



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Trabajo Fin de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DE LA ESCUELA DE IDIOMAS DE GANDÍA (VALENCIA)

Autor: DAVID GABRIEL TORRES

Tutora: JÉSICA MORENO PUCHALT

Cotutor: ANDRÉS LAPUEBLA FERRI

Curso Académico: 2013-14

ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	4
1.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	4
1.2 MOTIVACIÓN.....	4
1.3 EMPLAZAMIENTO.....	5
1.3.1 Características del Solar.....	5
1.3.2 Estudio Geotécnico.....	6
1.4 ANTECEDENTES.....	6
1.4.1 Estructura. Funcionalidad.....	6
1.4.2 El Acero.....	8
1.4.3 Ventajas e Inconvenientes de la Estructura Metálica.....	9
1.4.4 Elementos Constructivos.....	10
1.4.5 Tipologías Estructurales.....	11
1.5 CARGAS ACTUANTES SOBRE ESTRUCTURAS.....	12
1.6 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	13
1.7 NORMATIVA.....	15
1.8 BIBLIOGRAFÍA.....	16
2. MEMORIA DE CÁLCULO.....	17
2.1 MODELO DE CÁLCULO.....	17
2.2 ACCIONES A CONSIDERAR.....	17
2.2.1 Cargas Permanentes.....	17
2.2.2 Cargas Variables.....	18
2.2.3 Cargas Accidentales.....	19
2.3 MÉTODO DE LOS ESTADOS LÍMITE.....	19
2.3.1 Estados Límite Últimos.....	19
2.3.2 Estados Límite de Servicio.....	20
2.4 COEFICIENTES DE SEGURIDAD.....	20
2.5 DISCRETIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	22
2.5.1 Pórtico de Fachada.....	22
2.5.1.1 Jácena.....	24
2.5.1.1.1 E.L.S. Deformación.....	24
2.5.1.1.2 E.L.U. Resistencia.....	24
2.5.1.1.3 E.L.U. Pandeo.....	25
2.5.1.2 Pilar.....	25
2.5.1.2.1 E.L.S. Deformación.....	25
2.5.1.2.2 E.L.U. Pandeo.....	26
2.5.1.2.3 E.L.U. Resistencia.....	29
2.5.2 Pórtico Interior.....	29
2.5.2.1 Jácena.....	31
2.5.2.1.1 E.L.S. Deformación.....	31
2.5.2.1.2 E.L.U. Resistencia.....	32
2.5.2.1.3 E.L.U. Pandeo.....	32

2.5.2.2	Pilar.....	33
2.5.2.2.1	E.L.S. Deformación.....	33
2.5.2.2.2	E.L.U. Pandeo.....	33
2.5.2.2.3	E.L.U. Resistencia.....	36
2.5.3	Forjado.....	37
2.5.4	Viga perimetral.....	38
2.6	CÁLCULO DE ESFUERZOS. DIAGRAMAS SAP2000.....	38
2.6.1	Pórtico de Fachada.....	38
2.6.2	Pórtico Interior.....	43
2.7	RESISTENCIA AL FUEGO.....	47
3.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	49
4.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	124
5.	PLANOS.....	138

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Objeto del Proyecto

El presente constituye el proyecto fin de grado del alumno David Gabriel Torres matriculado en el Grado de Tecnologías Industriales.

En este proyecto se ha realizado el cálculo y la optimización de la estructura metálica de un edificio de salón de usos múltiples mediante el software SAP2000, de acuerdo con la normativa vigente (Código Técnico de la Edificación). Además, se decidirán las calidades de los elementos constructivos que forman parte del edificio y que influyen en la definición de las cargas en el mismo.

Otros objetivos perseguidos en el proyecto son:

- Utilizar los conocimientos previos adquiridos para la resolución de un problema real dado.
- Familiarizarse con el manejo del CTE por el que se rige toda construcción.
- Cálculo de las losas alveolares que forman los forjados del edificio.
- Manejo y aprendizaje de programas informáticos útiles en el sector como AUTOCAD para la elaboración de los planos, así como SAP2000 para el cálculo de la estructura.
- Tener una primera toma de contacto con la realización de proyectos y de los documentos que lo componen.

1.2 Motivación

El principal motivo que me ha impulsado a realizar el presente proyecto es la aplicación y la ampliación de los conocimientos adquiridos durante mi formación académica en relación con el cálculo estructural (Estructuras).

Además cabe decir que, aunque hoy en día el sector de la construcción no está en su mejor momento, sigue siendo un sector

de gran importancia y aplicación para la humanidad por lo que requiere un continuo avance, desarrollo y evolución del mismo.

1.3 Emplazamiento

1.3.1 Características del Solar

Se trata de un edificio de salón de usos múltiples de un centro docente ubicado en Gandía, Valencia. El centro docente está situado en la calle Jaime II número 8, paralela a la avenida Blasco Ibáñez, ronda norte de Gandía. El solar para el edificio de usos múltiples dispone de 230 m².

Gandía es una ciudad de la Comunidad Valenciana. Se encuentra situada en el sureste de la provincia de Valencia. Cuenta con una población de 79.000 habitantes aunque se calcula que su población flotante se encuentra en torno a las 100.000 personas y tiene una superficie de 60,8 km². Se trata de unos de los principales destinos turísticos españoles por lo que la escuela de idiomas está situada en un destino idóneo.

En las figuras 1 y 2 se muestra donde está situada la escuela de idiomas.

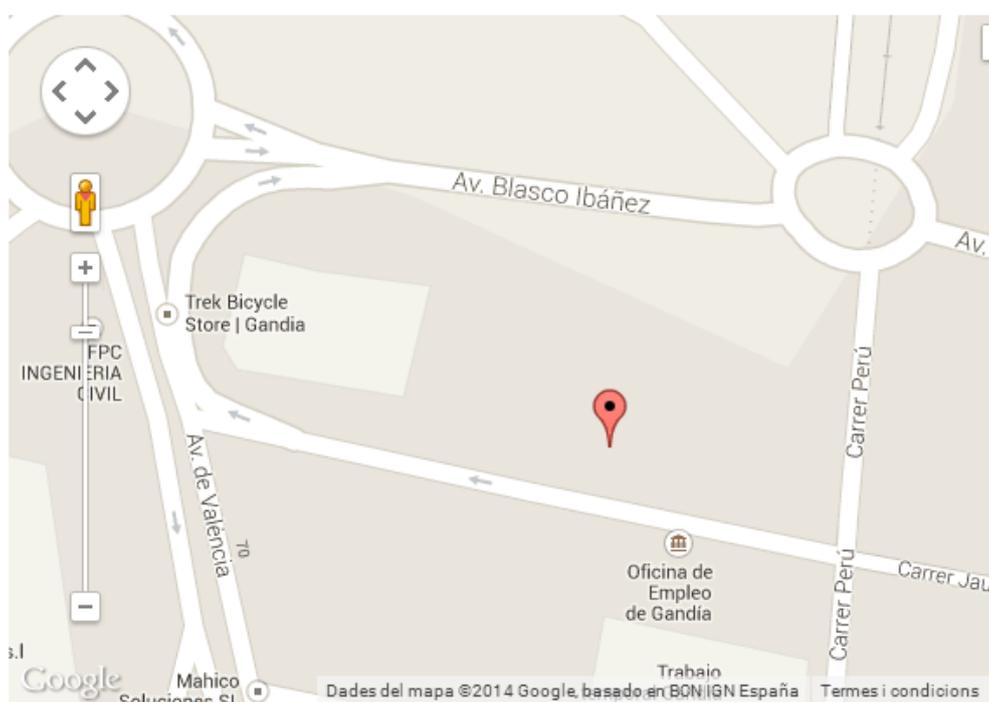


Figura 1. Localización del edificio en el municipio de Gandía.

bajo la acción de las cargas y agentes exteriores a que ha de estar sometido.

Para ello, deberá cumplir una serie de condiciones:

- Rigidez: la estructura no debe deformarse al aplicar fuerzas sobre ella. Debe ser rígida para el peso que está diseñada y que va a soportar.
- Estabilidad: se refiere a la capacidad de una estructura sometida a un conjunto de fuerzas para alcanzar un estado de equilibrio mecánico. Así pues, evitamos el vuelco de la estructura.
- Resistencia: al aplicarle las fuerzas, todos los elementos que forman la estructura deben ser capaces de soportar dicha fuerza a la que se verán sometidos sin romperse ni deformarse.

Hoy en día, el sistema constructivo más empleado en edificios residenciales es el hormigón armado, que debido a su flexibilidad y eficacia en las construcciones se ha difundido su uso tanto en edificios de baja como de media altura. Pero su uso es desaconsejable en ciertos casos.

El hormigón armado es desaconsejable cuando los plazos de ejecución del proyecto son excesivamente cortos, pues el hormigón requiere de un proceso de fraguado, proceso de endurecimiento y pérdida de plasticidad, necesita un tiempo estimado de un mes para su desencofrado.

Si el terreno donde se realiza la obra es un terreno deficiente, el hormigón no es apto para soportar las cimentaciones de un edificio, donde hay mayor probabilidad de que aparezcan asentamientos diferenciales apreciables.

Por último, en las construcciones donde se prevean cambios notables en el uso de las cargas, pues se debería recalcular y redimensionar la estructura para reforzarla, el hormigón armado no sería aconsejable.

Ante estas situaciones otro tipo de estructuras muy difundido en los países industrializados es la estructura metálica que, aunque su uso predomina en el ámbito industrial, cada vez va adquiriendo más uso.

1.4.2 El Acero

El material empleado en este tipo de estructuras son el acero ordinario, el acero autopatinable, el acero inoxidable y el aluminio. En las edificaciones y obras públicas, el uso más extendido es el acero ordinario no aleado.

El acero es el material estructural por excelencia puesto que resuelve con éxito los planteamientos estructurales de soportar el peso con pilares de dimensiones reducidas, resistir el empuje ante el vuelvo y evita movimientos a la acción del viento.

Este tipo de aceros se rige por la norma UNE EN 10025-2, que se refiere a productos laminados en caliente para estructuras, la cual establece los siguientes tipos de acero para construcción.

S235JR	S275JR	S355JR
S235J0	S275J0	S355J0
S235J2	S275J2	S355J2

La designación de los aceros se establece en la norma UNE EN 10027-1:

- S: A los aceros para la construcción metálica se les designa una S, inicial de *steel*, acero en lengua inglesa.
- 235/275/355: Este número indica el valor mínimo especificado del límite elástico en MPa para el menor intervalo de espesor, es decir, menor de 16 mm. Para espesores mayores el límite elástico disminuye.
- JR/J0/J2: Indican los distintos grados del acero, diferenciándose por su soldabilidad y resiliencia, siendo la soldabilidad creciente desde el grado R al 2. Así pues, tenemos:
 - JR: aplicación en construcción ordinaria.
 - J0: aplicación en construcción con altas exigencias de soldabilidad
 - J2: aplicación en construcción con especiales exigencias de resistencia, resiliencia y soldabilidad.

Los valores fundamentales para el diseño de las piezas de acero son el límite elástico, tensión máxima que un material puede soportar sin sufrir deformaciones permanentes, y el límite rotura, tensión máxima que puede soportar un material al ser traccionado antes de que la sección transversal se comience a contraer de manera significativa.

Los parámetros que son comunes para todos los aceros son:

- Modulo de Elasticidad, E: 210 GPa
- Módulo de Rigidez, G: 81 GPa
- Densidad, ρ : 7.850 kg/m³
- Coeficiente de Poisson, ν : 0,3

1.4.3 Ventajas e inconvenientes de la estructura metálica

El uso de estructuras metálicas tiene una serie de ventajas sobre otros materiales. A continuación se enumeran algunas de sus propiedades más destacadas:

- Elevada resistencia, por lo que los elementos empleados podrán tener una sección transversal menor y reducir por tanto el espacio ocupado. Los cantos de las vigas son reducidos y los anchos son aún menores.
- Ductilidad, lo que hace que se produzcan grandes deformaciones visibles antes de producirse un fallo.
- Uniformidad y homogeneidad. Permite realizar diseños más ajustados y, por tanto, más económicos.
- Rapidez de montaje al tratarse de elementos prefabricados que pueden montarse en taller manteniendo la resistencia completa.
- Facilidad de reforma para adaptación a nuevos usos o a nuevas cargas. Su refuerzo, en general, es sencillo.
- Reutilizable en caso de desmontar la estructura. Al demolerlas todavía conservan el valor residual del material y sus excelentes propiedades.

Como cualquier estructura, también conlleva una serie de inconvenientes a tener en cuenta:

- Corrosión, puede presentar problemas de corrosión en función del lugar y de los agentes corrosivos externos.
- Problemas en caso de incendios, por lo que se recomienda el uso de recubrimientos con pintura ignífuga.
- Elevado coste económico y posterior mantenimiento.
- Mano de obra especializada.
- Elevada resistencia del material que puede originar problemas de esbeltez y excesiva flexibilidad lo que produce un desaprovechamiento de la resistencia mecánica.

Con todo esto, como ventaja frente al uso del hormigón armado, será recomendable el uso de la estructura metálica en edificios con probabilidad de crecimiento y variaciones en las cargas, en construcciones en terrenos deficientes donde son preferibles estructuras entramadas con nudos articulados, ya que las estructuras con hormigón armado están entramadas con nudos rígidos y en construcciones donde haya grandes espacios libres. Por el contrario, no es recomendable en edificaciones con grandes acciones dinámicas, en edificios ubicados en zonas de ambiente agresivo como zonas marinas y en edificios con alta probabilidad de existencia de carga de fuego.

1.4.4 Elementos constructivos

La estructura metálica se compone de todos los elementos encargados de estabilizar y de transmitir las cargas a los cimientos, normalmente de hormigón reforzado. Ésta asegura que no vuelque, que sea resistente y que no se deforme, tal y como hemos comentado anteriormente. Generalmente está compuesta por los siguientes elementos:

- Pilares: Son los elementos verticales de soporte que principalmente trabajan a compresión aunque también

trabajan a flexión pequeña. Transmiten los esfuerzos axiales a los cimientos y a las bases.

- Vigas: Son los elementos horizontales que se apoyan en los pilares y que principalmente trabajan a flexión. El esfuerzo de flexión provoca tensiones de tracción y compresión aunque también pueden producirse tensiones por torsión. En las vigas, la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones.
- Forjado: es un elemento estructural horizontal capaz de transmitir las cargas que soporta a los demás elementos verticales de la estructura. Está formado por viguetas, bovedillas y un relleno de hormigón.
- Zapatas: es un tipo de cimentación superficial que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas. Su función es transmitir al terreno las tensiones a las que está sometida el resto de la estructura y anclarla.

En la figura 2 podemos observar los distintos elementos en una estructura metálica.

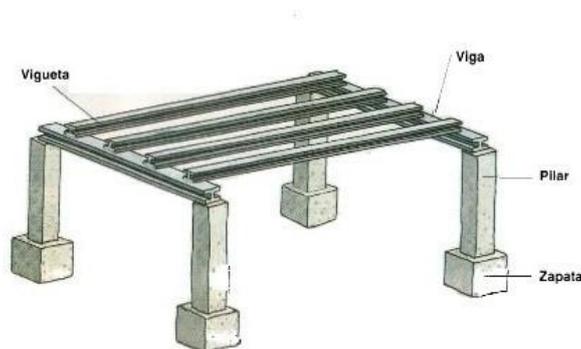


Figura 3. Elementos en una estructura metálica

1.4.5 Tipologías Estructurales

A la combinación de los distintos elementos estructurales se les denomina sistema estructural. Pueden clasificarse en:

- Sistemas porticados: utiliza como estructura una serie de pórticos dispuestos en un mismo sentido, sobre los cuales se dispone un forjado. Es independiente de sus arriostramiento, por lo tanto, es el sistema más utilizado en las zonas desarrolladas.
- Sistemas abovedados: se basa en bóvedas que centran las cargas en arcos reforzados. Sin embargo, este sistema predominaba en la Edad Media europea.
- Sistemas tensados: son sistemas que trabajan a tracción como los de cables. Los materiales que se utilizan son los que tienen una elevada resistencia a tracción como el acero.

1.5 Cargas Actuantes sobre Estructuras

Para estudiar una estructura metálica es necesario especificar las cargas que actúan sobre ella. Las cargas las dividimos en tres grupos según su variación en el tiempo:

- Cargas permanentes: son aquellas que actúan en todo momento y son constantes en magnitud y posición. Están constituidas por el peso propio de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.
- Cargas variables: son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura. Por lo tanto, se incluirán las sobrecargas de uso, las sobrecargas de nieve y las sobrecargas de viento. Las sobrecargas de uso son el peso de todo lo que puede gravitar sobre la estructura por razón de su uso. Dichos valores incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, enseres, mercancías habituales, contenido de los conductos, maquinaria y en su caso vehículos, así como las derivadas de la utilización poco habitual, como acumulación de personas, o de mobiliario con ocasión de un traslado. Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente.

- Cargas accidentales: son aquellas cuya posibilidad de actuación es pequeña pero de gran importancia. Los efectos sísmicos pueden considerarse de este tipo.

1.6 Justificación de la Solución

La instalación objeto de cálculo es un salón de usos múltiples de una escuela de idiomas situado en Gandía cuyas superficie total construida es de son 212,16 m².

El edificio tiene únicamente una planta pero tiene un forjado a distinto nivel. Además, la cubierta es plana y accesible solo para mantenimiento. El número de pilares en el edificio es de 14.

Las dimensiones de la estructura metálica serán de 16 metros de longitud, 13,26 metros de ancho y 6,80 metros de altura máxima para el forjado más alto, el salón de usos múltiples y de 5,60 metros para el forjado más bajo, el almacén tal y como muestra el siguiente diagrama:

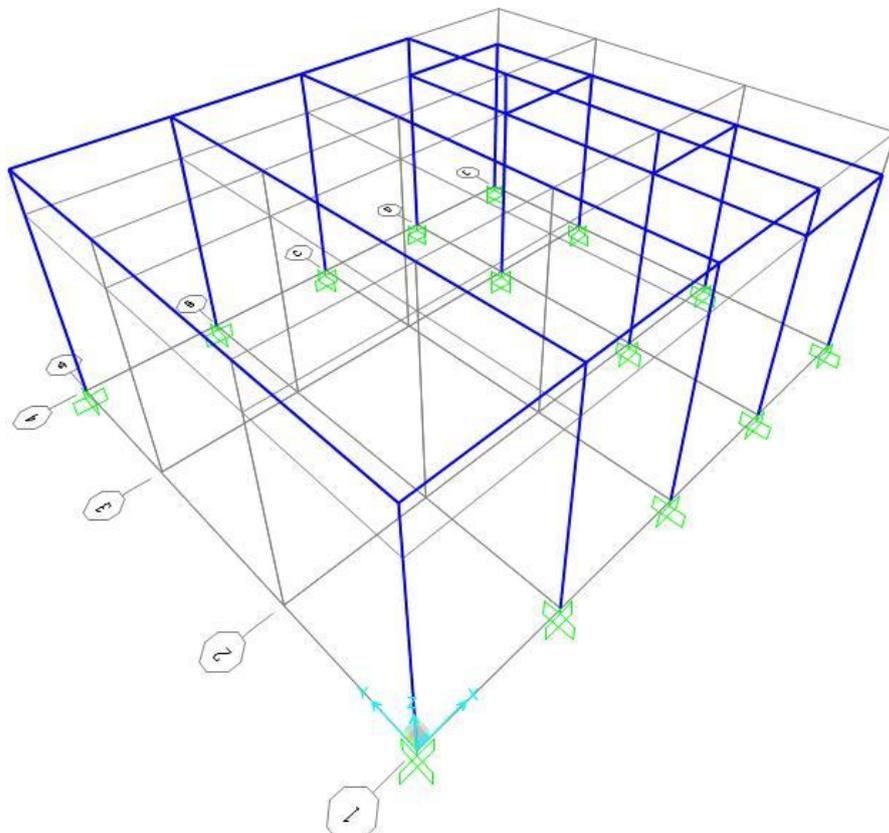


Figura 4. Disposición de los pórticos. SAP2000

La estructura portante se puede disponer en dos posiciones. Una de ellas forma 5 pórticos con una luz de 13,26 metros y la otra forma dos pórticos con una luz de 16 metros y dos pórticos con una luz de 4 metros.

La primera opción, debido a la excesiva longitud del pórtico y debido a los pocos apoyos que dispone (tan solo dos), las vigas tendrían mucho canto y serían excesivamente grandes. Así pues, los pilares dispondrían también de una mayor sección. Además, como a continuación veremos en la memoria de cálculo, al introducir el sistema porticado de la primera opción en el software de cálculo, las vigas no cumplían con los mínimos requisitos para una estructura o con los estados límite. Por lo tanto, la solución escogida es la que forma 2 pórticos con una luz de 16 metros y dos pórticos con una luz de 4 metros.

Una vez escogido el plano en el que están situados los pórticos, tenemos dos opciones para disponer las losas alveolares pretensadas. Una de ellas será longitudinalmente respecto al pórtico y otra transversalmente respecto al pórtico. La primera opción crea una carga excesivamente grande en los pilares que son extremos en el pórtico. Así pues, las losas alveolares se disponen transversalmente respecto al pórtico. A pesar de que en este caso las losas alveolares tendrán una mayor longitud, las secciones de los pilares serán también menores.

Así pues, las losas alveolares se disponen como en la figura 5.

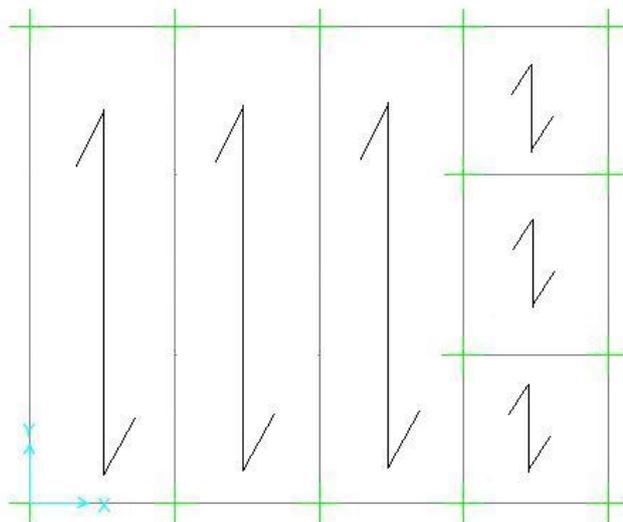


Figura 5. Disposición de las losas alveolares pretensadas. SAP2000

En los planos anexos al proyecto, concretamente en el plano 4, planta de estructuras, se puede ver la disposición de los pórticos y de las losas alveolares pretensadas.

1.7 Normativa

Para realizar el correcto cálculo de la estructura se aplicará la normativa del CTE, Código Técnico de la Edificación. Concretamente el CTE-DB-SE-AE, Documento Básico de Seguridad Estructural-Acciones en la Edificación, se tendrá en cuenta para el cálculo de las cargas en función del uso, del peso propio de los elementos estructurales, de las acciones térmicas, del viento y de la nieve.

Para las acciones de tipo accidentales se hará referencia a la NCSRE-02, Norma de Construcción Sismo-Resistente: Parte general y edificación, para el cumplimiento de la normativa vigente en cuanto a las acciones debidas a movimientos sísmicos.

Para la designación del acero y determinación de los tipos de acero ordinario se han consultado respectivamente la norma UNE EN 10027-1 y la UNE EN 10025-2, tal y como consta en el CTE-DB-SE-A Acero.

1.8 Bibliografía

- *Diseño Práctico de Estructuras de Acero*. Delfino Rodriguez Peña.
- *Construcción de Estructuras Metálicas*. Pascual Urbán Brotons.
- *Cálculos y Construcción. Estructuras Metálicas*. C. Nachtergal
- *Principios de Construcción de Estructuras Metálicas*. Domingo Pellicer Daviña, Cristina Sanz Larrea, Enrique Maya Miranda.
- *Construcción de Estructuras de Hormigón Armado. Detalles Constructivos y Perspectivas*. Pascual Urbán Brotons.
- Páginas web:
 - <http://gtmingeneria.blogspot.com.es/2012/03/estructuras-metalicas-ventajas-e.html>
 - [http://www.construmatica.com/construpedia/Estructuras de Hormig%C3%B3n Armado](http://www.construmatica.com/construpedia/Estructuras_de_Hormig%C3%B3n_Armado)
 - <http://www.areatecnologia.com/estructuras/estructuras-metalicas.html>
 - [http://platea.pntic.mec.es/dlopez/estructuras/estructura de un edificio.html](http://platea.pntic.mec.es/dlopez/estructuras/estructura_de_un_edificio.html)
 - http://caminos.udc.es/info/asignaturas/406/contenido_publico/recursos/tema00.pdf

2. MEMORIA DE CÁLCULO

2.1 Modelo de Cálculo

El programa de cálculo utilizado es el software SAP2000. SAP2000 es un software para el cálculo de las fuerzas internas, editado por *Computers and Structures Inc.*

Además, el programa permite introducir cada tipo de carga sea lineal, puntual o superficial y combina automáticamente las hipótesis de carga según unas reglas de combinación preestablecidas que responden a las distintas normativas. Cada uno de los módulos de los que se compone el programa permite abordar el dimensionamiento de elementos que forman parte de la estructura como forjados, vigas y pilares.

2.2 Acciones a considerar

Como bien esta descrito en la memoria descriptiva, las cargas actuantes pueden dividirse en tres grupos: cargas permanentes, cargas variables y cargas accidentales.

2.2.1 Cargas permanentes

En nuestra estructura tendremos en cuenta el peso propio del forjado, el peso propio del cerramiento, el peso propio de la cubierta y el peso propio de la tabiquería. El forjado del edificio a estudiar es unidireccional, es decir, flecha principalmente en una sola dirección, a base de placas alveolares prefabricadas. Además el forjado estará formado por una capa de compresión de hormigón de 5 cm de espesor para ganar rigidez y por una baldosa de gres de 3 cm de espesor.

La cubierta será plana y ventilada a la catalana ya que es la más usada en lugares de climas cálidos y con veranos calurosos. Además, se tendrá en cuenta como carga especial la maquinaria. Así pues, el edificio dispondrá de un aparato de aire acondicionado sobre el edificio.

Por último el cerramiento que es la superficie envolvente que delimita y acondiciona los espacios para que puedan cumplir la función para la cual fueron creados también se tendrá en cuenta como carga permanente. Al tratarse de un cerramiento que delimita el exterior con el interior del edificio, se realizará con hoja de albañilería exterior y tabique interior de grueso 24 cm.

Así pues, las cargas actuantes de acuerdo con el Anexo C del Código Técnico de la Edificación son:

- Losas alveolares: $5,05 \text{ kN/m}^2$
- Capa compresión: $24 \text{ kN/m}^3 \times 0,05 \text{ m} = 1,2 \text{ kN/m}^2$
- Baldosa de gres: $19 \text{ kN/m}^3 \times 0,03 \text{ m} = 0,57 \text{ kN/m}^2$
- Cerramiento: 7 kN/m
- Aire acondicionado: 2 kN/m^2

2.2.2 Cargas variables

En nuestro caso, se trata de una cubierta accesible únicamente para conservación o mantenimiento con inclinación menor a 20 grados. Por lo tanto, de acuerdo con la Tabla 3.1 del Código Técnico de la Edificación, la categoría de uso de nuestra estructura es G1.

Las sobrecargas de viento no se considerarán al tratarse de un edificio de una altura poco relevante y por estar situado dentro de la ciudad rodeado de otros edificios más altos.

Para las sobrecargas de nieve, el coeficiente s_k en Valencia es de 0,2 y el coeficiente μ es de 1 ya que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve y la cubierta tiene una inclinación menor o igual que 30 grados. Así pues, de acuerdo al CTE, en cubiertas planas de edificios de pisos situados en localidades de altitud inferior a 1000 m, es suficiente considerar una carga de 1 kN/m^2 .

Por lo tanto las cargas actuantes de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación son:

- Sobrecarga de Uso: 1 kN/m^2
- Sobrecarga de Nieve: 1 kN/m^2

2.2.3 Cargas accidentales

De acuerdo al anexo 1 de la normativa sismo-resistente española, NSCE, la provincia de Valencia tiene una aceleración básica a_b igual a 0,06 multiplicado por la gravedad. Por lo tanto, al ser un dato significativamente bajo, no se considera ninguna carga sismo-resistente.

2.3 Método de los Estados Límite

Se denominan Estados Límite a aquellas situaciones para las que, se der superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales para las que ha sido concebido. Se deben verificar una serie de Estados Límites para cada una de las situaciones de dimensionado. Los Estados Límites pueden ser últimos o de servicio, ELU o ELS respectivamente.

2.3.1 Estados Límite Últimos

Los Estados Límite Últimos son los que, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo. Como estados límite últimos deben considerarse los debidos a:

- Pérdida de equilibrio del edificio o de una parte estructuralmente independiente considerado como un cuerpo rígido.
- Fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales o de sus uniones o inestabilidad de elementos estructurales.

En nuestra estructura metálica tendremos en cuenta el Estado Límite Último de Agotamiento por Resistencia y el Estado Límite Último de Pandeo de acuerdo al Documento Básico de Seguridad Estructural, DBSE.

2.3.2 Estados Límite de Servicio

Los Estados Límite de Servicio son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento del edificio o a la apariencia de la construcción. Los E.L.S pueden ser reversibles o irreversibles. La reversibilidad se refiere a las consecuencias que excedan los límites especificados como admisibles una vez desaparecidas las acciones que las han producido. Como estados límite de servicio deben considerarse los relativos a:

- Las deformaciones como flechas, asientos o desplomes que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios o al funcionamiento de equipos o instalaciones
- Las vibraciones que causen una falta de confort de las personas o que afecten a las funcionalidad de la obra
- Los daños o deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

En nuestra estructura metálica tendremos en cuenta el Estado Límite de Servicio de Deformación, comprobando el criterio de apariencia y el criterio de integridad de acuerdo al Documento Básico de Seguridad Estructural, DBSE.

2.4 Coeficientes de Seguridad

De acuerdo al Documento Básico de Seguridad Estructural, para cada situación de dimensionado y criterio considerado, los efectos de las acciones se determinan a partir de la correspondiente combinación de acciones.

Las combinaciones de acciones consideran la actuación simultánea de todas las acciones permanentes en valor característico, y todas las acciones variables en valor casi permanente como son las sobrecargas de uso y las sobrecargas de nieve. Las acciones se denominan G a las acciones permanentes, Q a las acciones por sobrecarga de uso y N a las acciones por carga de nieve.

A partir del CTE se obtienen las siguientes tablas para el estado límite último y para el estado límite de servicio.

	G	Q	N	V _{e,i}	V _{i,i}
C.característica	0	1	1		
(Criterio integridad)	0		1	0,6	
	0		1	0,6	0,6
	0			1	
	0			1	1
	0		0,5	1	
	0		0,5	1	1
C. casipermanente	1	0	0	0	0
(Criterio apariencia)					

Tabla 1. Coeficientes de seguridad para el Estado Límite de Servicio.

	G	Q	N	V _{e,i}	V _{i,i}
Gravitatorias	1,35				
	1,35		1,5		
	1,35		1,5	0,6·1,5	
	1,35		1,5	0,6·1,5	0,6·1,5
	1,35	1,5			
Viento	1,35			1,5	
Viento	1,35			1,5	1,5
	1,35		0,5·1,5	1,5	
	1,35		0,5·1,5	1,5	1,5
	0,8			1,5	
Succión	0,8			1,5	1,5

Tabla 2. Coeficientes de seguridad para el Estado Límite Último.

Por lo tanto, de acuerdo al DB SE se consideran las combinaciones más desfavorables que en nuestra estructura metálica serán con valores mayorados:

- Para el Estado Límite Último tanto de Resistencia como de Pandeo:

$$1,35 \times G + 1,5 \times Q + 1,5 \times N$$

- Para el Estado Límite de Servicio de Deformación teniendo en cuenta el criterio de Integridad:

$$1 \times Q + 1 \times N$$

- Para el Estado Límite de Servicio de Deformación teniendo en cuenta el criterio de Apariencia:

$$1 \times G$$

2.5 Discretización de la Estructura

En España, excepto el S275JR todos los demás se suministran bajo pedido. Por lo tanto, el acero escogido es este último. Para trabajar con futuras ecuaciones es necesario definir y calcular la resistencia de cálculo de dicho acero.

La resistencia de cálculo, f_{yd} , se define como el cociente de la tensión de límite elástico y el coeficiente parcial de seguridad del material. Es decir:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_M} = \frac{275}{1,05} = 261,9 \text{ Mpa}$$

El valor del coeficiente parcial de seguridad del material, γ_M , se obtiene de acuerdo al apartado 2.3.3 del CTE DB-A.

2.5.1 Pórtico de fachada.

A continuación, se muestra las cargas actuantes sobre el pórtico de fachada teniendo en cuenta los coeficientes de seguridad. Los diagramas se han tomado del software SAP2000 y muestran el estado límite último, el estado límite de servicio teniendo en cuenta el criterio de integridad y el estado límite de servicio teniendo en cuenta el criterio de apariencia respectivamente. Las unidades de los valores que se muestran son kN para cargas puntuales y kN/m para las cargas uniformes.

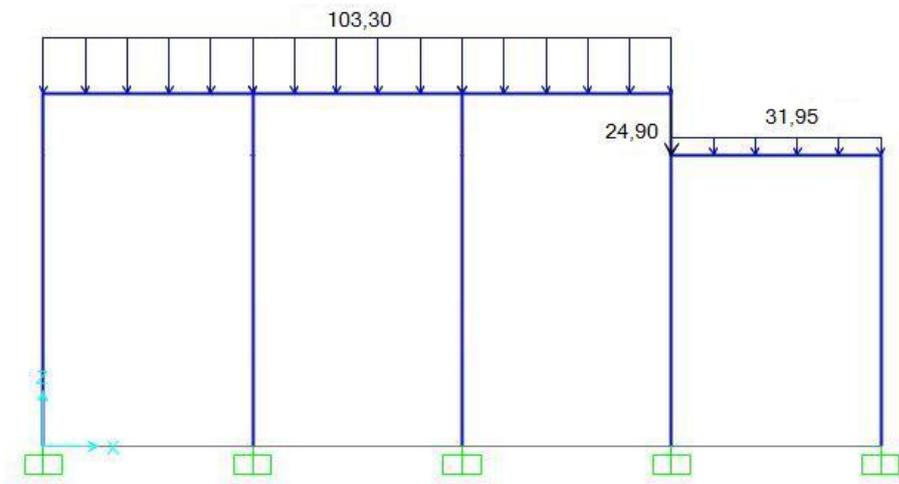


Diagrama 1. Cargas en el Estado Límite Último en el Pórtico de Fachada. SAP2000.

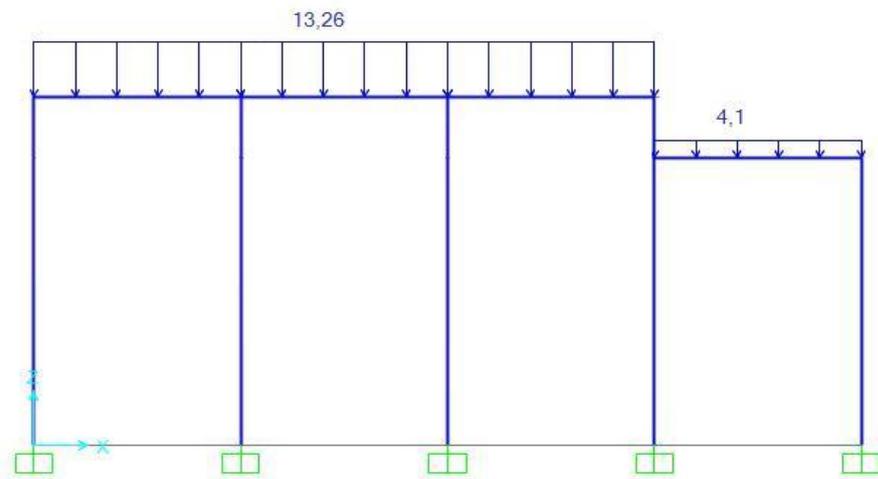


Diagrama 2. Cargas en el Estado Límite de Servicio en Pórtico de Fachada. Criterio de Integridad. SAP2000.

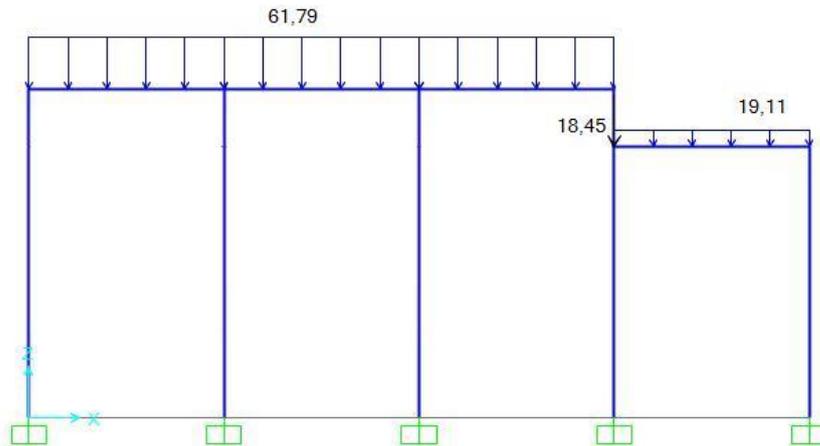


Diagrama 3. Cargas en el Estado Límite de Servicio en Pórtico de Fachada.
Criterio de Apariencia. SAP2000.

2.5.1.1 Jácena

2.5.1.1.1 E.L.S. Deformación

La flecha relativa, es decir, el descenso máximo de la jácena respecto al extremo de la pieza debe ser menor o igual que:

$$f_r \leq \frac{1}{300}$$

A partir del diagrama de SAP2000, se obtiene que la jácena debe tener un IPE 360 para cumplir el Criterio de Apariencia y el Criterio de Integridad. Así pues, la flecha relativa de la jácena es igual a 0,00260 según el criterio de apariencia e igual a 0,00059 según el criterio de integridad.

2.5.1.1.2 E.L.U. Resistencia

En primer lugar, se comprueba que no hay interacción con el cortante, es decir, que:

$$V_{Ed} \leq 0,5V_{C,Rd}$$

Siendo:

$$V_{C,Rd} = A_v \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

A partir del diagrama de cortantes de SAP2000, se obtiene que el cortante máximo en la jácena es igual a 240,54 kN. Por tanto, el IPE 360 escogido anteriormente, cumple con la interacción del cortante.

En segundo lugar, se comprueba que para la sección más desfavorable, es decir, la que tenga mayor momento, que:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{C,Rd}} \leq 1$$

A partir del diagrama de momentos de SAP2000, se obtiene que el momento máximo en la jácena es igual a 160 kN·m. Por tanto, el perfil IPE 360 también cumple con el estado límite de agotamiento por resistencia.

2.5.1.1.3 E.L.U. Pandeo

Para que sea necesario verificar el pandeo de la jácena del pórtico de fachada, ésta debe trabajar a compresión y esto ocurre cuando el viento actúa frontalmente. Sin embargo, en nuestra estructura metálica, no se consideran las sobrecargas por viento, por tanto, no es necesario verificar el estado límite último de pandeo.

Además, tal y como muestra el diagrama de SAP2000, la jácena tiene un axil igual a 8,39 kN que es un valor excesivamente pequeño respecto al cortante o al momento.

2.5.1.2 Pilar

2.5.1.2.1 E.L.S. Deformación

En el caso de los pilares del pórtico de fachada, se controlan las deformaciones horizontales y no como en la jácena que se controlan las deformaciones verticales. La deformación horizontal la denominamos desplome o máxima flecha relativa. Se admite que la

estructura tiene suficiente rigidez lateral, tanto en el criterio de apariencia como en el criterio de integridad, si la máxima flecha relativa es menor o igual que:

$$f_r \leq \frac{1}{250}$$

Sin embargo, las cargas permanentes y las cargas casi permanentes como son las sobrecargas de uso y la sobrecarga de nieve generan compresión en el pilar ya que son gravitatorias y no generan flexión. Por lo tanto, no se tienen en cuenta. Las sobrecargas de viento frontal y viento interior de succión son las que se tienen en cuenta pero en nuestra estructura metálica no se consideran. Así pues, no es necesario verificar el estado límite de deformación.

2.5.1.2.2 E.L.U. Pandeo

La condición del E.L.U de pandeo, de esbeltez reducida máxima así como el criterio de diseño pueden expresarse como:

$$\left(\frac{1/\chi_y}{1/\chi_z} \right) \cdot \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \left(\frac{1}{\alpha_y} \right) \cdot \frac{k_y \cdot c_{my} \cdot M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq \left(\frac{1}{1} \right)$$

Y además:

$$\bar{\lambda}_y \leq 2$$

$$\bar{\lambda}_z \leq 2$$

El ELU de Pandeo debe desdoblarse en la comprobación respecto a los dos planos principales de la estructura.

En primer lugar, verificamos que las esbelteces reducidas respecto a los dos ejes cumplen con la condición. La esbeltez mecánica, λ , es el valor:

$$\lambda_j = \frac{L \cdot \beta_j}{i_j}$$

Donde el coeficiente de pandeo β_j depende de los coeficientes de distribución superior e inferior, η_1 y η_2 respectivamente, y del grado de traslacionalidad de la barra en el plano estudiado. El coeficiente

de pandeo de un pilar que está unido rígidamente a las demás piezas de un pórtico traslacional puede obtenerse del cociente:

$$\beta = \sqrt{\frac{1 - 0,2(\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8(\eta_1 + \eta_2) + 0,6 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}}$$

Simplificando la ecuación del coeficiente de distribución superior e inferior planteando un modo de pandeo traslacional se obtiene:

$$\eta_1 = \frac{L}{L + 1,5h}$$

$$\eta_2 = 0$$

Así pues, el coeficiente de pandeo obtenido es igual a 1,31 respecto al plano del pórtico e igual a 1,27 respecto al plano perpendicular al pórtico.

Además, la esbeltez reducida es:

$$\bar{\lambda}_j = \frac{\lambda_j}{\lambda_{lim}}$$

Donde:

$$\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{f_y}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 210000}{275}} = 86,81$$

Así pues, a partir de la condición de esbeltez reducida y de la longitud, L, igual a 6800 mm, se obtiene el radio de giro de la sección respecto a los dos ejes de inercia igual a 51,3 mm respecto al plano del pórtico e igual a 49,74 mm. Por lo tanto, mirando las tablas HEB, se obtiene un HEB 220 cuyo radio de giro respecto al eje de inercia z es 55,90 mm y respecto al eje de inercia y es 94,30 mm.

Una vez obtenidas las esbelteces reducidas, con el radio de giro de la sección respecto al eje de inercia correspondiente a la sección escogida, se obtiene el coeficiente de reducción por pandeo, χ , mediante las ecuaciones:

$$\chi_j = \begin{cases} \frac{1}{\phi_j + \sqrt{\phi_j^2 - \bar{\lambda}_j^2}} \leq 1 & \bar{\lambda}_j \geq 0,2 \\ 1 & \bar{\lambda}_j < 0,2 \end{cases}$$

Donde:

$$\phi_j = 0,5 \cdot [(1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_j - 0,2)) + \bar{\lambda}_j^2]$$

El coeficiente de imperfección, α , se obtiene a partir de las curvas de pandeo que representan, por medio del coeficiente, la diferente sensibilidad de una pieza al fenómeno de pandeo que depende de: el tipo de sección, el plano de pandeo estudiado y el tipo de acero. Por lo tanto, a partir de la tabla 6.2 de DB SE-A se obtiene que para el plano del pórtico la curva de pandeo es la curva a y para el plano perpendicular al pórtico es la curva b. A partir de la tabla 6.3 de DB SE-A se obtiene que el coeficiente α vale 0,21 y 0,34 respectivamente.

Así pues, se obtiene un coeficiente de reducción por pandeo, χ_z , en el plano del pórtico de 0,221 y un coeficiente de reducción por pandeo, χ_y , en el plano perpendicular al pórtico de 0,645.

En nuestra combinación de estado límite último únicamente hay carga aplicada sobre la jácena ya que solo se consideran cargas gravitatorias. Por tanto, la comprobación de tensiones para verificar si el pilar cumple con el estado límite último de pandeo es:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi \cdot N_{C,Rd}} \leq 1$$

Donde:

$$N_{C,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$\chi = \min(\chi_z; \chi_y)$$

El perfil HEB 220 cumple con la condición del estado límite último de pandeo ya que:

$$\frac{454,24 \cdot 10^3}{0,221 \cdot 91 \cdot 10^2 \cdot 261,9} = 0,862 \leq 1$$

2.5.1.2.3 E.L.U. Resistencia

Para verificar el estado límite último de agotamiento por resistencia, hay que comprobar el pilar más desfavorable, es decir, el que tenga mayor axil. Dicho pilar deberá cumplir con la condición:

$$\frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Sin embargo, la comprobación de resistencia quedaría limitada a aquellas situaciones en las que exista tracción en los pilares, pues los casos de compresión quedan cubiertos con la comprobación del estado límite último de pandeo.

Así pues, tan solo se verifica que no hay interacción con el cortante, es decir, que:

$$V_{Ed} \leq 0,5V_{C,Rd}$$

Siendo:

$$V_{C,Rd} = A_v \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

El cortante máximo en el pilar más desfavorable del pórtico de fachada es 8,89 kN mientras que la resistencia a cortante del HEB 220 es 1375 kN.

2.5.2 Pórtico interior.

A continuación, se muestra las cargas actuantes sobre el pórtico interior teniendo en cuenta los coeficientes de seguridad. Los diagramas se han tomado del software SAP2000 y muestran el estado límite último, el estado límite de servicio teniendo en cuenta el criterio de integridad y el estado límite de servicio teniendo en cuenta el criterio de apariencia respectivamente. Las unidades de los valores que se muestran son kN para cargas puntuales y kN/m para las cargas uniformes.

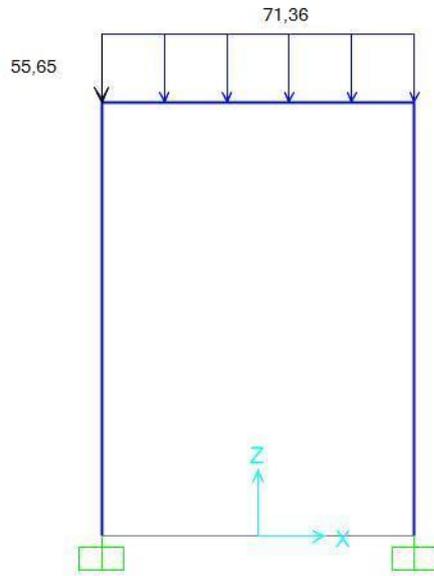


Diagrama 4. Cargas en el Estado Límite Último en el Pórtico Interior. SAP2000.

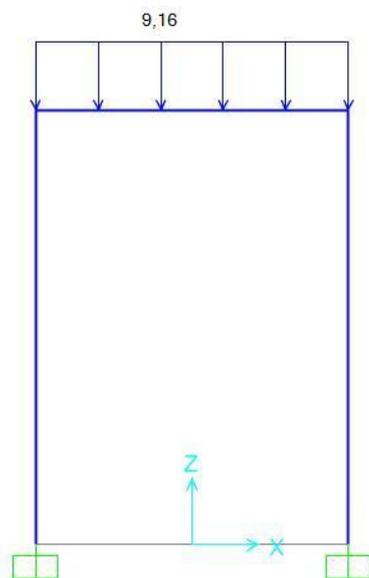


Diagrama 5. Cargas en el Estado Límite de Servicio en el Pórtico Interior. Criterio de Integridad. SAP2000.

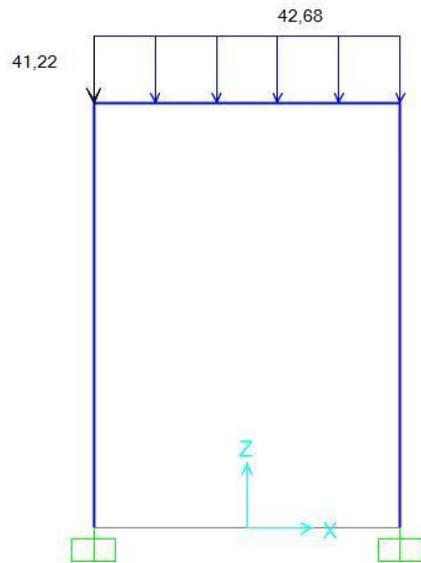


Diagrama 6. Cargas en el Estado Límite de Servicio en el Pórtico Interior. Criterio de Apariencia. SAP2000.

2.5.2.1 Jácena

2.5.2.1.1 E.L.S. Deformación

La flecha relativa, es decir, el descenso máximo de la jácena respecto al extremo de la pieza debe ser menor o igual que:

$$f_r \leq \frac{1}{300}$$

A partir del diagrama de SAP2000, se obtiene que la jácena debe tener un IPE 360 para cumplir el Criterio de Apariencia y el Criterio de Integridad. Así pues, la flecha relativa de la jácena es igual a 0,002989 según el criterio de apariencia e igual a 0,000672 según el criterio de integridad.

2.5.2.1.2 E.L.U. Resistencia

En primer lugar, se comprueba que no hay interacción con el cortante, es decir, que:

$$V_{Ed} \leq 0,5V_{C,Rd}$$

Siendo:

$$V_{C,Rd} = A_v \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

A partir del diagrama de cortantes de SAP2000, se obtiene que el cortante máximo en la jácena es igual a 86,55 kN. Por tanto, el IPE 360 escogido anteriormente, cumple con la interacción del cortante.

En segundo lugar, se comprueba que para la sección más desfavorable, es decir, la que tenga mayor momento, que:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{C,Rd}} \leq 1$$

A partir del diagrama de momentos de SAP2000, se obtiene que el momento máximo en la jácena es igual a 66,37 kN·m. Por tanto, el perfil IPE 360 también cumple con el estado límite de agotamiento por resistencia.

2.5.2.1.3 E.L.U. Pandeo

Para que sea necesario verificar el pandeo de la jácena del pórtico interior, ésta debe trabajar a compresión. Sin embargo, en nuestra estructura metálica, tal y como muestra el diagrama de SAP2000, la jácena tiene un axil igual a 8,88 kN que es un valor excesivamente pequeño respecto al cortante o al momento. Por lo tanto, no es necesario verificar el estado límite último de pandeo.

2.5.2.2 Pilar

2.5.2.2.1 E.L.S. Deformación

En el caso de los pilares del pórtico interior, se controlan las deformaciones horizontales y no como en la jácena que se controlan las deformaciones verticales. Se admite que la estructura tiene suficiente rigidez lateral, tanto en el criterio de apariencia como en el criterio de integridad, si la máxima flecha relativa es menor o igual que:

$$f_r \leq \frac{1}{250}$$

Sin embargo, las cargas permanentes y las cargas casi permanentes como son las sobrecargas de uso y la sobrecarga de nieve generan compresión en el pilar ya que son gravitatorias y no generan flexión. Por lo tanto, no se tienen en cuenta y no es necesario verificar el estado límite de deformación.

2.5.2.2.2 E.L.U. Pandeo

La condición del E.L.U de pandeo, de esbeltez reducida máxima así como el criterio de diseño pueden expresarse como:

$$\left(\frac{1/\chi_y}{1/\chi_z} \right) \cdot \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \left(\frac{1}{\alpha_y} \right) \cdot \frac{k_y \cdot c_{my} \cdot M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq \left(\frac{1}{1} \right)$$

Y además:

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &\leq 2 \\ \bar{\lambda}_z &\leq 2 \end{aligned}$$

El ELU de Pandeo debe desdoblarse en la comprobación respecto a los dos planos principales de la estructura.

En primer lugar, verificamos que las esbelteces reducidas respecto a los dos ejes cumplen con la condición. La esbeltez mecánica, λ , es el valor:

$$\lambda_j = \frac{L \cdot \beta_j}{i_j}$$

Donde el coeficiente de pandeo β_j depende de los coeficientes de distribución superior e inferior, η_1 y η_2 respectivamente, y del grado de traslacionalidad de la barra en el plano estudiado. El coeficiente de pandeo de un pilar que está unido rígidamente a las demás piezas de un pórtico traslacional puede obtenerse del cociente:

$$\beta = \sqrt{\frac{1 - 0,2(\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8(\eta_1 + \eta_2) + 0,6 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}}$$

Simplificando la ecuación del coeficiente de distribución superior e inferior planteando un modo de pandeo traslacional se obtiene:

$$\eta_1 = \frac{L}{L + 1,5h}$$

$$\eta_2 = 0$$

Así pues, el coeficiente de pandeo obtenido es igual a 1,12 respecto al plano del pórtico e igual a 1,31 respecto al plano perpendicular al pórtico.

Además, la esbeltez reducida es:

$$\bar{\lambda}_j = \frac{\lambda_j}{\lambda_{lim}}$$

Donde:

$$\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{f_y}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 210000}{275}} = 86,81$$

Así pues, a partir de la condición de esbeltez reducida y de la longitud, L , igual a 5600 mm, se obtiene el radio de giro de la sección respecto a los dos ejes de inercia es igual a 36,12 mm respecto al plano del pórtico e igual a 42,25 mm. Por lo tanto, mirando las tablas HEB, se obtiene un HEB 160 cuyo radio de giro respecto al eje de inercia z es 40,50 mm y respecto al eje de inercia y es 67,80 mm.

Una vez obtenidas las esbelteces reducidas, con el radio de giro de la sección respecto al eje de inercia correspondiente a la sección

escogida, se obtiene el coeficiente de reducción por pandeo, χ , mediante las ecuaciones:

$$\chi_j = \begin{cases} \frac{1}{\phi_j + \sqrt{\phi_j^2 - \bar{\lambda}_j^2}} \leq 1 & \bar{\lambda}_j \geq 0,2 \\ 1 & \bar{\lambda}_j < 0,2 \end{cases}$$

Donde:

$$\phi_j = 0,5 \cdot [(1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_j - 0,2)) + \bar{\lambda}_j^2]$$

El coeficiente de imperfección, α , se obtiene a partir de las curvas de pandeo que representan, por medio del coeficiente, la diferente sensibilidad de una pieza al fenómeno de pandeo que depende de: el tipo de sección, el plano de pandeo estudiado y el tipo de acero. Por lo tanto, a partir de la tabla 6.2 de DB SE-A se obtiene que para el plano del pórtico la curva de pandeo es la curva a y para el plano perpendicular al pórtico es la curva b. A partir de la tabla 6.3 de DB SE-A se obtiene que el coeficiente α vale 0,21 y 0,34 respectivamente.

Así pues, se obtiene un coeficiente de reducción por pandeo, χ_z , en el plano del pórtico de 0,275 y un coeficiente de reducción por pandeo, χ_y , en el plano perpendicular al pórtico de 0,454.

Una vez obtenidos los coeficientes de reducción por pandeo para cada uno de los planos, basta con calcular los coeficientes restantes de la ecuación.

El coeficiente α_y según la tabla 6.8 de DB SE-A tiene el valor de 0,8. El coeficiente de interacción (axil-momento), k_y , según la tabla 6.9 de DB SE-A es igual a:

$$k_y = 1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$$

Donde:

$$N_{C,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

Finalmente, el factor de momento flector uniforme equivalente, $c_{m,y}$, se obtiene de la tabla 6.10 de DB SE-A en función de la forma del diagrama de momentos flectores. Sin embargo, en las barras de pórticos de estructuras sin arriostrar con longitudes de pandeo superiores a la de las propias barras ($\beta > 1$), debe tomarse un coeficiente igual a 0,9.

Por tanto:

$$\begin{pmatrix} 1/0,275 \\ 1/0,454 \end{pmatrix} \cdot \frac{201,975 \cdot 10^3}{5430 \cdot 261,9} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0,8 \end{pmatrix} \cdot \frac{1,24 \cdot 0,9 \cdot 17,07 \cdot 10^6}{111 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = \begin{pmatrix} 1,172 \\ 0,837 \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Así pues, el perfil HEB 160 no cumple con la condición del estado límite último de pandeo. Con lo cual, es necesario aumentar el perfil del pilar hasta que cumpla con la condición. Se comprueba el estado límite último de pandeo con el perfil HEB 180:

$$\begin{pmatrix} 1/0,270 \\ 1/0,533 \end{pmatrix} \cdot \frac{202,260 \cdot 10^3}{6530 \cdot 261,9} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0,8 \end{pmatrix} \cdot \frac{1,147 \cdot 0,9 \cdot 23,88 \cdot 10^6}{151 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = \begin{pmatrix} 1,061 \\ 0,792 \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Sin embargo, el perfil escogido tampoco cumple con la condición. Con lo cual, hay que aumentar el perfil del pilar a HEB 200. Se comprueba la condición:

$$\begin{pmatrix} 1/0,410 \\ 1/0,608 \end{pmatrix} \cdot \frac{202,80 \cdot 10^3}{7810 \cdot 261,9} + \begin{pmatrix} 1 \\ 0,8 \end{pmatrix} \cdot \frac{1,097 \cdot 0,9 \cdot 31,36 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = \begin{pmatrix} 0,832 \\ 0,617 \end{pmatrix} \leq \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

El perfil HEB 200 si que cumple con la condición del estado límite último de pandeo.

2.5.2.2.3 E.L.U. Resistencia

Para verificar el estado límite último de agotamiento por resistencia, hay que comprobar el pilar más desfavorable, es decir, el que tenga mayor axil. Dicho pilar deberá cumplir con la condición:

$$\frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

Además, se debe comprobar que no hay interacción con el cortante, es decir, que:

$$V_{Ed} \leq 0,5V_{C,Rd}$$

Siendo:

$$V_{C,Rd} = A_v \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

A partir del diagrama de cortantes de SAP2000, se obtiene que el cortante máximo en el pilar es igual a 6,33 kN. Por tanto, el perfil HEB 200 escogido anteriormente, cumple con la interacción del cortante.

Así pues, se verifica la segunda condición mediante la ecuación:

$$\frac{202,80 \cdot 10^3}{7810 \cdot 261,9} + \frac{31,36 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^3 \cdot 261,9} = 0,698 \leq 1$$

Por tanto, el perfil HEB 200 cumple con la condición del estado límite último de agotamiento por resistencia.

2.5.3 Forjado

De acuerdo a la ficha de características técnicas número 3.12 de la losa alveolar pretensada, el forjado se dimensiona a partir del momento último de la losa que se calcula mediante la fórmula:

$$Mu = \frac{q \cdot l^2}{8}$$

Siendo el coeficiente q, la carga distribuida en la losa por metro. Así pues, la losa debe ser de tipo (40+0)x120, es decir, con una longitud de 40 cm y una longitud de 120 cm y además sin ningún refuerzo o recubrimiento en la losa cuyo momento último es 208,67 m·kN/m. El tipo de losa deberá ser 40-4 cuyo modulo resistente expresado en mm³ es 24,28·10⁶ y su peso específico expresado en N.mm es 69,68·10⁶.

Además, tendrá un relleno de juntas entre placas y zonas de enlace con apoyos de hormigón armado, realizados con hormigón HA/25/B/12/IIa fabricado en central.

2.5.4 Viga Perimetral

Debido a que la jácena del pórtico de fachada y la jácena del pórtico interior tienen el mismo perfil IPE, 360, la viga perimetral se tomará con el mismo perfil.

2.6 Cálculo de esfuerzos. Diagramas SAP2000

A continuación se muestran los diagramas de esfuerzos del pórtico de fachada y del pórtico interior que muestra el software SAP2000. Se muestran los diagramas de axiles, de cortantes y de momentos flectores tanto para el estado límite último como para el estado límite de servicio teniendo en cuenta el criterio de apariencia como el criterio de integridad. Los valores que se toman en las ecuaciones son aquellas que ocurren en las vigas más desfavorables que en cada estado límite serán unas.

2.6.1 Pórtico de fachada

- ELU

- Axiles

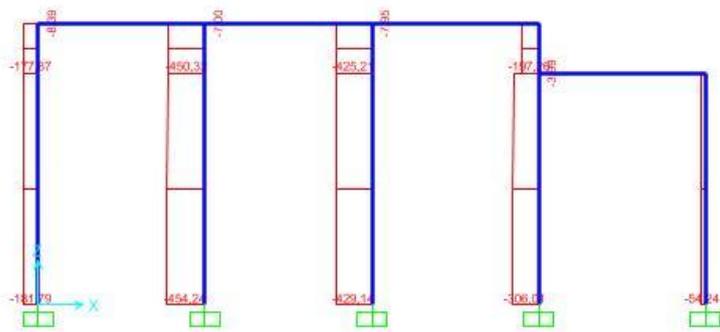


Diagrama 7. Axiles en el Pórtico de Fachada en el Estado Límite Último. SAP2000.

- Cortantes

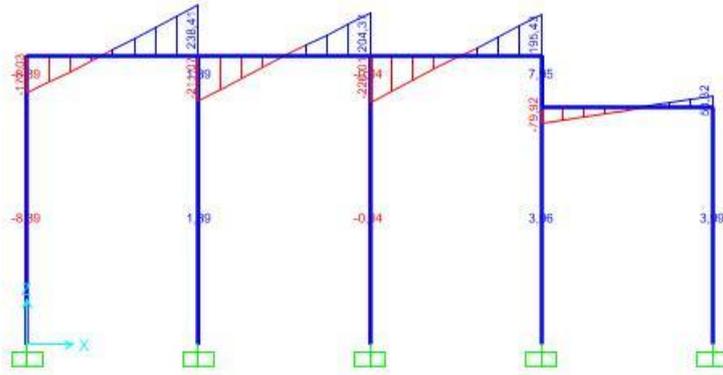


Diagrama 8. Cortantes en el Pórtico de Fachada en el Estado Límite Último. SAP2000.

- Flectores

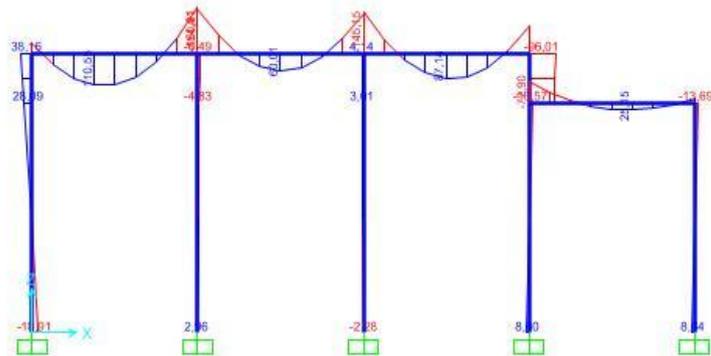


Diagrama 9. Momentos Flectores en el Pórtico de Fachada en el Estado Límite Último. SAP2000.

- ELS-A

- Axiles

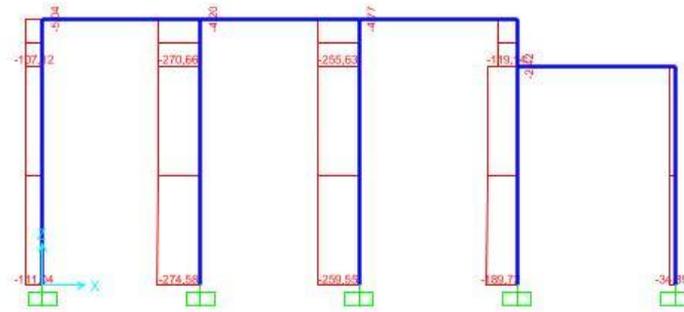


Diagrama 10. Axiles en el Pórtico de Fachada en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Apariencia. SAP2000.

- Cortantes

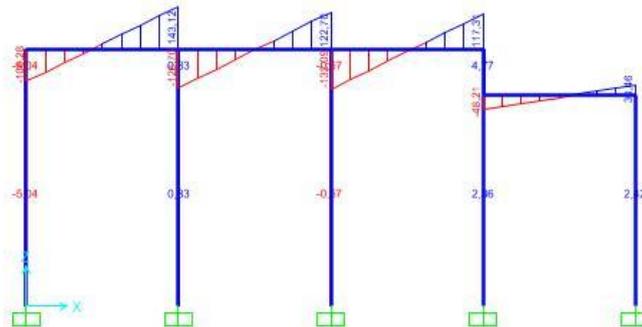


Diagrama 11. Cortantes en el Pórtico de Fachada en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Apariencia. SAP2000.

- Flectores

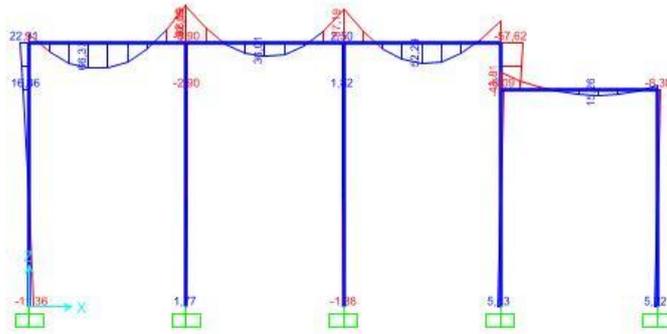


Diagrama 12. Momentos Flectores en el Pórtico de Fachada en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Apariencia. SAP2000.

- ELS-I

- Axiles

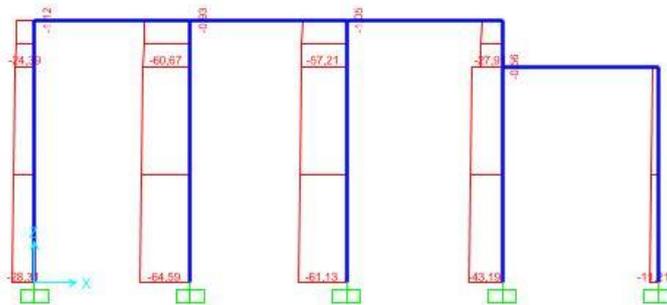


Diagrama 13. Axiles en el Pórtico de Fachada en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Integridad. SAP2000.

- Cortantes

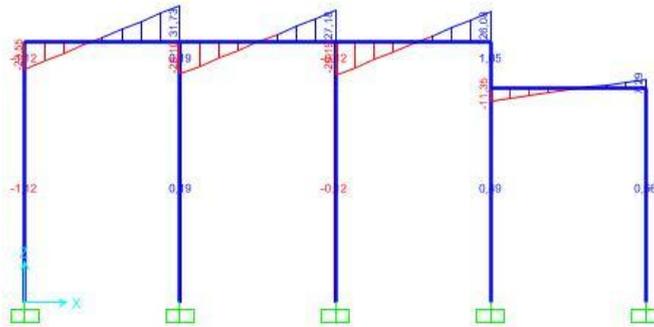


Diagrama 14. Cortantes en el Pórtico de Fachada en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Integridad. SAP2000.

- Flectores

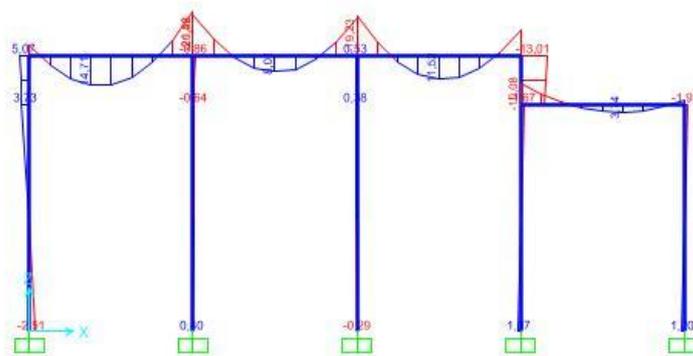


Diagrama 15. Momentos Flectores en el Pórtico de Fachada en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Integridad. SAP2000.

2.6.2 Pórtico interior

- ELU

- Axiles

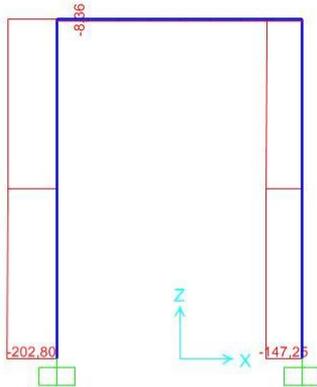


Diagrama 16. Axiles en el Pórtico Interior en el Estado Límite Último. SAP2000.

- Cortantes

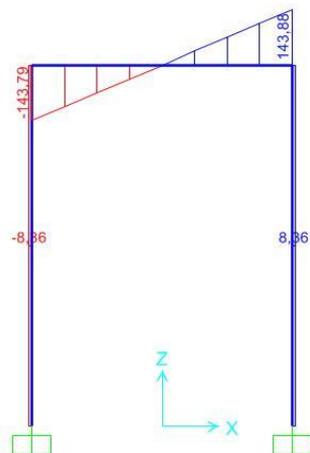


Diagrama 17. Cortantes en el Pórtico Interior en el Estado Límite Último. SAP2000.

- Flectores

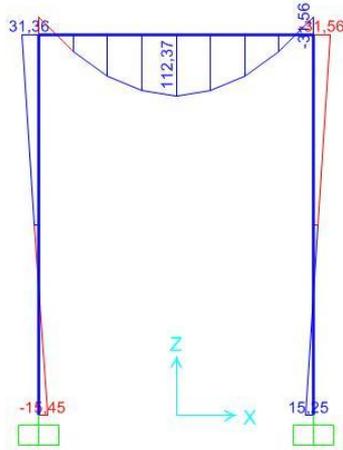


Diagrama 18. Momentos Flectores en el Pórtico Interior en el Estado Límite Último. SAP2000.

- **ELS-A**

- Axiles

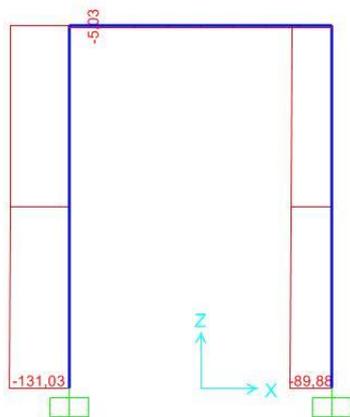


Diagrama 19. Axiles en el Pórtico Interior en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Apariencia. SAP2000.

- Cortantes

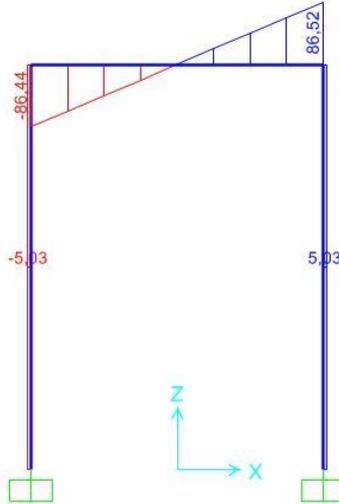


Diagrama 20. Cortantes en el Pórtico Interior en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Apariencia. SAP2000.

- Flectores

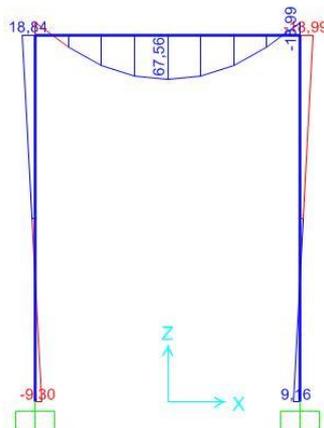


Diagrama 21. Momentos Flectores en el Pórtico Interior en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Apariencia. SAP2000.

- ELS-I

- Axiles

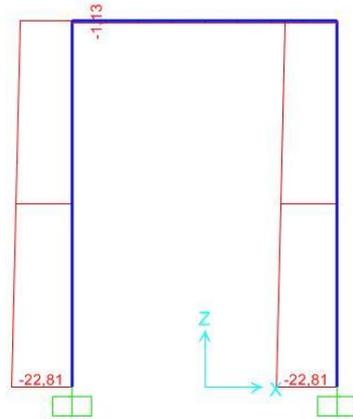


Diagrama 22. Axiles en el Pórtico Interior en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Integridad. SAP2000.

- Cortantes

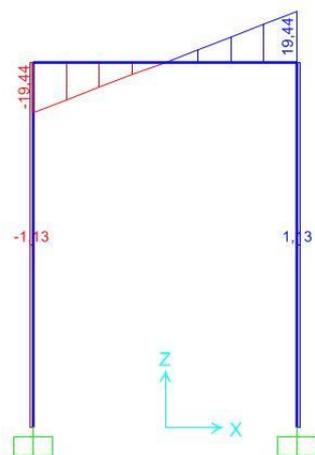


Diagrama 23. Cortantes en el Pórtico Interior en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Integridad. SAP2000.

- Flectores

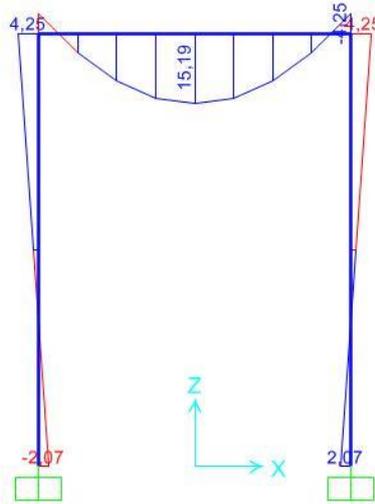


Diagrama 24. Momentos Flectores en el Pórtico Interior en el Estado Límite de Servicio. Criterio de Integridad. SAP2000.

2.7 Resistencia al Fuego

Cuando se procede al desarrollo y dimensionamiento de una nave industrial o una edificación en general, uno de los puntos a tener en cuenta es la resistencia que ha de tener al fuego dicha edificación. Esta resistencia necesaria depende de varios factores, y el más crítico de ellos es el tipo de edificación que estamos diseñando.

Para el presente proyecto, no se procede a calcular la resistencia al fuego de los elementos constructivos de la nave. Pese a ello, se debe apuntar que una vez que se procede a calcular la resistencia al fuego de una nave industrial, el documento que se debe cumplir en todo momento es el CTE DB SI Seguridad en caso de Incendio, donde se muestran las características que deben aplicarse a una edificación para cumplir la resistencia a fuego

No obstante, y pese a no estar teniendo en cuenta la resistencia a fuego, un apartado de dicho documento explica que para edificios cuya superficie es menor a 2000 m², no es necesario tener en cuenta el cálculo de la resistencia a fuego, pero sí disponer de un sistema auxiliar de evacuación de incendios como puede ser una red de aspersores de agua en la cubierta que pudieran cubrir la superficie completa del edificio en caso de incendio.

3 PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE

- 1 Acondicionamiento y cimentación
 - 1.1 Movimiento de tierras
 - 1.1.1 Explanaciones
 - 1.1.2 Rellenos del terreno
 - 1.1.3 Transportes de tierras y escombros
 - 1.1.4 Vaciado del terreno

- 2 Estructuras
 - 2.1 Estructuras de acero
 - 2.2 Fábrica estructural

- 3 Cubiertas
 - 3.1 Cubiertas inclinadas
 - 3.2 Cubiertas planas

- 4 Instalaciones
 - 4.1 Aire acondicionado

1 Acondicionamiento y cimentación

1.1 Movimiento de tierras

1.1.1 Explanaciones

Descripción

Ejecución de desmontes y terraplenes para obtener en el terreno una superficie regular definida por los planos donde habrá de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente para formar una explanada.

Comprende además los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Metro cuadrado de limpieza y desbroce del terreno con medios manuales o mecánicos.
- Metro cúbico de retirada y apilado de capa tierra vegetal, con medios manuales o mecánicos.
- Metro cúbico de desmonte. Medido el volumen excavado sobre perfiles, incluyendo replanteo y afinado. Si se realizaran mayores excavaciones que las previstas en los perfiles del proyecto, el exceso de excavación se justificará para su abono.
- Metro cúbico de base de terraplén. Medido el volumen excavado sobre perfiles, incluyendo replanteo, desbroce y afinado.
- Metro cúbico de terraplén. Medido el volumen rellenado sobre perfiles, incluyendo la extensión, riego, compactación y refino de taludes.
- Metro cuadrado de entibación. Totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas necesarios, retirada, limpieza y apilado del material.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

- Tierras de préstamo o propias.

En la recepción de las tierras se comprobará que no sean expansivas, que no contengan restos vegetales y que no estén contaminadas.

Préstamos: el material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que se ordene al respecto.

- Entibaciones. Elementos de madera resinosa, de fibra recta, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc.

La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase I/80.

El contenido mínimo de humedad en la madera no será mayor del 15%.

Las entibaciones de madera no presentarán principio de pudrición, alteraciones ni defectos.

- Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.
- Sistemas prefabricados metálicos y de madera: tableros, placas, puntales, etc.
- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Préstamos:

El contratista comunicará a la dirección facultativa, con suficiente antelación, la apertura de los préstamos, a fin de que se puedan medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado. Los taludes de los préstamos deberán ser suaves y redondeados y, una vez terminada su explotación, se dejarán en forma que no dañen el aspecto general del paisaje.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican:

- Préstamos: en el caso de préstamos autorizados, una vez eliminado el material inadecuado, se realizarán los oportunos ensayos para su aprobación, si procede, necesarios para determinar las características físicas y mecánicas del nuevo suelo: identificación granulométrica. Límite líquido. Contenido de humedad. Contenido de materia orgánica. Índice CBR e hinchamiento. Densificación de los suelos bajo una determinada energía de compactación (ensayos "Proctor Normal" y "Proctor Modificado").
- Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática y, con el mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura,

determinación del módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción.
Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

Caballeros o depósitos de tierra: deberán situarse en los lugares que al efecto señale la dirección facultativa y se cuidará de evitar arrastres hacia la excavación o las obras de desagüe y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas

El terreno se irá excavando por franjas horizontales previamente a su entibación.

Se solicitará de las correspondientes compañías la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan verse afectadas, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se solicitará la documentación complementaria acerca de los cursos naturales de aguas superficiales o profundas, cuya solución no figure en la documentación técnica.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario.

La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

Proceso de ejecución

Ejecución

Replanteo:

Se comprobarán los puntos de nivel marcados, y el espesor de tierra vegetal a excavar.

En general:

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas,

deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras. Con temperaturas menores de 2 °C se suspenderán los trabajos.

Limpieza y desbroce del terreno y retirada de la tierra vegetal:

Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de limpieza, levantándose vallas que acoten las zonas de arbolado o vegetación destinadas a permanecer en su sitio. Todos los tocones y raíces mayores de 10 cm de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a 50 cm por debajo de la rasante de excavación y no menor de 15 cm bajo la superficie natural del terreno. Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al suelo que haya quedado descubierto, y se compactará hasta que su superficie se ajuste al terreno existente. La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene la dirección facultativa.

Sostenimiento y entibaciones:

Se deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que se realicen, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el proyecto, ni hubieran sido ordenados por la dirección facultativa. Las uniones entre piezas de entibación garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto. En general, con tierras cohesionadas, se sostendrán los taludes verticales antes de la entibación hasta una altura de 60 cm o de 80 cm, una vez alcanzada esta profundidad, se colocarán cinturones horizontales de entibación, formados por dos o tres tablas horizontales, sostenidas por tabloncillos verticales que a su vez estarán apuntalados con maderas o gatos metálicos. Cuando la entibación se ejecute con tablas verticales, se colocarán según la naturaleza, actuando por secciones sucesivas, de 1,80 m de profundidad como máximo, sosteniendo las paredes con tablas de 2 m, dispuestas verticalmente, quedando sujetas por marcos horizontales. Se recomienda sobrepasar la entibación en una altura de 20 cm sobre el borde de la zanja para que realice una función de rodapié y evite la caída de objetos y materiales a la zanja.

En terrenos dudosos se entibará verticalmente a medida que se proceda a la extracción de tierras.

La entibación permitirá desentibar una franja dejando las restantes entibadas. Los tableros y codales se dispondrán con su cara mayor en contacto con el terreno o el tablero. Los codales serán 2 cm más largos que la separación

real entre cabeceros opuestos, llevándolos a su posición mediante golpeteo con maza en sus extremos y, una vez colocados, deberán vibrar al golpearlos. Se impedirá mediante taquetes clavados el deslizamiento de codales, cabeceros y tensores. Los empalmes de cabeceros se realizarán a tope, disponiendo codales a ambos lados de la junta.

En terrenos sueltos las tablas o tablonos estarán aguzados en un extremo para clavarlos antes de excavar cada franja, dejando empotrado en cada descenso no menos de 20 cm. Cuando se efectúe la excavación en una arcilla que se haga fluida en el momento del trabajo o en una capa acuífera de arena fina, se deberán emplear gruesas planchas de entibación y un sólido apuntalamiento, pues en caso contrario puede producirse el hundimiento de dicha capa.

Al finalizar la jornada no deberán quedar paños excavados sin entibar, que figuren con esta circunstancia en la documentación técnica. Diariamente y antes de comenzar los trabajos se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuese necesario, tensando los codales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día o por alteraciones atmosféricas, como lluvias o heladas.

Evacuación de las aguas y agotamientos:

Se adoptarán las medidas necesarias para mantener libre de agua la zona de las excavaciones. Las aguas superficiales serán desviadas y encauzadas antes de que alcancen las proximidades de los taludes o paredes de la excavación, para evitar que la estabilidad del terreno pueda quedar disminuida por un incremento de presión del agua intersticial y no se produzcan erosiones de los taludes. Según el CTE DB SE C, apartado 7.2.1, será preceptivo disponer un adecuado sistema de protección de escorrentías superficiales que pudieran alcanzar al talud, y de drenaje interno que evite la acumulación de agua en el trasdós del talud.

Desmontes:

Se excavará el terreno con pala cargadora, entre los límites laterales, hasta la cota de base de la máquina. Una vez excavado un nivel descenderá la máquina hasta el siguiente nivel, ejecutando la misma operación hasta la cota de profundidad de la explanación. La diferencia de cota entre niveles sucesivos no será superior a 1,65 m. En bordes con estructura de contención, previamente realizada, la máquina trabajará en dirección no perpendicular a ella y dejará sin excavar una zona de protección de ancho no menor que 1 m, que se quitará a mano, antes de descender la máquina, en ese borde, a la franja inferior. En los bordes ataluzados se dejará el perfil previsto, redondeando las aristas de pie, quiebro y coronación a ambos lados, en una longitud igual o mayor que 1/4 de la altura de la franja ataluzada. Cuando las excavaciones se realicen a mano, la

altura máxima de las franjas horizontales será de 1,50 m. Cuando el terreno natural tenga una pendiente superior a 1:5 se realizarán bermas de 50-80 cm de altura, 1,50 m de longitud y 4% de pendiente hacia adentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables, para facilitar los diferentes niveles de actuación de la máquina.

Empleo de los productos de excavación:

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto. Las rocas que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse.

Excavación en roca:

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en no dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada.

Terraplenes:

En el terraplenado se excavará previamente el terreno natural, hasta una profundidad no menor que la capa vegetal, y como mínimo de 15 cm, para preparar la base del terraplenado. A continuación, para conseguir la debida trabazón entre el relleno y el terreno, se escarificará éste. Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación. Sobre la base preparada del terraplén, regada uniformemente y compactada, se extenderán tongadas sucesivas, de anchura y espesor uniforme, paralelas a la explanación y con un pequeño desnivel, de forma que saquen aguas afuera. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes. Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad portante se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras. Salvo prescripción contraria, los equipos de transporte y extensión operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, si es necesario, de forma que el humedecimiento sea uniforme. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas para su desecación.

Conseguida la humectación más conveniente (según ensayos previos), se procederá a la compactación. Los bordes con estructuras de contención se compactarán con compactador de arrastre manual; los bordes ataluzados se redondearán todas las aristas en una longitud no menor que 1/4 de la altura de cada franja ataluzada. En la coronación del terraplén, en los últimos 50 cm, se extenderán y compactarán las tierras de igual forma, hasta alcanzar una

densidad seca del 100 %. La última tongada se realizará con material seleccionado. Cuando se utilicen rodillos vibrantes para compactar, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar la vibración, y sellar la superficie.

El relleno del trasdós de los muros, se realizará cuando éstos tengan la resistencia necesaria. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras debe disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para evitar daño a estas construcciones. Sobre las capas en ejecución deberá prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no fuera factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

Taludes:

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie e impedir cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. Si se tienen que ejecutar zanjas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material del relleno se compactará cuidadosamente.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos se realizarán inmediatamente después de la excavación del talud. No se acumulará el terreno de excavación, ni otros materiales junto a bordes de coronación de taludes, salvo autorización expresa.

Caballeros o depósitos de tierra:

El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Los caballeros deberán tener forma regular, y superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas, y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento.

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista como variación de estratos o de sus características, emanaciones de gas, restos de construcciones, valores arqueológicos, se parará la obra, al menos en este tajo, y se comunicará a la dirección facultativa.

Tolerancias admisibles

Desmante: no se aceptaran franjas excavadas con altura mayor de 1,65 m con medios manuales.

Condiciones de terminación

La superficie de la explanada quedará limpia y los taludes estables.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución

Puntos de observación:

- Limpieza y desbroce del terreno.

Situación del elemento.

Cota de la explanación.

Situación de vértices del perímetro.

Distancias relativas a otros elementos.

Forma y dimensiones del elemento.

Horizontalidad: nivelación de la explanada.

Altura: grosor de la franja excavada.

Condiciones de borde exterior.

Limpieza de la superficie de la explanada en cuanto a eliminación de restos vegetales y restos susceptibles de pudrición.

- Retirada de tierra vegetal.

Comprobación geométrica de las superficies resultantes tras la retirada de la tierra vegetal.

- Desmontes.

Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira cada 20 m como mínimo.

- Base del terraplén.

Control geométrico: se comprobarán, en relación con los planos, las cotas de replanteo.

Nivelación de la explanada.

Densidad del relleno del núcleo y de coronación.

- Entibación de zanja.

Replanteo, no admitiéndose errores superiores al 2,5/1000 y variaciones en ± 10 cm.

Se comprobará una escuadría, y la separación y posición de la entibación, no aceptándose que sean inferiores, superiores y/o distintas a las especificadas.

Conservación y mantenimiento

No se abandonará el tajo sin haber acodalado o tensado la parte inferior de la última franja excavada. Se protegerá el conjunto de la entibación frente a filtraciones y acciones de erosión por parte de las aguas de escorrentía. Terraplenes: se mantendrán protegidos los bordes ataluzados contra la erosión, cuidando que la vegetación plantada no se seque, y en su coronación, contra la acumulación de agua, limpiando los desagües y canaletas cuando estén obstruidos; asimismo, se cortará el suministro de agua cuando se produzca una fuga en la red, junto a un talud. Las entibaciones o parte de éstas sólo se quitarán cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte. No se concentrarán cargas excesivas junto a la parte superior de bordes ataluzados ni se modificará la geometría del talud socavando en su pie o coronación. Cuando se observen grietas paralelas al borde del talud se consultará a la dirección facultativa, que dictaminará su importancia y, en su caso, la solución a adoptar. No se depositarán basuras, escombros o productos sobrantes de otros tajos, y se regará regularmente. Los taludes expuestos a erosión potencial deberán protegerse para garantizar la permanencia de su adecuado nivel de seguridad.

1.1.2 Rellenos del terreno

Descripción

Obras consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Metro cúbico de relleno y extendido de material filtrante, compactado, incluso refino de taludes.
- Metro cúbico de relleno de zanjas o pozos, con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

- Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados.

Se incluyen la mayor parte de los suelos predominantemente granulares e incluso algunos productos resultantes de la actividad industrial tales como ciertas escorias y cenizas pulverizadas. Los productos manufacturados, como agregados ligeros, podrán utilizarse en algunos casos. Los suelos cohesivos podrán ser tolerables con unas condiciones especiales de selección, colocación y compactación.

Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.1, se requerirá disponer de un material de características adecuadas al proceso de colocación y compactación y que permita obtener, después del mismo, las necesarias propiedades geotécnicas.

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados.

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.2, se tomarán en consideración para la selección del material de relleno los siguientes aspectos: granulometría; resistencia a la trituración y desgaste; compactibilidad; permeabilidad; plasticidad; resistencia al subsuelo; contenido en materia orgánica; agresividad química; efectos contaminantes; solubilidad; inestabilidad de volumen; susceptibilidad a las bajas temperaturas y a la helada; resistencia a la intemperie; posibles cambios de propiedades debidos a la excavación, transporte y colocación; posible cementación tras su colocación.

En caso de duda deberá ensayarse el material de préstamo. El tipo, número y frecuencia de los ensayos dependerá del tipo y heterogeneidad del material y de la naturaleza de la construcción en que vaya a utilizarse el relleno.

Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.2, normalmente no se utilizarán los suelos expansivos o solubles. Tampoco los susceptibles a la helada o que contengan, en alguna proporción, hielo, nieve o turba si van a emplearse como relleno estructural.

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

Cuando el relleno tenga que asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, ejecutándose éste posteriormente.

Proceso de ejecución

Ejecución

Según el CTE DB SE C, apartado 4.5.3, antes de proceder al relleno, se ejecutará una buena limpieza del fondo y, si es necesario, se apisonará o compactará debidamente. Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, los procedimientos de colocación y compactación del relleno deben asegurar su estabilidad en todo momento, evitando además cualquier perturbación del subsuelo natural.

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias. Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm. Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria. El relleno en el trasdós del muro se realizará cuando éste tenga la resistencia necesaria y no antes de 21 días si es de hormigón. Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.3, el relleno que se coloque adyacente a estructuras debe disponerse en tongadas de espesor limitado y compactarse con medios de energía pequeña para evitar daño a estas construcciones.

Tolerancias admisibles

El relleno se ajustará a lo especificado y no presentará asientos en su superficie. Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante. Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución

Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.4, el control de un relleno debe asegurar que el material, su contenido de humedad en la colocación y su grado final de compacidad obedecen a lo especificado.

Ensayos y pruebas

Según el CTE DB SE C, apartado 7.3.4, el grado de compacidad se especificará como porcentaje del obtenido como máximo en un ensayo de referencia como el Proctor. En escolleras o en rellenos que contengan una proporción alta de tamaños gruesos no son aplicables los ensayos Proctor. En este caso se comprobará la compacidad por métodos de campo, tales como definir el proceso de compactación a seguir en un relleno de prueba, comprobar el asentamiento de una pasada adicional del equipo de compactación, realización de ensayos de carga con placa o el empleo de métodos sísmicos o dinámicos.

Conservación y mantenimiento

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

1.1.3 Transportes de tierras y escombros

Descripción

Trabajos destinados a trasladar a vertedero las tierras sobrantes de la excavación y los escombros.

Criterios de medición y valoración de unidades

Metro cúbico de tierras o escombros sobre camión, para una distancia determinada a la zona de vertido, considerando tiempos de ida, descarga y vuelta, pudiéndose incluir o no el tiempo de carga y/o la carga, tanto manual como con medios mecánicos.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas

Se organizará el tráfico determinando zonas de trabajos y vías de circulación.

Cuando en las proximidades de la excavación existan tendidos eléctricos, con los hilos desnudos, se deberá tomar alguna de las siguientes medidas:

Desvío de la línea.

Corte de la corriente eléctrica.

Protección de la zona mediante apantallados.

Se guardarán las máquinas y vehículos a una distancia de seguridad determinada en función de la carga eléctrica.

Proceso de ejecución

Ejecución

En caso de que la operación de descarga sea para la formación de terraplenes, será necesario el auxilio de una persona experta para evitar que al acercarse el camión al borde del terraplén, éste falle o que el vehículo pueda volcar, siendo conveniente la instalación de topes, a una distancia igual a la altura del terraplén, y/o como mínimo de 2 m.

Se acotará la zona de acción de cada máquina en su tajo. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad estará auxiliado por otro operario en el exterior del vehículo. Se extremarán estas precauciones cuando el vehículo o máquina cambie de tajo y/o se entrecrucen itinerarios.

En la operación de vertido de materiales con camiones, un auxiliar se encargará de dirigir la maniobra con objeto de evitar atropellos a personas y colisiones con otros vehículos.

Para transportes de tierras situadas por niveles inferiores a la cota 0 el ancho mínimo de la rampa será de 4,50 m, ensanchándose en las curvas, y sus pendientes no serán mayores del 12% o del 8%, según se trate de tramos rectos o curvos, respectivamente. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos utilizados.

Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud no menor de vez y media la separación entre ejes, ni inferior a 6 m.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas conservarán el talud lateral que exija el terreno.

La carga, tanto manual como mecánica, se realizará por los laterales del camión o por la parte trasera. Si se carga el camión por medios mecánicos, la pala no pasará por encima de la cabina. Cuando sea imprescindible que un vehículo de carga, durante o después del vaciado, se acerque al borde del mismo, se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución

Se controlará que el camión no sea cargado con una sobrecarga superior a la autorizada.

1.1.4 Vaciado del terreno

Descripción

Excavaciones a cielo abierto realizadas con medios manuales y/o mecánicos, que en todo su perímetro quedan por debajo del suelo, para anchos de excavación superiores a 2 m.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Metro cúbico de excavación a cielo abierto, medido en perfil natural una vez comprobado que dicho perfil es el correcto, en todo tipo de terrenos (deficientes, blandos, medios, duros y rocosos), con medios manuales o mecánicos (pala cargadora, compresor, martillo rompedor). Se establecerán los porcentajes de cada tipo de terreno referidos al volumen total. El exceso de excavación deberá justificarse a efectos de abono.
- Metro cuadrado de entibación, totalmente terminada, incluyendo los clavos y cuñas necesarios, retirada, limpieza y apilado del material.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Entibaciones:

Elementos de madera resinosa, de fibra recta, como pino o abeto: tableros, cabeceros, codales, etc. La madera aserrada se ajustará, como mínimo, a la clase I/80. El contenido mínimo de humedad en la madera no será mayor del 15%. La madera no presentará principio de pudrición, alteraciones ni defectos.

- Tensores circulares de acero protegido contra la corrosión.
- Sistemas prefabricados metálicos y de madera: tableros, placas, puntales, etc.
- Elementos complementarios: puntas, gatos, tacos, etc.
- Maquinaria: pala cargadora, compresor, martillo neumático, martillo rompedor.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican:

- Entibaciones de madera: ensayos de características físico-mecánicas: contenido de humedad. Peso específico. Higroscopicidad. Coeficiente de contracción volumétrica. Dureza. Resistencia a compresión. Resistencia a la flexión estática; con el mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, determinación del módulo de elasticidad E. Resistencia a la tracción. Resistencia a la hienda. Resistencia a esfuerzo cortante.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas

Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Para las instalaciones que puedan ser afectadas por el vaciado, se recabará de sus Compañías la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Además se comprobará la distancia, profundidad y tipo de la cimentación y estructura de contención de los edificios que puedan ser afectados por el vaciado.

Antes del inicio de los trabajos, se presentarán a la aprobación de la dirección facultativa los cálculos justificativos de las entibaciones a realizar, que podrán ser modificados por la misma cuando lo considere necesario. La elección del tipo de entibación dependerá del tipo de terreno, de las solicitudes por cimentación próxima o vial y de la profundidad del corte.

Proceso de ejecución

Ejecución

El contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras.

- Entibaciones (se tendrán en cuenta las prescripciones respecto a las mismas del capítulo 2.1.1 Explanaciones):

Antes de comenzar los trabajos se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuera necesario, así como las construcciones próximas, comprobando si se observan asientos o grietas. Las uniones entre piezas garantizarán la rigidez y el monolitismo del conjunto. Se adoptarán las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. A estos fines se construirán las protecciones, zanjas y cunetas, drenajes y conductos de desagüe que sean necesarios. Si apareciera el nivel freático, se mantendrá la excavación libre de agua así como el relleno posterior, para ello se dispondrá de bombas de agotamiento, desagües y canalizaciones de capacidad suficiente.

Los pozos de acumulación y aspiración de agua se situarán fuera del perímetro de la cimentación y la succión de las bombas no producirá socavación o erosiones del terreno, ni del hormigón colocado.

No se realizará la excavación del terreno a tumbo, socavando el pie de un macizo para producir su vuelco.

No se acumularán terrenos de excavación junto al borde del vaciado, separándose del mismo una distancia igual o mayor a dos veces la profundidad del vaciado. En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo del vaciado, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados. El refino y saneo de las paredes del vaciado se realizará para cada profundidad parcial no mayor de 3 m.

En caso de lluvia y suspensión de los trabajos, los frentes y taludes quedarán protegidos. Se suspenderán los trabajos de excavación cuando se encuentre cualquier anomalía no prevista, como variación de los estratos, cursos de aguas subterráneas, restos de construcciones, valores arqueológicos,

y se comunicará a la dirección facultativa.

Según el CTE DB SE C, apartado 7.2.2.2, la prevención de caída de bloques requerirá la utilización adecuada de mallas de retención.

- El vaciado se podrá realizar:

Sin bataches: el terreno se excavará entre los límites laterales hasta la profundidad definida en la documentación. El ángulo del talud será el especificado en proyecto. El vaciado se realizará por franjas horizontales de altura no mayor que 1,50 m o que 3 m, según se ejecute a mano o a máquina, respectivamente. En los bordes con elementos estructurales de contención y/o medianeros, la máquina trabajará en dirección no perpendicular a ellos y se dejará sin excavar una zona de protección de ancho no menor que 1 m, que se quitará a mano antes de descender la máquina en ese borde a la franja inferior.

Con bataches: una vez replanteados los bataches se iniciará, por uno de los extremos del talud, la excavación alternada de los mismos. A continuación se realizarán los elementos estructurales de contención en las zonas excavadas y en el mismo orden. Los bataches se realizarán, en general, comenzando por la parte superior cuando se realicen a mano y por su parte inferior cuando se realicen con máquina.

- Excavación en roca:

Cuando las diaclasas y fallas encontradas en la roca, presenten buzamientos o direcciones propicias al deslizamiento del terreno de cimentación, estén abiertas o rellenas de material milonitizado o arcilloso, o bien destaquen sólidos excesivamente pequeños, se profundizará la excavación hasta encontrar terreno en condiciones favorables.

Los sistemas de diaclasas, las individuales de cierta importancia y las fallas, aunque no se consideren peligrosas, se representarán en planos, en su posición, dirección y buzamiento, con indicación de la clase de material de relleno, y se señalarán en el terreno, fuera de la superficie a cubrir por la obra de fábrica, con objeto de facilitar la eficacia de posteriores tratamientos de inyecciones, anclajes, u otros.

- Nivelación, compactación y saneo del fondo:

En la superficie del fondo del vaciado, se eliminarán la tierra y los trozos de roca sueltos, así como las capas de terreno inadecuado o de roca alterada que por su dirección o consistencia pudieran debilitar la resistencia del conjunto. Se limpiarán también las grietas y hendiduras rellenándolas con hormigón o con material compactado.

También los laterales del vaciado quedarán limpios y perfilados.

La excavación presentará un aspecto cohesivo. Se eliminarán los lentejones y se repasará posteriormente.

Tolerancias admisibles

- Condiciones de no aceptación:

Errores en las dimensiones del replanteo superiores al 2,5/1000 y variaciones de 10 cm.

Zona de protección de elementos estructurales inferior a 1 m.

Angulo de talud superior al especificado en más de 2 °.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas, deberán ser corregidas.

Condiciones de terminación

Una vez alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras para observar las lesiones que hayan surgido, tomando las medidas oportunas.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución

Puntos de observación:

- Replanteo:

Dimensiones en planta y cotas de fondo.

- Durante el vaciado del terreno:

Comparación de los terrenos atravesados con lo previsto en el proyecto y en el estudio geotécnico.

Identificación del terreno del fondo de la excavación. Compacidad.

Comprobación de la cota del fondo.

Excavación colindante a medianerías. Precauciones. Alcanzada la cota inferior del vaciado, se hará una revisión general de las edificaciones medianeras.

Nivel freático en relación con lo previsto.

Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.

Entibación. Se mantendrá un control permanente de las entibaciones y sostenimientos, reforzándolos y/o sustituyéndolos si fuera necesario.

Altura: grosor de la franja excavada.

Conservación y mantenimiento

No se abandonará el tajo sin haber acodalado o tensado la parte inferior de la última franja excavada. Las entibaciones o parte de éstas sólo se quitarán cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

Se tomarán las medidas necesarias para asegurar que las características geométricas permanezcan estables, protegiéndose el vaciado frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía.

2 Estructuras

2.1 Estructuras de acero

Descripción

Elementos metálicos incluidos en pórticos planos de una o varias plantas, como vigas y soportes ortogonales con nudos articulados, semirrígidos o rígidos, formados por perfiles comerciales o piezas armadas, simples o compuestas, que pueden tener elementos de arriostramiento horizontal metálicos o no metálicos.

También incluyen estructuras porticadas de una planta usuales en construcciones industriales con soportes verticales y dinteles de luz mediana o grande, formados por vigas de alma llena o cerchas trianguladas que soportan una cubierta ligera horizontal o inclinada, con elementos de arriostramiento frente a acciones horizontales y pandeo.

Criterios de medición y valoración de unidades

Se especificarán las siguientes partidas, agrupando los elementos de características similares:

- Kilogramo de acero en perfil comercial (viga o soporte) especificando clase de acero y tipo de perfil.
- Kilogramo de acero en pieza soldada (viga o soporte) especificando clase de acero y tipo de perfil (referencia a detalle); incluyendo soldadura.
- Kilogramo de acero en soporte compuesto (empresillado o en celosía)

especificando clase de acero y tipo de perfil (referencia a detalle); incluyendo elementos de enlace y sus uniones.

- Unidad de nudo sin rigidizadores especificar soldado o atornillado, y tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos.
- Unidad de nudo con rigidizadores especificar soldado o atornillado, y tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos.
- Unidad de placa de anclaje en cimentación incluyendo anclajes y rigidizadores (si procede), y especificando tipo de placa (referencia a detalle).
- Metro cuadrado de pintura anticorrosiva especificando tipo de pintura (imprimación, manos intermedias y acabado), número de manos y espesor de cada una.
- Metro cuadrado de protección contra fuego (pintura, mortero o aplacado) especificando tipo de protección y espesor; además, en pinturas igual que en punto anterior, y en aplacados sistema de fijación y tratamiento de juntas (si procede).

En el caso de mallas espaciales:

- Kilogramo de acero en perfil comercial (abierto o tubo) especificando clase de acero y tipo de perfil; incluyendo terminación de los extremos para unión con el nudo (referencia a detalle).
- Unidad de nudo especificando tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos (si los hay).
- Unidad de nudo de apoyo especificando tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos o placa de anclaje (si los hay) en montaje a pie de obra y elevación con grúas.
- Unidad de acondicionamiento del terreno para montaje a nivel del suelo especificando características y número de los apoyos provisionales.
- Unidad de elevación y montaje en posición acabada incluyendo elementos auxiliares para acceso a nudos de apoyo; especificando equipos de elevación y tiempo estimado en montaje "in situ".
- Unidad de montaje en posición acabada.

En los precios unitarios de cada una, además de los conceptos expresados en cada caso, irá incluida la mano de obra directa e indirecta, obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares para acceso a la posición de trabajo y elevación del material, hasta su colocación completa en obra.

La valoración que así resulta corresponde a la ejecución material de la unidad completa terminada.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

- Aceros en chapas y perfiles (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.4, 19.5.1, 19.5.2)

Los elementos estructurales pueden estar constituidos por los aceros establecidos por las normas UNE EN 10025:2006 (chapas y perfiles), UNE EN 10210-1:1994 (tubos acabados en caliente) y UNE EN 10219-1:1998 (tubos conformados en frío).

Los tipos de acero podrán ser S235, S275 y S355; para los de UNE EN 10025:2006 y otras se admite también el tipo S450; según el CTE DB SE A, tabla 4.1, se establecen sus características mecánicas. Estos aceros podrán ser de los grados JR, J0 y J2; para el S355 se admite también el grado K2.

Si se emplean otros aceros en proyecto, para garantizar su ductilidad, deberá comprobarse:

la relación entre la tensión de rotura y la de límite elástico no será inferior a 1,20,

el alargamiento en rotura de una probeta de sección inicial S_0 medido sobre una longitud $5,65 \sqrt{S_0}$ será superior al 15%,

la deformación correspondiente a la tensión de rotura debe superar al menos un 20% la correspondiente al límite elástico.

Para comprobar la ductilidad en cualquier otro caso no incluido en los anteriores, deberá demostrarse que la temperatura de transición (la mínima a la que la resistencia a rotura dúctil supera a la frágil) es menor que la mínima de aquellas a las que va a estar sometida la estructura.

Todos los aceros relacionados son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de

ejecución, etc.).

Si el material va a sufrir durante la fabricación algún proceso capaz de modificar su estructura metalográfica (deformación con llama, tratamiento térmico específico, etc.) se deben definir los requisitos adicionales pertinentes.

- Tornillos, tuercas, arandelas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.3). Estos aceros podrán ser de las calidades 4.6, 5.6, 6.8, 8.8 y 10.9 normalizadas por ISO; según el CTE DB SE A, tabla 4.3, se establecen sus características mecánicas. En los tornillos de alta resistencia utilizados como pretensados se controlará el apriete.
- Materiales de aportación. Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del metal base.

En aceros de resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, la resistencia a la corrosión del material de aportación debe ser equivalente a la del material base; cuando se suelden este tipo de aceros el valor del carbono equivalente no debe exceder de 0,54.

Los productos especificados por UNE EN 10025:2006 deben suministrarse con inspección y ensayos, específicos (sobre los productos suministrados) o no específicos (no necesariamente sobre los productos suministrados), que garanticen su conformidad con el pedido y con la norma. El comprador debe especificar al fabricante el tipo de documento de inspección requerido conforme a UNE EN 10204:2006 (tabla A.1). Los productos deben marcarse de manera legible utilizando métodos tales como la pintura, el troquelado, el marcado con láser, el código de barras o mediante etiquetas adhesivas permanentes o etiquetas fijas con los siguientes datos: el tipo, la calidad y, si fuera aplicable, la condición de suministro mediante su designación abreviada (N, conformado de normalización; M, conformado termomecánico); el tipo de marcado puede especificarse en el momento de efectuar el pedido.

Los productos especificados por UNE EN 10210 y UNE EN 10219 deben ser suministrados después de haber superado los ensayos e inspecciones no específicos recogidos en EN 10021:1994 con una testificación de inspección conforme a la norma UNE EN 10204, salvo exigencias contrarias del comprador en el momento de hacer el pedido. Cada perfil hueco debe ser marcado por un procedimiento adecuado y duradero, como la aplicación de pintura, punzonado o una etiqueta adhesiva en la que se indique la designación abreviada (tipo y grado de acero) y el nombre del fabricante; cuando los productos se suministran en paquetes, el marcado puede ser indicado en una etiqueta fijada sólidamente al paquete.

Para todos los productos se verificarán las siguientes condiciones técnicas generales de suministro, según UNE EN 10021:

- Si se suministran a través de un transformador o intermediario, se deberá remitir al comprador, sin ningún cambio, la documentación del fabricante como se indica en UNE EN 10204, acompañada de los medios oportunos para identificar el producto, de forma que se pueda establecer la trazabilidad entre la documentación y los productos; si el transformador o intermediario ha modificado en cualquier forma las condiciones o las dimensiones del producto, debe facilitar un documento adicional de conformidad con las nuevas condiciones.
- Al hacer el pedido, el comprador deberá establecer que tipo de documento solicita, si es que requiere alguno y, en consecuencia, indicar el tipo de inspección: específica o no específica en base a una inspección no específica, el comprador puede solicitar al fabricante que le facilite una testificación de conformidad con el pedido o una testificación de inspección; si se solicita una testificación de inspección, deberá indicar las características del producto cuyos resultados de los ensayos deben recogerse en este tipo de documento, en el caso de que los detalles no estén recogidos en la norma del producto.
- Si el comprador solicita que la conformidad de los productos se compruebe mediante una inspección específica, en el pedido se concretará cual es el tipo de documento requerido: un certificado de inspección tipo 3.1 ó 3.2 según la norma UNE EN 10204, y si no está definido en la norma del producto: la frecuencia de los ensayos, los requisitos para el muestreo y la preparación de las muestras y probetas, los métodos de ensayo y, si procede, la identificación de las unidades de inspección

El proceso de control de esta fase debe contemplar los siguientes aspectos:

- En los materiales cubiertos por marcas, sellos o certificaciones de conformidad reconocidos por las Administraciones Públicas competentes, este control puede limitarse a un certificado expedido por el fabricante que establezca de forma inequívoca la traza que permita relacionar cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.
- Si no se incluye una declaración del suministrador de que los productos o materiales cumplen con la Parte I del presente Pliego, se tratarán como productos o materiales no conformes.
- Cuando en la documentación del proyecto se especifiquen características no avaladas por el certificado de origen del material (por ejemplo, el valor máximo del límite elástico en el caso de cálculo en capacidad), se establecerá un procedimiento de control mediante ensayos.
- Cuando se empleen materiales que por su carácter singular no queden cubiertos por una norma nacional específica a la que referir la certificación

(arandelas deformables, tornillos sin cabeza, conectadores, etc.) se podrán utilizar normas o recomendaciones de prestigio reconocido.

- Cuando haya que verificar las tolerancias dimensionales de los perfiles comerciales se tendrán en cuenta las siguientes normas:

serie IPN: UNE EN 10024:1995

series IPE y HE: UNE EN 10034:1994

serie UPN: UNE 36522:2001

series L y LD: UNE EN 10056-1:1999 (medidas) y UNE EN 10056-2:1994 (tolerancias)

tubos: UNE EN 10219:1998 (parte 1: condiciones de suministro; parte 2: tolerancias)

chapas: EN 10029:1991

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

El almacenamiento y depósito de los elementos constitutivos de la obra se hará de forma sistemática y ordenada para facilitar su montaje. Se cuidará especialmente que las piezas no se vean afectadas por acumulaciones de agua, ni estén en contacto directo con el terreno, y se mantengan las condiciones de durabilidad; para el almacenamiento de los elementos auxiliares tales como tornillos, electrodos, pinturas, etc., se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos.

Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar sollicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos que vayan a utilizarse en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el efecto no puede ser corregido, o se presume que después de corregido puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión se rechazará, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas: soporte

Los elementos no metálicos de la construcción (hormigón, fábricas, etc.) que hayan de actuar como soporte de elementos estructurales metálicos, deben cumplir las “tolerancias en las partes adyacentes” indicadas posteriormente dentro de las tolerancias admisibles.

Las bases de los pilares que apoyen sobre elementos no metálicos se calzarán mediante cuñas de acero separadas entre 4 y 8 cm, después de acuñadas se procederá a la colocación del número conveniente de vigas de la planta superior y entonces se alinearán y aplomarán.

Los espacios entre las bases de los pilares y el elemento de apoyo si es de hormigón o fábrica, se limpiarán y rellenarán, retacando, con mortero u hormigón de cemento portland y árido, cuya máxima dimensión no sea mayor que 1/5 del espesor del espacio que debe rellenarse, y de dosificación no menor que 1:2. La consistencia del mortero u hormigón de relleno será la conveniente para asegurar el llenado completo; en general, será fluida hasta espesores de 5 cm y más seca para espesores mayores.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Las superficies que hayan de quedar en contacto en las uniones con tornillos pretensados de alta resistencia no se pintarán y recibirán una limpieza y el tratamiento especificado.

Las superficies que hayan de soldarse no estarán pintadas ni siquiera con la capa de imprimación en una zona de anchura mínima de 10 cm desde el borde de la soldadura; si se precisa una protección temporal se pintarán con pintura fácilmente eliminable, que se limpiará cuidadosamente antes del soldeo.

Para evitar posibles corrosiones es preciso que las bases de pilares y partes estructurales que puedan estar en contacto con el terreno queden embebidas en hormigón. No se pintarán estos elementos para evitar su oxidación; si han de permanecer algún tiempo a la intemperie se recomienda su protección con lechada de cemento.

Se evitará el contacto del acero con otros metales que tengan menos potencial electrovalente (por ejemplo, plomo, cobre) que le pueda originar corrosión electroquímica; también se evitará su contacto con materiales de albañilería que tengan comportamiento higroscópico, especialmente el yeso, que le pueda originar corrosión química.

Proceso de ejecución

Ejecución

Operaciones previas:

Corte: se realizará por medio de sierra, cizalla, corte térmico (oxicorte) automático y, solamente si este no es posible, oxicorte manual; se especificarán las zonas donde no es admisible material endurecido tras procesos de corte, como por ejemplo:

Quando el cálculo se base en métodos plásticos.

A ambos lados de cada rótula plástica en una distancia igual al canto de la pieza.

Quando predomine la fatiga, en chapas y llantas, perfiles laminados, y tubos sin costura.

Quando el diseño para esfuerzos sísmicos o accidentales se base en la ductilidad de la estructura.

Conformado: el acero se puede doblar, prensar o forjar hasta que adopte la forma requerida, utilizando procesos de conformado en caliente o en frío, siempre que las características del material no queden por debajo de los valores especificados; según el CTE DB SE A, apartado 10.2.2, los radios de acuerdo mínimos para el conformado en frío serán los especificados en dicho apartado.

Perforación: los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente; se admite el punzonado en materiales de hasta 2,5 cm de espesor, siempre que su espesor nominal no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o su dimensión mínima si no es circular).

Ángulos entrantes y entallas: deben tener un acabado redondeado con un radio mínimo de 5 mm.

Superficies para apoyo de contacto: se deben especificar los requisitos de planeidad y grado de acabado; la planeidad antes del armado de una superficie simple contrastada con un borde recto, no superará los 0,5 mm, en caso contrario, para reducirla, podrán utilizarse cuñas y forros de acero inoxidable, no debiendo utilizarse más de tres en cualquier punto que podrán fijarse mediante soldaduras en ángulo o a tope de penetración parcial.

Empalmes: sólo se permitirán los establecidos en el proyecto o autorizados por la dirección facultativa, que se realizarán por el procedimiento establecido.

Soldeo:

Se debe proporcionar al personal encargado un plan de soldeo que figurará en los planos de taller, con todos los detalles de la unión, las dimensiones y tipo

de soldadura, la secuencia de soldeo, las especificaciones sobre el proceso y las medidas necesarias para evitar el desgarro laminar.

Se consideran aceptables los procesos de soldadura recogidos por UNE EN ISO 4063:2000.

Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE EN 287-1:2004; cada tipo de soldadura requiere la cualificación específica del soldador que la realiza.

Las superficies y los bordes deben ser apropiados para el proceso de soldeo que se utilice; los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados o soldaduras de punteo, y ser accesibles para el soldador; los dispositivos provisionales para el montaje deben ser fáciles de retirar sin dañar la pieza; se debe considerar la utilización de precalentamiento cuando el tipo de acero y/o la velocidad de enfriamiento puedan producir enfriamiento en la zona térmicamente afectada por el calor.

Para cualquier tipo de soldadura que no figure entre los considerados como habituales (por puntos, en ángulo, a tope, en tapón y ojal) se indicarán los requisitos de ejecución para alcanzar un nivel de calidad análogo a ellos; según el CTE DB SE A, apartado 10.7, durante la ejecución de los procedimientos habituales se cumplirán las especificaciones de dicho apartado especialmente en lo referente a limpieza y eliminación de defectos de cada pasada antes de la siguiente.

Uniones atornilladas:

Según el CTE DB SE A, apartados 10.4.1 a 10.4.3, las características de tornillos, tuercas y arandelas se ajustarán a las especificaciones dichos apartados. En tornillos sin pretensar el “apretado a tope” es el que consigue un hombre con una llave normal sin brazo de prolongación; en uniones pretensadas el apriete se realizará progresivamente desde los tornillos centrales hasta los bordes; según el CTE DB SE A, apartado 10.4.5, el control del pretensado se realizará por alguno de los siguientes procedimientos:

Método de control del par torsor.

Método del giro de tuerca.

Método del indicador directo de tensión.

Método combinado.

Según el CTE DB SE A, apartado 10.5, podrán emplearse tornillos avellanados, calibrados, hexagonales de inyección, o pernos de articulación, si se cumplen las especificaciones de dicho apartado.

Montaje en blanco. La estructura será provisional y cuidadosamente montada en blanco en el taller para asegurar la perfecta coincidencia de los elementos que han de unirse y su exacta configuración geométrica.

Recepción de elementos estructurales. Una vez comprobado que los distintos elementos estructurales metálicos fabricados en taller satisfacen todos los requisitos anteriores, se recepcionarán autorizándose su envío a la obra.

Transporte a obra. Se procurará reducir al mínimo las uniones a efectuar en obra, estudiando cuidadosamente los planos de taller para resolver los problemas de transporte y montaje que esto pueda ocasionar.

Montaje en obra:

Si todos los elementos recibidos en obra han sido recepcionados previamente en taller como es aconsejable, los únicos problemas que se pueden plantear durante el montaje son los debidos a errores cometidos en la obra que debe sustentar la estructura metálica, como replanteo y nivelación en cimentaciones, que han de verificar los límites establecidos para las “tolerancias en las partes adyacentes” mencionados en el punto siguiente; las consecuencias de estos errores son evitables si se tiene la precaución de realizar los planos de taller sobre cotas de replanteo tomadas directamente de la obra.

Por tanto esta fase de control se reduce a verificar que se cumple el programa de montaje para asegurar que todas las partes de la estructura, en cualquiera de las etapas de construcción, tienen arriostramiento para garantizar su estabilidad, y controlar todas las uniones realizadas en obra visual y geoméricamente; además, en las uniones atornilladas se comprobará el apriete con los mismos criterios indicados para la ejecución en taller, y en las soldaduras, si se especifica, se efectuarán los controles no destructivos indicados posteriormente en el “control de calidad de la fabricación”.

Tolerancias admisibles

Los valores máximos admisibles de las desviaciones geométricas, para situaciones normales, aplicables sin acuerdo especial y necesarias para:

La validez de las hipótesis de cálculo en estructuras con carga estática.

Según el CTE DB SE A, apartado 11, se definen las tolerancias aceptables para edificación en ausencia de otros requisitos y corresponden a:

Tolerancias de los elementos estructurales.

Tolerancias de la estructura montada.

Tolerancias de fabricación en taller.

Tolerancias en las partes adyacentes.

Condiciones de terminación

Previamente a la aplicación de los tratamientos de protección, se prepararán las superficies reparando todos los defectos detectados en ellas, tomando como referencia los principios generales de la norma UNE EN ISO 8504-1:2002, particularizados por UNE EN ISO 8504-2:2002 para limpieza con chorro abrasivo y por UNE EN ISO 8504-3:2002 para limpieza por herramientas motorizadas y manuales.

En superficies de rozamiento se debe extremar el cuidado en lo referente a ejecución y montaje en taller, y se protegerán con cubiertas impermeables tras la preparación hasta su armado.

Las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón sólo se limpiarán sin pintar, extendiendo este tratamiento al menos 30 cm de la zona correspondiente.

Para aplicar el recubrimiento se tendrá en cuenta:

Galvanización. Se realizará de acuerdo con UNE EN ISO 1460:1996 y UNE EN ISO 1461:1999, sellando las soldaduras antes de un decapado previo a la galvanización si se produce, y con agujeros de venteo o purga si hay espacios cerrados, donde indique la Parte I del presente Pliego; las superficies galvanizadas deben limpiarse y tratarse con pintura de imprimación anticorrosiva con diluyente ácido o chorreado barredor antes de ser pintadas.

Pintura. Se seguirán las instrucciones del fabricante en la preparación de superficies, aplicación del producto y protección posterior durante un tiempo; si se aplica más de una capa se usará en cada una sombra de color diferente.

Tratamiento de los elementos de fijación. Para el tratamiento de estos elementos se considerará su material y el de los elementos a unir, junto con el tratamiento que estos lleven previamente, el método de apretado y su clasificación contra la corrosión.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Se desarrollará según las dos etapas siguientes:

- Control de calidad de la fabricación:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.4.1, la documentación de fabricación será elaborada por el taller y deberá contener, al menos, una memoria de fabricación, los planos de taller y un plan de puntos de inspección. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, la compatibilidad entre los distintos procedimientos de fabricación, y

entre éstos y los materiales empleados. Se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene el adecuado sistema de trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento

Soldaduras: se inspeccionará visualmente toda la longitud de todas las soldaduras comprobando su presencia y situación, tamaño y posición, superficies y formas, y detectando defectos de superficie y salpicaduras; se indicará si deben realizarse o no ensayos no destructivos, especificando, en su caso, la localización de las soldaduras a inspeccionar y los métodos a emplear; según el CTE DB SE A apartado 10.8.4.2, podrán ser (partículas magnéticas según UNE EN 1290:1998, líquidos penetrantes según UNE 14612:1980, ultrasonidos según UNE EN 1714:1998, ensayos radiográficos según UNE EN 1435:1998); el alcance de esta inspección se realizará de acuerdo con el artículo 10.8.4.1, teniendo en cuenta, además, que la corrección en distorsiones no conformes obliga a inspeccionar las soldaduras situadas en esa zona; se deben especificar los criterios de aceptación de las soldaduras, debiendo cumplir las soldaduras reparadas los mismos requisitos que las originales; para ello se puede tomar como referencia UNE EN ISO 5817:2004, que define tres niveles de calidad, B, C y D.

Uniones mecánicas: todas las uniones mecánicas, pretensadas o sin pretensar tras el apriete inicial, y las superficies de rozamiento se comprobarán visualmente; la unión debe rehacerse si se exceden los criterios de aceptación establecidos para los espesores de chapa, otras disconformidades podrán corregirse, debiendo volverse a inspeccionar tras el arreglo; según el CTE DB SE A, apartado 10.8.5.1, en uniones con tornillos pretensados se realizarán las inspecciones adicionales indicadas en dicho apartado; si no es posible efectuar ensayos de los elementos de fijación tras completar la unión, se inspeccionarán los métodos de trabajo; se especificarán los requisitos para los ensayos de procedimiento sobre el pretensado de tornillos. Previamente a aplicar el tratamiento de protección en las uniones mecánicas, se realizará una inspección visual de la superficie para comprobar que se cumplen los requisitos del fabricante del recubrimiento; el espesor del recubrimiento se comprobará, al menos, en cuatro lugares del 10% de los componentes tratados, según uno de los métodos de UNE EN ISO 2808:2000, el espesor medio debe ser superior al requerido y no habrá más de una lectura por componente inferior al espesor normal y siempre superior al 80% del nominal; los componentes no conformes se tratarán y ensayarán de nuevo

- Control de calidad del montaje:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.5.1, la documentación de montaje será elaborada por el montador y debe contener, al menos, una memoria de montaje, los planos de montaje y un plan de puntos de inspección según las

especificaciones de dicho apartado. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, y que las tolerancias de posicionamiento de cada componente son coherentes con el sistema general de tolerancias. Durante el proceso de montaje se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene un sistema de trazado que permite identificar el origen de cada incumplimiento.

Ensayos y pruebas

Las actividades y ensayos de los aceros y productos incluidos en el control de materiales, pueden ser realizados por laboratorios oficiales o privados; los laboratorios privados, deberán estar acreditados para los correspondientes ensayos conforme a los criterios del Real Decreto 2200/1995, de 20 de diciembre, o estar incluidos en el registro general establecido por el Real Decreto 1230/1989, de 13 de octubre.

Previamente al inicio de las actividades de control de la obra, el laboratorio o la entidad de control de calidad deberán presentar a la dirección facultativa para su aprobación un plan de control o, en su caso, un plan de inspección de la obra que contemple, como mínimo, los siguientes aspectos:

Identificación de materiales y actividades objeto de control y relación de actuaciones a efectuar durante el mismo (tipo de ensayo, inspecciones, etc.).

Previsión de medios materiales y humanos destinados al control con indicación, en su caso, de actividades a subcontratar.

Programación inicial del control, en función del programa previsible para la ejecución de la obra.

Planificación del seguimiento del plan de autocontrol del constructor, en el caso de la entidad de control que efectúe el control externo de la ejecución.

Designación de la persona responsable por parte del organismo de control.

Sistemas de documentación del control a emplear durante la obra.

El plan de control deberá prever el establecimiento de los oportunos lotes, tanto a efectos del control de materiales como de los productos o de la ejecución, contemplando tanto el montaje en taller o en la propia obra.

Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio.

Como última fase de todos los controles especificados anteriormente, se realizará una inspección visual del conjunto de la estructura y de cada elemento a medida que van entrando en carga, verificando que no se producen deformaciones o grietas inesperadas en alguna parte de ella.

En el caso de que se aprecie algún problema, o si especifica en la Parte I del presente Pliego, se pueden realizar pruebas de carga para evaluar la seguridad de la estructura, toda o parte de ella; en estos ensayos, salvo que se cuestione la seguridad de la estructura, no deben sobrepasarse las acciones de servicio, se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 99.2 de la EHE):

Viabilidad y finalidad de la prueba.

Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida.

Procedimientos de medida.

Escalones de carga y descarga.

Medidas de seguridad.

Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.

Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión.

2.2 Fábrica estructural

Descripción

Muros resistentes y de arriostramiento realizados a partir de piezas relativamente pequeñas, tomadas con mortero de cemento y/o cal, arena, agua y a veces aditivos, pudiendo incorporar armaduras activas o pasivas en los morteros o refuerzos de hormigón armado. Los paramentos pueden quedar sin revestir, o revestidos.

Será de aplicación todo lo que le afecte de las subsecciones 5.1 Fachadas de fábricas y 5.5 Particiones según su función secundaria.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Fábrica de ladrillo cerámico.

Metro cuadrado de fábrica de ladrillo de arcilla cocida, sentada con mortero de cemento y/o cal, aparejada, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de los ladrillos y limpieza, medida deduciendo huecos superiores a 1 m².

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Los muros de fábrica pueden ser de una hoja, capuchinos, careados, doblados, de tendel hueco, de revestimiento y de armado de fábrica.

Las designaciones de las piezas se referencian por sus medidas modulares (medida nominal más el ancho habitual de la junta).

Las piezas para la realización de fábricas pueden ser macizas, perforadas, aligeradas y huecas, según lo indique el proyecto.

La disposición de huecos será tal que evite riesgos de aparición de fisuras en tabiquillos y paredes de la pieza durante la fabricación, manejo o colocación.

La resistencia normalizada a compresión de las piezas será superior a 5 N/mm², (CTE DB SE F, apartado 4.1)

Las piezas se suministrarán a obra con una declaración del suministrador sobre su resistencia y la categoría de fabricación.

Las piezas de categoría I tendrán una resistencia declarada, con probabilidad de no ser alcanzada inferior al 5%. El fabricante aportará la documentación que acredita que el valor declarado de la resistencia a compresión se ha obtenido a partir de piezas muestreadas según UNE EN 771 y ensayadas según UNE EN 772-1:2002, y la existencia de un plan de control de producción en fábrica que garantiza el nivel de confianza citado.

Las piezas de categoría II tendrán una resistencia a compresión declarada igual al valor medio obtenido en ensayos con la norma antedicha, si bien el nivel de confianza puede resultar inferior al 95%.

Cuando en proyecto se haya especificado directamente el valor de la

resistencia normalizada con esfuerzo paralelo a la tabla, en el sentido longitudinal o en el transversal, se exigirá al fabricante, a través en su caso, del suministrador, el valor declarado obtenido mediante ensayos, procediéndose según los puntos anteriores.

Si no existe valor declarado por el fabricante para el valor de resistencia a compresión en la dirección de esfuerzo aplicado, se tomarán muestras en obra según UNE EN771 y se ensayarán según EN 772-1:2002, aplicando el esfuerzo en la dirección correspondiente. Según el CTE DB SE F, tabla 8.1, el valor medio obtenido se multiplicará por el valor de dicha tabla no superior a 1,00 y se comprobará que el resultado obtenido es mayor o igual que el valor de la resistencia normalizada especificada en el proyecto.

Si la resistencia a compresión de un tipo de piezas con forma especial tiene influencia predominante en la resistencia de la fábrica, su resistencia se podrá determinar con la última norma citada.

Según el CTE DB SE F, tablas 3.1 y 3.2, para garantizar la durabilidad se tendrán en cuenta las condiciones especificadas según las clases de exposición consideradas. Según el CTE DB SE F, tabla 3.3, se establecen las restricciones de uso de los componentes de las fábricas.

Si ha de aplicarse la norma sismorresistente (NCSE-02), el espesor mínimo para muros exteriores de una sola hoja será de 14 cm y de 12 cm para los interiores. Además, para una aceleración de cálculo $a_c \geq 0,12$ g, el espesor mínimo de los muros exteriores de una hoja será de 24 cm, si son de ladrillo de arcilla cocida, y de 18 cm si están contruidos de bloques. Si se trata de muros interiores el espesor mínimo será de 14 cm. Para el caso de muros exteriores de dos hojas (capuchinos) y si $a_c \geq 0,12$ g, ambas hojas estarán contruidas con el mismo material, con un espesor mínimo de cada hoja de 14 cm y el intervalo entre armaduras de atado o anclajes será inferior a 35 cm, en todas las direcciones. Si únicamente es portante una de las dos hojas, su espesor cumplirá las condiciones señaladas anteriormente para los muros exteriores de una sola hoja. Para los valores de $a_c \geq 0,08$ g, todos los elementos portantes de un mismo edificio se realizarán con la misma solución constructiva.

- Morteros y hormigones (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1).

Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.

Los morteros ordinarios pueden especificarse por:

Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm²

Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1:5 cemento, cal y arena). La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de f_m supuesto.

El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M5. Según el CTE DB SE F, apartado 4.2, en cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

En la recepción de las mezclas preparadas se comprobará que la dosificación y resistencia que figuran en el envase corresponden a las solicitadas.

Los morteros preparados y los secos se emplearán siguiendo las instrucciones del fabricante, que incluirán el tipo de amasadora, el tiempo de amasado y la cantidad de agua.

El mortero preparado, se empleará antes de que transcurra el plazo de uso definido por el fabricante. Si se ha evaporado agua, podrá añadirse ésta sólo durante el plazo de uso definido por el fabricante.

- Arenas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1.16).

Se realizará una inspección ocular de características y, si se juzga preciso, se realizará una toma de muestras para la comprobación de características en laboratorio.

Se puede aceptar arena que no cumpla alguna condición, si se procede a su corrección en obra por lavado, cribado o mezcla, y después de la corrección cumple todas las condiciones exigidas.

- Armaduras (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.4).

Además de los aceros establecidos en EHE, se consideran aceptables los aceros inoxidables según UNE ENV 10080:1996, UNE EN 10088 y UNE EN 845-3:2006, y para pretensar los de EN 10138.

El galvanizado, o cualquier tipo de protección equivalente, debe ser compatible con las características del acero a proteger, no afectándolas desfavorablemente.

Para las clases IIa y IIb, deben utilizarse armaduras de acero al carbono protegidas mediante galvanizado fuerte o protección equivalente, a menos que la fábrica este terminada mediante un enfoscado de sus caras expuestas, el mortero de la fábrica sea no inferior a M5 y el recubrimiento lateral mínimo de la

armadura no sea inferior a 30 mm, en cuyo caso podrán utilizarse armaduras de acero al carbono sin protección. Para las clases III, IV, H, F y Q, en todas las subclases las armaduras de tendel serán de acero inoxidable austenítico o equivalente.

- Barreras antihumedad.

Las barreras antihumedad serán eficaces respecto al paso del agua y a su ascenso capilar. Tendrán una durabilidad que indique el proyecto. Estarán formadas por materiales que no sean fácilmente perforables al utilizarlas, y serán capaces de resistir las tensiones, indicadas en proyecto, sin extrusionarse.

Las barreras antihumedad tendrán suficiente resistencia superficial de rozamiento como para evitar el movimiento de la fábrica que descansa sobre ellas.

- Llaves (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 2.2.1).

En los muros capuchinos, sometidos a acciones laterales, se dispondrán llaves que sean capaces de trasladar la acción horizontal de una hoja a otra y capaces de transmitirla a los extremos.

Según el CTE DB SE F, tabla 3.3, deben respetarse las restricciones que se establecen dicha tabla sobre restricciones de uso de los componentes de las fábricas, según la clase de exposición definida en proyecto.

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento)

El almacenamiento y depósito de los elementos constitutivos de la fábrica se hará de forma sistemática y ordenada para facilitar su montaje.

- Piezas.

Las piezas se suministrarán a la obra sin que hayan sufrido daños en su transporte y manipulación que deterioren el aspecto de las fábricas o comprometan su durabilidad, y con la edad adecuada cuando ésta sea decisiva para que satisfagan las condiciones del pedido. Se suministrarán preferentemente paletizados y empaquetados. Los paquetes no serán totalmente herméticos para permitir el intercambio de humedad con el ambiente.

El acopio en obra se efectuará evitando el contacto con sustancias o ambientes que perjudiquen física o químicamente a la materia de las piezas. Las piezas se apilarán en superficies planas, limpias, no en contacto con el terreno.

- Arenas.

Cada remesa de arena que llegue a obra se descargará en una zona de suelo seco, convenientemente preparada para este fin, en la que pueda conservarse limpia. Las arenas de distinto tipo se almacenarán por separado.

- Cementos y cales.

Durante el transporte y almacenaje se protegerán los aglomerantes frente al agua, la humedad y el aire. Los distintos tipos de aglomerantes se almacenarán por separado.

- Morteros secos preparados y hormigones preparados.

La recepción y el almacenaje se ajustará a lo señalado para el tipo de material.

- Armaduras.

Las barras y las armaduras de tendel se almacenarán, se doblarán y se colocarán en la fábrica sin que sufran daños y con el cuidado suficiente para no provocar sollicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura. Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos que vayan a utilizarse en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura. Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el efecto no puede ser corregido, o se presume que después de corregido puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión se rechazará, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas: soporte

Se tomarán medidas protectoras para las fábricas que puedan ser dañadas por efecto de la humedad en contacto con el terreno, si no están definidas en el proyecto. Según el CTE DB HS 1, apartado 2.3.3.2, por ejemplo, si el muro es de fachada, en la base debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto. Según el CTE DB HS 1, apartado 2.1.3.1, la superficie en que se haya de disponer la imprimación deberá estar lisa y limpia; sobre la barrera debe disponerse una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo

Cuando sea previsible que el terreno contenga sustancias químicas agresivas para la fábrica, ésta se construirá con materiales resistentes a dichas sustancias o bien se protegerá de modo que quede aislada de las sustancias químicas agresivas.

La base de la zapata corrida de un muro será horizontal. Estará situada en un solo plano cuando sea posible económicamente; en caso contrario, se distribuirá en banqueros con uniformidad. En caso de cimentar con zapatas aisladas, las cabezas de éstas se enlazarán con una viga de hormigón armado. En caso de cimentación por pilotes, se enlazarán con una viga empotrada en ellos.

Los perfiles metálicos de los dinteles que conforman los huecos se protegerán con pintura antioxidante, antes de su colocación

En las obras importantes con retrasos o paradas muy prolongadas, la dirección facultativa debe tener en cuenta las acciones sísmicas que se puedan presentar y que, en caso de destrucción o daño por sismo, pudieran dar lugar a consecuencias graves. El director de obra comprobará que las prescripciones y los detalles estructurales mostrados en los planos satisfacen los niveles de ductilidad especificados y que se respetan durante la ejecución de la obra. En cualquier caso, una estructura de muros se considerará una solución “no dúctil”, incluso aunque se dispongan los refuerzos que se prescriben en la norma sismorresistente (NCSE-02).

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Se evitará el contacto entre metales de diferente potencial electrovalente para impedir el inicio de posibles procesos de corrosión electroquímica; también se evitará su contacto con materiales de albañilería que tengan comportamiento higroscópico, especialmente el yeso, que le pueda originar corrosión química.

Proceso de ejecución

Ejecución

Según el CTE DB SE F, apartado 8.2.1, el proyecto especifica la clase de categoría de ejecución: A, B y C. En los elementos de fábrica armada se especificará sólo clases A o B. En los elementos de fábrica pretensada se especificará clase A.

Categoría A: las piezas disponen de certificación de sus especificaciones en cuanto a tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, resistencia normalizada, succión, y retracción o expansión por humedad. El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 7 y 28 días. La fábrica dispone de un certificado de ensayos previos a compresión según la norma UNE EN 1052-1:1999, a tracción y a corte según la norma UNE EN 1052-4:2001. Se realiza una visita diaria de la obra. Control y supervisión

continuados por el constructor.

Categoría B: las piezas disponen de certificación de sus especificaciones en cuanto a tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, y resistencia normalizada. El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 28 días. Se realiza una visita diaria de la obra. Control y supervisión continuados por el constructor.

Categoría C: cuando no se cumpla alguno de los requisitos de la categoría B.

- Replanteo.

Será necesaria la verificación del replanteo por la dirección facultativa. Se replanteará en primer lugar la fábrica a realizar. Posteriormente para el alzado de la fábrica se colocarán en cada esquina de la planta una mira recta y aplomada, con las referencias precisas a las alturas de las hiladas, y se procederá al tendido de los cordeles entre las miras, apoyadas sobre sus marcas, que se elevarán con la altura de una o varias hiladas para asegurar la horizontalidad de éstas.

Se dispondrán juntas de movimiento para permitir dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, las deformaciones por flexión y los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños; según el CTE DB SE F, apartado 2.2, tabla 2.1, para las fábricas sustentadas, se respetarán las distancias indicadas en dicha tabla. Siempre que sea posible la junta se proyectará con solape.

- Humectación

Las piezas, fundamentalmente las de arcilla cocida se humedecerán, durante unos minutos, por aspersion o inmersión antes de su colocación para que no absorban ni cedan agua al mortero.

- Colocación.

Las piezas se colocarán siempre a restregón, sobre una tortada de mortero, hasta que el mortero rebose por la llaga y el tendel. No se moverá ninguna pieza después de efectuada la operación de restregón. Si fuera necesario corregir la posición de una pieza, se quitará, retirando también el mortero.

- Rellenos de juntas.

Si el proyecto especifica llaga llena el mortero debe macizar el grueso total de la pieza en al menos el 40% de su tizón; se considera hueca en caso contrario. El mortero deberá llenar las juntas, tendel (salvo caso de tendel hueco) y llagas totalmente. Si después de restregar el ladrillo no quedara alguna junta totalmente llena, se añadirá el mortero. El espesor de los tendeles y de las

llagas de mortero ordinario o ligero no será menor que 8 mm ni mayor que 15 mm, y el de tendeles y llagas de mortero de junta delgada no será menor que 1 mm ni mayor que 3 mm.

Cuando se especifique la utilización de juntas delgadas, las piezas se asentarán cuidadosamente para que las juntas mantengan el espesor establecido de manera uniforme.

El llagueado en su caso, se realizará mientras el mortero esté fresco.

Sin autorización expresa, en muros de espesor menor que 20 cm, las juntas no se rehundirán en una profundidad mayor que 5 mm.

De procederse al rejuntado, el mortero tendrá las mismas propiedades que el de asentar las piezas. Antes del rejuntado, se cepillará el material suelto, y si es necesario, se humedecerá la fábrica. Cuando se rasque la junta se tendrá cuidado en dejar la distancia suficiente entre cualquier hueco interior y la cara del mortero.

- Enjarjes.

Las fábricas deben levantarse por hiladas horizontales en toda la extensión de la obra, siempre que sea posible y no de lugar a situaciones intermedias inestables. Cuando dos partes de una fábrica hayan de levantarse en épocas distintas, la que se ejecute primero se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dejará formando alternativamente entrantes, adarajas y salientes, endejas. En las hiladas consecutivas de un muro, las piezas se solaparán para que el muro se comporte como un elemento estructural único. El solape será al menos igual a 0,4 veces el grueso de la pieza y no menor que 4 cm. En las esquinas o encuentros, el solapo de las piezas no será menor que su tizón; en el resto del muro, pueden emplearse piezas cortadas para conseguir el solape preciso.

- Dinteles.

Las aberturas llevarán un dintel resistente, prefabricado o realizado in situ de acuerdo con la luz a salvar. En los extremos de los dinteles se dispondrá una armadura de continuidad sobre los apoyos, de una sección no inferior al 50% de la armadura en el centro del vano y se anclará según el CTE DB SE F, apartado 7.5. La armadura del centro del vano se prolongará hasta los apoyos, al menos el 25% de su sección, y se anclará según el apartado citado.

- Enlaces.

Enlaces entre muros y forjados:

Cuando se considere que los muros están arriostrados por los forjados, se enlazarán a éstos de forma que se puedan transmitir las acciones laterales. Las

acciones laterales se transmitirán a los elementos arriostrantes o a través de la propia estructura de los forjados (monolíticos) o mediante vigas perimetrales. Las acciones laterales se pueden transmitir mediante conectores o por rozamiento.

Cuando un forjado carga sobre un muro, la longitud de apoyo será la estructuralmente necesaria pero nunca menor de 6,5 cm (teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación y de montaje).

Las llaves de muros capuchinos se dispondrán de modo que queden suficientemente recibidas en ambas hojas (se considerará satisfecha esta prescripción si se cumple la norma UNE EN 845-1:2005), y su forma y disposición será tal que el agua no pueda pasar por las llaves de una hoja a otra.

La separación de los elementos de conexión entre muros y forjados no será mayor que 2 m, y en edificios de más de cuatro plantas de altura no será mayor que 1,25 m. Si el enlace es por rozamiento, no son necesarios amarres si el apoyo de los forjados de hormigón se prolonga hasta el centro del muro o un mínimo de 6,5 cm, siempre que no sea un apoyo deslizante.

Si es de aplicación la norma sismorresistente (NCSE-02), los forjados de viguetas sueltas, de madera o metálicas, deberán atarse en todo su perímetro a encadenados horizontales situados en su mismo nivel, para solidarizar la entrega y conexión de las viguetas con el muro. El atado de las viguetas que discurren paralelas a la pared se extenderá al menos a las tres viguetas más próximas.

Enlace entre muros:

Es recomendable que los muros que se vinculan se levanten de forma simultánea y debidamente trabados entre sí. En el caso de muros capuchinos, el número de llaves que vinculan las dos hojas de un muro capuchino no será menor que 2 por m². Si se emplean armaduras de tendel cada elemento de enlace se considerará como una llave. Se colocarán llaves en cada borde libre y en las jambas de los huecos. Al elegir las llaves se considerará cualquier posible movimiento diferencial entre las hojas del muro, o entre una hoja y un marco.

En el caso de muros doblados, las dos hojas de un muro doblado se enlazarán eficazmente mediante conectores capaces de transmitir las acciones laterales entre las dos hojas, con un área mínima de 300 mm²/m² de muro, con conectores de acero dispuestos uniformemente en número no menor que 2 conectores/m² de muro.

Algunas formas de armaduras de tendel pueden también actuar como llaves entre las dos hojas de un muro doblado. En la elección del conector se tendrán en cuenta posibles movimientos diferenciales entre las hojas.

- Armaduras.

Las barras y las armaduras de tendel se doblarán y se colocarán en la fábrica sin que sufran daños perjudiciales que puedan afectar al acero, al hormigón, al mortero o a la adherencia entre ellos.

Se evitarán los daños mecánicos, rotura en las soldaduras de las armaduras de tendel, y depósitos superficiales que afecten a la adherencia.

Se emplearán separadores y estribos para mantener las armaduras en su posición y si es necesario, se atará la armadura con alambre.

Para garantizar la durabilidad de las armaduras:

Recubrimientos de la armadura de tendel:

el espesor mínimo del recubrimiento de mortero respecto al borde exterior, no será menor que 1,5 cm

el recubrimiento de mortero, por encima y por debajo de la armadura de tendel, no sea menor que 2 mm, incluso para los morteros de junta delgada

la armadura se dispondrá de modo que se garantice la constancia del recubrimiento.

Los extremos cortados de toda barra que constituya una armadura, excepto las de acero inoxidable, tendrán el recubrimiento que le corresponda en cada caso o la protección equivalente.

En el caso de cámaras rellenas o aparejos distintos de los habituales, el recubrimiento será no menor que 2 cm ni de su diámetro.

- Morteros y hormigones de relleno.

Se admite la mezcla manual únicamente en proyectos con categoría de ejecución C. El mortero no se ensuciará durante su manipulación posterior.

El mortero y el hormigón de relleno se emplearán antes de iniciarse el fraguado. El mortero u hormigón que haya iniciado el fraguado se desechará y no se reutilizará.

Al mortero no se le añadirán aglomerantes, áridos, aditivos ni agua después de su amasado.

Antes de rellenar de hormigón la cámara de un muro armado, se limpiará de restos de mortero y escombros. El relleno se realizará por tongadas, asegurando que se macizan todos los huecos y no se segrega el hormigón. La secuencia de las operaciones conseguirá que la fábrica tenga la resistencia precisa para soportar la presión del hormigón fresco.

En muros con pilastras armadas, la armadura principal se fijará con antelación suficiente para ejecutar la fábrica sin entorpecimiento. Los huecos de fábrica en que se incluye la armadura se irán rellenando con mortero u hormigón al levantarse la fábrica.

Tolerancias admisibles

Según el CTE DB SE F, apartado 8.2, tabla 8.2, cuando en el proyecto no se definan tolerancias de ejecución de muros verticales, se emplearán los valores sobre tolerancias para elementos de fábrica de dicha tabla:

Desplome en la altura del piso de 2 cm y en la altura total del edificio de 5 cm.

Axialidad de 2 cm

Planeidad en 1 m de 5 mm y en 10 m de 2 cm.

Espesor de la hoja del muro más menos 2,5 cm y del muro capuchino completo más 1 cm.

Condiciones de terminación

Las fábricas quedarán planas y aplomadas, y tendrán una composición uniforme en toda su altura.

En muros de carga, para la ejecución de rozas y rebajes, se debe contar con las órdenes de la dirección facultativa, bien expresas o bien por referencia a detalles del proyecto. Las rozas no afectarán a elementos, como dinteles, anclajes entre piezas o armaduras. En muros de ejecución reciente, debe esperarse a que el mortero de unión entre piezas haya endurecido debidamente y a que se haya producido la correspondiente adherencia entre mortero y pieza.

En fábrica con piezas macizas o perforadas, las rozas que respetan las limitaciones según el CTE DB SE F, tabla 4.8, no reducen el grueso de cálculo, a efectos de la evaluación de su capacidad. Si es de aplicación la norma sismorresistente (NCSR-02), en los muros de carga y de arriostamiento sólo se admitirán rozas verticales separadas entre sí por lo menos 2 m y cuya profundidad no excederá de la quinta parte de su espesor. En cualquier caso, el grueso reducido no será inferior a los valores especificados en el apartado de prescripciones sobre los productos (piezas).

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución

- Replanteo:

Comprobación de ejes de muros y ángulos principales.

Verticalidad de las miras en las esquinas. Marcado de hiladas (cara vista).

Espesor y longitud de tramos principales. Dimensión de huecos de paso.

Juntas estructurales.

- Ejecución de todo tipo de fábricas:

Comprobación periódica de consistencia en cono de Abrams.

Mojado previo de las piezas unos minutos.

Aparejo y traba en enlaces de muros. Esquinas. Huecos.

Relleno de juntas de acuerdo especificaciones de proyecto.

Juntas estructurales (independencia total de partes del edificio).

Barrera antihumedad según especificaciones del proyecto.

Armadura libre de sustancias

Ejecución de fábricas de bloques de hormigón o de arcilla cocida aligerada:

Las anteriores

Aplomado de paños.

Alturas parciales. Niveles de planta. Zunchos.

Tolerancias en la ejecución según el CTE DB SE F, tabla 8.2:

Desplomes.

Axialidad

Planeidad.

Espesores de la hoja o de las hojas del muro.

- Protección de la fábrica:

Protección en tiempo caluroso de fábricas recién ejecutadas.

Protección en tiempo frío (heladas) de fábricas recientes.

Protección de la fábrica durante la ejecución, frente a la lluvia.

Arriostramiento durante la construcción mientras el elemento de fábrica no haya sido estabilizado (al terminar cada jornada de trabajo).

Control de la profundidad de las rozas y su verticalidad.

- Ejecución de cargaderos y refuerzos:

Entrega de cargaderos. Dimensiones.

Encadenados verticales y horizontales según especificaciones de cálculo (sísmico). Armado.

Macizado y armado en fábricas de bloques.

Ensayos y pruebas

Cuando se establezca la determinación mediante ensayos de la resistencia de la fábrica, podrá determinarse directamente a través de la UNE EN 1502-1: 1999. Así mismo, para la determinación mediante ensayos de la resistencia del mortero, se usará la UNE EN 1015-11: 2000.

Conservación y mantenimiento

La coronación de los muros se cubrirá, con láminas de material plástico o similar, para impedir el lavado del mortero de las juntas por efecto de la lluvia y evitar eflorescencias, desconchados por caliches y daños en los materiales higroscópicos.

Se tomarán precauciones para mantener la humedad de la fábrica hasta el final del fraguado, especialmente en condiciones desfavorables, tales como baja humedad relativa, altas temperaturas o fuertes corrientes de aire.

Se tomarán precauciones para evitar daños a la fábrica recién construida por efecto de las heladas. Si ha helado antes de iniciar el trabajo, se revisará escrupulosamente lo ejecutado en las 48 horas anteriores, demoliéndose las zonas dañadas. Si la helada se produce una vez iniciado el trabajo, se suspenderá protegiendo lo recientemente construido

Si fuese necesario, aquellos muros que queden temporalmente sin arriostrar y sin carga estabilizante, se acodalarán provisionalmente, para mantener su estabilidad.

Se limitará la altura de la fábrica que se ejecute en un día para evitar inestabilidades e incidentes mientras el mortero está fresco.

Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

En principio, las estructuras proyectadas, ejecutadas y controladas conforme a la normativa vigente, no será necesario someterlas a prueba alguna. No obstante, cuando se tenga dudas razonables sobre el comportamiento de la estructura del edificio ya terminado, para conceder el permiso de puesta en

servicio o aceptación de la misma, se pueden realizar ensayos mediante pruebas de carga para evaluar la seguridad de la estructura, toda o parte de ella, en elementos sometidos a flexión. En estos ensayos, salvo que se cuestione la seguridad de la estructura, no deben sobrepasarse las acciones de servicio, se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 99.2 de la EHE):

Viabilidad y finalidad de la prueba.

Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida.

Procedimientos de medida.

Escalones de carga y descarga.

Medidas de seguridad.

Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.

3 Cubiertas

3.1 Cubiertas inclinadas

Descripción

Cubierta inclinada ventilada, con forjado inclinado.

Aireación de alero a cumbrera resuelta con la disposición de chapas onduladas en sus distintos formatos (que a su vez prestan condiciones de soporte y bajo teja) sobre rastreles fijados al soporte entre los que se ubica el material aislante.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Metro cuadrado de cubierta, totalmente terminada, medida sobre los planos inclinados y no referida a su proyección horizontal, incluyendo los solapos, parte proporcional de mermas y roturas, con todos los accesorios necesarios; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen canalones ni sumideros.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades

de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la correspondiente al mercado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Las cubiertas inclinadas podrán disponer de los elementos siguientes:

- Sistema de formación de pendientes:
 - Mediante placas onduladas o nervadas de fibrocemento (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.3.1), fijadas mecánicamente a las correas, solapadas lateralmente una onda y frontalmente en una dimensión de 30 mm como mínimo.
 - Aislante térmico (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 3):

Generalmente se utilizarán mantas de lana mineral, paneles rígidos o paneles semirrígidos.

Según el CTE DB HE 1, el material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficientes para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10 °C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m²K/W.

En cubierta de teja sobre forjado inclinado, no ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW), etc.

En cubierta de teja sobre forjado inclinado, ventilada se pueden usar paneles de: perlita expandida (EPB), poliestireno expandido (EPS), poliestireno extruido (XPS), poliuretano (PUR), mantas aglomeradas de lana mineral (MW); dispuestos entre los rastreles de madera y anclados al soporte mediante adhesivo laminar en toda su superficie.

En cubierta sobre forjado horizontal, se pueden usar: lana mineral (MW), poliestireno extruido (XPS), poliestireno expandido (EPS), poliuretano (PUR), perlita expandida (EPB), poliisocianurato (PIR).

- Capa de impermeabilización (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4):

Los materiales que se pueden utilizar son los siguientes, o aquellos que

tengan similares características:

- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados, las láminas podrán ser de oxiasfalto o de betún modificado.

- Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado.

- Impermeabilización con etileno propileno dieno monómero.

- Impermeabilización con poliolefinas.

- Impermeabilización con un sistema de placas.

- Sistema de evacuación de aguas:

Puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos. El dimensionado se realizará según el cálculo descrito en el CTE DB HS 5.

Puede ser recomendable su utilización en función del emplazamiento del faldón.

El sistema podrá ser visto u oculto.

- Materiales auxiliares: morteros, rastreles de madera o metálicos, fijaciones, etc.

- Accesorios prefabricados (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 5.3): pasarelas, pasos y escaleras, para acceso al tejado, ganchos de seguridad, etc.

Durante el almacenamiento y transporte de los distintos componentes, se evitará su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos, de esfuerzos violentos o golpes, para lo cual se interpondrán lonas o sacos.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas: soporte

La superficie del forjado debe ser uniforme, plana, estar limpia y carecer de cuerpos extraños para la correcta recepción de la impermeabilización.

El forjado garantizará la estabilidad, con flecha mínima. Su constitución permitirá el anclaje mecánico de los rastreles.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

No se utilizará el acero galvanizado en aquellas cubiertas en las que puedan existir contactos con productos ácidos y alcalinos; o con metales, excepto con el aluminio, que puedan formar pares galvánicos. Se evitará, por lo tanto, el contacto con el acero no protegido a corrosión, yeso fresco, cemento fresco, maderas de roble o castaño, aguas procedentes de contacto con cobre.

Podrá utilizarse en contacto con aluminio: plomo, estaño, cobre estañado, acero inoxidable, cemento fresco (sólo para el recibido de los remates de paramento); si el cobre se encuentra situado por debajo del acero galvanizado, podrá aislarse mediante una banda de plomo.

Se evitará la recepción de tejas con morteros ricos en cemento.

Proceso de ejecución

Ejecución

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h. En este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Cuando se interrumpan los trabajos deberán protegerse adecuadamente los materiales.

- Sistema de formación de pendientes:

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4.1, cuando la formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización, su superficie deberá ser uniforme y limpia. Además, según el apartado 2.4.3.1, el material que lo constituye deberá ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él. El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

El sistema de formación de pendientes garantizará la estabilidad con flecha mínima. La superficie para apoyo de rastreles y paneles aislantes será plana y sin irregularidades que puedan dificultar la fijación de los mismos. Su constitución permitirá el anclaje mecánico de los rastreles.

- Aislante térmico:

Deberá colocarse de forma continua y estable.

- Capa de impermeabilización:

Deben utilizarse sistemas fijados mecánicamente.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.2.2, las láminas deberán aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los

márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación. Según el apartado 2.4.3.3, cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma. La impermeabilización deberá colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Los solapos, según el apartado 5.1.4.4, deben quedar a favor de la corriente de agua y no deben quedar alineados con los de las hileras contiguas.

Las láminas de impermeabilización se colocarán a cubrejuntas (con solapes superiores a 8 cm y paralelos o perpendiculares a la línea de máxima pendiente). Se evitarán bolsas de aire en las láminas adheridas. Las láminas impermeabilizantes no plantearán dificultades en su fijación al sistema de formación de pendientes.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.3.3, según el material del que se trate tendremos distintas prescripciones:

- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados: cuando la pendiente de la cubierta esté comprendida entre el 5 y el 15%, deberán utilizarse sistemas adheridos. Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deberán utilizarse sistemas no adheridos.

- Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado y con etileno propileno dieno monómero: cuando la cubierta no tenga protección, deberán utilizarse sistemas adheridos o fijados mecánicamente.

- Impermeabilización con poliolefinas: deberán utilizarse láminas de alta flexibilidad.

- Impermeabilización con un sistema de placas: cuando se utilice un sistema de placas como impermeabilización, el solapo de éstas deberá establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica. Deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, del tipo de piezas y del solapo de las mismas, así como de la zona geográfica del emplazamiento del edificio.

- Cámara de aire:

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.3, durante la construcción de la cubierta deberá evitarse que caigan cascotes, rebabas de mortero y suciedad en la cámara de aire. Cuando se disponga una cámara de aire, ésta debe situarse en el lado exterior del aislante térmico y ventilarse mediante un conjunto de aberturas.

La altura mínima de la cámara de aireación será de 3 cm y quedará comunicada con el exterior, preferentemente por alero y cumbre.

- Tejado:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.3, deberá recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar la estabilidad y capacidad de adaptación del tejado a movimientos diferenciales, dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio. El solapo de las piezas deberá establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.

Cuando la fijación sea sobre chapas onduladas mediante rastreles metálicos, éstos serán perfiles omega de chapa de acero galvanizado de 0'60 mm de espesor mínimo, dispuestos en paralelo al alero y fijados en las crestas de las ondas con remaches tipo flor. Las fijaciones de las tejas a los rastreles metálicos se harán con tornillos rosca chapa y se realizarán del mismo modo que en el caso de rastreles de madera. Todo ello se realizará según especificaciones del fabricante del sistema.

- Sistema de evacuación de aguas:

- Canalones:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.2.9, para la formación del canalón deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ.

Los canalones deben disponerse con una pendiente hacia el desagüe del 1 % como mínimo.

Las piezas del tejado que vierten sobre el canalón deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre el mismo.

Cuando el canalón sea visto, debe disponerse el borde más cercano a la fachada de tal forma que quede por encima del borde exterior del mismo.

Los canalones, en función de su emplazamiento en el faldón, pueden ser: vistos, para la recogida de las aguas del faldón en el borde del alero; ocultos, para la recogida de las aguas del faldón en el interior de éste. En ambos casos los canalones se dispondrán con ligera pendiente hacia el exterior, favoreciendo el derrame hacia afuera, de manera que un eventual embalsamiento no revierta al interior. Para la construcción de canalones de zinc, se soldarán las piezas en todo su perímetro, las abrazaderas a las que se sujetará la chapa, se ajustarán a la forma de la misma y serán de pletina de acero galvanizado. Se colocarán a una distancia máxima de 50 cm y remetido al menos 1,5 cm de la línea de tejas

del alero. Cuando se utilicen sistemas prefabricados, con acreditación de calidad o documento de idoneidad técnica, se seguirán las instrucciones del fabricante.

Cuando el canalón esté situado en una zona intermedia del faldón debe disponerse de tal forma que el ala del canalón se extienda por debajo de las piezas del tejado 10 cm como mínimo y la separación entre las piezas del tejado a ambos lados del canalón sea de 20 cm como mínimo.

Cada bajante servirá a un máximo de 20 m de canalón.

- Puntos singulares, según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4:
 - Encuentro de la cubierta con un paramento vertical: deberán disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. Los elementos de protección deben cubrir como mínimo una banda del paramento vertical de 25 cm de altura por encima del tejado y su remate debe realizarse de forma similar a la descrita en las cubiertas planas. Cuando el encuentro se produzca en la parte inferior del faldón, debe disponerse un canalón. Cuando el encuentro se produzca en la parte superior o lateral del faldón, los elementos de protección deben colocarse por encima de las piezas del tejado y prolongarse 10 cm como mínimo desde el encuentro.
 - Borde lateral: en el borde lateral deben disponerse piezas especiales que vuelen lateralmente más de 5 cm o baberos protectores realizados in situ. En el último caso el borde puede rematarse con piezas especiales o con piezas normales que vuelen 5 cm.
 - Limahoyas: deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ. Las piezas del tejado deben sobresalir 5 cm como mínimo sobre la limahoya. La separación entre las piezas del tejado de los dos faldones debe ser 20 cm como mínimo.
 - Cumbres y limatesas: deben disponerse piezas especiales, que deben solapar 5 cm como mínimo sobre las piezas del tejado de ambos faldones. Las piezas del tejado de la última hilada horizontal superior y las de la cumbrera y la limatesa deben fijarse. Cuando no sea posible el solape entre las piezas de una cumbrera en un cambio de dirección o en un encuentro de cumbreras este encuentro debe impermeabilizarse con piezas especiales o baberos protectores.
 - Encuentro de la cubierta con elementos pasantes: los elementos pasantes no deben disponerse en las limahoyas. La parte superior del encuentro del faldón con el elemento pasante debe resolverse de tal manera que se desvíe el agua hacia los lados del mismo. En el perímetro del encuentro deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento pasante por encima del tejado de 20 cm de altura como mínimo.

-Anclaje de elementos: los anclajes no deben disponerse en las limahoyas. Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben cubrir una banda del elemento anclado de una altura de 20 cm como mínimo por encima del tejado.

- Juntas de dilatación: en el caso de faldón continuo de más de 25 m, o cuando entre las juntas del edificio la distancia sea mayor de 15 m, se estudiará la oportunidad de formar juntas de cubierta, en función del subtipo de tejado y de las condiciones climáticas del lugar.

Tolerancias admisibles

Los materiales o unidades de obra que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

Motivos para la no aceptación:

- Chapa conformada:

Sentido de colocación de las chapas contrario al especificado.

Falta de ajuste en la sujeción de las chapas.

Rastreles no paralelos a la línea de cumbrera con errores superiores a 1 cm/m, o más de 3 cm para toda la longitud.

Vuelo del alero distinto al especificado con errores de 5 cm o no mayor de 35 cm.

Solapes longitudinales de las chapas inferiores a lo especificado con errores superiores a 2 mm.

- Pizarra:

Clavado de las piezas deficiente.

Paralelismo entre las hiladas y la línea del alero con errores superiores a ± 10 mm/m comprobada con regla de 1 m y/o ± 50 mm/total.

Planeidad de la capa de yeso con errores superiores a ± 3 mm medida con regla de 1 m.

Colocación de las pizarras con solapes laterales inferiores a 10 cm; falta de paralelismo de hiladas respecto a la línea de alero con errores superiores a 10 mm/m o mayores que 50 mm/total.

Condiciones de terminación

Para dar una mayor homogeneidad a la cubierta en todos los elementos singulares (caballetes, limatesas y limahoyas, aleros, remates laterales, encuentros con muros u otros elementos sobresalientes, ventilación, etc.), se utilizarán preferentemente piezas especialmente concebidas y fabricadas para este fin, o bien se detallarán soluciones constructivas de solapo y goterón, en el proyecto, evitando uniones rígidas o el empleo de productos elásticos sin garantía de la necesaria durabilidad.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución

Puntos de observación:

- Formación de faldones:

Pendientes.

Forjados inclinados: controlar como estructura.

Fijación de ganchos de seguridad para el montaje de la cobertura.

Tableros sobre tabiquillos: tabiquillos, controlar como tabiques. Tableros, independizados de los tabiquillos. Ventilación de las cámaras.

- Aislante térmico:

Correcta colocación del aislante, según especificaciones de proyecto. Continuidad. Espesor.

- Limas, canalones y puntos singulares:

Fijación y solapo de piezas.

Material y secciones especificados en proyecto.

Juntas para dilatación.

Comprobación en encuentros entre faldones y paramentos.

- Canalones:

Longitud de tramo entre bajantes menor o igual que 10 m. Distancia entre abrazaderas de fijación. Unión a bajantes.

- Impermeabilización, en su caso: controlar como cubierta plana.
- Base de la cobertura:

Correcta colocación, en su caso, de rastreles o perfiles para fijación de piezas.

Comprobación de la planeidad con regla de 2 m.

- Piezas de cobertura:

Pendiente mínima, según el CTE DB HS 1, tabla 2.10 en función del tipo de protección, cuando no haya capa de impermeabilización.

Ensayos y pruebas

La prueba de servicio consistirá en un riego continuo de la cubierta durante 48 horas para comprobar su estanqueidad.

Conservación y mantenimiento

Si una vez realizados los trabajos se dan condiciones climatológicas adversas (lluvia, nieve o velocidad del viento superior a 50 km/h), se revisarán y asegurarán las partes realizadas.

No se recibirán sobre la cobertura elementos que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas y mástiles, que deberán ir sujetos a paramentos.

3.2 Cubiertas planas

Descripción

- Cubierta transitable no ventilada, convencional o invertida según la disposición de sus componentes. La pendiente estará comprendida entre el 1% y el 15%, según el uso al que esté destinada, tránsito peatonal o tránsito de vehículos.

Criterios de medición y valoración de unidades

- Metro cuadrado de cubierta, totalmente terminada, medida en proyección horizontal, incluyendo sistema de formación de pendientes, barrera contra el vapor, aislante térmico, capas separadoras, capas de impermeabilización, capa de protección y puntos singulares (evacuación de aguas, juntas de dilatación), incluyendo los solapos, parte proporcional de mermas y limpieza final. En cubierta ajardinada también se incluye capa drenante, producto antirraíces, tierra de plantación y vegetación; no incluye sistema de riego.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la

correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes:

- Sistema de formación de pendientes:

Podrá realizarse con hormigones aligerados u hormigones de áridos ligeros con capa de regularización de espesor comprendido entre 2 y 3 cm. de mortero de cemento, con acabado fratasado; con arcilla expandida estabilizada superficialmente con lechada de cemento; con mortero de cemento (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.1).

Debe tener una cohesión y estabilidad suficientes, y una constitución adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

La superficie será lisa, uniforme y sin irregularidades que puedan punzonar la lámina impermeabilizante.

Se comprobará la dosificación y densidad.

- Barrera contra el vapor, en su caso (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4.1.7, 4.1.8):

Pueden establecerse dos tipos:

- Las de bajas prestaciones: film de polietileno.
- Las de altas prestaciones: lámina de oxiasfalto o de betún modificado con armadura de aluminio, lámina de PVC, lámina de EPDM. También pueden emplearse otras recomendadas por el fabricante de la lámina impermeable.

El material de la barrera contra el vapor debe ser el mismo que el de la capa de impermeabilización o compatible con ella.

- Aislante térmico (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 3):

Puede ser de lanas minerales como fibra de vidrio y lana de roca, poliestireno expandido, poliestireno extruido, poliuretano, perlita de celulosa, corcho aglomerado, etc. El aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a solicitaciones mecánicas. Las principales condiciones que se le exigen son: estabilidad dimensional, resistencia al aplastamiento, imputrescibilidad, baja higroscopicidad.

Se utilizarán materiales con una conductividad térmica declarada menor a 0,06 W/mK a 10 °C y una resistencia térmica declarada mayor a 0,25 m²K/W.

Su espesor se determinará según las exigencias del CTE DB HE 1.

- Capa de impermeabilización (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 4):

La impermeabilización puede ser de material bituminoso y bituminosos modificados; de poli (cloruro de vinilo) plastificado; de etileno propileno dieno monómero, etc.

Deberá soportar temperaturas extremas, no será alterable por la acción de microorganismos y prestará la resistencia al punzonamiento exigible.

- Capa separadora:

Deberán utilizarse cuando existan incompatibilidades entre el aislamiento y las láminas impermeabilizantes o alteraciones de los primeros al instalar los segundos. Podrán ser fieltros de fibra de vidrio o de poliéster, o films de polietileno.

Capa separadora antiadherente: puede ser de fieltro de fibra de vidrio, o de fieltro orgánico saturado. Cuando exista riesgo de especial punzonamiento estático o dinámico, ésta deberá ser también antipunzonante. Cuando tenga función antiadherente y antipunzante podrá ser de geotextil de poliéster, de geotextil de polipropileno, etc.

Cuando se pretendan las dos funciones (desolidarización y resistencia a punzonamiento) se utilizarán fieltros antipunzonantes no permeables, o bien dos capas superpuestas, la superior de desolidarización y la inferior antipunzonante (fieltro de poliéster o polipropileno tratado con impregnación impermeable).

- Capa de protección (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 8):

- Cubiertas sin capa de protección: la lámina impermeable será autoprotegida.

- Cubiertas con solado fijo:

Baldosas recibidas con mortero, capa de mortero, piedra natural recibida con mortero, hormigón, adoquín sobre lecho de arena, mortero filtrante, aglomerado asfáltico u otros materiales de características análogas.

- Sistema de evacuación de aguas: canalones, sumideros, bajantes, rebosaderos, etc.

El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior. Deben estar

provistos de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante.

- Otros elementos: morteros, ladrillos, piezas especiales de remate, etc.

Durante el almacenamiento y transporte de los distintos componentes, se evitará su deformación por incidencia de los agentes atmosféricos, de esfuerzos violentos o golpes, para lo cual se interpondrán lonas o sacos.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas.

El forjado garantizará la estabilidad con flecha mínima, compatibilidad física con los movimientos del sistema y química con los componentes de la cubierta.

Los paramentos verticales estarán terminados.

Ambos soportes serán uniformes, estarán limpios y no tendrán cuerpos extraños.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

- Barrera contra el vapor:

El material de la barrera contra el vapor debe ser el mismo que el de la capa de impermeabilización o compatible con ella.

- Incompatibilidades de las capas de impermeabilización:

Se evitará el contacto de las láminas impermeabilizantes bituminosas, de plástico o de caucho, con petróleos, aceites, grasas, disolventes en general y especialmente con sus disolventes específicos.

Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

No se utilizarán en la misma lámina materiales a base de betunes asfálticos y másticos de alquitrán modificado.

No se utilizará en la misma lámina oxiasfalto con láminas de betún plastómero (APP) que no sean específicamente compatibles con ellas.

Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y betunes asfálticos, salvo que el PVC esté especialmente formulado para ser compatible con el asfalto.

Se evitará el contacto entre láminas de policloruro de vinilo plastificado y las espumas rígidas de poliestireno o las espumas rígidas de poliuretano.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.2, el sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice.

- Capa separadora:

Para la función de desolidarización se utilizarán productos no permeables a la lechada de morteros y hormigones.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.2, las cubiertas deben disponer de capa separadora en las siguientes situaciones: bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles; bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.

Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.

Proceso de ejecución

Ejecución

- En general:

Se suspenderán los trabajos cuando exista lluvia, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h, en este último caso se retirarán los materiales y herramientas que puedan desprenderse. Si una vez realizados los trabajos se dan estas condiciones, se revisarán y asegurarán las partes realizadas. Con temperaturas inferiores a 5 °C se comprobará si pueden llevarse a cabo los trabajos de acuerdo con el material a aplicar. Se protegerán los materiales de cubierta en la interrupción en los trabajos. Las bajantes se protegerán con paragavillas para impedir su obstrucción durante la ejecución del sistema de pendientes.

- Sistema de formación de pendientes:

La pendiente de la cubierta se ajustará a la establecida en proyecto (CTE DB HS 1, apartado 2.4.2).

En el caso de cubiertas con pavimento flotante, la inclinación de la formación de pendientes quedará condicionada a la capacidad de regulación de los apoyos de las baldosas (resistencia y estabilidad); se rebajará alrededor de los sumideros.

El espesor de la capa de formación de pendientes estará comprendido entre 30 cm y 2 cm; en caso de exceder el máximo, se recurrirá a una capa de difusión de vapor y a chimeneas de ventilación. Este espesor se rebajará alrededor de los sumideros.

En el caso de cubiertas transitables ventiladas el espesor del sistema de formación de pendientes será como mínimo de 2 cm. La cámara de aire permitirá la difusión del vapor de agua a través de las aberturas al exterior, dispuestas de forma que se garantice la ventilación cruzada. Para ello se situarán las salidas de aire 30 cm por encima de las entradas, disponiéndose unas y otras enfrentadas.

El sistema de formación de pendientes quedará interrumpido por las juntas estructurales del edificio y por las juntas de dilatación.

- Barrera contra el vapor:

En caso de que se contemple en proyecto, la barrera de vapor se colocará inmediatamente encima del sistema de formación de pendientes, ascenderá por los laterales y se adherirá mediante soldadura a la lámina impermeabilizante.

Cuando se empleen láminas de bajas prestaciones, no será necesaria soldadura de solapos entre piezas ni con la lámina impermeable. Si se emplean láminas de altas prestaciones, será necesaria soldadura entre piezas y con la lámina impermeable.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4, la barrera contra el vapor debe extenderse bajo el fondo y los laterales de la capa de aislante térmico.

Se aplicará en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las especificaciones de aplicación del fabricante.

- Capa separadora:

Deberá intercalarse una capa separadora para evitar el riesgo de punzonamiento de la lámina impermeable.

En cubiertas invertidas, cuando se emplee fieltro de fibra de vidrio o de poliéster, se dispondrán piezas simplemente solapadas sobre la lámina impermeabilizante.

Cuando se emplee fieltro de poliéster o polipropileno para la función antiadherente y antipunzonante, este irá tratado con impregnación impermeable.

En el caso en que se emplee la capa separadora para aireación, ésta quedará abierta al exterior en el perímetro de la cubierta, de tal manera que se asegure la ventilación cruzada (con aberturas en el peto o por interrupción del propio pavimento fijo y de la capa de aireación).

- Capa de impermeabilización:

Antes de recibir la capa de impermeabilización, el soporte cumplirá las siguientes condiciones: estabilidad dimensional, compatibilidad con los elementos que se van a colocar sobre él, superficie lisa y de formas suaves, pendiente adecuada y humedad limitada (seco en superficie y masa). Los paramentos a los que ha de entregarse la impermeabilización deben prepararse con enfoscado maestreado y fratasado para asegurar la adherencia y estanqueidad de la junta.

Según el CTE DB HS 1, apartado 5.1.4, las láminas se colocarán en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las especificaciones de aplicación del fabricante.

Se interrumpirá la ejecución de la capa de impermeabilización en cubiertas mojadas o con viento fuerte.

La impermeabilización se colocará en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente. Las distintas capas de impermeabilización se colocarán en la misma dirección y a cubrejuntas. Los solapos quedarán a favor de la corriente de agua y no quedarán alineados con los de las hileras contiguas.

Cuando la impermeabilización sea de material bituminoso o bituminoso modificado y la pendiente sea mayor de 15%, se utilizarán sistemas fijados mecánicamente. Si la pendiente está comprendida entre el 5 y el 15%, se usarán sistemas adheridos.

Si se quiere independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte, se usarán sistemas no adheridos. Cuando se utilicen sistemas no adheridos se empleará una capa de protección pesada.

Cuando la impermeabilización sea con poli (cloruro de vinilo) plastificado, si la cubierta no tiene protección, se usarán sistemas adheridos o fijados mecánicamente.

Se reforzará la impermeabilización siempre que se rompa la continuidad del recubrimiento. Se evitarán bolsas de aire en las láminas adheridas.

La capa de impermeabilización quedará desolidarizada del soporte y de la capa de protección, sólo en el perímetro y en los puntos singulares.

La imprimación tiene que ser del mismo material que la lámina impermeabilizante.

- Capa de protección:
- Cubiertas con solado fijo:

Se establecerán las juntas de dilatación necesarias para prevenir las tensiones de origen térmico. Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.1, las juntas deberán disponerse coincidiendo con las juntas de la cubierta; en el perímetro exterior e interior de la cubierta y en los encuentros con paramentos verticales y elementos pasantes; en cuadrícula, situadas a 5 m como máximo en cubiertas no ventiladas, y a 7,5 m como máximo en cubiertas ventiladas, de forma que las dimensiones de los paños entre las juntas guarden como máximo la relación 1:1,5.

Las piezas irán colocadas sobre solera de 2,5 cm, como mínimo, extendida sobre la capa separadora. Para la realización de las juntas entre piezas se empleará material de agarre, evitando la colocación a hueso.

- Sistema de evacuación de aguas:

Los sumideros se situaran preferentemente centrados entre las vertientes o faldones para evitar pendientes excesivas; en todo caso, separados al menos 50 cm de los elementos sobresalientes y 1 m de los rincones o esquinas.

El encuentro entre la lámina impermeabilizante y la bajante se resolverá con pieza especialmente concebida y fabricada para este uso, y compatible con el tipo de impermeabilización de que se trate. Los sumideros estarán dotados de un dispositivo de retención de los sólidos y tendrán elementos que sobresalgan del nivel de la capa de formación de pendientes a fin de aminorar el riesgo de obturación.

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.4, el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización deberá rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones. La impermeabilización deberá prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas del sumidero. La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón deberá ser estanca. El borde superior del sumidero deberá quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta. Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, deberá tener sección rectangular. Cuando se disponga un canalón su borde

superior deberá quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.

Se realizarán pozos de registro para facilitar la limpieza y mantenimiento de los desagües.

- Elementos singulares de la cubierta.
- Accesos y aberturas:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.9, los que estén situados en un paramento vertical deberán realizarse de una de las formas siguientes:

Disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel.

Disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical 1 m como mínimo.

Los accesos y las aberturas situados en el paramento horizontal de la cubierta deberán realizarse disponiendo alrededor del hueco un antepecho impermeabilizado de una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

- Juntas de dilatación:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.1, las juntas deberán afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas deberán ser romos, con un ángulo de 45° y la anchura de la junta será mayor que 3 cm.

La distancia entre las juntas de cubierta deberá ser como máximo 15 m.

La disposición y el ancho de las juntas estará en función de la zona climática; el ancho será mayor de 15 mm.

La junta se establecerá también alrededor de los elementos sobresalientes.

Las juntas de dilatación del pavimento se sellarán con un mástico plástico no contaminante, habiéndose realizado previamente la limpieza o lijado si fuera preciso de los cantos de las baldosas.

En las juntas deberá colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado deberá quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

- Encuentro de la cubierta con un paramento vertical y puntos singulares emergentes:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.2, la impermeabilización deberá prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta. El encuentro debe realizarse redondeándose o achaflanándose. Los elementos pasantes deberán separarse 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.

Para que el agua de las precipitaciones no se filtre por el remate superior de la impermeabilización debe realizarse de alguna de las formas siguientes:

Mediante roza de 3 x 3 cm como mínimo, en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel.

Mediante un retranqueo con una profundidad mayor que 5 cm, y cuya altura por encima de la protección de la cubierta sea mayor que 20 cm.

Mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior.

Cuando se trate de cubiertas transitables, además de lo dicho anteriormente, la lámina quedará protegida de la intemperie en su entrega a los paramentos o puntos singulares, (con banda de terminación autoprotégida), y del tránsito por un zócalo.

- Encuentro de la cubierta con el borde lateral:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.3, deberá realizarse prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento o disponiendo un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm.

- Rebosaderos:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.5, en las cubiertas planas que tengan un paramento vertical que las delimite en todo su perímetro, se dispondrán rebosaderos cuando exista una sola bajante en la cubierta, cuando se prevea que si se obtura una bajante, el agua acumulada no pueda evacuar por otras bajantes o cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad.

El rebosadero deberá disponerse a una altura intermedia entre el punto mas bajo y el más alto de la entrega de la impermeabilización al paramento vertical. El rebosadero debe sobresalir 5 cm como mínimo de la cara exterior del paramento vertical y disponerse con una pendiente favorable a la evacuación.

- Encuentro de la cubierta con elementos pasantes:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.6, el anclaje de elementos deberá realizarse de una de las formas siguientes:

Sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización.

Sobre la parte horizontal de la cubierta de forma análoga a la establecida para los encuentros con elementos pasantes o sobre una bancada apoyada en la misma.

- Rincones y esquinas:

Según el CTE DB HS 1, apartado 2.4.4.1.8, deberán disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de cubierta.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución

Puntos de observación:

- Sistema de formación de pendientes: adecuación a proyecto.

Juntas de dilatación, respetan las del edificio.

Juntas de cubierta, distanciadas menos de 15 m.

Preparación del encuentro de la impermeabilización con paramento vertical, según proyecto (roza, retranqueo, etc.), con el mismo tratamiento que el faldón.

Soporte de la capa de impermeabilización y su preparación.

Colocación de cazoletas y preparación de juntas de dilatación.

- Barrera de vapor, en su caso: continuidad.

- Aislante térmico:

Correcta colocación del aislante, según especificaciones del proyecto. Espesor. Continuidad.

- Ventilación de la cámara, en su caso.

- Impermeabilización:

Replanteo, según el número de capas y la forma de colocación de las láminas.

Elementos singulares: solapes y entregas de la lámina impermeabilizante.

- Protección de baldosas:

Baldosas recibidas con mortero, comprobación de la humedad del soporte y de la baldosa y dosificación del mortero.

Anchura de juntas entre baldosas según material de agarre. Cejas. Nivelación. Planeidad con regla de 2 m. Rejuntado. Junta perimetral.

Ensayos y pruebas

La prueba de servicio para comprobar su estanquidad, consistirá en una inundación de la cubierta.

Conservación y mantenimiento

Una vez acabada la cubierta, no se recibirán sobre ella elementos que la perforen o dificulten su desagüe, como antenas y mástiles, que deberán ir sujetos a paramentos.

5 Instalaciones

5.1 Aire acondicionado

Descripción

Instalaciones de climatización, que con equipos de acondicionamiento de aire modifican las características de los recintos interiores, (temperatura, contenido de humedad, movimiento y pureza) con la finalidad de conseguir el confort deseado.

Los sistemas de aire acondicionado, dependiendo del tipo de instalación, se clasifican en:

- Centralizados:

Todos los componentes están agrupados en una sala de máquinas.

En las distintas zonas para acondicionar existen unidades terminales de manejo de aire, provistas de baterías de intercambio de calor con el aire a tratar, que reciben el agua enfriada de una central o planta enfriadora.

- Unitarios y semi-centralizados:

Acondicionadores de ventana.

Unidades autónomas de condensación: por aire o por agua.

Unidades tipo consola de condensación: por aire o por agua.

Unidades tipo remotas de condensación por aire.

Unidades autónomas de cubierta de condensación por aire.

La distribución de aire tratado en el recinto puede realizarse por impulsión directa del mismo, desde el equipo si es para un único recinto o canalizándolo a través de conductos provistos de rejillas o aerodifusores en las distintas zonas a acondicionar.

En estos sistemas se le hace absorber calor (mediante una serie de dispositivos) a un fluido refrigerante en un lugar, transportarlo, y cederlo en otro lugar.

Criterios de medición y valoración de unidades

Las tuberías y conductos se medirán y valorarán por metro lineal de iguales características, incluso codos, reducciones, piezas especiales de montaje y calorifugados, colocados y probados.

El resto de componentes de la instalación, como aparatos de ventana, consolas inductores, ventiloconvectores, termostatos, etc., se medirán y valorarán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

Prescripciones sobre los productos

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

En general un sistema de refrigeración se puede dividir en cuatro grandes bloques o subsistemas:

- Bloque de generación:

Los elementos básicos en cualquier unidad frigorífica de un sistema por absorción son:

Compresor.

Evaporador.

Condensador.

Sistema de expansión.

- Bloque de control:

Controles de flujo. El equipo dispondrá de termostatos de ambiente con mandos independiente de frío, calor y ventilación. (ITE 02.11, ITE 04.12).

- Bloque de transporte:

Según el CTE DB HS 4, apartado 4.3, los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán como mínimo en instalaciones entre 250 - 500 kW para tuberías de cobre o plástico, y 2,50 cm y 3,20 cm para instalaciones superiores. En el caso en que los tramos sean de acero, para instalaciones entre 250 -500 kW el mínimo estará en 1" y para instalaciones superiores el mínimo será de 1 ¼ ".

Conductos y accesorios. Podrán ser de chapa metálica o de fibra (ITE 02.9):

De chapa galvanizada. El tipo de acabado interior del conducto impedirá el desprendimiento de fibras y la absorción o formación de esporas o bacterias y su cara exterior estará provista de revestimiento estanco al aire y al vapor de agua.

De fibras. Estarán formados por materiales que no propaguen el fuego ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio; además tendrán la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su peso, al movimiento del aire, a los propios de su manipulación, así como a las vibraciones que puedan producirse como consecuencia de su trabajo.

Tuberías y accesorios de cobre. (ITE 02.8, ITE 04.2, ITE 05.2). Las tuberías serán lisas y de sección circular, no presentando rugosidades ni rebabas en sus extremos.

- Bloque de consumo:

Unidades terminales. Ventilconvectores (fan-coils), inductores, rejillas, difusores, etc.

Otros componentes de la instalación son:

Filtros, ventiladores, compuertas, etc.

En una placa los equipos llevarán indicado: nombre del fabricante, modelo y número de serie, características técnicas y eléctricas, así como carga del fluido refrigerante.

Prescripción en cuanto a la ejecución por unidades de obra

Características técnicas de cada unidad de obra

Condiciones previas: soporte

El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada. En el caso de instalación vista, los tramos horizontales pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento. Los elementos de fijación de las tuberías serán tacos y tornillos, con una separación máxima entre ellos de 2 m.

En caso de instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado o por el forjado, evitando atravesar elementos estructurales. En tramos verticales, discurrirán a través de rozas practicadas en los paramentos, que se ejecutarán preferentemente a máquina una vez guarnecido el tabique y tendrán una profundidad no mayor de 4 cm cuando sea ladrillo macizo y de 1 canuto para ladrillo hueco, siendo el ancho inferior a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Cuando se practiquen rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm. Las conducciones se fijarán a los paramentos o forjados mediante grapas, interponiendo entre estas y el tubo un anillo elástico.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros según RITE-ITE 05.2.4.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Para prevenir el fenómeno electroquímico de la corrosión galvánica entre metales con diferente potencial, se adoptarán las siguientes medidas:

Evitar el contacto entre dos metales de distinta actividad. En caso de no poder evitar el contacto, se deberá seleccionar metales próximos en la serie galvánica.

Aislar eléctricamente los metales con diferente potencial.

Evitar el acceso de agua y oxígeno a la zona de unión de los dos metales.

Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos, etc., (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado con cobre, etc.).

Entre los elementos de fijación y las tuberías se interpondrá un anillo elástico y en ningún caso se soldará al tubo.

No se utilizarán los conductos metálicos de la instalación como tomas de

tierra.

En las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado, se procurará que el acero vaya primero en el sentido de circulación del agua evitando la precipitación de iones de cobre sobre el acero, disolviendo el acero y perforando el tubo.

El recorrido de las tuberías no atravesará chimeneas ni conductos.

Según el CTE DB HS 4, apartado 2.1.2, se dispondrán sistemas antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo antes de los aparatos de refrigeración o climatización

Proceso de ejecución

Ejecución

El Instalador de climatización coordinará sus trabajos con la empresa constructora y con los instaladores de otras especialidades, tales como electricidad, fontanería, etc., que puedan afectar a su instalación y al montaje final del equipo.

Se replanteará el recorrido de las tuberías, coordinándolas con el resto de instalaciones que puedan tener cruces, paralelismos o encuentros. Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 25 cm entre las tuberías de la instalación y tuberías vecinas. La distancia a cualquier conducto eléctrico será como mínimo de 30 cm, debiendo pasar por debajo de este último.

- Tuberías:

De agua:

Las tuberías estarán instaladas de forma que su aspecto sea limpio y ordenado, dispuestas en líneas paralelas o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre sí. Las tuberías horizontales, en general, deberán estar colocadas próximas al techo o al suelo, dejando siempre espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico. La accesibilidad será tal que pueda manipularse o sustituirse una tubería sin tener que desmontar el resto. El paso por elementos estructurales se realizará con pasamuros y el espacio que quede se llenará con material elástico. La tubería no atravesará chimeneas ni conductos. Los dispositivos de sujeción estarán situados de forma que aseguren la estabilidad y alineación de la tubería. Sobre tabiques, los soportes se fijarán con tacos y tornillos. Entre la abrazadera del soporte y el tubo se interpondrá un anillo elástico. No se soldará el soporte al tubo. Todas las uniones, cambios de dirección y salidas de ramales se harán únicamente mediante accesorios soldados; si fuese preciso aplicar un elemento roscado, no se roscará al tubo, se utilizará el correspondiente enlace de cono

elástico a compresión. La bomba se apoyará sobre bancada con elementos antivibratorios, y la tubería en la que va instalada dispondrá de acoplamientos elásticos para no transmitir ningún tipo de vibración ni esfuerzo radial o axial a la bomba. Las tuberías de entrada y salida de agua, quedarán bien sujetas a la enfriadora y su unión con el circuito hidráulico se realizará con acoplamientos elásticos.

Para refrigerantes:

Las tuberías de conexión para líquido y aspiración de refrigerante, se instalarán en obra, utilizando manguitos para su unión. Las tuberías serán cortadas según las dimensiones establecidas en obra y se colocarán en su sitio sin necesidad de forzarlas o deformarlas. Estarán colocadas de forma que puedan contraerse y dilatarse, sin deterioro para sí mismas ni cualquier otro elemento de la instalación. Todos los cambios de dirección y uniones se realizarán con accesorios con soldadura incorporada. Todo paso de tubos por forjados y tabiques llevará una camisa de tubo de plástico o metálico que le permita la libre dilatación. Las líneas de aspiración de refrigerante se aislarán por medio de coquillas preformadas de caucho esponjoso de 1,30 cm de espesor, con objeto de evitar condensaciones y el recalentamiento del refrigerante.

- Conductos:

Los conductos se soportarán y fijarán, de tal forma que estén exentos de vibraciones en cualquier condición de funcionamiento. Los elementos de soporte irán protegidos contra la oxidación. Preferentemente no se abrirán huecos en los conductos para el alojamiento de rejillas y difusores, hasta que no haya sido realizada la prueba de estanqueidad. Las uniones entre conductos de chapa galvanizada se harán mediante las correspondientes tiras de unión transversal suministradas con el conducto, y se engatillarán haciendo un pliegue en cada conducto. Todas las uniones de conductos a los equipos se realizarán mediante juntas de lona u otro material flexible e impermeable. Los traslapes se realizarán en el sentido del flujo del aire y los bordes y abolladuras se igualarán hasta presentar una superficie lisa, tanto en el interior como en el exterior del conducto de 5 cm de ancho como mínimo. El soporte del conducto horizontal se empotrará en el forjado y quedará sensiblemente vertical para evitar que transmita esfuerzos horizontales a los conductos. Según el CTE DB HS 5, apartado 3.3.3.1, la salida de la ventilación primaria no deberá estar situada a menos de 6 m de cualquier toma de aire exterior para climatización o ventilación y deberá sobrepasarla en altura. Según el CTE DB HS 5, apartado 4.1.1.1, para los desagües de tipo continuo o semicontinuo, como los de los equipos de climatización, las bandejas de condensación, etc., deberá tomarse 1 UD para $0,03 \text{ dm}^3/\text{s}$ de caudal estimado.

- Rejillas y difusores:

Todas las rejillas y difusores se instalarán enrasados, nivelados y a escuadra y su montaje impedirá que entren en vibración. Los difusores de aire estarán contruidos de aluminio anodizado preferentemente, debiendo generar en sus elementos cónicos, un efecto inductivo que produzca aproximadamente una mezcla del aire de suministro con un 30% de aire del local, y estarán dotados de compuertas de regulación de caudal. Las rejillas de impulsión podrán ser de aluminio anodizado extruído, serán de doble deflexión, con láminas delanteras horizontales y traseras verticales ajustables individualmente, con compuerta de regulación y fijación invisible con marco de montaje metálico. Las rejillas de retorno podrán ser de aluminio anodizado, con láminas horizontales fijas a 45° y fijación invisible con marco de montaje metálico. Las rejillas de extracción podrán ser de aluminio anodizado, con láminas horizontales fijas, a 45°, compuerta de regulación y fijación invisible con marco de montaje metálico. Las rejillas de descarga podrán ser de aluminio anodizado, con láminas horizontales fijas; su diseño o colocación impedirá la entrada de agua de lluvia y estarán dotadas de malla metálica para evitar la entrada de aves. Las bocas de extracción serán de diseño circular, contruidas en material plástico lavable, tendrán el núcleo central regulable y dispondrán de contramarco para montaje.

Se comprobará que la situación, espacio y recorridos de todos los elementos integrantes en la instalación coinciden con los de proyecto, y en caso contrario se procederá a su nueva ubicación o definición de acuerdo con el criterio de la dirección facultativa. Se procederá al marcado por el instalador autorizado en presencia de la dirección facultativa de los diversos componentes de la instalación. Se realizarán las rozas de todos los elementos que tengan que ir empotrados para posteriormente proceder al falcado de los mismos con elementos específicos o a base de pastas de yeso o cemento. Al mismo tiempo se sujetarán y fijarán los elementos que tengan que ir en superficie y los conductos enterrados se colocarán en sus zanjas; asimismo se realizarán y montarán las conducciones que tengan que realizarse in situ.

- Equipos de aire acondicionado:

Los conductos de aire quedarán fijados a las bocas correspondientes de la unidad y tendrán una sección mayor o igual a la de las bocas de la unidad correspondiente. El agua condensada se canalizará hacia la red de evacuación. Se fijará sólidamente al soporte por los puntos previstos, con juntas elásticas, con objeto de evitar la transmisión de vibraciones a la estructura del edificio. La distancia entre los accesos de aire y los paramentos de obra será mayor o igual a 1 m. Una vez colocados los tubos, conductos, equipos etc., se procederá a la interconexión de los mismos, tanto frigorífica como eléctrica, y al montaje de los elementos de regulación, control y accesorios.

Condiciones de terminación

Una vez terminada la ejecución, las redes de tuberías deben ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, para eliminar polvo, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Finalmente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de red de distribución de aire, una vez completado el montaje de la misma y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado, se pondrán en marcha los ventiladores hasta que el aire de salida de las aberturas no contenga polvo a simple vista. Una vez fijada la estanquidad de los circuitos, se dotará al sistema de cargas completas de gas refrigerante.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución

La instalación se rechazará en caso de:

Cambio de situación, tipo o parámetros del equipo, accesibilidad o emplazamiento de cualquier componente de la instalación de climatización. Diferencias a lo especificado en proyecto o a las indicaciones de la dirección facultativa.

Variaciones en diámetros y modo de sujeción de las tuberías y conductos. Equipos desnivelados.

Los materiales que no sean homologados, siempre que los exija el Reglamento de instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria IT.IC. o cualquiera de los reglamentos en materia frigorífica.

Las conexiones eléctricas o de fontanería sean defectuosas.

No se disponga de aislamiento para el ruido y vibración en los equipos frigoríficos, o aislamiento en la línea de gas.

El aislamiento y barrera de vapor de las tuberías sean diferentes de las indicadas en la tabla 19.1 de la IT.IC y/o distancias entre soportes superiores a las indicadas en la tabla 16.1.

El trazado de instalaciones no sea paralelo a las paredes y techos.

El nivel sonoro en las rejillas o difusores sea mayor al permitido en IT.IC.

Ensayos y pruebas

Prueba hidrostática de redes de tuberías (ITE 06.4.1 del RITE).

Pruebas de redes de conductos (ITE 06.4.2 del RITE).

Pruebas de libre dilatación (ITE 06.4.3 del RITE).

Eficiencia térmica y funcionamiento (ITE 06.4.5 del RITE).

Conservación y mantenimiento

Se preservarán todos los componentes de la instalación de materiales agresivos, impactos, humedades y suciedad.

4 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1. Acondicionamiento del Terreno

CAPÍTULO 2. Estructuras Metálicas

CAPÍTULO 3. Cubiertas

CAPÍTULO 4. Forjado y Cerramientos Verticales

CAPÍTULO 5. Gestión de Residuos

CAPITULO I.- ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.

1.01 M² Desbroce y limpieza.

Despeje, desbroce y refino de terrenos hasta 25 cm de profundidad.

Peón ordinario construcción	0,010 (h)	17,88	0,18
Pala cargadora de oruga 128cv 1,5m3	0,004 (h)	84,41	0,34
Costes Complementarios	0,020	0,52	0,01
Total Partida:	0,53	230	121,90€

1.02 M³ Retirada de capa vegetal.

Retirada y apilada de capa de tierra vegetal, con medios mecánicos.

Peón ordinario construcción	0,080 (h)	17,88	1,43
Pala cargadora de oruga 128cv 1,5m3	0,020 (h)	84,41	1,69
Costes Complementarios	0,020	3,12	0,06
Total Partida:	3,18	46	146,28€

1.03 M³ Excavación de zanjas.

Excavación de zanjas mediante retroexcavadora en tierra con un ancho de 80-100 cm.

Peón ordinario construcción	0,030 (h)	17,88	0,54
Retro de orugas 150cv 1,4m3	0,030 (h)	87,00	2,61
Costes Complementarios	0,020	3,21	0,06

Total Partida: 3,21 46 147,66€

1.04 M³ Relleno de zanjas.

Relleno de zanjas con tierra procedente de la excavación y compactado con bandeja vibradora.

Oficial 1 ^a construcción	0,100 (h)	19,00	1,90
Peón ordinario construcción	0,080 (h)	19,87	1,59
Pala cargadora de neum 179cv 3,2m3	0,020 (h)	55,76	1,12
Band vibr 140kg 660x600cm	0,200 (h)	3,41	0,68
Costes Complementarios	0,020	7,28	0,15

Total Partida: 7,43 46 341,78€

1.05 M³ Relleno extendido y apisonado de zahorras.

Relleno, extendido y apisonado de zahorras a cielo abierto con motoniveladora y rulo compactador, por capas de hasta 25 cm., de espesor máximo, incluso riego. Grado de compactación 95% del próctor modificado, según NTE/ADZ-12.

Peón ordinario construcción	0,020 (h)	17,88	0,36
Zahorra montera artificial 20km	2,120 (t)	10,48	22,22
Motoniveladora 140cv	0,020 (h)	63,49	1,27
Rodillo autpro 10T	0,020 (h)	49,41	0,99
Pala cargadora de neum 179cv 3,2m3	0,020 (h)	55,76	1,12
Camión cuba 10000L	0,200 (h)	51,59	1,03
Costes Complementarios	0,020	26,99	0,54

Total Partida: 27,53 46 1266,38€

=====

TOTAL CAPITULO 1: 2024,00€

CAPITULO II.- ESTRUCTURAS METALICAS.

2.01 Kg Viga IPE S275JR sold en jácnas.

Suministro y montaje de viga formada por perfil IPE obtenido mediante laminación en caliente, de acero S275JR, trabajado en taller, con capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE.

Oficial 1ª metal	0,020 (h)	18,84	0,38
Especialista metal	0,020 (h)	18,02	0,36
Perfil IPE acero S275JR	1,050 (kg)	0,80	0,84
Repercusión soldadura kg/est	1,000 (u)	0,05	0,05
Costes Complementarios	0,020	1,63	0,03

El perfil IPE 360 tiene un peso de 57,1 kg/m. Al necesitar 106,3 metros de longitud del perfil IPE 360, se necesitará 6069,73 kg.

Total Partida: 1,66 6070 10076,62€

2.02 Kg Viga HEB S275JR sold en pilares.

Suministro y montaje de viga formada por perfil HEB obtenido mediante laminación en caliente, de acero S275JR, trabajado en taller, con capa de imprimación antioxidante, colocado en obra con soldadura. Según SE-A del CTE e Instrucción EAE.

CAPITULO 3.- CUBIERTAS.

3.01 M² Cubierta chapa autor adhd monocapa

Cubierta no transitable, realizada con paneles nervados de 0.6x40mm de chapa de acero galvanizado como elemento de soporte formando pendientes comprendidas entre 1-20%. Impermeabilización monocapa adherida. Según DB HS-1 del CTE y normas UNE 104.

Oficial 1ª construcción	0,260 (h)	20,80	5,41
Peón especializado construcción	0,260 (h)	20,23	5,26
Chapa nerv acero galv 0.6x40mm	1,050 (m2)	7,67	8,05
Babero a galv des 500 e0.6	0,105 (m)	7,87	0,83
Tornillo autr 6.3x70	2,5000 (u)	0,18	0,45
Tornillo autr 4.2x13	1,600 (u)	0,04	0,06
Arandela 14.5x5x3 a galv	1,000 (u)	0,02	0,02
Panel soldable MW 0.038	1,050 (m2)	10,75	11,29
Impr de oxioasfalto tipo PI-I	1,600 (kg)	2,40	3,84
LBM (SBS)-50/g-FP	1,200 (m2)	12,72	15,26
Costes Complementarios	0,020	50,47	1,01

Total Partida: 51,48 230 11840,4€

3.02 U Instalación en cubierta. Ud acondicionado acond frio.

Unidad compacta acondicionadora vertical tipo acondicionador de frio con marcado CE y una potencia nominal frigorífica de 10 kW, distribución por conductos o plenum, etiquetada según R.D. 142/2003 y conforme a las especificaciones dispuestas en la ITE 04.11 del RITE y en la norma UNE-EN 14511.

Oficial 1ª metal	8,000 (h)	19,23	153,8
Especialista metal	8,000 (h)	18,36	146,8
Ud compacta acond frio vertical 10kW	1,000 (u)	4038,18	4038
Ayuda elevación 35.3kW	1,000 (u)	25,50	25,50
Acc montaje ctrl autn-compacta	1,000 (u)	52,43	52,43
Costes Directos Complementarios	0,020	4416,83	88,34

Total Partida: 4505,17 1 4505,17€

=====

TOTAL CAPITULO 3: 16.345.57€

CAPITULO IV.- FORJADO Y CERRAMIENTOS VERTICALES.

4.01 M² Losa de Placas Alveolares Prefabricadas de hormigón pretensado.

Suministro y montaje del forjado formado por losas alveolares pretensadas unidireccionales apoyada directamente. Relleno de juntas entre placas y zonas de enlace con apoyos de hormigón armado, realizados con hormigón HA/25/B/12/IIa fabricado en central.

Placa alveolar pref de horm pret	1,000 (m2)	32,00	32,00
Acero laminado para apoyo	1,000 (kg)	2,64	2,64
Acero en barras corrugadas	2,000 (m2)	1,00	2,00
Hormigón HA/25/B/12/IIa	0,010 (m3)	78,88	0,79
Grúa autropop de brazo telescópico	0,161 (h)	66,84	10,76
Oficial 1 ^a montador	0,163 (h)	18,10	2,95
Ayudante montador	0,163 (h)	16,94	2,76
Costes Complementarios	0,020	53,9	1,08

Total Partida: 54,98 230 12645,40€

4.02 M² Fábrica bloque 40x20x20.

Fábrica para revestir de bloque de 40x20x20 cm. de espesor, construida según especificaciones de proyecto y NTE-FEB con bloques huecos ordinarios sentados con mortero de cemento.

Oficial 1ª metal	0,040 (h)	18,84	0,75
Especialista metal	0,040 (h)	18,02	0,72
Fábrica bloque 40x20x20	1,050 (m2)	8,35	8,76
Costes Complementarios	0,020	10,28	0,21

Total Partida: 10,49 15,91 166,90€

=====

TOTAL CAPITULO 4: 12812,30€

CAPITULO IV.-GESTIÓN DE RESIDUOS.

5.01 M³ Separación RCDs en fracciones.

Separación en fracciones de los distintos residuos de construcción y demolición dentro de la obra en la que se produzcan, según R.D. 105/2008.

Oficial 1ª construcción	0,800 (h)	19,00	15,20
Costes Complementarios	0,020	15,20	0,30

Total Partida: 15,50 12 186,00€

5.02 U Entrega, Recogida y Transporte Contenedor RCDs

Servicio de entrega, alquiler máximo de 7 días sin movimiento, recogida y transporte de contenedor de 12 m3 de capacidad de residuos de construcción y demolición hasta vertedero específico según R.D. 105/2008.

Servicio de entrega, recog y trans	1,000 (u)	111,72	111,7
Costes Complementarios	0,020	111,72	2,23

Total Partida: 113,95 1 113,95€

=====

TOTAL CAPITULO 5: 299,95€

RESUMEN POR CAPITULOS

CAP.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	2.024,00€
CAP.2 ESTRUCTURAS METALICAS	20.203,50€
CAP.3 CUBIERTAS	16.345,57€
CAP.4 FORJADO Y CERRAMIENTOS VERTICALES	12.812,30€
CAP.5 GESTIÓN DE RESIDUOS	299,95€
TOTAL	51.685,32€

=====

=====

- Asciede el presente presupuesto a la cantidad de:

51.685,32 EUROS.

**CINCUENTA Y UN MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y CINCO CON
TREINTA Y DOS EUROS**

PRESUPUESTO TOTAL

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN MATERIAL-----	51.685,32€
13% GASTOS GENERALES-----	6.719,10€
6% BENEFICIO INDUSTRIAL -----	3.101,12€
<hr/>	
PRESUPUESTO TOTAL-----	61.505,54€
21% I.V.A -----	12.916,16€
<hr/>	
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA-----	

74.421,70€

=====

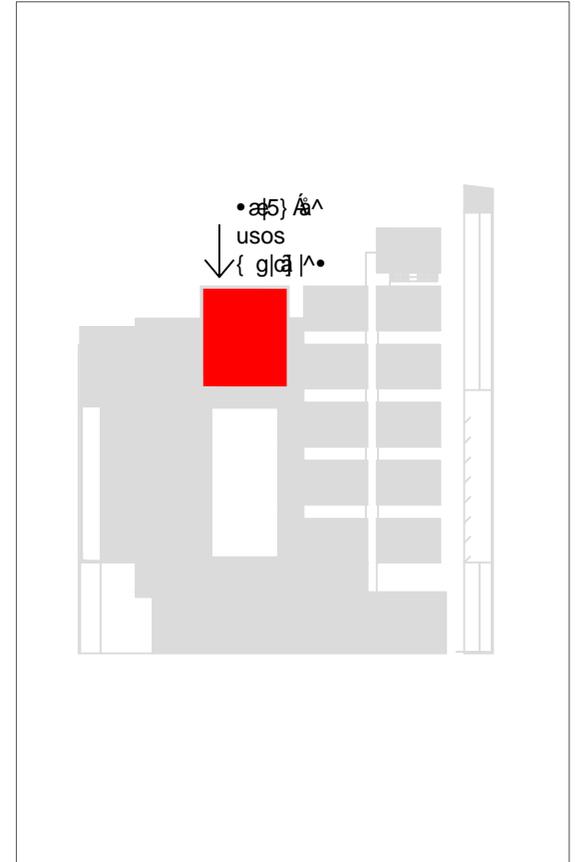
- Asciede el presente presupuesto total a la cantidad de:

74.421,70 EUROS

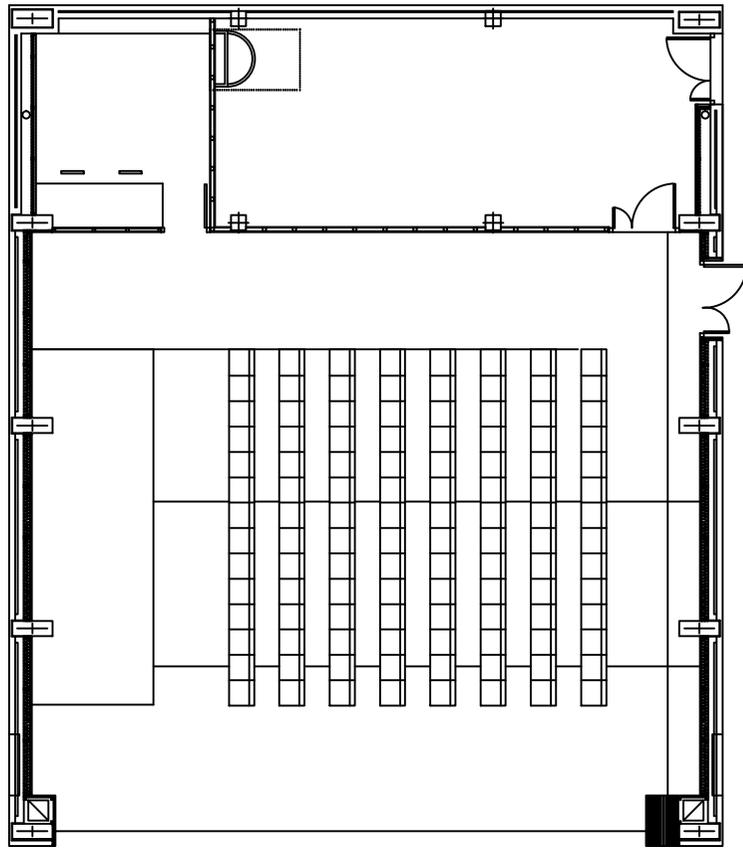
SETENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTOS VEINTIUNO CON SETENTA
EUROS

5 PLANOS

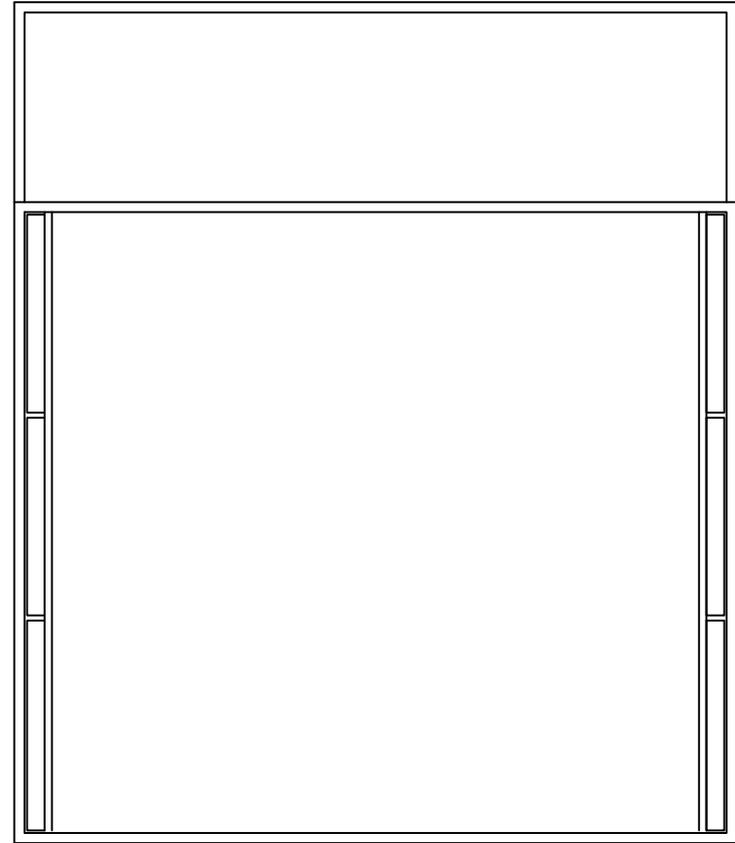
1. Emplazamiento y situación
2. Plantas de distribución
3. Sección
4. Planta de estructuras



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALENCIA <small>Valencia</small>				
PROYECTO	CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DE LA ESCUELA DE IDIOMAS DE GANDÍA (VALENCIA)			
PLANO	EMPLAZAMIENTO Y SITUACIÓN			
AUTOR	DAVID GABRIEL TORRES	FECHA	ESCALA	Nº PLANO
		SEPT. 14	1/1000	1

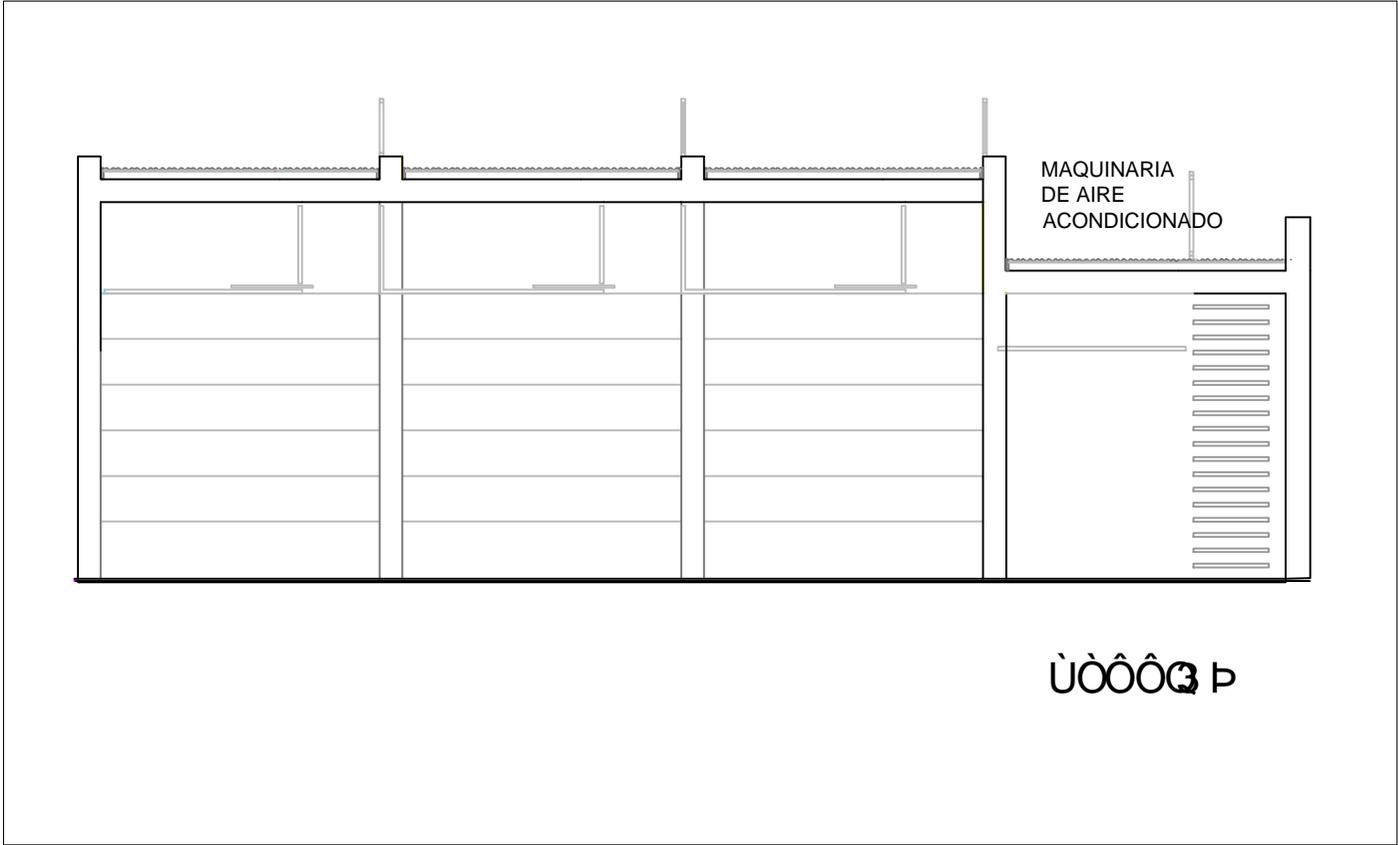


PLANTA
BAJA

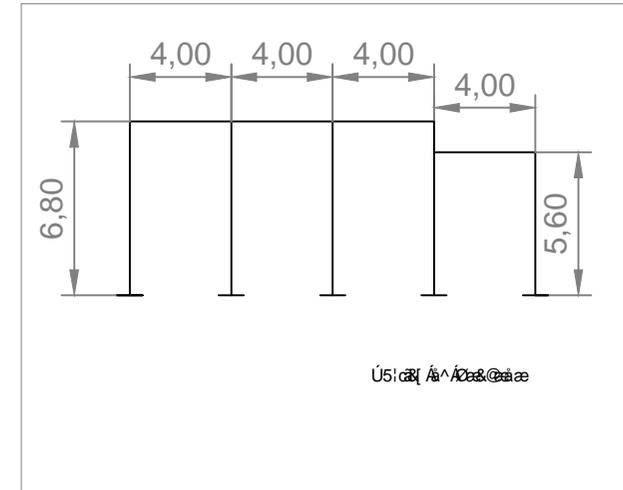
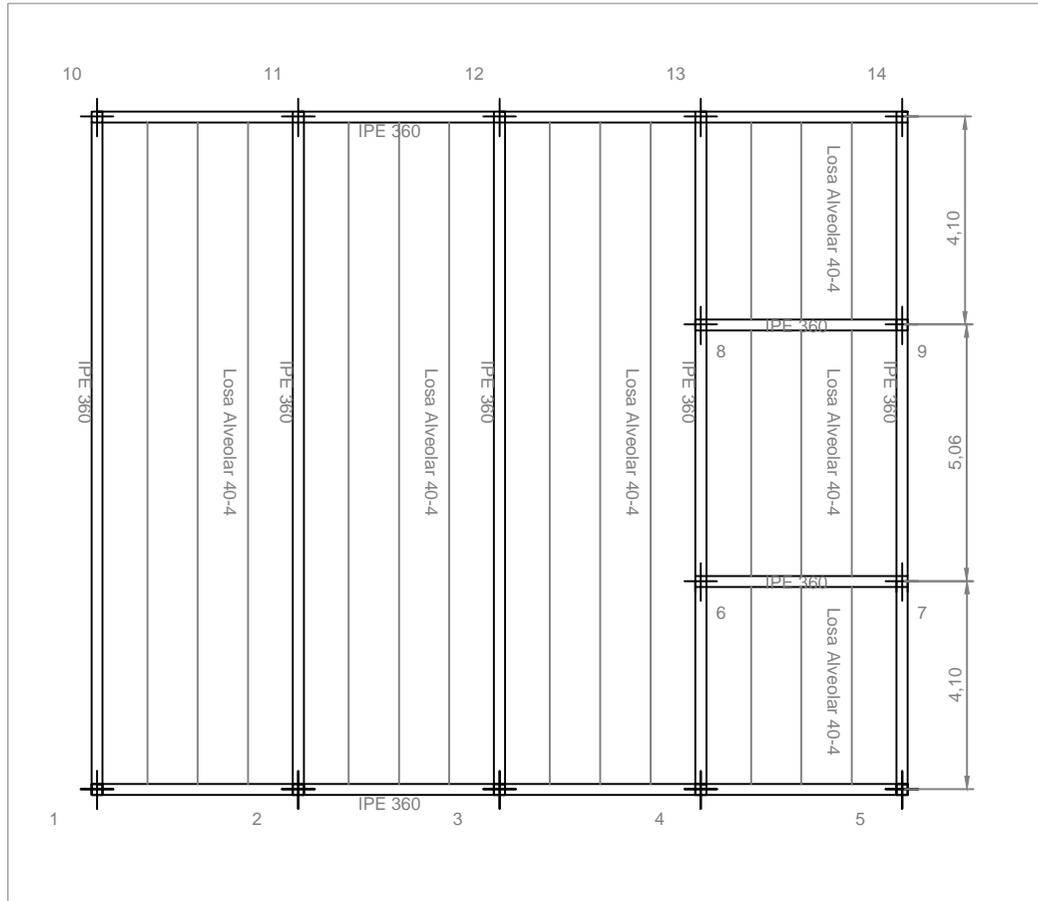


PLANTA DE
CUBIERTA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALENCIA				
PROJECTO CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DE LA ESCUELA DE IDIOMAS DE GANDÍA (VALENCIA)		PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN		
PLANO PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN		PLANTAS DE DISTRIBUCIÓN		
AUTOR DAVID GABRIEL TORRES		FECHA SEPT. 14	ESCALA 1/150	Nº PLANO 2



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALENCIA INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS				
PROYECTO	CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DE LA ESCUELA DE IDIOMAS DE GANDÍA (VALENCIA)			
PLANO	SECCIÓN			
AUTOR	DAVID GABRIEL TORRES	FECHA SEPT. 14	ESCALA 1/100	Nº PLANO 3



Pilar	Perfil
1-5,10-14	HEB 220
6-9	HEB 200

V[áæ Áæ Á } ãæã^•Á•á }
expresadas en metros

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALENCIA				
PROYECTO	CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL SALÓN DE USOS MÚLTIPLES DE LA ESCUELA DE IDIOMAS DE GANDÍA (VALENCIA)			
PLANO	PLANTA DE ESTRUCTURAS			
AUTOR	DAVID GABRIEL TORRES	FECHA	ESCALA	Nº PLANO
		SEPT. 14	1/150	4