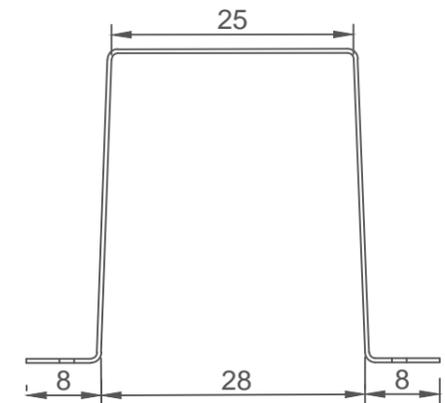
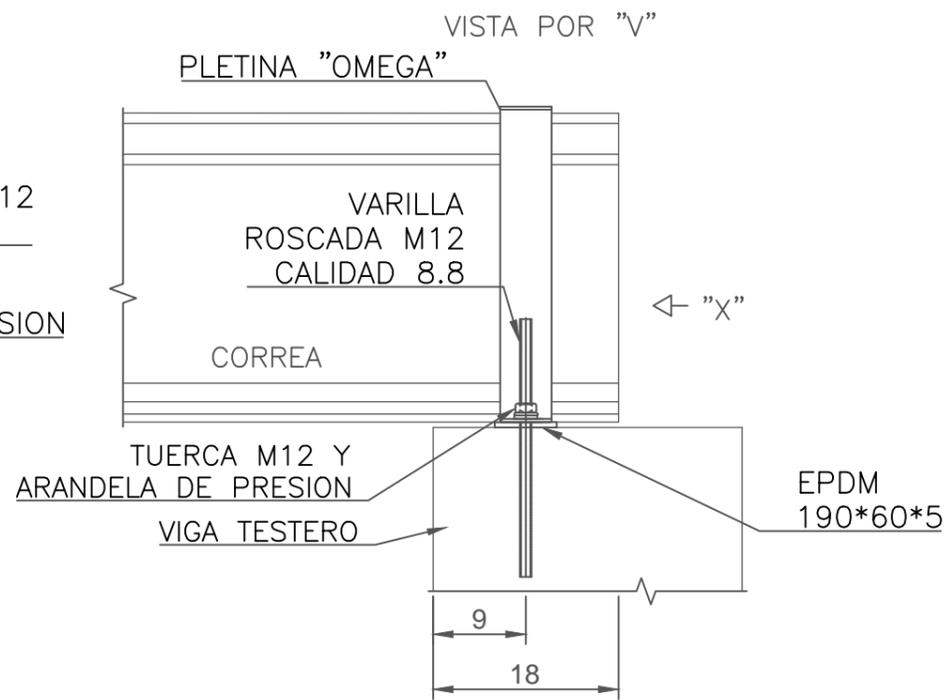
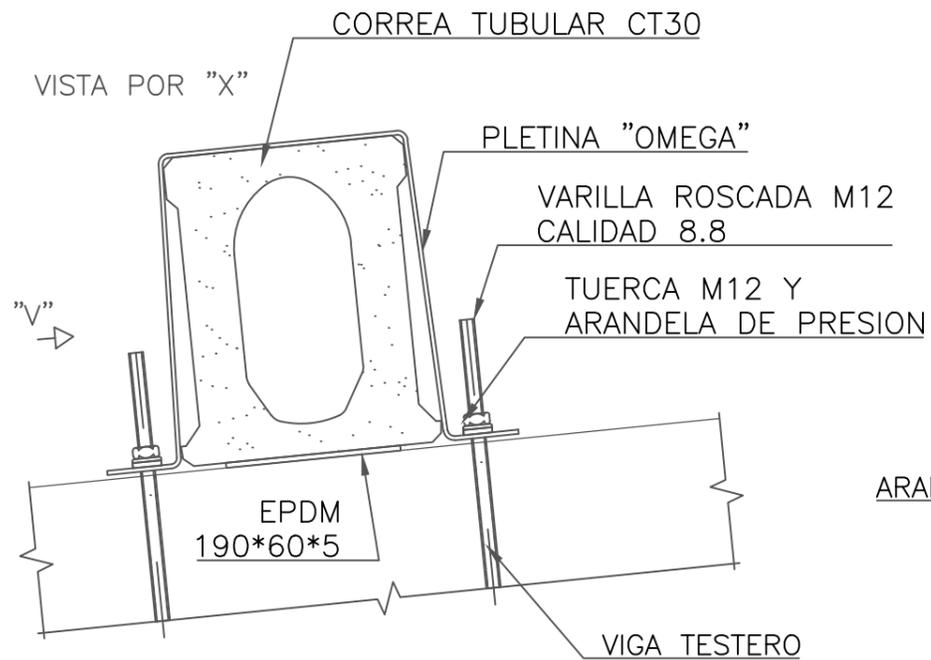


TUERCA
+
ARANDELA
+
CONTRAPLACA
+
PLACA
+
TORNILLO

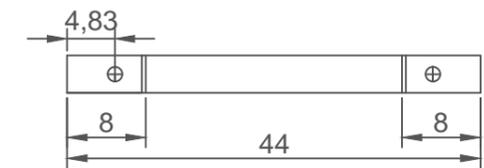


CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
DESIGNACION PLANO	DETALLES				
OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	----	CM	-----	-----	
Comprobado el					

DETALLE UNIÓN CORREA TUBULAR - VIGAS CUBIERTA

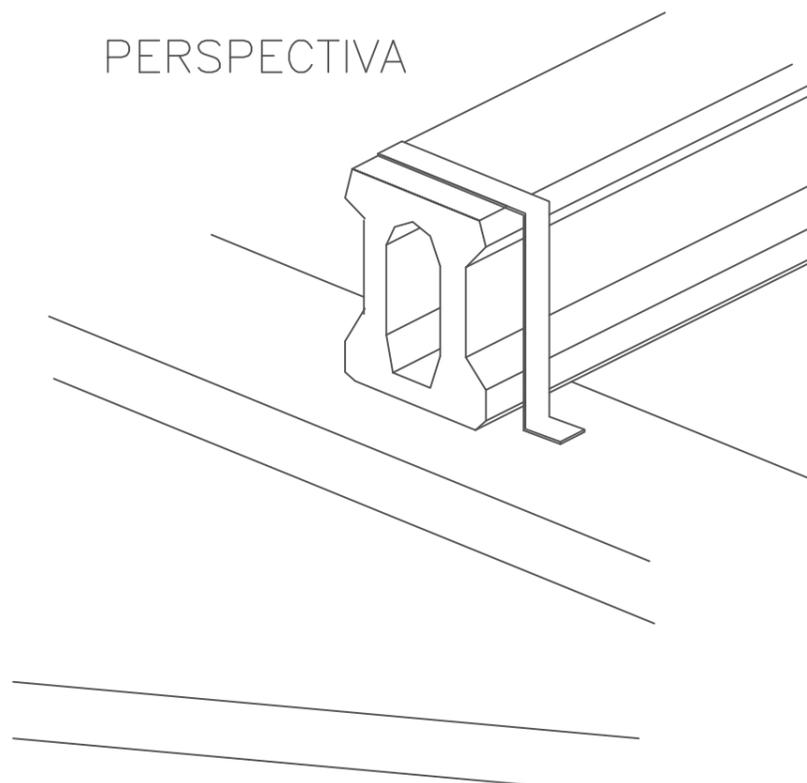


ALZADO

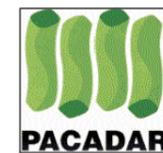


PLANTA

PERSPECTIVA

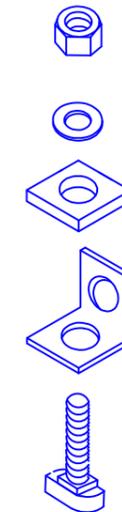
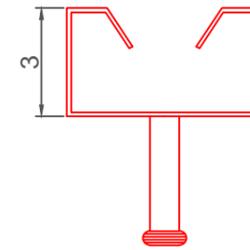
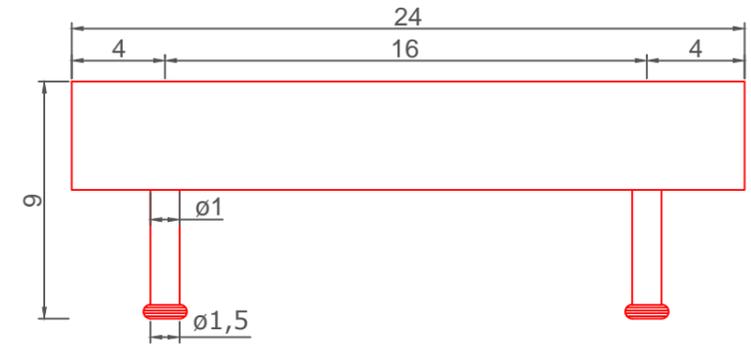
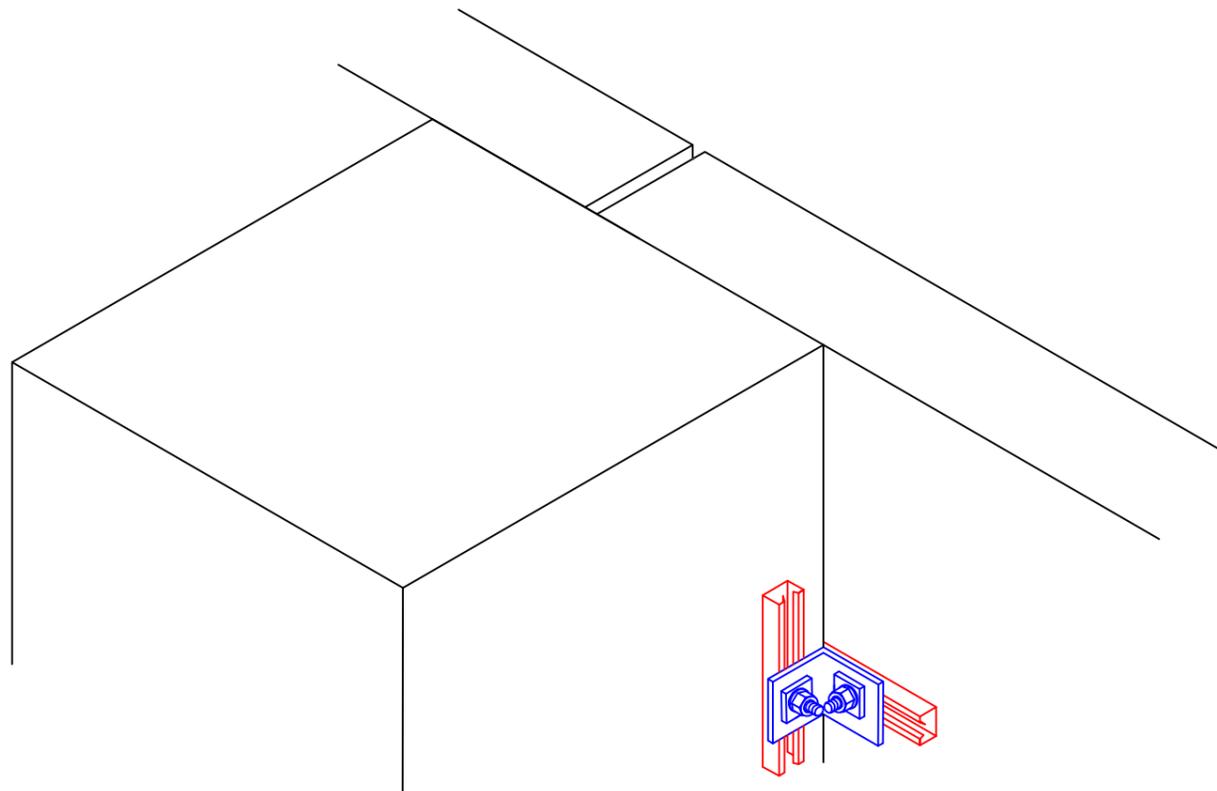


FOTO

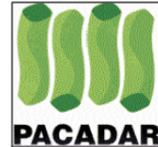


CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
DESIGNACION PLANO	DETALLES				
OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	----	CM	-----	-----	
Comprobado el					

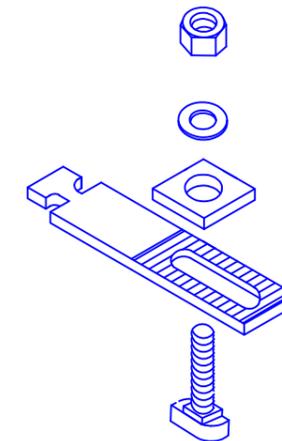
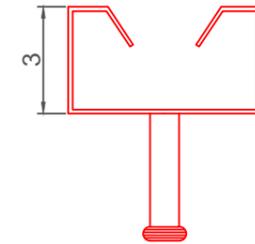
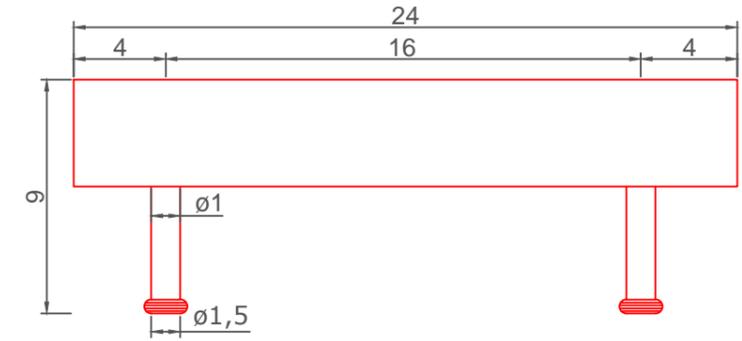
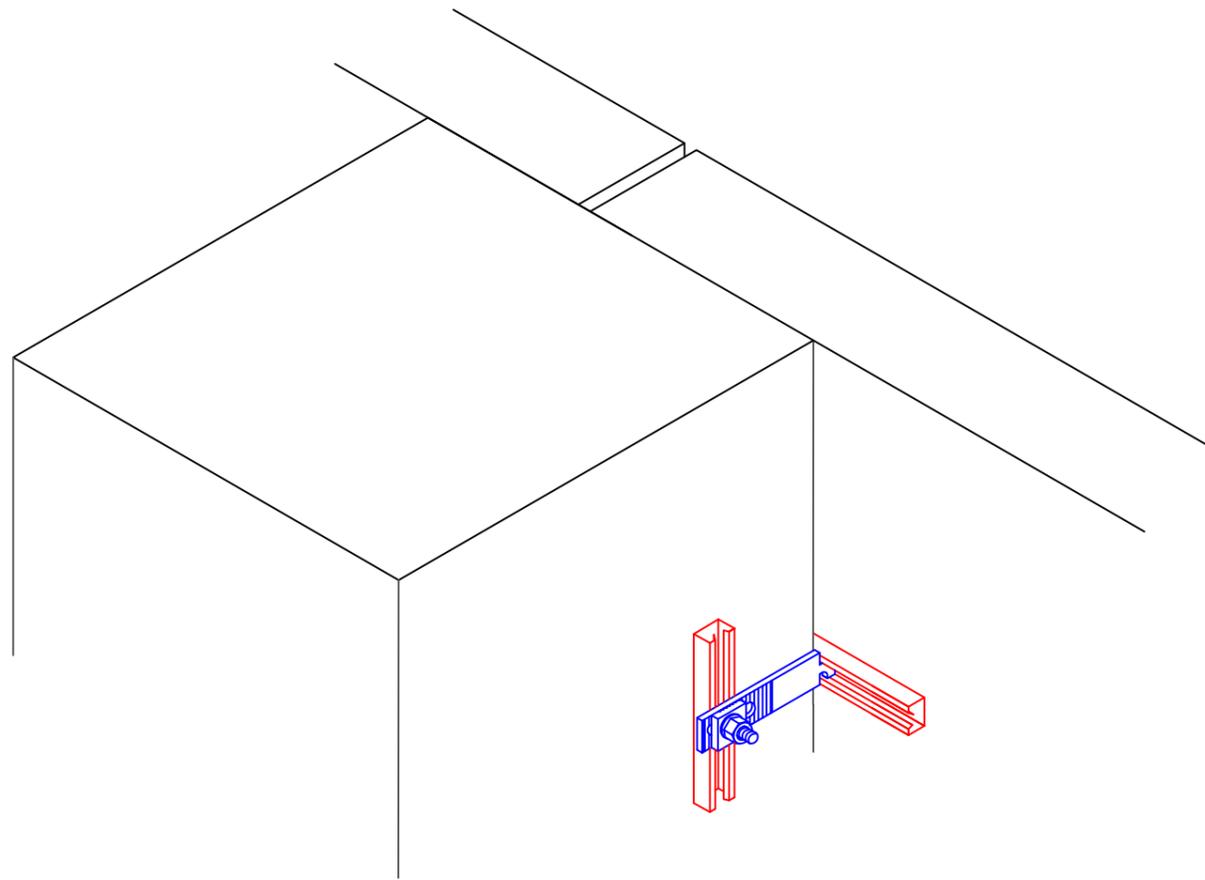
DETALLE UNIÓN PANEL CERRAMIENTO - PILAR (1)



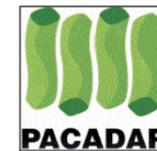
TUERCA
+
ARANDELA
+
CONTRAPLACA
+
PLACA
+
TORNILLO

 	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	DETALLES				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
	D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	----	CM	-----	-----		
Comprobado el						

DETALLE UNIÓN PANEL CERRAMIENTO - PILAR (1)



TUERCA
+
ARANDELA
+
CONTRAPLACA
+
PLACA
+
TORNILLO

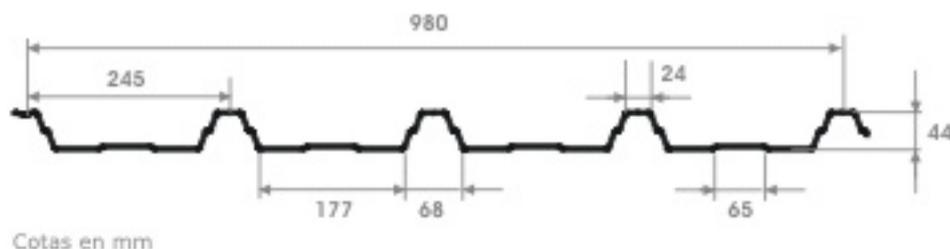


CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
DESIGNACION PLANO	DETALLES				
OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	----	CM	-----	-----	
Comprobado el					

Anexo 5: FICHAS TÉCNICAS DE
ELEMENTOS DE
CUBIERTA.

Anexo 5.1: PERFIL 44.4

DIMENSIONES



APLICACIONES

Perfil apto para luces y resistencias medias
Cubierta simple
Cubierta sandwich
Encofrado perdido

CARACT. MECÁNICAS DEL MATERIAL

Limite Elástico ≥ 250 N/mm².
Material Base Calidad S250GD
Limite de rotura ≥ 330 N/mm²
Módulo de elasticidad = 210.000 N/mm²
Alargamiento de Rotura Min. 19%

VALORES EFICACES DEL PERFIL

Espesor	Peso	M. Inercia	M. Resistente (positivos)	M. Resistente (negativos)
mm	Kg/m ²	mm ⁴ /m	mm ³ /m	mm ³ /m
0,5	4,97	137.173	4.071	3.937
0,6	5,97	172.265	5.186	4.842
0,7	6,96	208.516	6.338	5.764
0,75	7,46	226.991	6.922	6.232
0,8	7,96	245.402	7.512	6.701
1	9,95	308.598	9.359	8.594

ALTERNATIVAS Y CONDICIONES DE FABRICACIÓN

Recubrimientos de Zinc:

Galvanizado Z-275 (275 gramos/m² por ambas caras)
Prelacados Z-225 (225 gramos/m² por ambas caras)

Revestimientos Especiales:

Alta Durabilidad, Plastisoles, PVDF, consultar ficha de acabados.
Bajo consulta estos revestimientos pueden ser a dos caras.

Colores: Según carta Aceralia o carta RAL bajo consulta.

Curvado: Posibilidad de curvado por embutición del perfil. Ver ficha técnica.

Perforado: Disponibilidad de perforación del material para aplicaciones de atenuación acustica.

Lucernarios: Disponible el perfil en Poliéster o Acrílico.

■ TABLAS DE RESISTENCIA

CARGAS MÁXIMAS (kp/m²)

1 VANO 		Luces (m)									
		1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60
Espesor (mm)	0,50	190	138	104	80	63	50	41	34	28	24
	0,60	238	174	130	100	79	63	51	42	35	30
	0,70	288	210	158	122	96	77	62	51	43	36
	0,75	314	229	172	132	104	83	68	56	47	39
	0,80	339	247	186	143	113	90	73	60	50	42
	1,00	426	311	233	180	141	113	92	76	63	53

2 VANOS 		Luces (m)									
		1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60
Espesor (mm)	0,50	152	130	112	98	86	77	69	62	56	51
	0,60	201	171	147	128	113	100	89	80	72	66
	0,70	254	215	185	160	141	124	111	99	90	81
	0,75	281	238	204	177	155	137	122	109	99	89
	0,80	310	262	224	194	170	150	134	120	108	98
	1,00	420	354	302	261	228	200	178	160	143	128

3 VANOS 		Luces (m)									
		1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60
Espesor (mm)	0,50	181	155	134	117	104	92	77	64	53	45
	0,60	240	204	176	154	136	119	97	80	67	56
	0,70	304	258	222	193	170	145	118	97	81	68
	0,75	337	286	246	214	188	157	128	105	88	74
	0,80	372	315	270	235	206	170	138	114	95	80
	1,00	507	428	365	317	267	214	174	143	120	100

Cálculos realizados a Flecha, Flexión, Cortante y Abolladura.

■ NORMATIVA

EUROCODIGO - 3: Proyecto de Estructuras Metálicas
 UNE-ENV 1993 - 1-1: Reglas Generales y Reglas para la Edificación
 ENV 1993 - 1-3: Cold Formed Thin Gauge Members and Sheetmetal
 NBE-EA-95 Parte 4: Cálculo de las Piezas de Chapa Conformada de Acero en Edificaciones

■ LEYENDA DE CÁLCULO

ELU: Carga Máxima = 1,35 * Peso Propio + 1,50 * Sobrecarga Uso
 ELS: Carga Máxima = 1,00 * Peso Propio + 1,00 * Sobrecarga Uso - Flecha Máxima < L /200
 Cálculos realizados por el Dpto de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras (UPV)

Ingeniería y Construcción del Perfil S.A. se reserva el derecho a efectuar cualquier modificación en las características y datos técnicos generales y particulares de sus perfiles, realizados por necesidades de producción o mejora tecnológica.
 Ingeniería y Construcción del Perfil S.A. no se hace responsable del incumplimiento de las Recomendaciones de Instalación de los perfiles.

Anexo 5.2: AISLANTE.

Panel PIR W



DESCRIPCIÓN

- Planchas de espuma rígida de poliisocianurato (PIR) recubierta por ambos lados con velo de vidrio mineralizado.

APLICACIONES

- Aislamiento térmico de cubiertas tipo *deck*, como soporte de impermeabilización.

VENTAJAS

- Menor espesor de aislamiento gracias al bajo coeficiente de conductividad térmica de la espuma de poliisocianurato.
- Paneles de gran rigidez y poco peso.
- Facilidad de manipulación y puesta en obra.

PRESENTACIÓN

- Planchas de 2500 x 1200 mm
- Espesores: 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 y 120 mm.

CARACTERÍSTICAS

	CLASE según EN 13165	NORMA ENSAYO	UNIDADES	VALORES ESPECIFICADOS
Coficiente conductividad térmica	λ_i (7d 10°C)	EN 12667	W/m K	0,022
Cof. conductividad térmica declarado	λ_D , 10°C	EN 12667	W/m K	0,028 (e < 80mm) 0,027 (80mm ≤ e < 120mm) 0,026 (e ≥ 120mm)
Resistencia a la compresión*	CS(10/Y)200	EN 826	kPa	225±50
Estabilidad dimensional 48h, 70°C, 90 %HR	DS(70,90)4	EN 1604	%	Δ long, Δ anch. <1 Δ esp. <4
Absorción de agua	WL(T)2	EN 12087	%	<2
Espesor	T2	EN 823	mm	e<50 ± 2 50<e<70 ± 3 e>70 +5,-2
Reacción al fuego. Euroclase	-	EN 13501-1	-	F
Reacción al fuego del producto en condición final de uso. Euroclase (únicamente para aplicación final cubierta deck)	-	EN 15715	-	B-s2, d0 Montaje normalizado n.3

(*) Espesores inferiores a 45 mm, la clase de resistencia a la compresión corresponde a CS(10/Y)175.

CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

Espesor (mm)	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Resistencia térmica (m²·K/W)	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,95	3,30	3,70	4,60

INSTALACIÓN Y FIJACIONES

- Las planchas deben quedar sujetas a la estructura metálica mediante fijaciones adecuadas que se colocarán en las esquinas de la plancha a 100mm del perímetro, según se muestra en la figura. Las fijaciones deben asegurar una doble función: la de sujeción frente a las acciones de succión provocadas por el viento y la de estabilizar al conjunto aislante-impermeabilización frente a las variaciones térmicas que pueden producirse en una cubierta de este tipo.
- La plancha debe quedar totalmente sujeta, haciendo coincidir cada fijación con la parte superior de la greca del perfil metálico inferior.

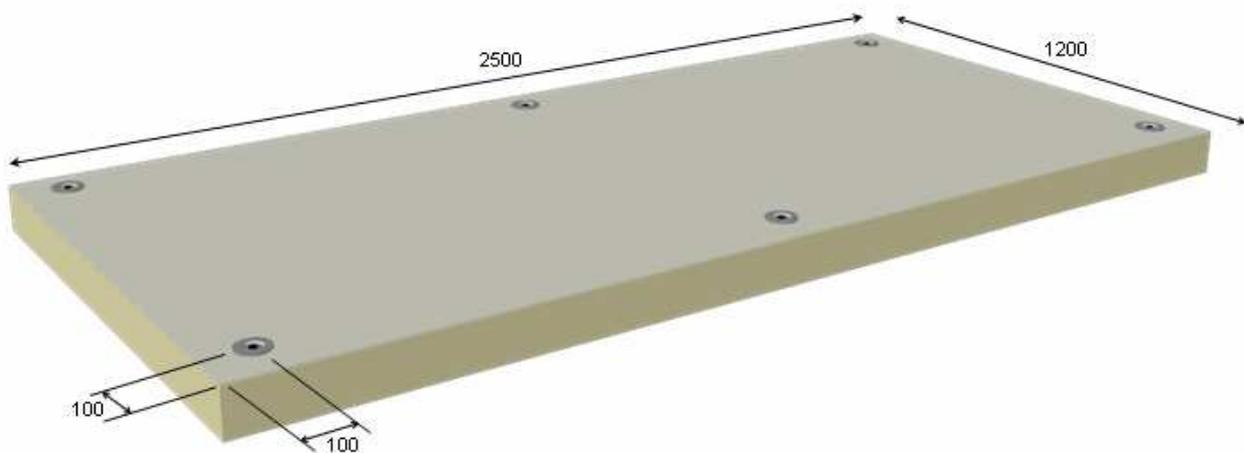


Figura 1. Planchas 2500x1200mm: 2 fijaciones/m².

Anexo 5.3: IMPERMEABILIZACIÓN.

MONARPLAN TPO 1.2

• PRESENTACIÓN Y UTILIZACIÓN

Lámina de TPO de 1.2 mm de espesor reforzada con una armadura de no-tejido de poliéster. Cumple con norma Europea EN 13956.

En obra nueva o rehabilitación, se utiliza como:

- Sistema de impermeabilización monocapa fijada mecánicamente, para cubiertas no transitables. Los solapes se soldarán mediante aire en caliente.

• COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS NOMINALES

- TPO reforzado mediante una armadura de no-tejido de poliester.

Espesor (mm):	EN 1849-2	1,2 mm
Masa de la pantalla (g/m ²):	EN 1849-2	1370 g/m ²

• CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Resistencia a la tracción – (N/50mm):	EN 12311-2	≥ 1150
Alargamiento a la rotura – (%):	EN 12311-2	≥ 15
Resistencia al desgarro por clavo – (N):	EN 12310-1	> 325
Resistencia al desgarro – (N):	EN 12310-2	> 400
Resistencia al pelado del solape – (N/50mm)	EN 12316-2	≥ 185
Resistencia a la tracción del solape – (N/50mm):	EN 12317-2	≥ 80 %
Plegabilidad en frio – (°C)	EN 495-5	≤ -35
Estabilidad dimensional 6h*80°C – (%)	EN 1107-2	≤ 0,5
Resistencia al envejecimiento por UVA	PrEN 1297 (UV-B) EN 1297 (UV-A)	Sin grietas después de 4000 horas ≤ -35 después de 1000 horas
Resistencia a el calor 6 meses 70°C – (°C)	EN 1296/EN 495-5	≤ -35
Difusión de vapor de agua – (μ)	EN 1931	22.000
Resistencia a las raices	DIN 4062	pasa
Resistencia al fuego exterior	EN 13501-5/ENV 1187/1	Broof t1
Clasificación al fuego	EN 13501-1	Clase E

• ACONDICIONAMIENTO

Longitud:	20 m			15 m		
anchura del rollo	2,12 m	1,50 m	1,06 m	2,12 m	1,50 m	1,06 m
Número de rollos por palet:	15	15	15	15	15	15

- Transporte: este material no está clasificado como peligroso.

Anexo 5.4: PASILLOS TÉCNICOS.

DANOLOSA 75

Danolosa 75 es una baldosa aislante constituida por un pavimento de hormigón poroso, que actúa como protección mecánica de una base aislante de poliestireno extruido, resultando una superficie practicable resistente y aislada térmicamente.



DATOS TECNICOS

DATOS TÉCNICOS	VALOR	UNIDAD	NORMA
Dimensiones	500 x 500 (±2)	mm	UNE-EN 1339
Masa	15 (±1)	Kg	-
Espesor total	75 (±4%)	mm	UNE-EN 1339
Carga rotura flexión	≥ 3.5	KN	UNE-EN 1339
Carga rotura a compresión a 28 días (carga concentrada sobre Ø 20 cm)	≥ 30	KN	UNE-EN 12390-3
Comportamiento a compresión a 5%	≥ 0.30	MPa	UNE-EN 1339
Comportamiento a compresión a 25%	≥ 0.31	MPa	UNE-EN 1339
Comportamiento a fuego externo	Broof (t1)	-	UNE-EN 1339
Resistencia a impacto a 10 J	≤ 13	Ø mm	DIT 550/10; DIT 551/10
Resistencia a carga puntual a 250 N	Sin defectos	-	DIT 550/10; DIT 551/10

DATOS TECNICOS ADICIONALES

DATOS TÉCNICOS ADICIONALES	VALOR	UNIDAD	NORMA
Espesor del aislante	40 (±1)	mm	
Dimensiones XPS	500 x 500 (±2)	mm	
Densidad del aislante	35	Kg/m ³	EN 1602
Reacción al fuego del aislante	E	Euroclase	UNE-EN 13501-1
Conductividad térmica XPS	0.034	W/m °K	EN 12667; EN 12939
Estabilidad Dimensional XPS	≤ 5	%	EN 12667; EN 12939
Resistencia mínima a compresión del XPS	≥ 300	KPa	EN 826
Deformación bajo carga de 40 KPa	< 5	%	-
Absorción de agua por inmersión	≤ 0.7	%	EN 12087
Absorción de agua por difusión 50 %	≤ 3	%	-
Absorción de agua por difusión 60 %	≤ 2.7	%	-
Absorción de agua por difusión 80 %	1.5	%	-
Espesor del hormigón	35 (±3)	mm	UNE-EN 1339
Dimensiones del hormigón	490 x 490 (±1)	mm	UNE-EN 1339
Reacción al fuego del hormigón	A	Euroclase	-
Carga a la rotura del hormigón	≥ 1.6	kN	UNE-EN 1339
Resistencia flexión hormigón	≥ 1.3	MPa	UNE-EN 1339
Resistencia a la compresión del hormigón a 3d	9.4	MPa	UNE-EN 12390-3: 2009
Resistencia a la compresión del hormigón a 21d	11.6	MPa	UNE-EN 12390-3: 2009
Resistencia a la compresión del hormigón a 28d	12.5	MPa	UNE-EN 12390-3: 2009
Porosidad poros interconectados	> 20	%	-

NORMATIVA Y CERTIFICACIÓN

Material contemplado en el CTE y CEC.

Material incluido en DIT ESTERDAN PENDIENTE CERO N° 550/10.

Material incluido en DIT DANOPOL PENDIENTE CERO N° 551/10.

CAMPO DE APLICACIÓN

- Losa filtrante y aislante en una sola pieza para cubiertas practicables.
- Rehabilitación y transformación de cubiertas no transitables.
- Pasillos técnicos en cubiertas no transitables acabadas en grava.
- Superficie de apoyo de equipos en cubiertas no transitables e instalaciones en general.
- Cubiertas técnicas sobre soportes (plots) según Sistema Danosa.

PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN	VALOR	UNIDAD
Longitud	50	cm
Ancho	50	cm
Losas por palet	68	ud
m ² /palet	17	m ²
Color	Blanca	-
Código de Producto	711012	-

VENTAJAS Y BENEFICIOS

- Añade a la cubierta aislamiento térmico y pavimentación efectiva, proporcionando el confort térmico adecuado y creando a su vez nuevos espacios practicables, con el consiguiente ahorro de energía.
- Protege las membranas de daños mecánicos, de tensiones producidas por el viento y de variaciones de temperatura, alargando la vida de las mismas.
- Su uso como pasillo técnico en cubierta permite un fácil acceso a las instalaciones, proporcionando a su vez, un espacio útil donde realizar los posibles mantenimientos con la seguridad y comodidad necesaria.
- Por la resistencia mecánica, dimensiones y acabado de la losa, permite la construcción de bancadas e instalación de enanos para equipos e instalaciones, dando continuidad al pavimento.
- Dado su carácter desmontable, proporciona un fácil mantenimiento de la cubierta, por el rápido acceso a la impermeabilización que proporciona.
- La gran capacidad filtrante de la losa permite la instalación y el tránsito sobre ella incluso con condiciones meteorológicas adversas (lluvia, nieve).
- No necesita juntas de pavimento por ser flotante.
- Su sencilla instalación hace que la mano de obra sea muy económica.
- Aligeran sensiblemente el peso de la cubierta frente a otro tipo de protecciones pesadas.

MODO DE EMPLEO

Preparación del soporte:

Una vez realizada la impermeabilización, la cubierta debe quedar lisa, uniforme, limpia, desprovista de objetos extraños.

Colocación de Danolosa:

- Se coloca en obra sin material de agarre, depositándose con cuidado, y preferiblemente sobre una capa antipunzonante geotextil que cubra la impermeabilización ó directamente sobre la misma, apoyando su capa aislante.
- Las placas irán depositadas a tope, sin juntas de dilatación.
- En cambios de limahoyas y limatesas oblicuas, se deberá cortar la pieza con una radial de bajas r.p.m.
- Se deberá dejar un pequeño espacio (3 – 5 mm) para permitir las dilataciones cuando nos encontremos elementos singulares como claraboyas, etc.
- Se debe transportar en palets.
- Mercancía no considerada como peligrosa en el transporte.

INDICACIONES IMPORTANTES Y RECOMENDACIONES

- El uso de Danolosa sobre soportes (plots) se restringe a soportes con cabeza cuadrada de 200 mm como mínimo tipo Danoplots.
- Utilizar para el corte de la cerámica una máquina tipo radial de bajas r.p.m. tipo DU-200-L refrigerada por agua o similar.
- No es necesario utilizar relleno en las juntas.
- En el caso de tratarse de una impermeabilización sintética, es necesario aplicar un fieltro de poliéster de 300 gr/m², Danofelt PY 300 entre la membrana y la losa aislante.
- No deben emplearse martillos para nivelar o encajar las piezas.
- Antes de colocar el producto se recomienda realizar una prueba de estanqueidad a la impermeabilización de la cubierta.
- Este producto forma parte de un sistema de impermeabilización, por lo que se deberá tener en cuenta los sistemas e indicaciones contenidos en el manual de Soluciones de Danosa, Pliego de Condiciones así como el resto de documentación Danosa.
- Se debe contar con lo indicado en las normativas de obligado cumplimiento respecto a las cubiertas.
- La aparición de eflorescencias de origen portlandita, caracterizadas por cambiar la tonalidad del color de la losa, no suponen disminución de sus prestaciones.
- Debido a las posibles variaciones en la tonalidad de las materias primas pueden variar también las tonalidades entre losas del mismo color.
- La aparición de eflorescencias de origen portlantita en el hormigón poroso, caracterizadas por cambiar el color de la losa, no supone la disminución de sus prestaciones. Debido a las variaciones de tonalidad en las materias primas de hormigón poroso, pueden variar también las tonalidades entre losas del mismo color.

MANIPULACIÓN, ALMACENAJE Y CONSERVACIÓN

- Los palets de Danolosa deben ser manipulados con transpaleta, apilador o carretilla elevadora.
- Se recomienda una separación interior entre las uñas de la carretilla de 80 cm.
- Debido a la naturaleza del producto Danolosa, los palets deben ser trasladados con atención a posibles baches, irregularidades en el firme, etc.
- El producto se depositará con cuidado de forma que se eviten posibles golpes que puedan deteriorar la calidad del mismo.
- Cuando se procesa mecánicamente el producto se puede liberar gas propelente (trazas).
- Cuando el producto es sobrecalentado puede liberar monómeros u otros productos de degradación.
- Las máquinas de corte deben estar en un local ventilado.
- Mantener alejado de las llamas ó fuentes de calor.
- Mantener en lugares ventilados, preferiblemente en locales provistos de sistemas anti-incendios, ya que puede liberar restos de etanol (trazas) provenientes del proceso de producción.

AVISO

La información que aparece en la presente documentación en lo referido a modo de empleo y usos de los productos o sistemas Danosa, se basa en los conocimientos adquiridos por danosa hasta el momento actual y siempre y cuando los productos hayan sido almacenados y utilizados de forma correcta.

No obstante, el funcionamiento adecuado de los productos dependerá de la calidad de la aplicación, de factores meteorológicos y de otros factores fuera del alcance de danosa. Así, la garantía ofrecida pues, se limita a la calidad intrínseca del producto suministrado. Danosa se reserva el derecho de modificar, sin previo aviso, los datos reflejados en la presente documentación.

Los valores que aparecen en la ficha técnica son resultados de los ensayos de autocontrol realizados en nuestro laboratorio. Julio 2007.

Anexo 6: DETALLES DE
ELEMENTOS DE
CUBIERTA.

DETALLE PETO CUBIERTA

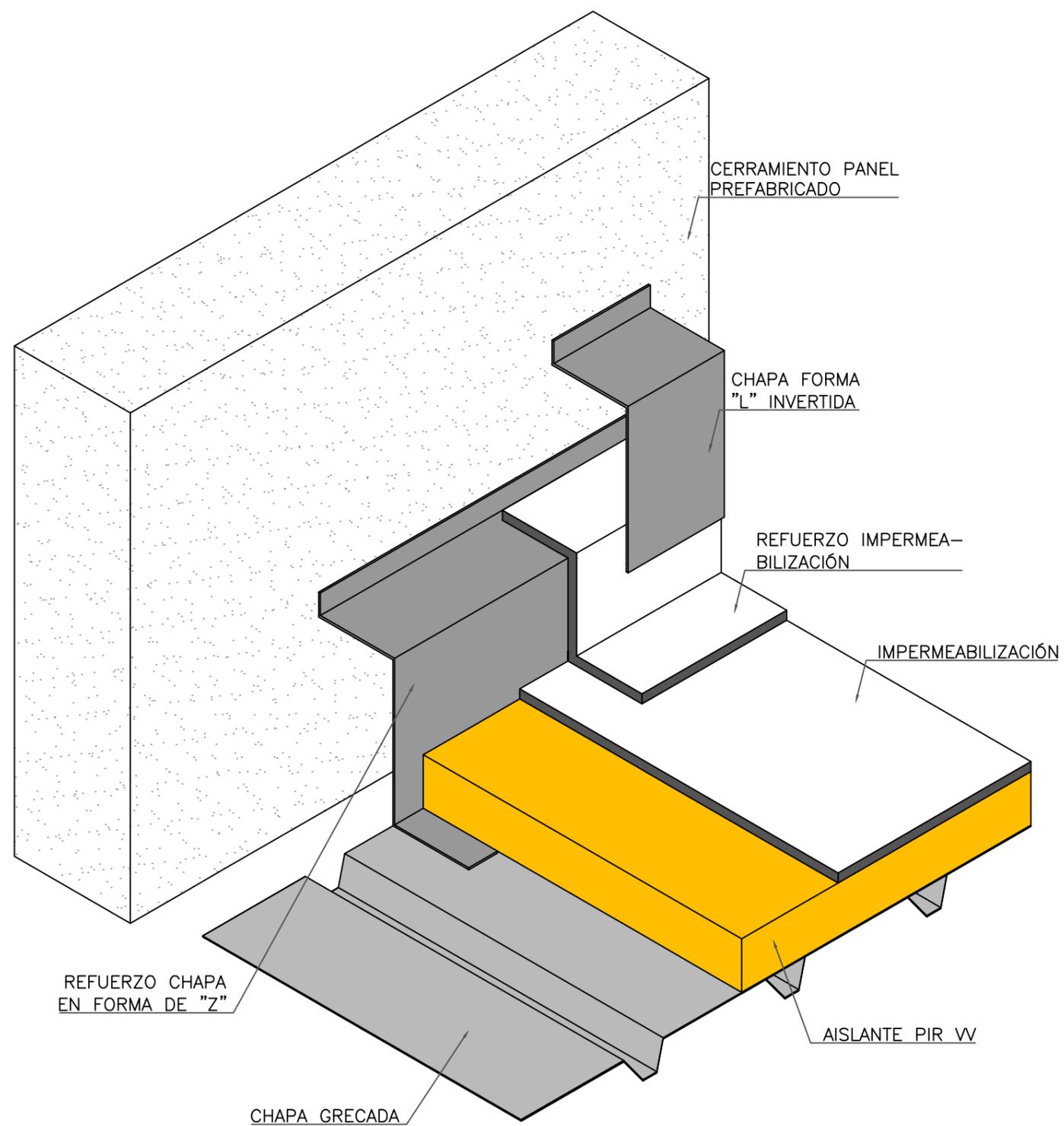
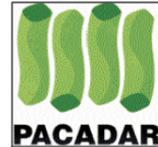


FOTO PETO CUBIERTA

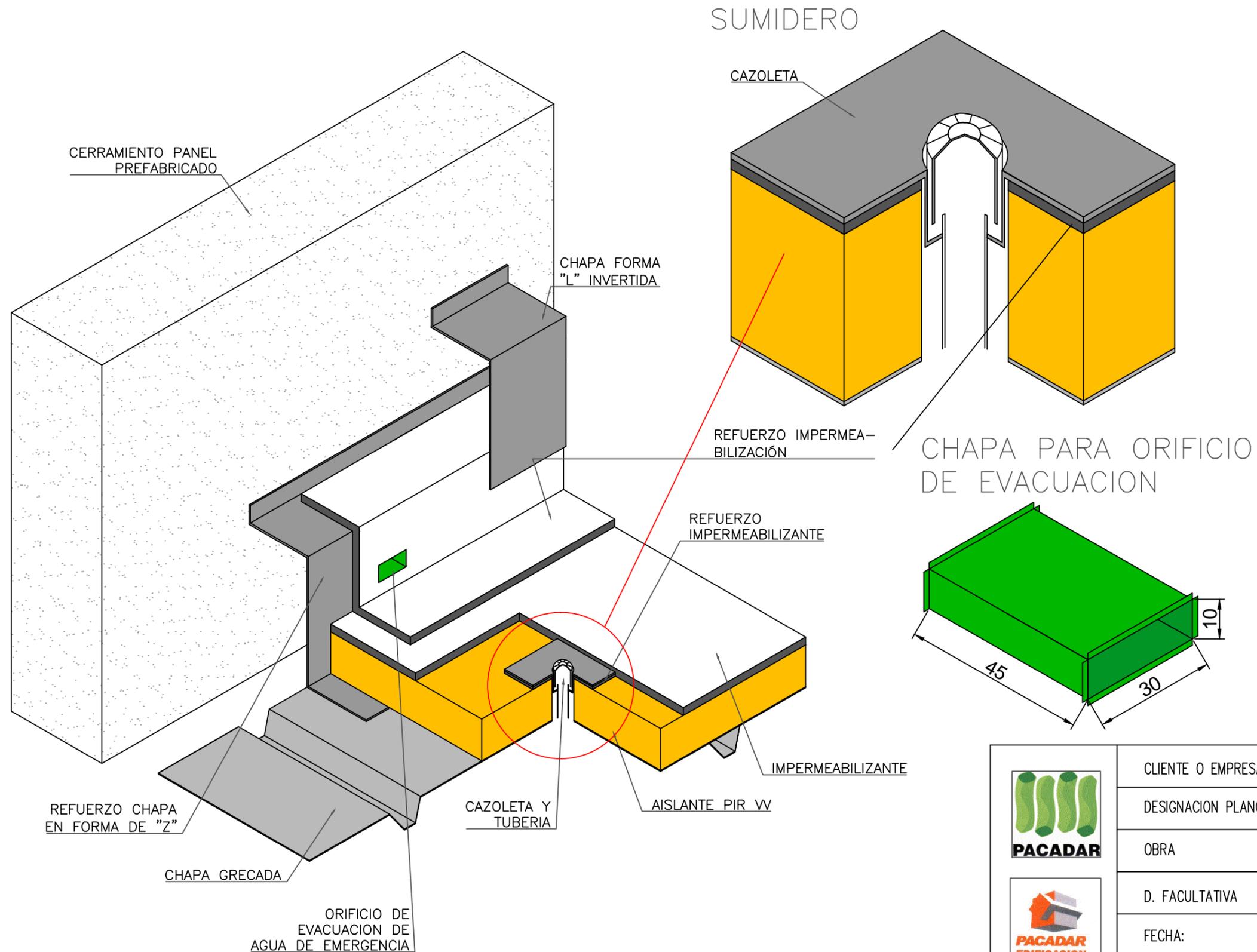


FOTO CHAPA "Z"



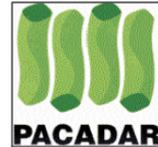
 	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	DETALLES				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
	D. FACULTATIVA	-----				
	FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
	Realizado el	----	CM	-----	-----	
	Comprobado el					

DETALLE EVACUACIÓN DE AGUAS EN CUBIERTA



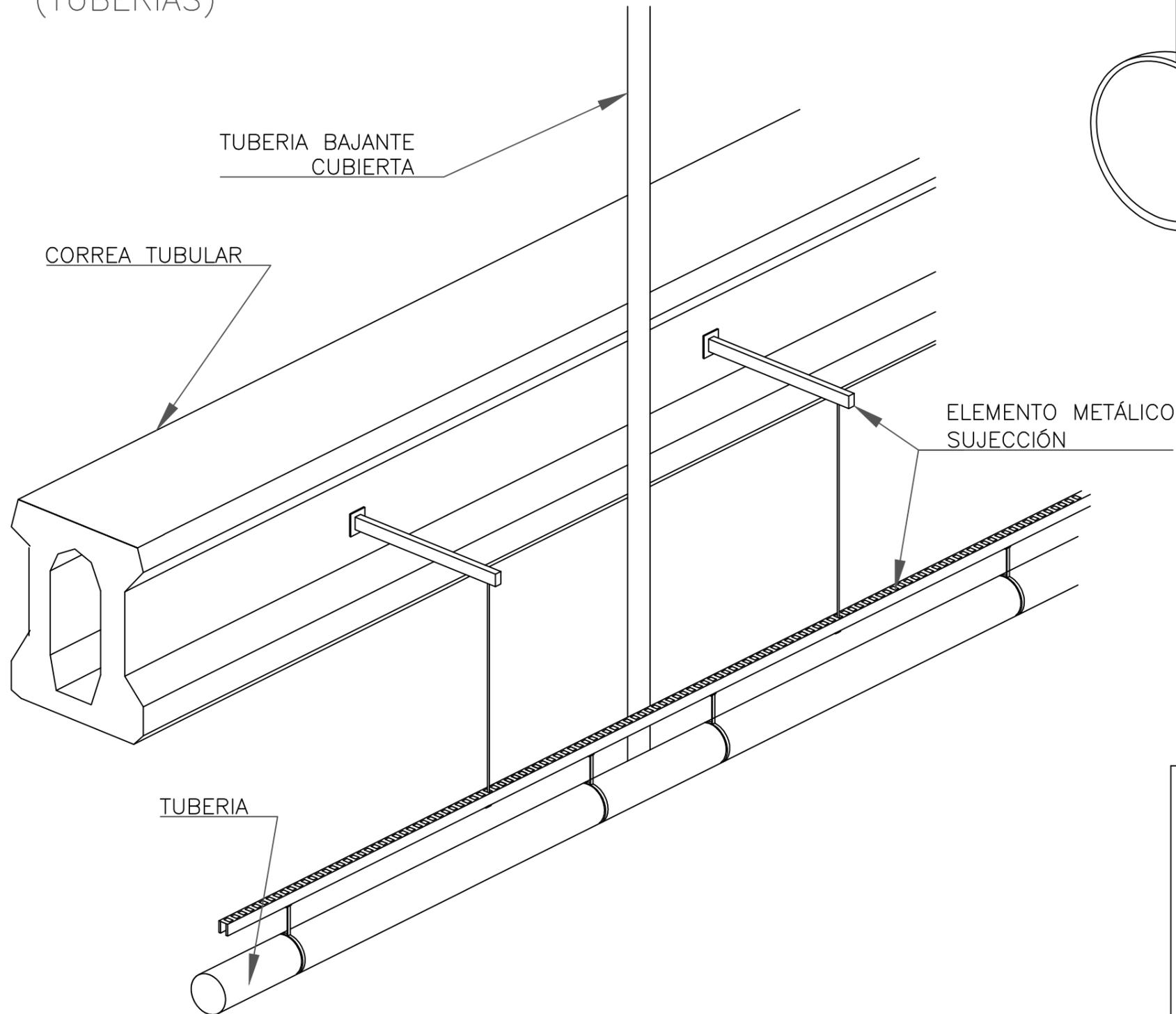
FOTO



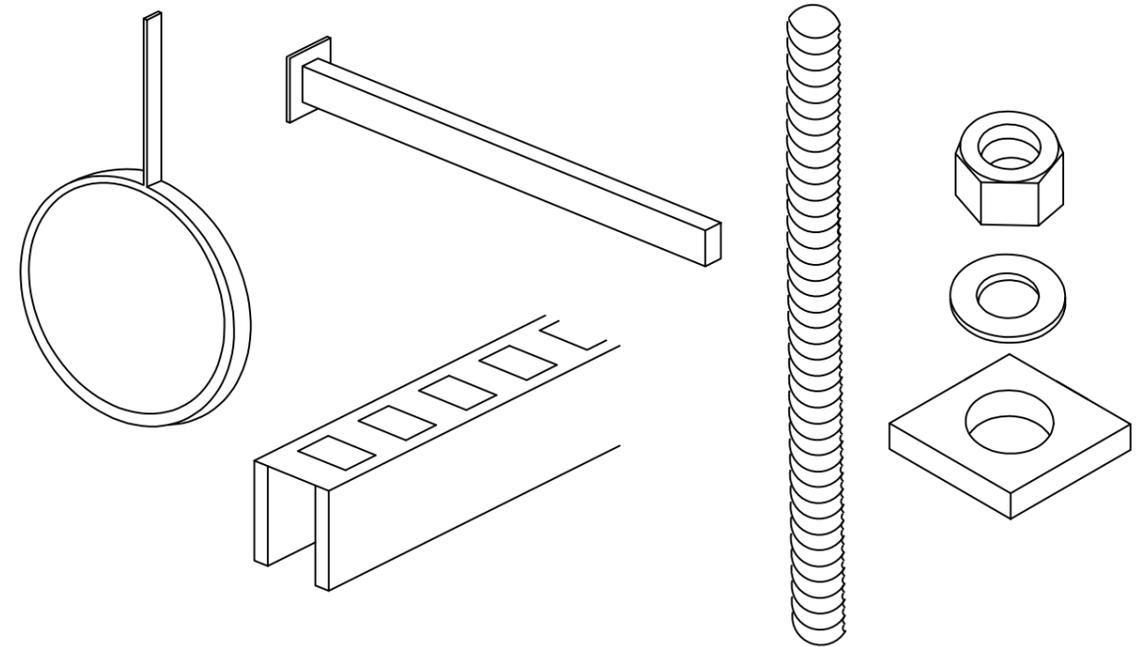
 PACADAR	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO			
	DESIGNACION PLANO	DETALLES			
 PACADAR EDIFICACION	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA			
	D. FACULTATIVA	-----			
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO
Realizado el	----	CM	-----	-----	
Comprobado el					

DETALLE EVACUACIÓN DE AGUAS EN CUBIERTA

PERSPECTIVA EVACUACIÓN DE AGUAS INTERIOR (TUBERIAS)

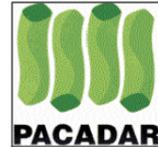


ELEMENTOS METÁLICOS DE SUJECCIÓN



FOTO



 	CLIENTE O EMPRESA	PATRICIA ROCHINA RODRIGO				
	DESIGNACION PLANO	DETALLES				
	OBRA	NAVE INDUSTRIAL BUGARRA				
	D. FACULTATIVA	-----				
FECHA:	ESCALA	COTAS EN	REFERENCIA	V.B.RESPONSABLE	PLANO	
Realizado el	----	CM	-----	-----		
Comprobado el						