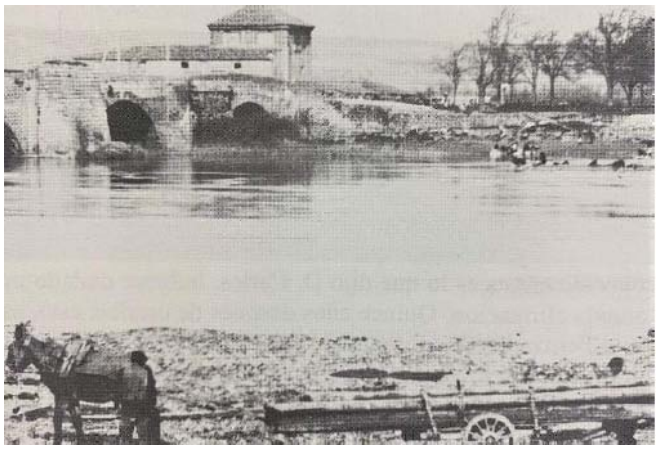
Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion



RESTAURACIÓN DEL HUMILLADERO
TUDELA

PROMOTOR: AYUNTAMIENTO DE TUDELA
JOAQUIN TORRES RAMO_VERÓNICA QUINTANILLA CRESPO● ARQUITECTOS
JAVIER URDACI UCEDA ● ARQUITECTO TÉCNICO
AM INGENIEROS ● INSTALACIONES

JULIO 2022

MEMORIA_PROYECTO DE EJECUCIÓN

INDICE

MEMORIA

1. AGENTES

2. INFORMACIÓN PREVIA

3. ESTADO ACTUAL

4. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN

5. CUADRO DE SUPERFICIES

6. NORMAS DE SEGURIDAD

7. LISTADO DE PLANOS

8. RESUMEN DE PRESUPUESTO

9. CONCLUSIÓN

ANEXOS

1. CÉDULA PARCELARIA
2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA URBANÍSTICA
3. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE
4. MEMORIA BÁSICA DE URBANIZACIÓN ELÉCTRICA
5. CONTROL DE CALIDAD
6. GESTIÓN DE RESIDUOS
7. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
8. FOTOGRAFÍAS
9. IMÁGENES

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

1. AGENTES

1.1_ Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto es la restauración del Humilladero de Tudela.

1.2_Autores

Los autores de este proyecto son Joaquín Torres Ramo y Verónica Quintanilla Crespo, arquitectos, con domicilio profesional en C/ Florencio Ansoleaga 14, 5º dcha de Pamplona y Javier Urdaci Uceda, arquitecto técnico. Como arquitecto colaborador interviene Damián Sánchez Carvajal.

1.3_Propiedad y encargo

El encargo se realiza por parte del Ayuntamiento de Tudela y coopera EPEL Tudela Cultura.

2. INFORMACIÓN PREVIA

2.1. Situación y emplazamiento

El edificio se ubica en el polígono 8, parcela rústica 444, de Tudela (Fig. 1). Se encuentra junto al río Ebro, en la carretera NA-8703, en una zona conocida como “Traslapuente”, aunque a veces también se denomina “La Parra”.

2.2. Datos del inmueble

Según la PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL HUMILLADERO DE TUDELA MEMORIA VALORADA redactada por el arquitecto Aitor Ramírez Rico en Noviembre de 2021, se dice: *El Humilladero es un edificio de estilo barroco a modo de templete para cobijar la cruz anteriormente descrita. Es de planta cuadrada de aproximadamente unos 8 m de lado y unos 70 cm de espesor de muro (2 pies de ladrillo). Está conformado en sus cuatro esquinas por pilastras decoradas con sencillas molduras y construidas con sillería de piedra en la base y con ladrillo en el resto. Las cuatro fachadas se abren mediante arcos doblados de ladrillo de unos 5 m de luz. Seguramente las pilastras se remataban en una cornisa de ladrillo moldeado sobre la que apoyaba una cubierta a cuatro aguas, tal y como se puede apreciar en una de las fotografías históricas. Probablemente, la estructura de cubierta sería de estructura de madera y el templete estaría cubierto en el interior por una bóveda, pero estos son datos que se desconocen, por el momento, al carecer de datos fehacientes. En su interior destacaría la cruz que, tal y como quedó al descubierto en la excavación arqueológica, se alzaba sobre un pedestal escalonado de geometría octogonal.*



Fig. 1

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

2.3. Reseña histórica

Según la Reseña histórica (Fig. 2)recogida en la PROPUESTA DE REHABILITACIÓN DEL HUMILLADERO DE TUDELA -MEMORIA VALORADA redactada por el arquitecto Aitor Ramírez Rico en Noviembre de 2021, se dice: *Aparecen escuetamente datos de su construcción en un documento de 1539 en el que dice que el maestro albañil tudelano Pedro de Garmendia había recibido el encargo de hacer un Humilladero "en el cabo de la puente" para dar cobijo a una cruz que había de labrar el escultor francés Baltasar Febre con piedra del castillo y en la que "a las espaldas del Crucificio aya de hacer una imagen de Nuestra Señora labrada en la misma piedra con dos angeles que le tengan una corona sobre la cabeça"; "Item que baxo al pie, entre las dos peanas, haya de hazer un escudo con las armas de la Ciudad conforme al sello de la dicha Ciudad".*

Dos años después de haber sido levantada, el 3 de enero de 1542, el Cardenal Juan Poggio, sobrino de Paulo III y a quién sucedió en el pontificado con el nombre de Julio III, en su visita a Tudela y a instancias de la señora de Cadreita concedió indulgencias a quienes llegasen hasta la cruz del Humilladero para venerarla.

En un documento manuscrito por un tudelano en 1630 se describe el Humilladero y su cruz de piedra de estilo renacentista:
"...prosigue la puente con su empedrado o esta vn humilladero, distançia de trenta y tres baras. Este humilladero esta çercado de piedra picada, y tiene para subir a el çinco escalones de piedra de a quarta de bara castellana en alto, y seys baras de ancho y a la parte que tiene esta escalera, a los lados, ay ençima de cada parte vn león de piedra muy bien labrado de la anchuria de la pared. El patio a donde esta el Caluario es empedrado de piedra menuda, y en medio d`el, sobre cuatro columnas muy grandes de piedra y ladrillo, se funda vn cimborrio de seys baras de anchuria en cada cuadro de parte a parte, de manera que estan las cuatro columnas en escoadria; y de vna a otra, por cada lado ay seys baras, y en medio esta echo en redondo vn pie de seys escalones, y ençima todo con losas muy bien labradas y en medio d`ella vna muy grande y quadrada, de altura poco menos de una bara, que sirue de pedestal de la cruz, la qual es de piedra, y la columna d`ella rodeada de serafines labrados con gran arte. Luego hay otra piedra en que está la Madre de Dios y los apostoles, y sobre esta la cruz con muy curiosos remates; y el titulo lo tiene dos angeles. El pie de la cruz, donde estan los serafines, no tiene encarnación ni color alguno sino la piedra, la cruz dorada, el Christo y la Madre de Dios, y el san Joan que tiene a los lados. Y la otra Madre de Dios, y los apostoles y los angeles que tienen el titulo de la cruz están yluminados y dorados en los ropajes y encarnados en lo demas, con muy curioso arte, la cubierta doradas y pintadas las labores mosaycas. Lo de la parte descubierta, donde da el agua, es todo de açulejos de colores verde oscuro y verde mar, y azules y blancos, que encajados como las escamas de los peçes hacen vnos visos tarazcados muy apaçibles a la vista. La altura es mucho mayor que la anchuria, vn terçio".



Fig. 2

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Con motivo de la gran avenida del Ebro los días 12 y 13 de febrero de 1643, aparecen pequeñas descripciones de su interior en las actas que redactó el escribano Diego de Villamayor: en la del día 12 cuenta que llegó el agua al Humilladero "que efta cabe el puente principal, afta las primeras gradas y llegó a afrontar las segundas, palmo del pedestal de la Cruz, y cubiertos los leones que a ", y en la del día 13 dice que "el Humilladero todo ef igualado hafta mas arriva en su entrada y cerco había".

En un documento del ayuntamiento del 19 de enero de 1696 parece ser que el Humilladero se reconstruyó ya que se da cuenta de que se "estaba haciendo la obra para el Crucifijo", por el maestro albañil Pedro Bretaña, "por 250 ducados".

En 1814, durante la guerra contra los franceses, Espoz y Mina destruyó el último de los torreones del puente y el Humilladero. Esa torre era el lugar donde se cobraba el peaje, por lo que el Ayuntamiento decidió transformar el Humilladero en Portazgo para cobrar el peaje antes de cruzar el puente. Se desmontó la cruz, se cerraron sus arcos y se colocó sobre su fachada principal el escudo de Tudela, convirtiéndose así en un edificio civil.

Durante la Primera Guerra Carlista (1833-1840), se cegaron los arcos con mampostería y sillarejo, dotando los paños de troneras y utilizándose como defensa del puente que accedía a la ciudad.
Con la Desamortización de Mendizábal (1836-1837), lo que pudo quedar del Humilladero perdió definitivamente su sentido religioso.

Destruido en 1905, pasó a ser lugar de cobro de impuestos ("arbitrios"). Posteriormente se vendió, se le adosó una vivienda y el espacio del antiguo Humilladero tuvo un uso de vaquería.

En 1985 el Ayuntamiento de Tudela adquirió el edificio del Humilladero poniendo en marcha una serie de gestiones con la finalidad de recuperar este monumento que estaba en peligro de derribo inminente a causa de las obras de ampliación del tablero del puente. Se instruyó un expediente de protección ante la Institución Príncipe de Viana y se evitó su desaparición.

En 1990 el ayuntamiento encargó un proyecto de ejecución de restauración del Humilladero, redactado por los arquitectos Joaquín González Miranda y José Alfonso Pezonaga y el aparejador Carlos Elizalde Zalba. Pendiente del concurso y de la correspondiente adjudicación, cambió la composición del ayuntamiento en las elecciones municipales de ese año, se paralizó el expediente y se abandonó.

En la primavera de los años 2001 y 2002 se desarrolló una excavación arqueológica promovida por la Concejalía de Educación, Centros Cívicos y Juventud del Ayuntamiento de Tudela y por el Centro de Estudios "Merindad de Tudela" como actividad práctica de los dos Talleres de Arqueología, dirigida por el arqueólogo Juan José Bienes Calvo. Se encontraron los restos de las diferentes fases que tuvo este recinto: el suelo del fuerte, del Humilladero y de la casa. Se descubrió parte del pedestal donde iba encajado el fuste, correspondiente al primer tramo de la columna de la cruz, y las gradas sobre las que estaba apoyada, que eran de planta octogonal, igual que el fuste de la cruz, y que ocupaban toda la superficie del Humilladero.

En 2018 la asociación Hispania Nostra lo incluyó en la Lista Negra del Patrimonio, que recoge todos los bienes que han sido retirados de la Lista Roja al haber desaparecido o haberse alterado sus valores esenciales de forma irreversible.

**NOTA: datos extraídos de internet de diferentes páginas web de fácil búsqueda referentes al Humilladero de Tudela*

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

3. ESTADO ACTUAL

El estado de conservación de lo que queda del Humilladero es malo (Fig. 3, 4 y 5). Presenta un aspecto de ruina, y su imagen dista mucho de su apariencia original. La mayoría de los huecos están tapiados. Carece de cubierta y además tiene un almacén adosado. Los restos que quedan a modo de piñones sobre dos lados nos hablan de una cubierta a dos aguas, cuando su cubrición original era a cuatro aguas. Es un edificio que ha sufrido muchas transformaciones, aunque los vestigios antiguos permiten "leer" el edificio primigenio.

El nivel del pavimento de alrededor del Humilladero se ha ido elevando según se han adecentado e intervenido en los caminos circundantes; y construyendo diques y motas para contener las recurrentes riadas del río Ebro. Los caminos que circundan el Humilladero presentan una diferencia de cota con el interior del humilladero de hasta casi 2mts. El Humilladero aparece "hundido" en el pavimento. Las excavaciones recientes encontraron la cota de pavimento original.

La cubierta en origen era a cuatro aguas, pero conforme fue perdiendo el uso religioso y adquiriendo usos civiles, sufrió numerosas intervenciones y en la actualidad quedan los piñones de la última cubierta ejecutada (Fig. 6).

En el centro existía una basa para sujetar una cruz. Se conservan restos de la basa y el primer tramo de la cruz.



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

No presenta una patología importante más allá de la vejez y las transformaciones sufridas, sin haber sido nunca objeto de mantenimiento y cuidado. Los ladrillos presentan un desigual grado de deterioro. Las zonas más próximas a la carretera, y por tanto, más visitadas, se encuentran muy mal conservadas, con pérdidas volumétricas. Las zonas más protegidas, como pueden ser las esquinas junto al almacén agrícola, se encuentran muy bien conservadas.

El material de rejuntado se ha ido perdiendo, como es lo habitual. Algunas zonas de las fachadas se encuentran revocadas.

Presenta la suciedad habitual del paso del tiempo, además de manchas de escorrentía del agua, y algunas colonias de hongos y líquenes (Fig. 7). Esta patología no afecta al estado de conservación del material cerámico, y aunque las colonias sean retiradas, volverán a aparecer con el tiempo. Se observan también intervenciones con mortero de cemento (Fig. 8). Al ser un edificio sin uso, ha servido de soporte a todo tipo de instalaciones, principalmente eléctricas. Hay un poste que recoge varias líneas eléctricas, un cuadro de contadores y numerosas líneas que recorren el edificio indiscriminadamente. Además aparece algo de vegetación en las zonas de encuentro con el suelo y encima de la línea de cornisa.

Dos de los cuatro vanos del humilladero se encuentran tapiados. El cerramiento está ejecutado con sillares de piedra toscos, en hiladas desiguales, alternados con hiladas de ladrillo (Fig. 9). Algunas zonas aparecen enfoscadas. En las zonas tapiadas, existen huecos sin carpinterías pero que conservan el dintel de madera y unas sencillas rejas de protección o mallas.

En el encuentro con el suelo exterior aparecen refuerzos e intervenciones con mortero de cemento.
En las fachadas aparte de instalaciones obsoletas, aparecen tacos de madera y elementos metálicos obsoletos a día de hoy. Hay zonas de ladrillo que se encuentran totalmente perdidas (Fig. 10).



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

En el interior se aprecia el zócalo de piedra de las primeras hiladas y a continuación los machones de ladrillo aplantillado. En la parte superior de los machones se observan restos del arranque de la bóveda (Fig. 11 y 12). El doctor en historia del Arte, D. Calos Carrasco Navarro, que está realizando el estudio histórico-artístico del Humilladero de Tudela ha encontrado en el Archivo Municipal de Tudela el expediente de reconstrucción del Humilladero, y se encarga: *"una media maranja" sobre pechinas*, a finales del siglo XVII. Sólo conservamos el arranque de las pechinas.

A continuación estaría la cubierta, hoy desaparecida. Quedan restos del durmiente perimetral de madera, que por su ubicación en altura no corresponde al durmiente original, si no a algunas de las modificaciones sufridas. También quedan restos de un forjado en la parte superior, construido una vez que el humilladero había perdido su uso primigenio. En el suelo se observan restos del pavimento escalonado de planta octogonal. En el centro hay una basa, que recibía la cruz que albergaba el humilladero.



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

4. DESCRIPCIÓN LA INTERVENCIÓN

La restauración del humilladero tiene varios problemas a solucionar:
_el acceso al interior del mismo
_la ejecución de una nueva cubierta
_la consolidación de lo conservado
_la solución del pavimento interior

ACCESO AL INTERIOR DEL MISMO

En la actualidad debido a la ejecución de consecutivas motas, el pavimento que rodea el humilladero está 2m. más alto que el pavimento interior del mismo. Se propone mantener las cotas actuales del pavimento exterior, creando una zona de protección del monumento para evitar que actuaciones posteriores puedan volver a dañar al bien inmueble. El acceso al interior se platea con escaleras, ocupando la pequeña superficie de la vivienda adosada al mismo, en la zona junto al río.

De cara a la protección de las caídas entre el exterior y el interior, se ejecutará una barandilla que cumpla todas las exigencias normativas.

EJECUCIÓN DE UNA NUEVA CUBIERTA

Según las imágenes antiguas y por el tipo de edificio que es, en origen presentaba una cubierta a cuatro aguas. Se pretende recuperar. Se propone la ejecución de una cubierta de madera de armadura española, como probablemente fue la existente. La estructura de madera es muy sencilla: cuatro limas, con pares que apoyan en ellas, (en el sentido de la pendiente), y en un durmiente inferior. En las esquinas bajas se proponen cuadrales que sirvan para atirantar la estructura. Todas las uniones son madera-madera.

Sobre la estructura, aparece una tabla de 3cm. de espesor y sobre ella un lámina transpirable y los rastreles de sujeción de la teja curva tradicional, tanto en la canal como en la cobija. Se colocará teja de color pajizo, similar a la teja vieja existente en el casco histórico de Tudela. LA cubierta se rematará con una sencilla cruz metálica, como era lo habitual en este tipo de edificios.

La propuesta de alero de ladrillo ejecutada en el encuentro entre los muros y la cubierta, es muy parecida a la cornisa de Casa Navascués de Cintruénigo (Fig. 15 y 16). Esta casa es de la misma época que el Humilladero, y según el historiador Carlos Carrasco, la cornisa sería similar. Se han revisado y dibujado diferentes tipos de cornisas de ladrillo aplantillado encontradas en Tudela, y la propuesta por el historiador es la que mejor encaja aunque ha sido necesario hacer alguna modificación. La casa Navascués tiene una fachada mucho más grande que el Humilladero, por lo que se ha quitado la moldura recta grande y una pequeña para que quedara más proporcionado con las dimensiones del humilladero. Se ha revisado una fotografía antigua, y aunque tiene muy poca definición, al montarla sobre el dibujo a línea, se ve que encaja con lo existente. La mayoría de las cornisas estudiadas son muy parecidas en su desarrollo.

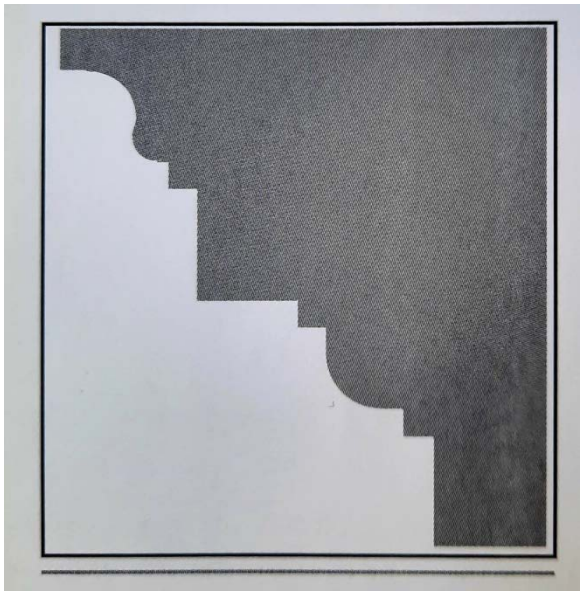


Fig. 15



Fig. 16

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

CONSOLIDACIÓN DE LO CONSERVADO

El Humilladero presenta mal estado de conservación. Se propone conservar todo lo posible, consolidando lo existente.

Los trabajos comenzarán con la retirada de vegetación y el derribo por medios manuales de los huecos tapiados y de los piñones de apoyo de la cubierta moderna. También es necesario retirar las reparaciones realizadas con mortero de cemento en los machones del inmueble, y picado de revocos interiores. Será preciso retirar todos los restos de instalaciones obsoletas tanto metálicas, de madera como eléctricas. Se retirarán también los elementos estructurales de madera obsoletos.

Será necesario limpiar con agua a baja presión los paramentos. En las zonas de colonias biológicas se aplicará biocida para su desaparición. No se observan grandes acumulaciones de suciedad ni de polvo. La suciedad que presenta es la habitual del paso del tiempo, con agua precalentada a baja presión es suficiente para retirarla.

Los ladrillos deteriorados precisan ser sustituidos por unos similares en color, dimensiones y forma. Muchos ladrillos se encuentran tan deteriorados que han perdido su capacidad portante. Si al finalizar la sustitución de los ladrillos existe mucha diferencia entre los nuevos y los antiguos será preciso aplicar una veladura de agua de cal con pigmentos minerales para entonar todo (jalbega).

La cornisa antigua se encuentra totalmente perdida. La nueva cornisa propuesta es necesario realizarla con ladrillo aplantillado, y las esquinas con piedra arenisca.

SOLUCIÓN DEL PAVIMENTO INTERIOR

En los trabajos arqueológicos que se realizaron, se encontraron unas gradas octogonales entorno a la basa de la cruz (Fig. 17). Este pavimento escalonado quedará oculto, pero se propone que en el pavimento que coloquemos se marquen las gradas inferiores con el despiece de las losas de piedra. El pavimento serán losas de piedra arenisca de 6 cm. de espesor. Se mantendrá la basa cuadrada de la cruz y sobre ella se colocará la parte octogonal conservada de la cruz antigua (Fig. 18). Será rematada por una sencilla cruz metálica.



Fig. 17



Fig. 18

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

SOTERRAMIENTO INSTALACIONES

Durante las obras se procederá a soterrar las instalaciones eléctricas que van en aéreo en la zona del Humilladero. Se realizará la obra civil y los técnicos de Iberdrola ejecutarán el resto.

En la actualidad toda la instalación eléctrica circundante va en aéreo. Existen dos partes diferenciadas:

_el soterramiento que cruza la carretera: lo ejecutará completamente Iberdrola

_el soterramiento inmediato al Humilladero: es necesaria la ejecución de la obra civil: tres arquetas, además de la colocación de tubos corrugado vacíos para el paso de instalaciones. EL soterramiento de las líneas eléctricas será responsabilidad de Iberdrola

Aparte es necesario el traslado de un contador eléctrico que se encuentra adosado al Humilladero.

5. CUADRO DE SUPERFICIES

Humilladero	47,50 m²
Espacio anexo_escaleras	24,79 m²
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL	72,29 m²
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA	93,40 m²

6. NORMAS DE SEGURIDAD

La empresa Constructora presentará a la Dirección de Obra, previamente al inicio de las obras de derribo y desescombro, un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio de Seguridad y Salud del Proyecto, así como una Plan de gestión de Residuos que deberá ser aprobado.

7. LISTADO DE PLANOS

PS. 00	PLANTA DE SITUACIÓN	1/10.000_A3
PE. 01	PLANTA DE EMPLAZAMIENTO	1/500_A3
EA. 01	ESTADO ACTUAL_PLANTA COTA +1M Y +2.5M	1/100_A3
EA. 02	ESTADO ACTUAL_PLANTA COTA +3,5M Y +5M	1/100_A3
EA. 03	ESTADO ACTUAL_ PLANTA COTA +7,5M Y CUBIERTAS	1/100_A3
EA. 04	ESTADO ACTUAL_ALZADOS	1/100_A3
EA. 05	ESTADO ACTUAL_SECCIONES	1/100_A3
DE. 01	DERRIBOS_PLANTA COTA +1M Y +2.5M	1/100_A3
DE. 02	DERRIBOS_PLANTA COTA +3,5M Y +5M	1/100_A3
DE. 03	DERRIBOS_PLANTA COTA +7,5M Y CUBIERTAS	1/100_A3
DE. 04	DERRIBOS_ALZADOS	1/100_A3
PA. 01	PATOLOGÍAS_ALZADOS	1/100_A3
PA. 02	PATOLOGÍAS_SECCIONES	1/100_A3
EF. 01	ESTADO FINAL_ PLANTA COTA +0 Y 0'	1/100_A3
EF. 02	ESTADO FINAL_ ALZADOS	1/100_A3
EF. 03	ESTADO FINAL_ SECCIONES	1/100_A3
CS. 01	DETALLES CONSTRUCTIVOS_BARANDILLA METÁLICA	1/20_A3
CS. 02	DETALLES CONSTRUCTIVOS_PAVIMENTO LOSAS PIEDRA	1/50/20/10_A3
CS. 03	DETALLES CONSTRUCTIVOS_ESCALERAS	1/50/20_A3
CS. 04	DETALLES CONSTRUCTIVOS_CORNISA	1/25_A3
CS. 05	DETALLES CONSTRUCTIVOS_BASA Y CRUZ	1/20_A3
EST. 01	ESTADO FINAL_ESTRUCTURA	1/50_A2
INS. 01	INSTALACIÓN ELÉCTRICA_SOTERRAMIENTO POR COMPAÑÍA	1/500_A3
INS. 02	INSTALACIÓN ELÉCTRICA_SOTERRAMIENTO POR AYUNTAMIENTO	1/500_A3

*LEVANTAMIENTO (PLANOS ESTADO ACTUAL) REALIZADOS POR EL ARQUITECTO AITOR RAMÍREZ

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

8. RESUMEN DE PRESUPUESTO

El Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.) de las obras asciende a la expresada cantidad de 180.348,45 EUROS, ciento ochenta mil trescientos cuarenta y ocho euros, y cuarenta y cinco céntimos de euro.

El presupuesto, incluido 15% de GG y Bi, asciende a 207.400,72euros.

El Presupuesto total de las obras, incluido GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL (15%) e IVA (21%), asciende a la expresada cantidad de 250.954,87EUROS.

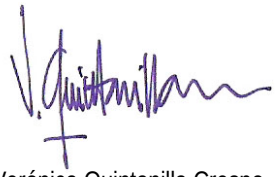
9. CONCLUSIÓN

Este proyecto de ejecución contiene todos los documentos necesarios, por lo que con lo expuesto, más las normas e Instrucciones Constructivas de aplicación, se consideran cumplidos los objetivos del mismo.

Con todo lo expuesto, se da por terminado el presente trabajo, y con ello justificado el proyecto de intervención, que se eleva a la superioridad para su aprobación.

Pamplona, julio de 2022.





Joaquín Torres Ramo Verónica Quintanilla Crespo

Arquitectos

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

ANEXOS

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

1. CÉDULA PARCELARIA

Gobierno de Navarra · Nafarroako Gobernua

HACIENDA NAVARRA · NAFARROAKO OGASUNA

CÉDULA PARCELARIA / LURZATI ZEDULA

Municipio TUDELA **Cód.** 232 **Entidad** TUDELA Cód. Seg. **T/U6VEVSJ00X**

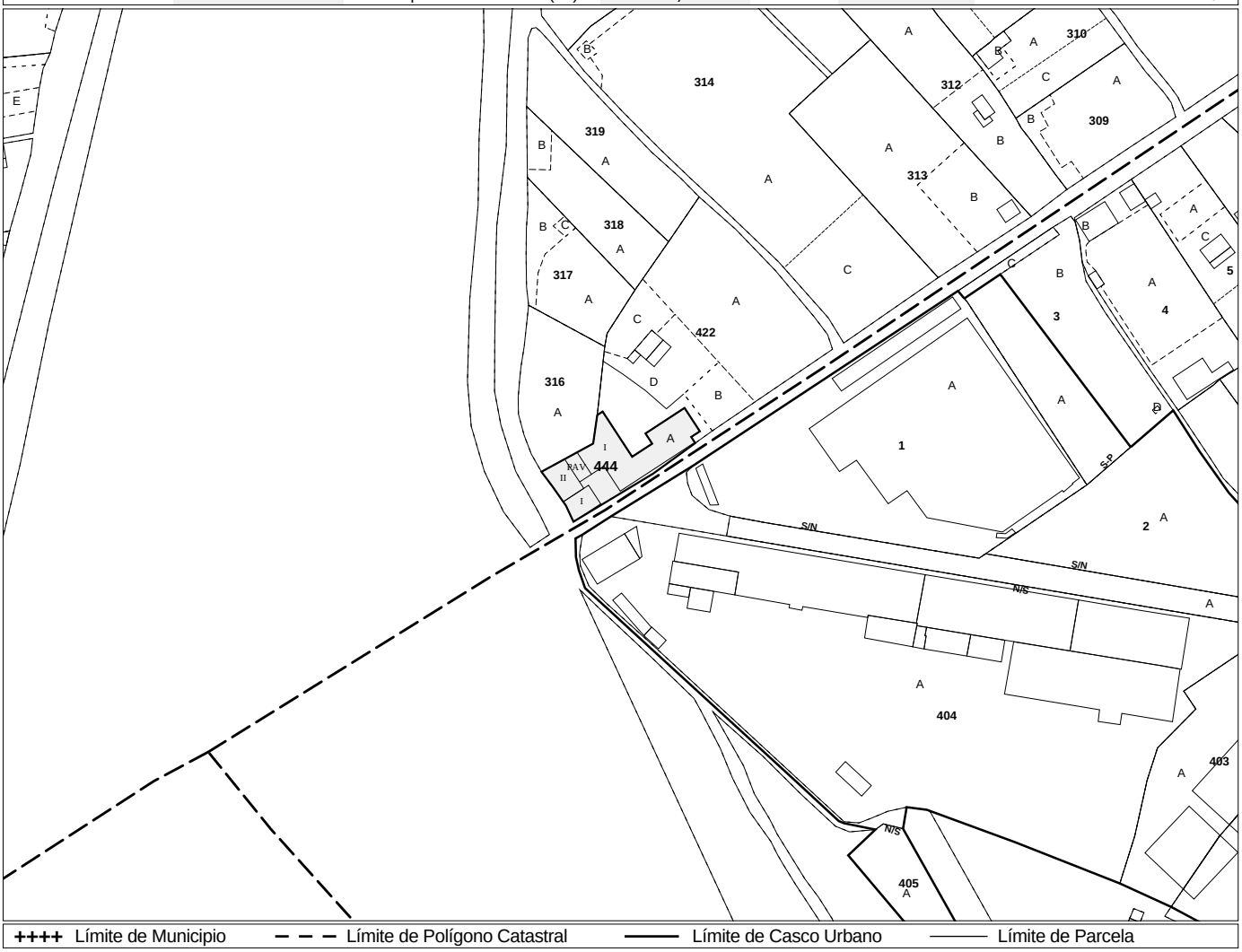
Expedida el 9/6/2022 vía Internet https://catastro.navarra.es

CÓDIGOS LOCALIZADORES Y DATOS DESCRIPTIVOS

REFERENCIA CATASTRAL y CODIGOS LOCALIZADORES (*)	DIRECCIÓN O PARAJE	SUPERFICIES (m²) Principal	SUPERFICIES (m²) Común	USO, DESTINO O CULTIVO
3100000000002358997BQ				
8 444 1 5	DS DISEMINADO, S-P Bajo	148,40		ALMACEN AGRICOLA
8 444 1 6	DS DISEMINADO, S-P Bajo	93,90		CASA DE CAMPO
8 444 1 7	DS DISEMINADO, S-P Bajo	51,40		PAVIMENTO
3100000000002358993HB				
8 444 A	La Parra	999,03		CONSTRUCCION

CROQUIS DE SITUACIÓN DE LA PARCELA EN LA QUE SE UBICAN LAS UNIDADES INMOBILIARIAS

Referencia de Plano **282/5-7/ - /D-1** Superficie de Parcela (m²) **999,03** Escala: **1:2500** 1 cm.



++++ Límite de Municipio — — — Límite de Polígono Catastral —— Límite de Casco Urbano —— Límite de Parcela

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Todos los documentos inscribibles en el Registro de la Propiedad deben incorporar las cédulas parcelarias correspondientes (Ley Foral 12/2006, de 21 de noviembre). Documento sujeto a tasa de acuerdo a la Ley Foral 12/2006, de 21 de noviembre / Modelo aprobado mediante Orden Foral 132/2003, de 28 de abril.

Conforme a lo dispuesto en el artículo 41 de la Ley Foral 12/2006, de 21 de noviembre, la titularidad y el valor catastral son datos protegidos.
Los titulares pueden acceder a sus datos previa identificación, en las oficinas del Servicio de Riqueza Territorial o por otros medios, utilizando cualquiera de los códigos de seguridad legalmente establecidos.

(*) Los códigos localizadores se componen de Polígono, Parcela, Subárea o Subparcela y Unidad Urbana.
(**) En la parcela hay otras unidades inmobiliarias con la misma o distinta titularidad.

Lur-Ondasunen eta Ondarearen gaineko Tributuen Zerbitzua • Servicio de Riqueza Territorial y Tributos Patrimoniales
Carlos III, 4 • 31002 PAMPLONA/IRUÑA • Tfnoa/Tfno. 848 42 73 33 • https://catastro.navarra.es • riqterri@navarra.es

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

2. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMINETO DE LA NORMATIVA URBANÍSTICA

1. OBJETO

Este anexo a la memoriadel proyecto básico tiene como objeto recoger las condiciones y afecciones de carácter territorial y urbanístico que se vinculan a la parcela y al propio inmueble del Humilladero de Tudela y a su entorno inmediato; y justificar la adecuación del proyecto a los condicionantes derivados de la normativa urbanística que le es de aplicación.

2. UBICACIÓN DEL EDIFICIO

El antiguo Humilladero se sitúa a las afueras del casco urbano de Tudela, al otro lado del Ebro, junto al puente de acceso a la ciudad desde la NA-8703 (Ayerbe-Tudela) y NA-126 (Tudela-Alagón).[Coordenadas ETRS-89: 42º 4´ 1,42" N – 1º 36´ 0,39" O / UTM x:615.815; 30N y:4.658.170].



Fig 1. Situación del Humilladero junto al puente sobre el río Ebro (Fuente: SITNA, 2021)



Fig2. Situación del Humilladero, junto al puente sobre el río Ebro (Fuente: SITNA, 2021)

De acuerdo con los datos catastrales, el Humilladero forma parte del:

Polígono 8, parcela 444, subparcela rústica A (Paraje La Parra),
Subárea 1, calle Disenimado s/p. Unidad 6
Referencia Catastral 3100000000023589 97BQ

Su ubicación, fuera de los límites del casco urbano (Fig.4), en una zona conocida como "Traslapuente", en el paraje de La Parra, se corresponde con la parcela cuya cédula parcelaria se aporta en el anexo 1 (Fig.3).

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Gobierno de Navarra / Nafarroako Gobernua

HACIENDA NAVARRA / NAFARROAKO OGASUNA

CÉDULA PARCELARIA / LURZATI ZEDULA

Municipio TUDELA Cód. 232 Entidad TUDELA Cód. Seg. T/1WVZHEQDIH

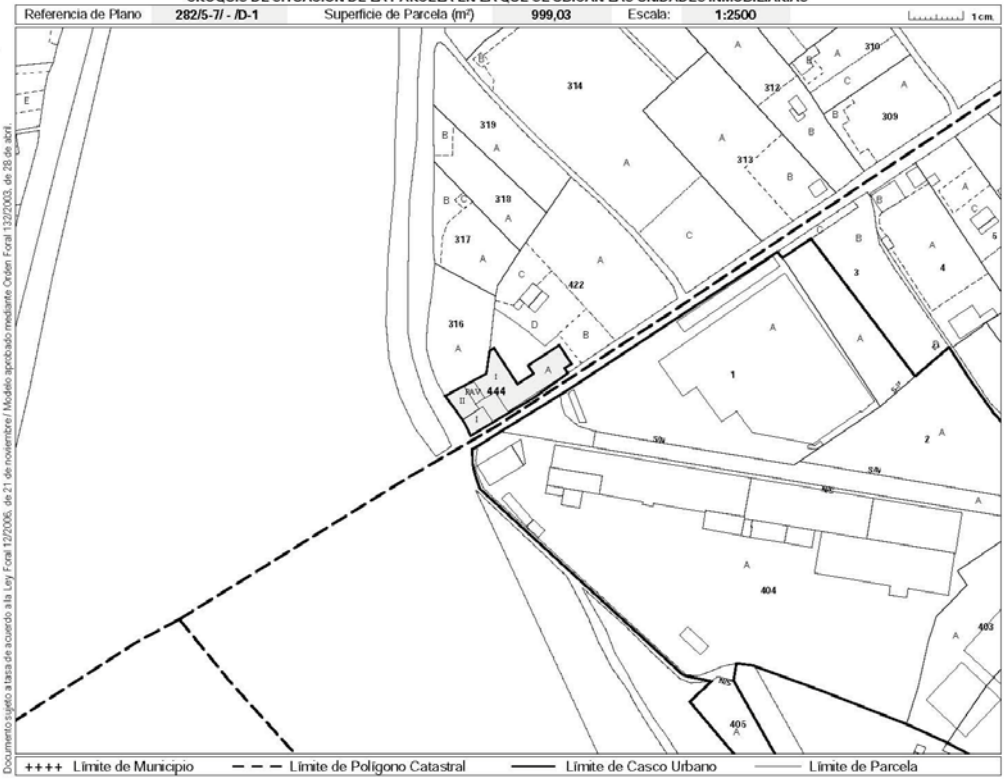
Expedida el 8/6/2022 vía Internet https://catastro.navarra.es

CÓDIGOS LOCALIZADORES Y DATOS DESCRIPTIVOS

REFERENCIA CATASTRAL y CODIGOS LOCALIZADORES (*)	DIRECCIÓN O PARAJE	SUPERFICIES (m²) Principal	Común	USO, DESTINO O CULTIVO
3100000000023589978Q				
8 444 1 5	DS DISEMINADO, S-P Bajo	148,40		ALMACEN AGRICOLA
8 444 1 6	DS DISEMINADO, S-P Bajo	93,90		CASA DE CAMPO
8 444 1 7	DS DISEMINADO, S-P Bajo	51,40		PAVIMENTO
3100000000023589938B				
8 444 A	La Parra	999,03		CONSTRUCCION

CROQUIS DE SITUACIÓN DE LA PARCELA EN LA QUE SE UBICAN LAS UNIDADES INMOBILIARIAS

Referencia de Plano 282/5-7/ - /D-1 Superficie de Parcela (m²) 999,03 Escala: 1:2500 1 cm.



Todos los documentos inscribibles en el Registro de la Propiedad deben incorporar las cédulas parcelarias correspondientes (Ley Foral 12/2006, de 21 de noviembre). Documento sujeto a tasa de acuerdo a la Ley Foral 12/2006, de 21 de noviembre / Modelo aprobado mediante Orden Foral 132/2003, de 28 de abril.

Conforme a lo dispuesto en el artículo 41 de la Ley Foral 12/2006, de 21 de noviembre, la titularidad y el valor catastral son datos protegidos. Los titulares pueden acceder a sus datos previa identificación, en las oficinas del Servicio de Riqueza Territorial o por otros medios, utilizando cualquiera de los códigos de seguridad legalmente establecidos.

(*) Los códigos localizadores se componen de Polígono, Parcela, Subárea o Subparcela y Unidad Urbana.
(**) En la parcela hay otras unidades inmobiliarias con la misma o distinta titularidad.

Lur-Ondasunen eta Ondarearen gaineko Tributuen Zerbitzua • Servicio de Riqueza Territorial y Tributos Patrimoniales
Carlos III, 4 • 31002 PAMPLONA/IRUÑA • Tfnoa/Tfno. 848 42 73 33 • https://catastro.navarra.es • riqterri@navarra.es

Hoja 1 / 1

Fig3. Cédula parcelaria. Referencia catastral (Registro de la Riqueza Territorial – Catastro de Navarra)

3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Dada la ubicación del edificio le son de aplicación:

- Plan General de Ordenación Urbana de Tudela, aprobado de manera definitiva el 27/09/1991, y cuya Normativa se publica el30/12/1994.

  La Normativa Urbanística General, Normativa Urbanística Particular y Ordenanza General de Usos, fueron actualizadas mediante resolución de 28/10/2021 y publicadas en el BON el 12/11/2021.

- En el ámbito territorial, el Plan de Ordenación Territorial del Eje del Ebro (POT 5) de Navarra.

Por las características del edificio, su carácter histórico y su naturaleza patrimonial cultural, cualquier intervención sobre el mismo debe quedar sujeta a:

- La Ley Foral 14/2005, de 22 de noviembre, del Patrimonio Cultural de Navarra.
- Es preciso, asimismo, tener en cuenta que la preocupación por el Patrimonio Cultural tiene un alcance internacional, como lo muestra, por un lado, la acción de la UNESCO, mediante la aprobación de múltiples convenciones y resoluciones desde la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial de 1972 y, por otro, el Consejo de Europa que ya en 1954 aprobó el Convenio Cultural Europeo. Serán de aplicación aquellos criterios internacionalmente fijados para la correcta intervención, conservación y restauración del patrimonio cultural.



Fig4. Delimitación del casco urbano de Tudela (Fuente: SITNA, 2021)

4. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA URBANÍSTICA

4.1. Planeamiento municipal

El PGOU de Tudela deja el ámbito de actuación donde su ubica el Humilladero fuera de la consideración de suelo urbano o urbanizable. La documentación gráfica del documento refundido del PGOU de 1996 cataloga el terreno como suelo genérico (fig 5) y no lo incorpora a ninguna unidad integrada.

Es por esto que, sencillamente, el PGOU no plantea ningún condicionante a la actuación en el mismo, y tampoco se le asignaba ningún grado de protección.

La Normativa urbanística general (texto refundido 1996) del Plan Municipal de Tudela, en su Título III- *Definiciones y clases en el Patrimonio Urbano protegido,* recoge aquellos edificios y elementos arquitectónicos a los que confiere diferentes grados de protección. Pese a su relevancia, el Humilladero no aparece recogido en el Catálogo municipal, ni como patrimonio arquitectónico (sección tercera), ni como elemento singular (sección cuarta); ni se engloba

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

dentro de ninguna área de interés histórico o tipológico (sección primera), ni en ningún conjunto menor (sección segunda).

Según el propio art. 67 de la normativa urbanística general del PGOU, el ámbito espacial al que son de aplicación las normas de protección de este título, viene definido en los planos correspondientes a la normativa urbanística gráfica general del PGOU.Y como puede verse en dichos documentos, el ámbito del humilladero no llega a contemplarse en ningún caso. Así se refleja en el plano de ordenación O-13 (fig. 6).

Únicamente la carretera junto a la cual se levanta el Humilladero aparece señalada como sistema general, en los planos de desagregación correspondientes (fig 7).

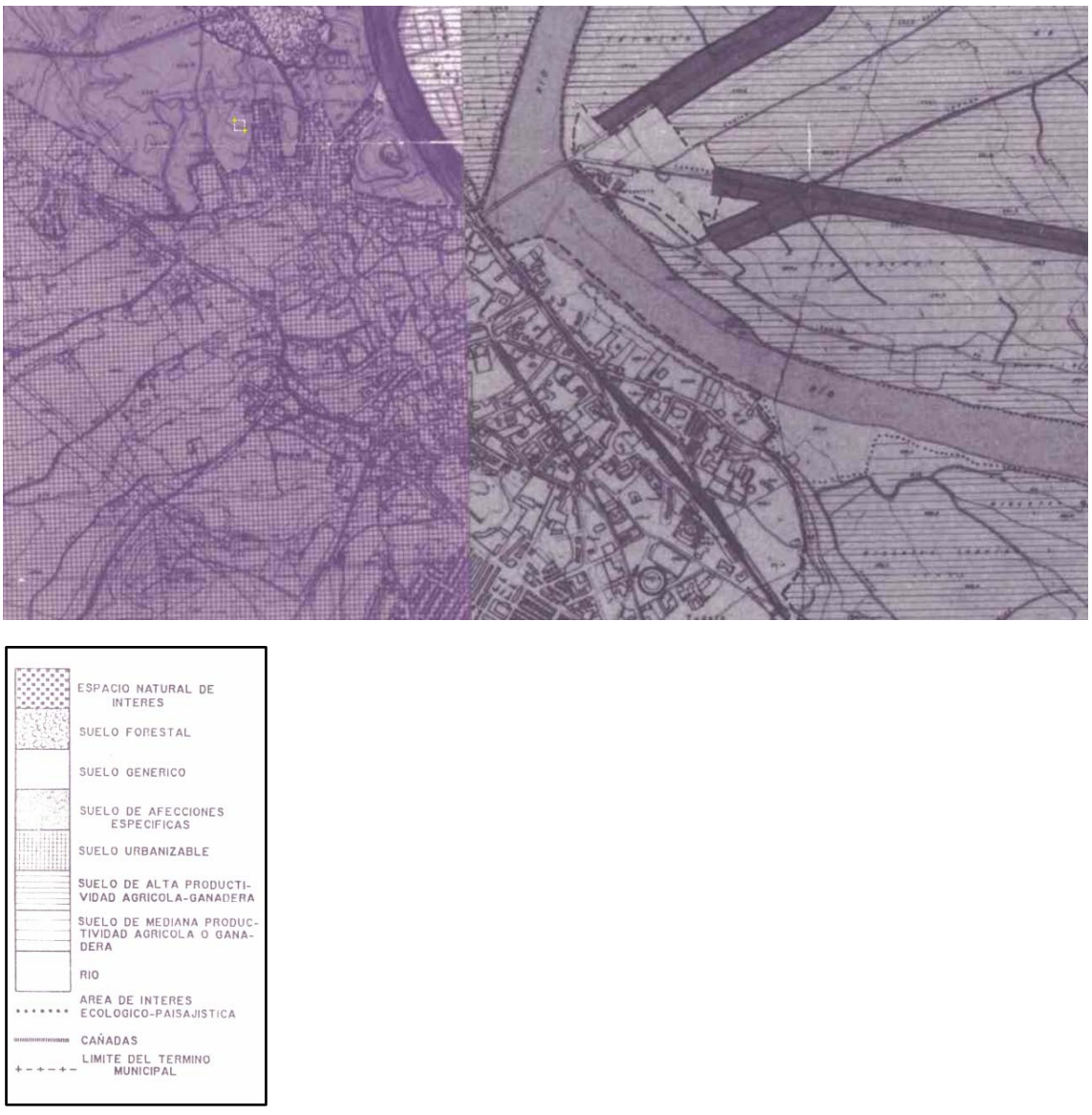


Fig. 5. O20- Gestión- Desagregación del Suelo No Urbanizable (PGOU refundido 1996)

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

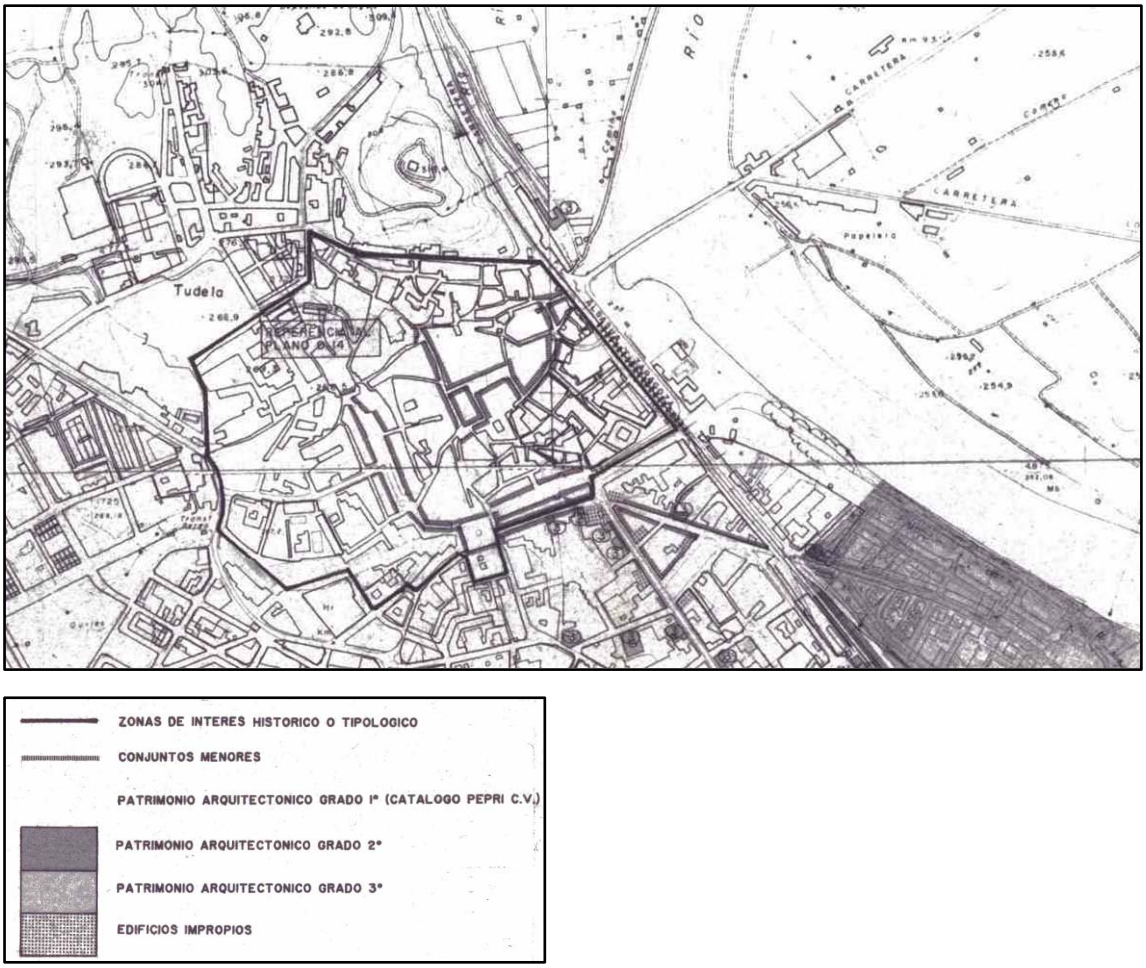


Fig.6. Plano de Ordenación. O-13 Edificios protegidos en zonas protegidas (PGOU de Tudela)



Fig.5. O23- Gestión- Desagregación Pormenorizada 9(PGOU refundido 1996)

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

4.2. Plan de Ordenación Territorial

Enel ámbito territorial, elPlan de Ordenación Territorial del Eje del Ebro (POT 5) tampocorecogeel Humilladero en el *Listado de Bienes de Interés Cultural (BIC) y otros bienes relevantes* (anexo PC2).

Según apunta el propio POT5, la protección del Patrimonio Cultural debe situarse en el doble marco legal establecido por la Ley Foral 35/2002 de Ordenación del Territorio y Urbanismo (LFOTU), y la Ley Foral 14/2005, del Patrimonio Cultural de Navarra.

La Ley Foral 35/2002 (LFOTU), en su artículo 35.1 g), solicita de los Planes de Ordenación Territorial (POT), la fijación de "criterios y normas para el uso y protección delpatrimonio arquitectónico y arqueológico y de otros bienes inmuebles de interés cultural,tales como elementos singulares del medio rural, conjuntos urbanos de interés, arquitecturapopular e industrial e itinerarios de interés".

Los contenidos del apartado *"Ordenación del Patrimonio Cultural"* responde a la solicitud de la LFOTU. Debido a la intensa relación entre el contenido de Patrimonio Arquitectónicocon el Urbano se ha optado por su unificación, incluyéndose en el documento contenidos que en el art.35.1.g) de la LFOTU se citan como "otros bienes inmuebles de interés cultural, tales como elementos singulares del medio rural, conjuntos urbanos de interés, arquitectura popular e industrial", y dejando tan solo para este apartado los "itinerarios de interés".

Los *bienes de interés o relevancia local*recogidos en los POTs son edificios o elementos que podrían asimilarse a los que la Ley de Patrimonio considera de relevancia local, cuya conservación competería expresamente a entes locales, que por lo general garantiza su protección mediante catálogos asociados a la formulación del planeamiento urbanístico municipal.

El listado de *bienes de interés o relevancia local* del patrimonio arquitectónico y urbano, se ofrece a título indicativo, y únicamente pretende destacar un conjunto de bienes cuyo interés reclama una protección pormenorizada por parte del planeamiento local.

A pesar de todo ello, el inmueble histórico que nos ocupa no aparece reflejado.

4.3. Medidas de protección emprendidas

En 1985 el Ayuntamiento de Tudela adquirió el edificio del Humilladero poniendo en marcha una serie de gestiones con la finalidad de recuperar este monumento que estaba en peligro de derribo inminente a causa de las obras de ampliación del tablero del puente. Se instruyó un expediente de protección ante la Institución Príncipe de Viana y se evitó su desaparición.

El presente proyecto de restauración continua este camino emprendido para la recuperación del bien, su conservación y su puesta en valor.

4.4. Otros aspectos de la normativa municipal

En cuanto al desarrollo de las obras (vallas, aparatos elevadores, grúas-torre, etc.), se tendrá en cuenta lo que se recoge en el capítulo 5, *Seguridad en la Construcción*, de la Ordenanza general de la Edificación-Ordenanza general de usos, texto refundido de 1996, del PGOU de Tudela.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

3. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMINETO DEL CTE

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

ÍNDICE

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

I. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO DE SALUBRIDAD (DB-HS)

II. JUSTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO BÁSICO DE AHORRO DE ENERGÍA (DB-HE)

III. JUSTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO BÁSICO DE PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO (DB-HR)

IV. JUSTIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB-SE y DB-SE-M)

V. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB-SI)

VI. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO DE SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD (DB-SUA)

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

El Código Técnico de la Edificación (CTE) "se aplicará a las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes, siempre y cuando dichas obras sean compatibles con la naturaleza de la intervención y, en su caso, con el grado de protección que puedan tener los edificios afectados."

> A estos efectos, se entenderá por obras de rehabilitación aquéllas que tengan por objeto actuaciones tendentes a lograr alguno de los siguientes resultados:
>
> a) la adecuación estructural, considerando como tal las obras que proporcionen al edificio condiciones de seguridad constructiva, de forma que quede garantizada su estabilidad y resistencia mecánica;
>
> b) la adecuación funcional, entendiendo como tal la realización de las obras que proporcionen al edificio mejores condiciones respecto de los requisitos básicos a los que se refiere este CTE. Se consideran, en todo caso, obras para la adecuación funcional de los edificios, las actuaciones que tengan por finalidad la supresión de barreras y la promoción de la accesibilidad, de conformidad con la normativa vigente;
>
> c) la remodelación de un edificio con viviendas que tenga por objeto modificar la superficie destinada a vivienda o modificar el número de éstas, o la remodelación de un edificio sin viviendas que tenga por finalidad crearlas.

Debido a que la intervención proyectada consiste en en una restauración de un edificio que cubre un espacio exterior no acondicionado, se considera que este proyecto está sujeto al cumplimiento de la exigencias del Código Técnico de la Edificación en aquellos aspectos que sean compatibles con la naturaleza del edificio y con el alcance de la intervención proyectada.

Se justifica a continuación el cumplimiento de los diferentes documentos básicos que afectan al proyecto.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

I. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO DE SALUBRIDAD (DB-HS)

El objetivo del requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente", tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios*, dentro de los *edificios* y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el *riesgo* de que los *edificios* se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su *proyecto*, *construcción*, *uso* y *mantenimiento*.

I.1. HS 1 PROTECCIÓN FRENTE A LA HUMEDAD

Se limita el *riesgo* previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus *cerramientos* como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas).

La comprobación de la limitación de humedades de condensaciones superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la Sección HE-1 Limitación de la demanda energética del DB HE Ahorro de energía.

Diseño de muros

El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 del DB-HS1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua se considera baja, ya que la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.

Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros: 1

Las condiciones exigidas a cada *solución constructiva*, en función del tipo de muro, del tipo de impermeabilización y del *grado de impermeabilidad,* se obtienen en la tabla 2.2 del DB-HS1.

Los muros existentes son muros de gravedad, parcialmente estancos. Se instalará una cámara bufa en el perímetro exterior o interior del edificio según el caso que harán de cámara ventilada.

Ventilación de la cámara:
V1 Deben disponerse aberturas de ventilación en el arranque y la coronación de la hoja interior y ventilarse el local al que se abren dichas aberturas con un caudal de, al menos, 0,7 l/s por cada m2 de superficie útil del mismo.

Las aberturas de ventilación deben estar repartidas al 50% entre la parte inferior y la coronación de la hoja interior junto al techo, distribuidas regularmente y dispuestas al tresbolillo.

La relación entre el área efectiva total de las aberturas, Ss, en cm2, y la superficie de la hoja interior, Ah, en m2, debe cumplir la siguiente condición:

$$30 > Ss / Ah > 10 \qquad (2.1)$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no será mayor que 5 m.

La cámara ventila directamente al exterior ya que no existen locales cerrados.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Encuentros del muro con las particiones interiores
No se disponen particiones interiores.

Diseño de suelos

Grado de impermeabilidad mínimo exigido en suelos
El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

Coeficiente de permeabilidad del terreno: 1
Presencia de agua: Baja
$Ks \leq 10^{-5}$ cm/s

Solución constructiva: solera y sub-base
Debido al grado de impermeabilidad exigido y la solución constructiva adoptada no es necesario cumplir condiciones adicionales.

Diseño de fachadas

Grado de impermeabilidad
1 El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la *zona pluviométrica de promedios* y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio. Estos parámetros se determinan de la siguiente forma:

a) la *zona pluviométrica de promedios* se obtiene de la figura 2.4: III

b) el grado de exposición al viento se obtiene en la tabla 2.6 en función de la altura de coronación del edificio sobre el terreno, de la *zona eólica* correspondiente al punto de ubicación, obtenida de la figura 2.5, y de la clase del entorno en el que está situado el edificio que será E0 cuando se trate de un terreno tipo I, II o III y E1 en los demás casos, según la clasificación establecida en el DB SE:

Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal.
Clase de entorno: E1
Zona eólica: C
Altura de coronación: 6,5 metros.

Grado de impermeabilización mínimo exigido en fachadas: 3

El muro actual no cumple y al ser un edificio histórico, no se puede modificar la apariencia. Por lo tanto se aplicará un hidrofugante para proteger al edificio frente a la humedad.

Diseño de cubiertas
Grado de impermeabilidad
Para las cubiertas el *grado de impermeabilidad* exigido es único e independiente de factores climáticos.

Cualquier *solución constructiva* alcanza este *grado de impermeabilidad* siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

Condiciones de las *soluciones constructivas*
1. Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes:

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

a) un sistema de formación de pendientes de la cubierta inclinada, formado por su soporte resistente con la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización propia de la teja que se va a utilizar;

b) No dispondrá de *barrera contra el vapor* inmediatamente por debajo del *aislante térmico* ya que, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía", se prevé que no vayan a producirse condensaciones en dicho elemento;

c) una *capa separadora* bajo el *aislante térmico*, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles;

d) una *capa separadora* 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;

e) una capa de impermeabilización al agua líquida que sea transpirable al paso del vapor de agua, a pesar de que la cubierta inclinada tiene la pendiente exigida en la tabla 2.10 y el solape de las piezas de la protección sea suficiente;

f) una *capa separadora* entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, cuando

i) deba evitarse la adherencia entre ambas capas;

ii) la impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático;

g) un tejado.

j) un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones y bajantes dimensionados según el cálculo descrito en la sección HS 5 del DB-HS.

3. Dimensionado

El dimensionado de los tubos de drenaje, canaletas de recogida y bombas de achique se recoge en el proyecto específico de instalaciones que acompaña a esta documentación.

4. Productos de construcción

Las características exigibles a los productos, el control de recepción en obra de productos, la construcción, ejecución, control de la ejecución y control de la obra terminada seguirán lo establecido en el documento básico.

5. Mantenimiento y conservación

Se reflejarán en el Libro del Edificio las condiciones y operaciones para el mantenimiento y conservación del edificio frente a los efectos del agua, de acuerdo con lo establecido en el documento básico DB-HS.

I.2. SECCIÓN HS 2 RECOGIDA Y EVACUACIÓN DE RESIDUOS

Esta sección no es de aplicación en el presente proyecto.

I.3. SECCIÓN HS 3 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

Esta sección no es de aplicación en el presente proyecto, ya que se trata de un porche abierto al exterior.

I.4. SECCIÓN HS 4 SUMINISTRO DE AGUA

Esta sección no es de aplicación en el presente proyecto.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

I.5. SECCIÓN HS 5 EVACUACIÓN DE AGUAS

Esta sección no es de aplicación en el presente proyecto, ya que se trata de un edificio histórico con una superficie muy pequeña de cubierta que nunca tuvo evacuación de aguas.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

II. JUSTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO BÁSICO DE AHORRO DE ENERGÍA (DB-HE)

El documento básico DB HE Ahorro de energía no es de aplicación en el presente proyecto.

II.1. SECCIÓN HS 0 LIMITACIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO

Esta sección no es de aplicación ya que se trata de una intervención en un edificio existente que no incrementa la superficie construida, no se trata de un cambio de uso y no se renueva ni las instalaciones térmicas ni envolvente térmica del edificio.

II.2. SECCIÓN HS 1 CONDICIONES PARA EL CONTROL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

No es de aplicación ya que no se interviene en la envolvente térmica del edificio.

Las secciones:

- HE 2 Rendimiento de las instalaciones térmicas
- HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
- HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
- HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

No son de aplicación en el proyecto, ya que no se interviene sobre las instalaciones térmicas, no hay demanda de agua caliente sanitaria y se trata de una zona exterior.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

III. JUSTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO BÁSICO DE PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO (DB-HR)

Esta justificación no es de aplicación en el presente proyecto ya que se trata de una reforma no integral de un edificio existente.

Según el articulado de este documento básico, quedan fuera del ámbito de aplicación del mismo las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación en los edificios existentes, salvo cuando se trate de rehabilitación integral. Asimismo quedan excluidas las obras de rehabilitación integral de los edificios protegidos oficialmente en razón de su catalogación, como bienes de interés cultural, cuando el cumplimiento de las exigencias suponga alterar la configuración de su *fachada* o su distribución o acabado interior, de modo incompatible con la conservación de dichos edificios. (Cfr. II Ámbito de aplicación).

Por lo tanto, en el presente proyecto no son de aplicación los parámetros objetivos y sistemas de verificación que establece el documento básico DB-HR, ya que se trata de una reforma no integral de un edificio existente.

Aún así, al ser un espacio exterior no es necesario aplicar las condiciones de protección frente al ruido.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

IV. JUSTIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DB-SE

Este apartado contiene:

I. Introducción

II. Justificación de la solución adoptada

III. Acciones adoptadas en el cálculo

IV. Características de los materiales empleados

V. Anejo de cálculo

I. INTRODUCCIÓN

La estructura de la obra se ha resuelto con madera maciza, pudiendo ser descompuesta a efectos de diseño y cálculo en: vigas, pares y durmientes.

En la elección del canto se ha tenido en cuenta lo indicado por la normativa vigente, para las cargas a las que está sometida la estructura y las luces que entre apoyos indican.

La descripción geométrica de la estructura figura en los planos adjuntos a esta memoria y deberá ser construida y controlada siguiendo lo que en ellos se indica y las normas expuestas en la Instrucción Española de Hormigón Estructural EHE-08 y en el DB-SE-M. Tanto la interpretación de planos como las normas de ejecución de la estructura quedan supeditadas en última instancia a las directrices y órdenes que durante la construcción de la misma imparta la Dirección Facultativa de la obra.

Como puede observarse en los planos de la estructura, en general, no figuran cotas o figuran en número escaso; ello no significa que no se hayan respetado distancias en el análisis de la misma, todo lo grafiado responde a la escala de los planos de arquitectura que han servido de base para el dimensionamiento de la obra y cálculo de los elementos de la estructura, ya que se calcan de los mismos o se utilizan ficheros DXF.

Los planos de estructura exigen necesariamente planos de replanteo estrictamente arquitectónicos y son, estos últimos, los que fijarán la geometría precisa de la obra. Queda a juicio de la Dirección Facultativa de la obra, si las variaciones que existiesen entre ambos por dilataciones del papel u otras causas, son admisibles o deben ser reconsideradas en el análisis de la estructura.

Lo expuesto debe ser así, para evitar errores graves que se generan en la construcción de la obra al contemplarse más de un plano de cotas.

II. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

1.ESTRUCTURA

En este documento se desarrolla el proyecto para la restauración de la Torre del Humilladero, situado en la localidad de Tudela (Navarra).

Actualmente es un edificio en ruinas compuesto de dos cuerpos: el propio torreón formado por cuatro arcadas cegadas, sin cubierta, y un bloque anexo de planta baja con cubierta a tres aguas.

La solución estructural adoptada para la rehabilitación del torreón ha sido la de reconstruir la estructura original: cubierta a cuatro aguas con vigas y pares de madera apoyadas sobre durmientes.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

III. ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO

1.ACCIONES GRAVITATORIAS

1.1. Cargas superficiales

1.1.1. Peso propio del forjado

Se han dispuesto los siguientes tipos de forjados:

FORJADOS DE LOSA MACIZA

Los cantos de las losas son:

Planta	Canto (cm)
Escalera acceso	15

El peso propio de las losas se obtiene como el producto de su canto en metros por 25 kN/m3.

1.1.2. Pavimentos y revestimientos

Planta	Zona	Carga en KN/m^2
Escalera acceso	-	1,5
Cubierta torreón	-	1

1.1.3. Sobrecarga de uso

Planta	Zona	Carga en KN/ m^2
Escalera acceso	-	5,0
Cubierta torreón	-	1

2.ACCIONES DE NIEVE

Para la determinación de las cargas de viento se ha tenido en cuenta los siguientes datos:

- Altitud topográfica = 264 m
- Valor característico de la carga de nieve por unidad de superficie = 0,55 KN/m^2

El coeficiente de forma que aumenta/disminuye el valor de la acción del viento se ha evaluado según la geometría de la actuación y las indicaciones recogidas en el CTE-DB-SE-AE.

3.ACCIONES DE VIENTO

Para la determinación de las cargas de viento se ha tenido en cuenta los siguientes datos:

- Zona eólica (según CTE-DB-SE-AE) = Zona C
- Grado de aspereza = IV

Los coeficientes eólicos se han evaluado según la geometría de la actuación realizando las simplificaciones permitidas según el CTE-DB-SE-AE.

4.ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

De acuerdo a la CTE DB SE-AE y las dimensiones del edificio no se tienen en cuenta las acciones térmicas.

5.ACCIONES DEL FUEGO

De acuerdo a la norma CTE-BD-SI se ha tenido en cuenta las medidas correspondientes para garantizar la resistencia al fuego de la estructura.

Tal y como se refleja en las acciones de cálculo el peso de la cubierta, descontando la estructura, es igual a 1 kN/m^2 por lo que según lo establecido en el apartado 6.3.2 del CTE DB SI se puede considerar como una cubierta ligera. En base a esta elección, la resistencia al fuego exigida por dicha normativa, y para la que se ha diseñado la cubierta, es R 30.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

6.ACCIONES SÍSMICAS

De acuerdo a la norma de construcción sismorresistente NCSR-02, por el uso y la situación del edificio, no se consideran las acciones sísmicas.

IV. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

1.HORMIGÓN ARMADO

1.1. Hormigones

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Resistencia Característica a los 28 días: fck (N/mm2)	25				
Tipo de cemento (RC-08)	CEM II/S				
Tamaño máximo del árido (mm)	20				
Tipo de ambiente (agresividad)	IIa				
Consistencia del hormigón	Plástica				
Asiento Cono de Abrams (cm)	6 a 9				
Sistema de compactación	Vibrado				
Nivel de Control Previsto	Normal				
Coeficiente de Minoración	1.5				
Resistencia de cálculo del hormigón: fcd (N/mm2)	16.66				

1.2. Acero en barras y mallazos

1.2.1. Acero en barras

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Designación	B-500-S				
Límite Elástico (N/mm2)	500				
Nivel de Control Previsto	Normal				
Coeficiente de Minoración	1.15				
Resistencia de cálculo del acero (barras): fyd (N/mm2)	434.78				

1.3. Ejecución

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
A. Nivel de Control previsto	Normal				

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

2.MADERA

Para toda la obra se utilizará una madera conífera clasificada como C18. Las propiedades de dicha madera según CTE-DB-SE-M son:

	Toda la obra	Comprimidos	Flectados	Otros
Tipo de madera	C18			
Resistencia a flexión $f_{m,k}$ (MPa)	18			
Resistencia a tracción paralela $f_{t,0,k}$ (MPa)	11			
Resistencia a tracción perpendicular $f_{t,90,k}$ (MPa)	0,4			
Resistencia a compresión paralela $f_{c,0,k}$ (MPa)	18			
Resistencia a compresión perpendicular $f_{c,90,k}$ (MPa)	2,2			
Resistencia a cortante $f_{v,k}$ (MPa)	3,4			
Módulo de elasticidad paralelo medio $E_{0,medio}$ (kN/mm^2)	9			
Módulo de elasticidad paralelo 5º - percentil $E_{0,k}$ (kN/mm^2)	6,0			
Módulo de elasticidad perpendicular medio $E_{90,medio}$ (kN/mm^2)	0,30			
Módulo transversal medio G_{medio} (kN/mm^2)	0,56			
Densidad característica (kg/m$^{3)}$	320			
Densidad media (kg/m$^{3)}$	380			

3.ENSAYOS A REALIZAR

3.1. Hormigón armado

De acuerdo a los niveles de control previstos, se realizarán los ensayos pertinentes de los materiales, acero y hormigón, según se indica en la EHE-08, Capítulo 15, Artículo 82 y siguientes.

4.ASIENTOS ADMISIBLES Y LÍMITES DE DEFORMACIÓN

Asientos admisibles de la cimentación. De acuerdo a la norma CTE SE-C, artículo 2.4.3, y en función del tipo de terreno, tipo y características del edificio, se considera aceptable un asiento máximo admisible de 5 cm

Límites de deformación de la estructura. Según lo expuesto en el artículo 4.3.3 de la norma CTE SE, se han verificado en la estructura las flechas de los distintos elementos. Se ha verificado tanto el desplome local como el total de acuerdo con lo expuesto en 4.3.3.2 de la citada norma.

Según el CTE. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

Para el cálculo de las flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales, edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de flecha pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías.

En los elementos se establecen los siguientes límites:

Flechas relativas para los siguientes elementos

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Tipo de flecha	Combinación	Tabiques frágiles	Tabiques ordinarios	Resto de casos
1.-Integridad de los elementos constructivos (ACTIVA)	Característica G+Q	1/500	1/400	1/300
2.-Confort de usuarios (INSTANTÁNEA)	Característica de sobrecarga Q	1/350	1/350	1/350
3.-Apariencia de la obra (TOTAL)	Casi-permanente $G+Q\psi_2$	1/300	1/300	1/300

Desplazamientos horizontales

Local	Total
Desplome relativo a la altura entre plantas: $\delta/h<1/250$	Desplome relativo a la altura total del edificio: $D/H<1/500$

V. RESISTENCIA AL FUEGO

Para el cálculo de la resistencia al fuego se ha empleado el método de la sección equivalente definido en el Anejo E del CTE DB SI.

VI. EJECUCIÓN

Será la Dirección Facultativa de la obra la que dé instrucciones precisas para proceder a la ejecución de la obra. Sin embargo es conveniente, que salvo órdenes en contra, se sigan las vigentes normativas para cada una de las tipologías estructurales.

VII. ANEJO DE CÁLCULO

El cálculo de la estructura ha sido realizado mediante el programa Cype 3D de cálculo espacial de estructuras tridimensionales, de la empresa CYPE INGENIEROS, S.A., con domicilio en Avenida Eusebio Sempere, 5, 03003, Alicante (ESPAÑA).

1.GEOMETRÍA

1.1. Sistemas de coordenadas

Se utilizan tres tipos de sistemas de coordenadas:

SISTEMA GENERAL: Es el sistema de coordenadas utilizado para situar elementos en el espacio. Está constituido por el origen de coordenadas Og y los ejes Xg, Yg y Zg, formando un triedro. Los ejes Xg y Zg definen el plano horizontal del espacio, y los planos formados por XgYg y YgZg son los verticales.

SISTEMA LOCAL: Es el sistema de coordenadas propio de cada una de las barras de la estructura y depende de su situación y orientación en el espacio. Cada barra tiene un eje de coordenadas local para cada uno de sus nudos i y j, a los que se denominará [Oli,Xli,Yli,Zli] y [Olj,Xlj,Ylj,Zlj], respectivamente. Los ejes locales se definen de la siguiente manera:

- Ejes Locales en el NUDO i:
- El origen de coordenadas Oli está situado en el nudo i.
- El eje Xli se define como el vector de dirección ji.
- El eje Yli se selecciona perpendicular a los ejes Xli y Zg, de forma que el producto vectorial de Zg con Xli coincida con Yli.
- El eje Zli se determina por la condición de ortogonalidad que debe cumplir el triedro formado por Xli, Yli y Zli.
- Ejes Locales en el NUDO j:

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

- El origen de coordenadas Olj está situado en el nudo j.
- El eje Xlj se define como el vector de dirección ij.
- El eje Ylj se selecciona perpendicular a los ejes Xlj y Zg, de forma que el producto vectorial de Zg con Xlj coincida con Ylj.
- El eje Zlj se determina por la condición de ortogonalidad que debe cumplir el triedro formado por Xlj, Ylj y Zlj.

SISTEMA PRINCIPAL: Es el sistema de coordenadas que coincide con el sistema de ejes principales de inercia de la sección transversal de una barra. Se obtiene mediante una rotación de valor un ángulo ß, entre los ejes Y local e Y principal de su nudo de menor numeración, medido desde el eje Y local en dirección a Z local.

El sistema de coordenadas general [Og,Xg,Yg,Zg] se utiliza para definir las siguientes magnitudes:

- Coordenadas de los nudos.
- Condiciones de sustentación de los nudos en contacto con la cimentación (apoyos, empotramientos, resortes y asientos).
- Cargas continuas, discontinuas, triangulares y puntuales aplicadas en las barras.
- Fuerzas y momentos en los nudos.
- Desplazamientos en los nudos y reacciones de aquellos en contacto con el terreno, obtenidos después del cálculo.

El sistema de coordenadas principal [Op,Xp,Yp,Zp] se utiliza para definir las siguientes magnitudes:

- Cargas de temperaturas, con gradiente térmico a lo largo del eje Yp o Zp de la sección.
- Cargas del tipo momentos flectores y torsores en barras.
- Resultados de solicitaciones de una barra.
- Gráficas de las solicitaciones principales.

1.2. Definición de la geometría

La estructura se ha definido como una malla tridimensional compuesta por barras y nudos. Se considera barra al elemento que une dos nudos. Las barras son de directriz recta, de sección constante entre sus nudos, y de longitud igual a la distancia entre el origen de los ejes locales de sus nudos extremos.

Las uniones de las barras en los nudos pueden ser de diferentes tipos:

- *UNIONES RIGIDAS*, en las que las barras transmiten giros y desplazamientos a los nudos.
- *UNIONES ARTICULADAS,* en las que las barras transmiten desplazamientos a los nudos pero no giros.
- *UNIONES ELASTICAS*, en las que se define un porcentaje a los tres giros, en ejes principales de barra.

Las condiciones de sustentación impuestas a los nudos de la estructura en contacto con la cimentación, condiciones de sustentación, permiten limitar el giro y/o desplazamiento en los ejes generales. Según las distintas combinaciones de los seis posibles grados de libertad por nudo, se pueden definir diferentes casos:

- *NUDOS LIBRES*: desplazamientos y giros permitidos en los tres ejes de coordenadas.
- *NUDOS ARTICULADOS*: sin desplazamientos, con giros permitidos en los tres ejes. *NUDOS EMPOTRADOS*: desplazamientos y giros impedidos. Empotramiento perfecto.
- *APOYOS VERTICALES*: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Xg y Zg, y giros permitidos en los tres ejes.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

- *APOYOS HORIZONTALES* en X: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Yg y Zg, y giros permitidos en los tres ejes.
- *APOYOS HORIZONTALES* en Z: desplazamientos permitidos respecto a los ejes Xg e Yg, y giros permitidos en los tres ejes.
- *RESORTES o APOYOS ELASTICOS*: desplazamientos respecto a los ejes Xg/Yg/Zg definidos por las constantes de rigidez Kdx/Kdy/Kdz, giros respecto a dichos ejes definidos por las constantes de rigidez Kgx/Kgy/Kgz. Es posible definir en un nudo condiciones de sustentación y resortes, en diferentes ejes.

Se han previsto *ASIENTOS* en nudos, teniéndose en cuenta para el cálculo de solicitaciones los esfuerzos producidos por el desplazamiento de dichos nudos.

Los códigos expresados al final de cada tipo de apoyo, se recogen en diferentes listados del programa.

1.3. Ejes de cálculo

Se permite considerar como ejes de cálculo o las barras que el usuario defina (las líneas que unen dos nudos) o el eje físico (geométrico) de las secciones de las barras (ver LISTADO DE OPCIONES).

En el primer caso, si se considera necesario, se podrán introducir de forma manual en el cálculo los efectos que puedan producir la diferencia de situación entre los ejes de cálculo y los ejes físicos de las secciones transversales de las barras, mediante la introducción de acciones adicionales, fuerzas y momentos, o mediante la modelización de los nudos como elementos con dimensión.

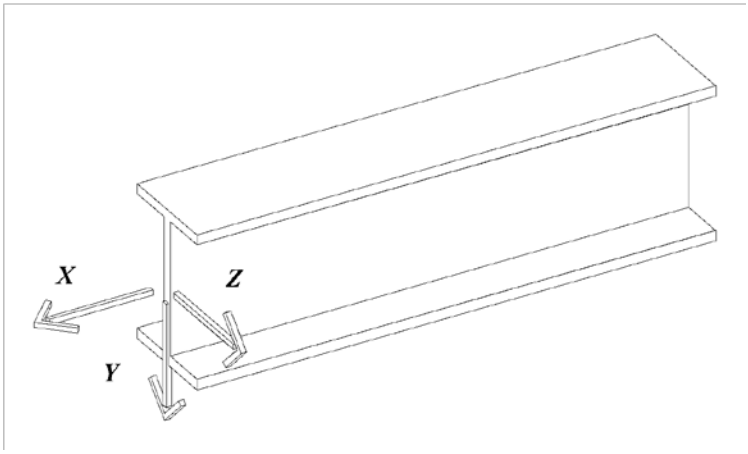
En el caso de considerar como ejes de cálculo los ejes geométricos de las piezas, se pueden utilizar como luz de las barras diferentes criterios, entre los que se encuentra el adoptado por la EHE-08, la distancia entre apoyos.

1.4. Barras y tirantes

Existe la posibilidad de trabajar con tirantes, de forma que el programa considere que las barras definidas como tales, sólo absorben esfuerzos de tracción no aportando ninguna rigidez cuando se someten a compresión. El cálculo de los tirantes debe hacerse en el cálculo en 2º orden, ya que sólo posteriormente a un cálculo en 1º orden es posible detectar las combinaciones en las que los tirantes están trabajando a compresión, y entonces eliminarlos de la matriz de rigidez de la estructura, y volver a calcular la estructura. La libertad de geometría para definir las barras-tirante dentro de la estructura es total: pueden unirse nudos a distinta cota, fachadas de naves, nudos en la misma planta,… sin necesidad de formar recuadros rectangulares arriostrados.

1.5. Criterio de signos de los listados de solicitaciones

Los listados de 'Solicitaciones' y 'Por Secciones', que se obtienen mayorados, se realizan según los ejes principales del nudo inicial de las barras (Xp, Yp, Zp). El criterio de signos utilizado es el siguiente:



Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Ejes Principales en el nudo inicial de una barra

Axiles Fx. Un valor negativo indicará compresión, mientras que uno positivo, tracción.

Cortantes Vy. Un valor positivo indicará que la tensión de cortadura de una rebanada, en la cara que se ve desde el nudo inicial, tiene el mismo sentido que el eje Yp.

Cortantes Vz. Un valor positivo indicará que la tensión de cortadura de una rebanada, en la cara que se ve desde el nudo inicial, tiene el mismo sentido que el eje Zp.

Momentos Flectores My (plano de flexión perpendicular a Yp). En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión no sea horizontal (es decir, su eje Zp no es horizontal), se utiliza el criterio habitual: los momentos situados por encima de la barra (la fibra traccionada es la superior) son negativos, mientras que los situados por debajo (la fibra traccionada es la inferior) son positivos. En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión sea horizontal (su eje Zp es horizontal), y en el caso de pilares, se utiliza el siguiente criterio: los momentos situados hacia el eje Zp positivo son positivos, mientras que los situados hacia el eje Zp negativo son negativos.

Momentos Flectores Mz (plano de flexión perpendicular a Zp). En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión no sea horizontal (es decir, su eje Yp no es horizontal), se utiliza el criterio habitual: los momentos situados por encima de la barra (la fibra traccionada es la superior) son negativos, mientras que los situados por debajo (la fibra traccionada es la inferior) son positivos. En el caso de vigas y diagonales cuyo plano de flexión sea horizontal (su eje Yp es horizontal), y en el caso de pilares, se utiliza el siguiente criterio: los momentos situados hacia el eje Yp positivo son positivos, mientras que los situados hacia el eje Yp negativo son negativos.

Momentos Torsores Mx. El momento torsor será positivo si, vista la sección desde el eje Xp de la barra (desde su nudo inicial), ésta tiende a girar en el sentido de las agujas del reloj.

2.CARGAS

2.1. Hipótesis de cargas

Hipótesis de cargas contempladas:

HIPOTESIS 0: CARGAS PERMANENTES.

HIPOTESIS 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10: SOBRECARGAS ALTERNATIVAS.

HIPOTESIS 3, 4, 25 y 26: VIENTO. Se considera la acción del viento sobre el edificio según cuatro direcciones horizontales perpendiculares. Dentro de cada dirección se puede tener en cuenta que el viento actúa en los dos sentidos posibles, es decir, en hipótesis 3 y -3, 4 y –4, 25 y –25, y 26 y -26.

HIPOTESIS 5, 6 y 24: SISMO. Se considera la acción del sismo sobre el edificio según dos direcciones horizontales perpendiculares, una en hipótesis 5 definida por un vector de dirección [x,0,z] dada y otra en hipótesis 6 definida por el vector de dirección perpendicular al anterior. Dentro de cada dirección se tiene en cuenta que el sismo actúa en los dos sentidos posibles, es decir, en hipótesis 5 y -5, y en hipótesis 6 y -6. Si se selecciona norma NCSE, las direcciones de actuación del sismo son las de los ejes generales; opcionalmente se puede considerar la actuación del sismo vertical en hipótesis 24 y -24 definida por el vector [0,Yg,0]. Para verificar los criterios considerados para el cálculo del sismo (según NTE-ECS y NBE-PDS1/74 o según NCSE-94 ó NCSE-02): ver LISTADO DE OPCIONES.

HIPOTESIS 11 a 20: CARGAS MOVILES.

HIPOTESIS 21: TEMPERATURA.

HIPOTESIS 22: NIEVE.

HIPOTESIS 23: CARGA ACCIDENTAL.

Para verificar los coeficientes de mayoración de cargas y de simultaneidad, aplicados en cada hipótesis de carga: ver LISTADO DE OPCIONES.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

2.2. Reglas de combinación entre hipótesis

HIPOTESIS 0: CARGAS PERMANENTES Todas las combinaciones realizadas consideran las cargas introducidas en hipótesis 0.

HIPOTESIS 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10: SOBRECARGAS ALTERNATIVAS Se combinan las cargas introducidas en hipótesis 1 y 2, 7 y 8, 9 y 10 de forma separada y de forma conjunta. Dado su carácter alternativo, nunca se realizan combinaciones de cargas introducidas en hip. 1 y 2 con cargas introducidas en hip. 7 y 8, o cargas introducidas en hip. 7 y 8 con cargas en hip. 9 y 10.

HIPOTESIS 3, 4, 25 y 26: VIENTO Nunca se considera la actuación simultánea de las cargas introducidas en estas hipótesis.

HIPOTESIS 5, 6 Y 24: SISMO Nunca se considera la actuación de forma conjunta de las cargas introducidas en hip. 5 y 6 (salvo si se activa la opción “considerar la regla del 30%”), ni de éstas con la hip.24, sismo vertical.

HIPOTESIS 11 a 20: CARGAS MOVILES No se realiza ninguna combinación en la que aparezca la acción simultánea de las cargas introducidas en estas hipótesis.

HIPOTESIS 21: TEMPERATURA Las cargas de esta hipótesis se combinan con las introducidas en hipótesis 23. No se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.

HIPOTESIS 22: NIEVE Las cargas de esta hipótesis no se combinan con las introducidas en hipótesis 23. Tampoco se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.

HIPOTESIS 23: CARGA ACCIDENTAL Las cargas de esta hipótesis no se combinan con las introducidas en hipótesis 21 y 22. Tampoco se combinan con las que se introduzcan en hipótesis de viento y sismo.

Los coeficientes de combinación de hipótesis aplicados vienen definidos en el LISTADO DE OPCIONES. También es posible obtener el listado de las combinaciones realizadas en una estructura, material y estado límite concretos.

Las combinaciones de hipótesis efectuadas de forma automática por el programa, se desglosan en el apartado correspondiente a cada normativa y material.

2.3. Opciones

Se han utilizado las opciones de cargas recogidas en el listado de OPCIONES que acompaña a la estructura, en particular las relativas a:

Consideración o no automática del peso propio de las barras de la estructura.

Consideración de las cargas introducidas en la hipótesis 3, 4, 25 y 26 (Viento ACTIVO), y en las hipótesis 5, 6 y 24 (Sismo ACTIVO).

Sentido positivo y negativo(±) considerado en las hipótesis 3, 4, 25, 26, 5, 6 y 24.

2.4. Acción del sismo según la Norma NCSE-94 y NCSE-02

El cálculo de las cargas sísmicas se realiza mediante un análisis modal espectral de la estructura, método propuesto como preferente por la norma NCSE-94 (Art. “3.6.2. Análisis modal espectral”) y NCSE-02 (Art. “3.6.2. Análisis mediante espectros de respuesta”).

El programa introduce en la estructura, sobre cada plano horizontal donde haya un forjado unidireccional, reticular o de losa y para cada modo de vibración, dos cargas puntuales (según las dos direcciones de los ejes horizontales generales X y Z) aplicadas a una distancia (excentricidad definida por la norma) del centro de masas del plano, y dos momentos como resultado de situar dichas cargas en el nudo de mayor numeración del plano para que coincidan con un nudo de la estructura.

En el caso de forjados unidireccionales las cargas son del tipo ‘Puntual en Nudo’ y ‘Momento en Nudo’. En el caso de forjados reticulares y de losa las cargas son del tipo ‘Puntual en Plano’ y ‘Momento en Plano’. Sobre cada uno de los nudos donde no haya forjado horizontal se

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

introducen las dos cargas puntuales horizontales según los ejes X y Z. Si existe sismo vertical, se añade una tercera carga puntual en la dirección del eje Y.

Si se han definido forjados horizontales, en el cálculo de las cargas sísmicas por el método dinámico se considera como hipótesis la indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano. Se define como "grupo" el conjunto de nudos de una estructura incluidos dentro del perímetro de un forjado unidireccional, reticular o de losa horizontales. Todos los nudos incluidos en un mismo "grupo" tiene relacionados sus grados de libertad correspondientes a los desplazamientos en los ejes Xg y Zg, y al giro en eje Yg.

2.4.1. Análisis Modal Espectral

Este método, considerado de tipo 'dinámico', consta, fundamentalmente, de los siguientes pasos:

Obtención, para cada dirección de sismo a considerar por separado o globalmente, de los valores y vectores propios del sistema de ecuaciones

$$\left[\left[K\right]-\omega^2\left[M\right]\right]\cdot\left\{\Phi\right\}=0$$

donde

- K: Matriz de rigidez en la dirección o direcciones consideradas
- ω: Frecuencia angular de excitación (raíz cuadrada del valor propio)
- M: Matriz de masa de la estructura
- Φ: Vector propio

Obtención, para cada modo de vibración y cada dirección, de la aceleración impuesta a cada punto de la estructura, utilizando para ello una función de "respuesta espectral".

Obtención, para cada modo de vibración y cada dirección, de las cargas estáticas equivalentes impuestas a cada punto de la estructura (recuérdese que fuerza es igual a masa por aceleración), y en función de ellas, todos los esfuerzos.

Combinación, para cada dirección, de los desplazamientos, giros y esfuerzos obtenidos en los diferentes modos de vibración para obtener los desplazamientos, giros y solicitaciones ponderados de cada dirección de sismo.

2.4.2. Direcciones de sismo consideradas

Tricalc considera, como direcciones de actuación del sismo, las de los ejes generales (X+, X-, Z+, Z-, Y+ y Y-). Dichas direcciones corresponden a las hipótesis del programa 5, 6 y 24, respectivamente. Ya que no es predecible la dirección en la que se sitúa el epicentro de un terremoto respecto al edificio, basta considerar dos direcciones horizontales de sismo independientes y ortogonales entre sí.

A los efectos de considerar la acción del sismo de una dirección en la otra, es posible utilizar un coeficiente de mayoración de las acciones sísmicas incrementado en el factor 1,12, o utilizar la regla del 30% (ver el LISTADO DE OPCIONES).

La consideración del sismo vertical (Y+, Y-) es opcional (vea el LISTADO DE OPCIONES).

2.4.3. Modelización y grados de libertad

Para la correcta evaluación de la acción sísmica, es necesario que la estructura se encuentre predimensionada y con todas las cargas introducidas.

A los efectos de evaluación de cargas sísmicas, la estructura se modeliza como un conjunto de barras con las masas concentradas en los nudos. Esta modelización es aceptable para la mayoría de las situaciones, aunque en algunos casos (sismo vertical de una gran viga cargada uniformemente, por ejemplo) no es correcto trasladar las cargas a los nudos. Se consideran sólo los nudos situados sobre la rasante cuyo movimiento en la dirección de estudio no esté coaccionado mediante un apoyo. Es decir, se considera que toda la estructura bajo la rasante se mueve solidariamente con el terreno durante el sismo.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

La modelización de la estructura se puede realizar separadamente para cada dirección de estudio o bien globalmente. (ver el LISTADO DE OPCIONES).

Es opcional (ver el LISTADO DE OPCIONES) la consideración del giro alrededor de un eje vertical como grado de libertad. En este caso, se considera que los nudos situados en un forjado horizontal indeformable rotan alrededor del centro de rigideces de dicho forjado, mientras que el resto lo hacen sobre sí mismos.

También es opcional (ver LISTADO DE SOPCIONES) considerar el giro alrededor de los ejes X y Z generales (opción 'SIN CONDENSACIÓN') o no (opción 'CON CONDENSACIÓN').

Si se habilita la consideración de forjados horizontales indeformables en su plano, (lo que equivale a considerar los forjados horizontales infinitamente rígidos en su plano) los forjados tendrán un único grado de libertad en las direcciones horizontales del sismo y en el giro alrededor del eje Yg.

El terreno se considera un sólido rígido, lo cual, en general, está del lado de la seguridad. Para que esta simplificación sea correcta, se deben evitar estructuras cuya dimensión en planta supere la de la longitud de las ondas sísmicas, del orden de 100 metros.

2.4.4. Matriz de masa considerada: masa traslacional y masa rotacional

Tricalc calcula la matriz de masa, matriz diagonal en la que las masas de cada nodo, grado de libertad, se sitúan en la diagonal.

Los grados de libertad traslacionales (2 desplazamientos horizontales más, opcionalmente, un desplazamiento vertical) están asociados a masas traslacionales. Para el cálculo de dichas masas traslacionales, se considera la componente vertical de las cargas equivalentes aplicadas en los nudos. Tienen por tanto unidades de masa.

Es opcional (ver LISTADO DE OPCIONES) la consideración de un grado de libertad rotacional (rotación alrededor del eje vertical). Este grado de libertad está asociado a masas rotacionales. Para el cálculo de dichas masas rotacionales, se considera la componente vertical de las cargas equivalentes aplicadas en los nudos multiplicada por la distancia al cuadrado entre el punto de aplicación de la carga y la posición del eje de rotación considerado. Tienen por tanto unidades de masa por distancia al cuadrado.

En todo caso, ambos tipos de masa son multiplicados por los siguientes coeficientes:

$$0 + \alpha \cdot [\text{máx.}(1+2,\ 7+8,\ 9+10) + (11+12+...+20)/NMov] + \beta \cdot 21$$

donde

- '0' es la hipótesis de carga permanente.
- '1+2', '7+8' y '9+10' son las parejas de cargas alternativas (sobrecargas de uso y tabiquería).
- '11' a '20' son las hipótesis de cargas móviles (puentes grúa, por ejemplo).
- '21' es la hipótesis de carga de nieve.
- 'α' es un factor, entre 0,3 y 0,6 (NCSE-94) ó 0,5 y 0,6 (NCSE-02), función del uso del edificio.
- 'β' es 1,0 ó 0,3 (NCSE-94), 0,5 ó 0,0 (NCSE-02) en función del tiempo de permanencia de la nieve (nº de días / año).
- 'NMov' es el número de cargas móviles activas.

2.4.5. Obtención de los valores y vectores propios

El programa calcula, para cada dirección de forma separada o conjuntamente para todos los grados de libertad considerados, los valores y vectores propios resultantes del sistema de ecuaciones:

$$\left(\left[K\right] - \omega^2 \left[M\right]\right) \cdot \left\{\Phi\right\} = 0$$

Los valores propios, los valores de ω para los que el sistema tiene una solución no trivial, representan las frecuencias angulares de vibración propias de la estructura, en la dirección considerada

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

(frecuencias naturales). En una estructura existen tantos modos de vibración como grados de libertad. Si bien la norma NCSE obliga a considerar tres modos de vibración en cada dirección cuando el estudio se realiza de forma separada en cada dirección, y cuatro globales cuando el estudio se realiza de modo global, Tricalc almacena y utiliza los 30 primeros modos de vibración, correspondientes a los 30 primeros períodos de vibración, ordenados de mayor a menor. De esos hasta 30 modos, se puede indicar cuántos se desea utilizar para la obtención de esfuerzos. Los períodos de vibración vienen dados por la expresión

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega}$$

2.4.6. Obtención de la masa participante de cada modo

El tanto por ciento de masa participante, Mpd, en el modo de vibración 'k' y la dirección 'd', viene dado por la expresión:

$$\%Mp_d = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} M_{d,i} \cdot \Phi_{d,k,i}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} M_i \cdot \Phi_{k,i}^2} \cdot \frac{100}{\sum_{i=1}^{n} M_{d,i}}$$

$$\sum_{i=1}^{n} M_i \cdot \Phi_{k,i}^2 = \sum_{i=1}^{n} M_{x,i} \cdot \Phi_{x,k,i}^2 + \sum_{i=1}^{n} M_{y,i} \cdot \Phi_{y,k,i}^2 + \sum_{i=1}^{n} M_{z,i} \cdot \Phi_{z,k,i}^2 + \sum_{i=1}^{n} M_{yy,i} \cdot \Phi_{yy,k,i}^2 = 1.0$$

siendo

- n: Número de grados de libertad.
- Mx,i: Masa traslacional en la dirección 'x' del grado de libertad 'i'.
- Myy,i: Masa rotacional sobre el eje vertical 'y' del grado de libertad 'i'.
- Φx,k,i: Componente del vector propio correspondiente a la traslación 'x', modo de vibración 'k' y grado de libertad 'i'.
- Φyy,k,i: Componente del vector propio correspondiente a la rotación 'y', modo de vibración 'k' y grado de libertad 'i'.

2.4.7. Obtención de la aceleración característica

La aceleración lineal característica de un determinado período de vibración se calcula mediante una expresión función del período propio de vibración, de la zona sísmica, del tipo de terreno y de la amortiguación y ductilidad consideradas. Para ello se suelen utilizar gráficos de respuesta espectral normalizados para una aceleración del terreno de 1g (9,806 m/s^2), en los que en eje X se sitúa el período de vibración natural del edificio, y en eje Y se obtiene la aceleración característica.

En la Norma NCSE los espectros de respuesta están normalizados para una aceleración del terreno de 1 m/s^2.

2.4.8. Aceleración rotacional

Tricalc permite considerar, de forma opcional (ver LISTADO DE OPCIONES), acciones sísmicas rotacionales: es decir, que el terreno, además de desplazarse horizontal y verticalmente, puede rotar durante un sismo. Para ello, es necesario disponer de las aceleraciones angulares producidas por un sismo, por ejemplo mediante gráficas de respuesta espectral en los que en abcisas se entre por períodos o frecuencias naturales y en ordenadas se obtengan aceleraciones angulares (rad / s2). Dado que dichos espectros no están actualmente disponibles (están fuera del alcance de la actual ciencia sismológica), Tricalc permite introducir un factor que multiplicado por la aceleración lineal producida en cada modo de vibración, obtiene la aceleración angular correspondiente.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

2.4.9. Zonas sísmicas

La norma NCSE determina la situación de un edificio por dos valores: la aceleración sísmica básica y el coeficiente de contribución.

La aceleración sísmica básica es la aceleración horizontal sufrida por el terreno en un terremoto con un período de retorno de 500 años. Sus valores, en España, se sitúan entre 0 y 0,25·g, siendo 'g' la aceleración de la gravedad.

La aceleración sísmica de cálculo es la aceleración con la que se debe calcular la estructura. En NCSE-94 viene dada por un factor, entre 1,0 y 1,3, que multiplica la aceleración sísmica básica en función de la importancia de la edificación. Dicha importancia se determina mediante el período de vida estimado, 50 años para edificios de normal importancia y 100 años para edificios de especial importancia. En NCSE-02 viene también afectado por un coeficiente S de amplificación del suelo.

El coeficiente de contribución, K, tiene en cuenta la distinta contribución a la peligrosidad sísmica en cada punto de España de la sismicidad de la Península y de la proximidad a la falla Azores - Gibraltar. Sus valores se sitúan entre 1,0, para todo el territorio nacional salvo Andalucía occidental y sudoeste de Extremadura, y 1,5.

2.4.10. Combinación de los diferentes modos de vibración

Dado que el edificio vibra a la vez en todos sus modos, es necesario sumar los efectos combinados de todos ellos. Es lo que se denomina 'superposición modal espectral'.

Tricalc utiliza la 'Combinación Cuadrática Completa', tal como indica la norma NCSE-94 (En NCSE-02 se indica el método de la Raíz Cuadrada de la Suma de Cuadrados modificado, que el programa no utiliza). Para cada nudo o barra, el efecto ponderado 'S', que puede ser el desplazamiento, la velocidad, la aceleración o un esfuerzo, viene dado por la expresión:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{r}|S_i|\cdot|S_j|\cdot\pi_{ij}}$$

$$\pi_{ij} \equiv \pi_{ji} = \frac{8\cdot v^2\cdot(1+f)\cdot f^{3/2}}{(1-f^2)^2+4\cdot v^2\cdot f\cdot(1+f)^2};f=\frac{\omega_i}{\omega_j}$$

siendo:

- r: número de modos de vibración.
- v: coeficiente de amortiguación, en tantos por 1.
- ω: frecuencia angular, de modo que f sea menor o igual a la unidad.

Tricalc permite además indicar cuántos modos de vibración se desean considerar en esta combinación.

2.4.11. Consideración de los efectos combinados de las direcciones de estudio

Dado que no se conoce 'a priori' la dirección del sismo más desfavorable, no basta con estudiar de forma independiente los efectos de la acción sísmica en dos direcciones ortogonales. La norma española NCSE sólo indica que, en el caso de calcular los modos de vibración de forma separada para cada dirección, se debe sumar al pésimo esfuerzo debido a una dirección el 30% del pésimo esfuerzo de la dirección ortogonal. Es la denominada, en la bibliografía clásica, 'regla del 30%', que puede utilizarse de forma opcional en el programa. La bibliografía actual, considera más preciso multiplicar los efectos de cada dirección horizontal por un factor de 1,12. Para considerar este factor con el programa, basta introducir, como coeficientes de mayoración de las hipótesis horizontales de sismo ('5' y '6'), un valor de 1,12 en lugar de 1,0 como se suele definir (ver el LISTADO DE OPCIONES).

2.4.12. Centro de masas y centro de rigideces

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

La aplicación de las fuerzas sísmicas obtenidas en el centro de masas de cada grupo o forjado, provoca una torsión en cada forjado, si no coinciden los centros de masa y de rigidez del grupo. En todo caso, siempre se debe considerar (aunque en el programa es opcional) una excentricidad accidental, de valor según la normativa aplicada.

La norma NCSE considera además, una excentricidad adicional de un 1/20 de la máxima dimensión del plano, medido ortogonalmente a la dirección de sismo considerada.

Si se ha habilitado la consideración de la masa rotacional, y se ha definido una determinada aceleración rotacional (angular), se producen también unas rotaciones adicionales debidas a ellas.

2.4.13. Cálculo de esfuerzos

Una vez obtenidas las fuerzas estáticas equivalentes a la acción sísmica, en las hipótesis '5' (dirección X+, X-), '6' (dirección Z+, Z-) y '24' (eje vertical Y+, Y-) y en cada modo de vibración, se puede proceder al cálculo de esfuerzos en la forma habitual.

El programa obtiene así los desplazamientos, giros y esfuerzos de cada modo de vibración y dirección, combinándose posteriormente, en cada hipótesis de sismo, mediante la 'combinación cuadrática completa'. Por ejemplo: para obtener el momento flector Mz de la hipótesis '5' en una determinada sección, se obtienen los momentos Mz producidos por los modos de vibración de dicha hipótesis y se combinan aplicando la 'combinación cuadrática completa'.

3.SECCIONES

3.1. Definición de las características geométricas y mecánicas de los perfiles

3.1.1. Canto H

Es el valor de la dimensión del perfil en el sentido paralelo a su eje Y principal, en mm.

3.1.2. Ancho B

Es el valor de la dimensión del perfil en el sentido paralelo a su eje Z principal, en mm.

3.1.3. Área Ax

Es el valor del área de la sección transversal de un perfil de acero, en cm^2. En una sección rectangular viene dada por la expresión:

$$A_x = B \cdot H$$

3.1.4. Área Ay

Es el área a considerar en el cálculo de las tensiones tangenciales paralelas al eje Y principal de la sección transversal de un perfil de acero, en cm^2. Su valor se calcula con la expresión:

$$\mathrm{A_y} = \frac{I_z \cdot e}{S_z}$$

siendo:

- *Iz*: Inercia según el eje z.
- *e*: Espesor del perfil en el punto en el que se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante Fy.
- *Sz*: Momento estático de una sección correspondiente entre la fibra, paralela al eje Z principal, exterior y el punto donde se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante respecto al eje paralelo al eje Z principal que pase por el centro de gravedad de la sección.

El valor de *Ay* corresponde aproximadamente al área del alma en los perfiles en forma de I. En una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$A_Y = 2/3 \cdot B \cdot H$$

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

3.1.5. Área Az

Es el área a considerar en el cálculo de las tensiones tangenciales paralelas al eje Z principal de la sección transversal de un perfil de acero, en cm2. Su valor se calcula con la expresión:

$$A_z = \frac{I_y \cdot e}{S_y}$$

siendo:

- Iy: Inercia según el eje y.
- e: Espesor del perfil en el punto en el que se producirá la máxima tensión tangencial debida al cortante Fz.
- Sy: Momento estático de una sección correspondiente entre la fibra exterior y el punto donde se producirá la máxima tensión tangencial.

El valor de Az corresponde aproximadamente al área de las alas en los perfiles en forma de I. En una sección rectangular tiene el mismo valor que Ay.

3.1.6. Momento de Inercia Ix

Momento de Inercia a torsión, en cm^4. El momento de inercia a torsión de una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$I_x = \left[\frac{1}{3} - 0{,}21 \cdot \frac{B}{H} \cdot \left(1 - \frac{B^4}{12 \cdot H^4}\right)\right] \cdot H \cdot B^3$$

siendo $H \geq B$.

En las secciones en T se tiene en cuenta lo indicado en la tabla A3-1 de la norma EA-95 (Cap.3), que refleja que la Inercia a torsión de una pieza formada por dos rectángulos (de inercias a torsión *I*x1 e *I*x2) en forma de T viene dada por la expresión

$$I_x = 1{,}1 \cdot \left(I_{x1} + I_{x2}\right)$$

3.1.7. Momento de Inercia Iy

Momento de Inercia se la sección respecto de un eje paralelo al eje Y principal que pase por su centro de gravedad, en cm^4. Su valor para una sección rectangular v, tiene dado por la expresión:

$$I_Y = \frac{H \cdot B^3}{l^2}$$

3.1.8. Momento de Inercia Iz

Momento de inercia de la sección respecto de un eje paralelo al eje Z principal que pase por su centro de gravedad, en cm^4. Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$I_Z = \frac{B \cdot H^3}{l^2}$$

3.1.9. Módulo Resistente Wt

Módulo resistente a la torsión en cm^3 de una sección de acero. Es la relación existente entre el momento torsor y la tensión tangencial máxima producida por él. Para una sección abierta formada por varios rectángulos viene dado por la expresión (Tabla A3-1 de la norma EA-95 (Cap.3)):

$$W_t = \frac{I_X}{e_i}$$

donde

- Ix: Inercia a torsión de la sección.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

- ei: Espesor del rectángulo de mayor espesor.

3.1.10. Módulo Resistente Elástico $W_{Y,el}$

Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Y principal de una sección de acero, en cm³, que se calcula a partir del momento de inercia Iy. En secciones simétricas con respecto a un plano paralelo al eje Y principal de la barra, viene dado por la expresión:

$$W_{Y,el} = \frac{I_Y}{B/2}$$

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Y,el} = H \cdot \frac{B^2}{6}$$

3.1.11. Módulo Resistente Elástico $W_{Z,el}$

Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Z principal de una sección de acero, en cm³, que se calcula a partir del momento de inercia Iz. En secciones simétricas con respecto a un plano paralelo al eje Z principal de la barra, viene dado por la expresión:

$$W_{Z,el} = \frac{I_Z}{H/2}$$

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Z,el} = B \cdot H^2/6$$

3.1.12. Módulo Resistente Plástico $W_{Y,pl}$

Es el módulo resistente a la flexión plástica según un plano ortogonal al eje Y principal de una sección de acero, en cm³, que se calcula suponiendo todas las fibras de la sección trabajando al límite elástico.

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Y,pl} = H \cdot \frac{B^2}{4}$$

3.1.13. Módulo Resistente Plástico $W_{Z,pl}$

Es el módulo resistente a la flexión según un plano ortogonal al eje Z principal de una sección de acero, en cm³, que se calcula suponiendo todas las fibras de la sección trabajando al límite elástico.

Su valor para una sección rectangular viene dado por la expresión:

$$W_{Z,pl} = B \cdot \frac{H^2}{4}$$

3.1.14. Peso P

Es el peso propio de la barra en Kgf/ml (ó kN/ml).

3.2. Secciones de inercia variable: cartelas

El programa permite la introducción de secciones de inercia variable (cartelas) de acero o madera (pero no de hormigón). Las cartelas sólo podrán definirse sobre barras a las que previamente se haya asignado un perfil con las siguientes características: Debe ser de forma en 'I' y de material 'Acero' o 'Madera', o de forma rectangular y de material 'Madera'. Las cartelas pueden definirse exclusivamente en el plano Y principal, es decir, en el plano del alma.

Es posible definir cuatro tipos de secciones de inercia variable:

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

- Corte oblicuo del perfil. Consiste en cortar oblicuamente el alma del perfil y soldar la sección dando la vuelta a uno de los medios perfiles. Equivale a alargar o acortar el alma del perfil. Para que el perfil sea válido, el canto total del perfil acartelado debe ser al menos 3 veces el espesor del ala.
- Cartabones. Consiste en soldar de una a tres piezas triangulares o trapezoidales perpendicularmente a una de las alas de un perfil base y de un mismo espesor. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base, y la suma de espesores de los cartabones no debe superar el ancho del perfil base.
- Semiperfil. Consiste en soldar a un perfil base un perfil en forma de 'T' extraído de un perfil idéntico al base. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base.
- Palastros. Consiste en soldar a un perfil base un perfil en forma de 'T' formado por dos chapas de un determinado espesor. Para que el perfil sea válido, el canto del perfil acartelado debe ser al menos el del perfil base.

Para realizar el cálculo de esfuerzos (o el cálculo de modos de vibración dinámicos), Tricalc divide las barras de sección variable en un número determinado de barras de sección uniforme. A la barra de sección variable completa se la denominará en este manual 'Cartela Primaria', mientras que a cada una de las barras de sección constante en las que se divide la cartela primaria se las denominará 'Cartelas Secundarias'. De forma similar, a los nudos que se crean para definir estas cartelas secundarias se les denominará 'Nudos Secundarios'.

4.CÁLCULO DE SOLICITACIONES

El cálculo de las solicitaciones en las barras se ha realizado mediante el método matricial espacial de la rigidez, suponiendo una relación lineal entre esfuerzos y deformaciones en las barras y considerando los seis grados de libertad posibles de cada nudo. Los muros resistentes se han calculado mediante el método de los elementos finitos. A título indicativo, se muestra a continuación la matriz de rigidez de una barra, donde se pueden observar las características de los perfiles que han sido utilizadas para el cálculo de esfuerzos.

$$\begin{matrix}
\frac{E\cdot A_X}{L} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
0 & \frac{12\cdot E\cdot I_Z}{L^3} & 0 & 0 & 0 & \frac{-6\cdot E\cdot I_Z}{L^2} \\
0 & 0 & \frac{12\cdot E\cdot I_Y}{L^3} & 0 & \frac{6\cdot E\cdot I_Y}{L^2} & 0 \\
0 & 0 & 0 & \frac{G\cdot I_X}{L} & 0 & 0 \\
0 & 0 & \frac{6\cdot E\cdot I_Y}{L^2} & 0 & \frac{4\cdot E\cdot I_Y}{L} & 0 \\
0 & \frac{-6\cdot E\cdot I_Z}{L^2} & 0 & 0 & 0 & \frac{4\cdot E\cdot I_Z}{L}
\end{matrix}$$

Donde *E* es el módulo de deformación longitudinal y *G* es el módulo de deformación transversal calculado en función del coeficiente de Poisson y de *E*. Sus valores se toman de la base de perfiles correspondiente a cada barra.

Es posible reducir el acortamiento por axil de los pilares mediante la introducción de un factor multiplicador del término *'E·Ax / L'* de la matriz anterior, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO.

Es posible considerar la opción de indeformabilidad de forjados horizontales en su plano, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO. Al seleccionar esta opción todos los nudos situados dentro del perímetro de cada forjado horizontal, unidireccional o reticular, quedan englobados en 'grupos' (uno por cada forjado), a los que individualmente se asignan 3 grados de libertad: El desplazamiento vertical -Dy- y los giros según los ejes horizontales -Gx y Gz-. Los otros tres

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

grados de libertad (Dx,Dz y Gy) se suponen compatibilizados entre todos los nudos del "grupo": Los nudos que no pertenezcan a un forjado horizontal, ya sea por estar independientes o por estar en planos inclinados, se les asignan 6 grados de libertad.

Es posible considerar el tamaño del pilar en los forjados reticulares y losas, como se recoge en el LISTADO DE DATOS DE CÁLCULO. Al seleccionar esta opción, se considera que la parte de forjado o losa situada sobre el pilar (considerando para ello la exacta dimensión del pilar y su posición o crecimiento) es infinitamente rígida. Todos los nudos situados en el interior del perímetro del pilar comparten, por tanto, los 6 grados de libertad (Dx, Dy, Dz, Gx, Gy, Gz). Esto hace que en el interior de esta porción de forjado, no existan esfuerzos, y por tanto, los nervios y zunchos que acometen al pilar se arman con los esfuerzos existentes en la cara del pilar.

En base a este método se ha planteado y resuelto el sistema de ecuaciones o matriz de rigidez de la estructura, determinando los desplazamientos de los nudos por la actuación del conjunto de las cargas, para posteriormente obtener los esfuerzos en los nudos en función de los desplazamientos obtenidos.

En el caso de que la estructura se calcule bajo los efectos de las acciones sísmicas definidas por la Norma NCSE se realiza un cálculo de la estructura mediante el método del "Análisis Modal Espectral", recomendado por la misma. De esta forma pueden obtenerse los modos y períodos de vibración propios de la estructura, datos que pueden ser utilizados para la combinación de la estructura con cargas armónicas y la posibilidad de 'entrada en resonancia' de la misma.

4.1. Modelización de muros resistentes

Los muros resistentes se modelizan como elementos finitos tridimensionales de cuatro vértices. Los otros tipos elementos, ya sean vigas, pilares, diagonales, forjados reticulares y losas de forjado o cimentaciones se modelizan como elementos lineales tipo barra.

Una viga, un pilar o una diagonal está formada por dos nudos unidos mediante una 'barra'; un forjado reticular o una losa de forjado está constituido por una retícula de 'nervios' que, con sus intersecciones, forman un conjunto de 'nudos' y 'barras'. De forma similar, un muro resistente está formado por un conjunto de elementos finitos yuxtapuestos definidos por sus nodos o vértices.

Cuando en una estructura se definen vigas, pilares, diagonales, forjados y muros resistentes, el método de cálculo de esfuerzos consiste en formar un sistema de ecuaciones lineales que relacionen los grados de libertad que se desean obtener, los desplazamientos y giros de los nudos y de los nodos, con las acciones exteriores, las cargas, y las condiciones de borde, apoyos y empotramientos.

De forma matricial, se trata de la ecuación

$$[K] \cdot \{D\} = \{F\}$$

donde '[K]' es la matriz de rigidez de la estructura, '{D}' es el vector de desplazamientos y giros de los nudos y nodos, y '{F}' es el vector de fuerzas exteriores. Una vez resuelto el sistema de ecuaciones, y por tanto, obtenidos los desplazamientos y giros de los nudos y nodos de la estructura, es posible obtener los esfuerzos (en el caso de las vigas, pilares, diagonales y nervios de los forjados y losas) y las tensiones (en el caso de los muros resistentes) de toda la estructura.

Para obtener el sistema '[K] · {D} = {F}', se opera de igual forma que con una estructura formada exclusivamente por nudos y barras: cada parte de la estructura (barra, trozo de nervio o elemento finito) posee una matriz de rigidez elemental, $[K]_e$, que tras transformarla al sistema de ejes generales de la estructura, se puede sumar o ensamblar en la matriz general de la estructura. La única diferencia entre las barras y los elementos finitos es la dimensión y significado de cada fila o columna de sus matrices de rigidez elementales. Se puede decir, por tanto, que el método matricial espacial de cálculo de estructuras de barras es un caso particular del método de elementos finitos, en el que el elemento finito es una barra.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

4.2. Elemento finito utilizado

Para la modelización de muros resistentes, el programa utiliza un elemento finito isoparamétrico cuadrilátero de 4 nodos. Cada nodo posee cinco grados de libertad (u, v, wθx y θy), siendo los 2 primeros de tensión plana y los 3 siguientes de flexión de placa. La matriz de rigidez elemental tiene, en coordenadas naturales, 4·5 = 20 filas y 20 columnas, no existiendo términos que relacionen los grados de libertad de tensión plana con los de flexión de placa. Por tanto, el elemento utilizado procede del ensamblaje de un elemento cuadrilátero de cuatro nodos de tensión plana con otro también cuadrilátero de cuatro nodos de flexión de placa. Concretamente, para la flexión se ha utilizado el elemento cuadrilátero de cuatro nodos con deformaciones de cortante lineales CLLL (placa gruesa de Reissner-Mindlin basada en campos de deformaciones de cortante transversal impuestas).

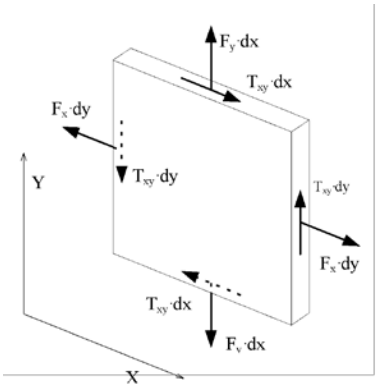
Para la obtención de la matriz de rigidez, se utiliza una integración numérica mediante una cuadratura de Gauss-Legendre de 2 x 2 puntos. Una vez obtenidos los desplazamientos de todos los nudos y nodos de la estructura (resolviendo el sistema *[K]·{D}={F}*), se obtienen las tensiones en los puntos de Gauss de cada elemento mediante una cuadratura de Gauss-Legendre de 2 x 2 puntos. Las tensiones nodales de cada elemento se obtienen extrapolando, mediante las funciones de forma del elemento, las de los puntos de Gauss. Este procedimiento produce valores nodales discontinuos entre elementos adyacentes, discontinuidades que se reducen según se hace la malla de elementos más tupida, hasta desaparecer en el límite.

En el programa se realiza un 'alisado' de las tensiones nodales mediante una media cuadrática de las tensiones procedentes de cada elemento al que pertenece el nodo en cuestión. Este alisado se produce muro a muro; es decir, los nodos situados en el interior de un muro poseerán un único vector de tensiones, pero los situados en la frontera entre dos muros poseerán un vector diferente para cada muro al que pertenezca en nodo. Este se hace así porque normalmente, en las uniones entre muros (las uniones en horizontal se suelen realizar por cambios de dirección del muro, y las uniones en vertical se suelen realizar en los forjados), se producen saltos bruscos de las tensiones.

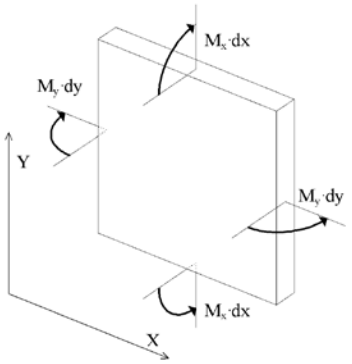
Las tensiones (esfuerzos) que se producen en un trozo de muro elemental de dimensiones *dx, dy* respecto al sistema de coordenadas principal del muro, son las siguientes:

Tensión	Esfuerzo	Tipo	Descripción
σ_x	$F_x \cdot dy$	Tensión Plana	Axil horizontal
σ_y	$F_y \cdot dx$	Tensión Plana	Axil vertical
τ_{xy}	$T_{xy} \cdot dy$, $T_{yx} \cdot dx$	Tensión Plana	Cortante contenido en el plano
$\int z \cdot \sigma_y \cdot dz$	$M_x \cdot dx$	Flexión	Momento flector respecto a un eje horizontal
$\int z \cdot \sigma_x \cdot dz$	$M_y \cdot dy$	Flexión	Momento flector respecto a un eje vertical
$\int z \cdot \tau_{xy} \cdot dz$	$M_{xy} \cdot dy$, $M_{yx} \cdot dx$	Flexión	Momento Torsor respecto a un eje contenido en el plano.
$\int \tau_{xz} \cdot dz$	$T_{xz} \cdot dy$	Flexión	Cortante horizontal perpendicular al plano
$\int \tau_{yz} \cdot dz$	$T_{yz} \cdot dx$	Flexión	Cortante vertical perpendicular al plano

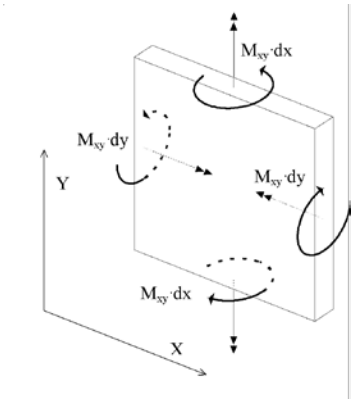
Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion



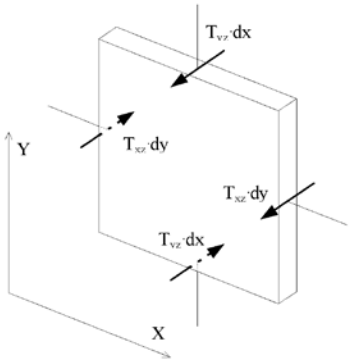
Axiles y cortantes de Tensión Plana.



Momentos Flectores de Flexión de placas.



Momentos Torsores de Flexión de placas.



Cortantes de Flexión de placas.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

4.3. Principios fundamentales del cálculo de esfuerzos

El programa realiza el cálculo de esfuerzos utilizando como método de cálculo el método matricial de la rigidez para los elementos tipo barra y el método de los elementos finitos para los muros resistentes. En el método matricial, se calculan los desplazamientos y giros de todos los nudos de la estructura, (cada nudo tiene seis grados de libertad: los desplazamientos y giros sobre tres ejes generales del espacio, a menos que se opte por la opción de indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano o la consideración del tamaño del pilar en forjados reticulares y losas), y en función de ellos se obtienen los esfuerzos (axiles, cortantes, momento torsor y flectores) de cada sección.

Para la validez de este método, las estructuras a calcular deben cumplir, o se debe suponer el cumplimiento de los siguientes supuestos:

4.3.1. Teoría de las pequeñas deformaciones: 1º y 2º orden

Se supone que la geometría de una estructura no cambia apreciablemente bajo la aplicación de las cargas. Este principio es en general válido, salvo en casos en los que la deformación es excesiva (puentes colgantes, arcos esbeltos, ...). Si se realiza un cálculo en 1º orden, implica además, que se desprecian los esfuerzos producidos por los desplazamientos de las cargas originados al desplazarse la estructura. Si se realiza un cálculo en 2º orden, se consideran los esfuerzos originados por las cargas al desplazarse la estructura, siempre dentro de la teoría de las pequeñas deformaciones que implica que las longitudes de los elementos se mantienen constantes.

Este mismo principio establece que se desprecian los cambios de longitud entre los extremos de una barra debidos a la curvatura de la misma o a desplazamientos producidos en una dirección ortogonal a su directriz, tanto en un cálculo en 1º orden como en 2º orden.

Hay otros métodos tales como la teoría de las grandes deflexiones que sí recogen estos casos, que no son contemplados en Tricalc.

En el cálculo en 2º orden se permiten seleccionar las combinaciones a considerar, por el criterio de máximo desplazamiento y por el criterio de máximo axil, o también es posible la realización del cálculo en 2º orden para todas las combinaciones.

4.3.2. Linealidad

Este principio supone que la relación tensión - deformación, y por tanto, la relación carga - deflexión, es constante, tanto en 1º orden como en 2º orden. Esto es generalmente válido en los materiales elásticos, pero debe garantizarse que el material no llega al punto de fluencia en ninguna de sus secciones.

4.3.3. Superposición

Este principio establece que la secuencia de aplicación de las cargas no altera los resultados finales. Como consecuencia de este principio, es válido el uso de las "fuerzas equivalentes en los nudos" calculadas a partir de las cargas existentes en las barras; esto es, para el cálculo de los desplazamientos y giros de los nudos se sustituyen las cargas existentes en las barras por sus cargas equivalentes aplicadas en los nudos.

4.3.4. Equilibrio

La condición de equilibrio estático establece que la suma de todas las fuerzas externas que actúan sobre la estructura, más las reacciones, será igual a cero. Asimismo, deben estar en equilibrio todos los nudos y todas las barras de la estructura, para lo que la suma de fuerzas y momentos internos y externos en todos los nudos y nodos de la estructura debe ser igual a cero.

4.3.5. Compatibilidad

Este principio supone que la deformación y consecuentemente el desplazamiento, de cualquier punto de la estructura es continuo y tiene un solo valor.

4.3.6. Condiciones de contorno

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Para poder calcular una estructura, deben imponerse una serie de condiciones de contorno. El programa permite definir en cualquier nudo restricciones absolutas (apoyos y empotramientos) o relativas (resortes) al desplazamiento y al giro en los tres ejes generales de la estructura, así como desplazamientos impuestos (asientos).

4.3.7. Unicidad de las soluciones

Para un conjunto dado de cargas externas, tanto la forma deformada de la estructura y las fuerzas internas así como las reacciones tienen un valor único.

4.3.8. Desplome e imperfecciones iniciales

Existe la posibilidad de considerar los efectos de las imperfecciones iniciales globales debidas a las desviaciones geométricas de fabricación y de construcción de la estructura. Tanto la Norma CTE DB SE-A en su artículo 5.4.1 Imperfecciones geométricas como el Eurocódigo 3 en su artículo 5.3.2 Imperfections for global analysis of frames, citan la necesidad de tener en cuenta estas imperfecciones. Estos valores son los siguientes:

- L/200 si hay dos soportes y una altura.
- L/400 si hay 4 o más soportes y 3 o más alturas.
- L/300 para situaciones intermedias.

Además se definen unos valores de deformación (e0) para las imperfecciones locales debidas a los esfuerzos de compresión sobre los pilares. Estos valores vienen dados por la tabla 5.8 de la norma CTE.

5.COMBINACIÓN DE ACCIONES

5.1. Normativas

Las combinaciones de acciones para los elementos de hormigón armado se realizan según lo indicado en el EHE-08. Para el resto de materiales se realizan de acuerdo con el CTE.

5.1.1. Combinaciones de acciones según EHE-08, EC y CTE

Las combinaciones de acciones especificadas en la norma de hormigón EHE-08, en el Eurocódigo 1 y en el Código Técnico de la Edificación son muy similares, por lo que se tratan en este único epígrafe.

EC cuenta con combinaciones simplificadas (no así la EHE-08 ni el CTE), que no utiliza el programa. Además, en el programa no existen cargas permanentes de valor no constante (G*), y las sobrecargas (Q) se agrupan en las siguientes familias:

- Familia 1 Sobrecargas alternativas. Corresponden a las hipótesis 1, 2, 7, 8, 9 y 10
- Familia 2 Cargas móviles. Corresponden a las hipótesis 11 a 20, inclusive.
- Familia 3 Cargas de viento. Corresponden a las hipótesis 3, 4, 25 y 26 (y a las de signo contrario si se habilita la opción “Sentido ±”)
  Carga de nieve. Corresponde a la hipótesis 22.
  Carga de temperatura. Corresponde a la hipótesis 21.

COEFICIENTES DE MAYORACIÓN

En el caso de EHE-08, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Hormigón'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 1,0 para la carga permanente y 0,0 para el resto.

En el caso de EC, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Otros / EC'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 1,0 para la carga permanente y 0,0 para el resto.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

En el caso de CTE, se utilizan los coeficientes de seguridad definidos en la casilla 'Otros / CTE'. Además, el coeficiente de seguridad para acciones favorables es 0,8 para la carga permanente y 0,0 para el resto.

E.L.U. SITUACIONES PERSISTENTES O TRANSITORIAS

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 (Hipótesis 0 y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$
$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22 , 25 y 26, y de 11 a 20)

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F2} \cdot Q_{k,F2} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F3} \cdot \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,F3} \cdot Q_{k,F3} + \gamma_{Q,F1} \cdot \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \gamma_{Q,F2} \cdot \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. SITUACIONES ACCIDENTALES (EXTRAORDINARIAS EN CTE)

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 + carga accidental (Hipótesis 0, de 11 a 20 y 23)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 23, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10, 23 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$
$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 23, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 + carga accidental (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 23, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + \gamma_A \cdot A_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

E.L.U. SITUACIONES SÍSMICAS

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 + sismo (Hipótesis 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 24)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 + carga sísmica (Hipótesis 0, 5, 6, 24 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 + carga sísmica (Hipótesis 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 24 y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 + carga sísmica (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25 y 26)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 3, 4, 5, 6, 21, 22, 24, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 + cargas sísmicas (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 24, 25 y 26, y de 11 a 20)

$$G_k + \gamma_A \cdot A_{E,k} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

E.L.S. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

Carga permanente + sobrecargas de la familia 1 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9 y 10)

- Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

- Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

- Combinaciones cuasi permanentes (casi permanentes en CTE):

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 2 (Hipótesis 0 y de 11 a 20)

- Combinaciones poco probables (características en CTE):

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

$$G_k + Q_k$$

- Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

- Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de la familia 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26)

- Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_k$$

- Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_1 \cdot Q_k$$

- Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_2 \cdot Q_k$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 2 (Hipótesis 0, 1, 2, 7, 8, 9, 10 y de 11 a 20)

- Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$
$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

- Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$
$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

- Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26)

- Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

- Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1}$$

- Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 2 y 3 (Hipótesis 0, 3, 4, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

- Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

- Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

- Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

Carga permanente + sobrecargas de las familias 1, 2 y 3 (Hipótesis 0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 21, 22, 25 y 26, y de 11 a 20)

- Combinaciones poco probables (características en CTE):

$$G_k + Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + Q_{k,F2} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + Q_{k,F3} + \Psi_{0,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{0,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

- Combinaciones frecuentes:

$$G_k + \Psi_{1,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + \Psi_{1,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$
$$G_k + \Psi_{1,F3} \cdot Q_{k,F3} + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2}$$

- Combinaciones cuasi permanentes:

$$G_k + \Psi_{2,F1} \cdot Q_{k,F1} + \Psi_{2,F2} \cdot Q_{k,F2} + \Psi_{2,F3} \cdot Q_{k,F3}$$

6.CÁLCULO DEL ARMADO

6.1. Criterios de armado

Los criterios considerados en el armado siguen las especificaciones de la Instrucción EHE-08, ajustándose los valores de cálculo de los materiales, los coeficientes de mayoración de cargas, las disposiciones de armaduras y las cuantías geométricas y mecánicas mínimas y máximas a dichas especificaciones. El método de cálculo es el denominado por la Norma como de los "estados límite". Se han efectuado las siguientes comprobaciones:

6.1.1. Estado límite de equilibrio (Artículo 41º)

Se comprueba que en todos los nudos deben igualarse las cargas aplicadas con los esfuerzos de las barras.

6.1.2. Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (Artículo 42º)

Se comprueban a rotura las barras sometidas a flexión y axil debidos a las cargas mayoradas. Se consideran las excentricidades mínimas de la carga en dos direcciones (no simultáneas), en el cálculo de pilares.

6.1.3. Estado límite de inestabilidad (Artículo 43º)

Se realiza de forma opcional la comprobación del efecto del pandeo en los pilares de acuerdo con el artículo 43.5.2 (Estado Límite de Inestabilidad / Comprobación de soportes aislados / Método aproximado) de la norma EHE-08. Se define para cada pilar y en cada uno de sus ejes principales independientemente: si se desea realizar la comprobación de pandeo, se desea considerar la estructura traslacional, intraslacional o se desea fijar su factor de longitud de pandeo α (factor que al multiplicarlo por la longitud del pilar se obtiene la longitud de pandeo), de acuerdo al LISTADO DE OPCIONES. Pueden definirse diferentes hipótesis de traslacionalidad y de intraslacionalidad para las combinaciones de 1º orden y para las combinaciones de 2º orden.

Si se fija el factor de longitud de pandeo α de un pilar, se considerará que para ese pilar la estructura es traslacional cuando a sea mayor o igual que 1,0, e intraslacional en caso contrario.

Si la esbeltez de un soporte en una dirección es menor de la esbeltez inferior establecida en el Artículo 43.1.2 de la Instrucción EHE-08, no se comprueba este estado límite en dicha dirección.

6.1.4. Estado límite de agotamiento frente a cortante (Artículo 44º)

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Se comprueba la resistencia del hormigón, las armaduras longitudinales y las transversales frente a las solicitaciones tangentes de cortante producidas por las cargas mayoradas.

6.1.5. Estado límite de agotamiento por torsión (Artículo 45º)

Se comprueba la resistencia del hormigón, las armaduras longitudinales y las transversales frente a las solicitaciones normales y tangenciales de torsión producidas en las barras por las cargas mayoradas. También se comprueban los efectos combinados de la torsión con la flexión y el cortante.

6.1.6. Estado límite de punzonamiento (Artículo 46º)

Se comprueba la resistencia a punzonamiento en zapatas, forjados reticulares, losas de forjado y losas de cimentación producido en la transmisión de solicitaciones a los o por los pilares. No se realiza la comprobación de punzonamiento entre vigas y pilares.

6.1.7. Estado límite de fisuración (Artículo 49º)

Se calcula la máxima fisura de las barras sometidas a las combinaciones cuasi-permanentes de las cargas introducidas en las distintas hipótesis.

6.1.8. Estado límite de deformación (Artículo 50º)

Se calcula la deformación de las barras sometidas a las combinaciones correspondientes a los estados límite de servicio de las cargas introducidas en las distintas hipótesis de carga. El valor de la inercia de la sección considerada es un valor intermedio entre el de la sección sin fisurar y la sección fisurada (fórmula de Branson). Los valores de las flechas calculadas corresponden a las flechas activas o totales (según se establezca en las opciones), habiéndose tenido en cuenta para su determinación el proceso constructivo del edificio, con los diferentes estados de cargas definidos en el LISTADO DE OPCIONES.

6.2. Consideraciones sobre el armado de secciones

Se ha considerado un diagrama rectangular de respuesta de las secciones, asimilable al diagrama parábola-rectángulo pero limitando la profundidad de la línea neutra en el caso de flexión simple.

6.2.1. Armadura longitudinal de montaje

En el armado longitudinal de vigas y diagonales se han dispuesto unas armaduras repartidas en un máximo de dos filas de redondos, estando los redondos separados entre sí según las especificaciones de la Norma: 2 cm. si el diámetro del redondo es menor de 20 mm. y un diámetro si es mayor. No se consideran grupos de barras. En cualquier caso la armadura de montaje de vigas puede ser considerada a los efectos resistentes.

En el armado longitudinal de pilares se han dispuesto unas armaduras repartidas como máximo en una fila de redondos, de igual diámetro, y, opcionalmente, con armadura simétrica en sus cuatro caras para el caso de secciones rectangulares. En el caso de secciones rectangulares, se permite que el diámetro de las esquinas sea mayor que el de las caras. Se considera una excentricidad mínima que es el valor mayor de 20 mm o 1/20 del lado de la sección, en cada uno de los ejes principales de la sección, aunque no de forma simultánea. La armadura se ha determinado considerando un estado de flexión esviada, comprobando que la respuesta real de la sección de hormigón más acero es menor que las diferentes combinaciones de solicitaciones que actúan sobre la sección. La cuantía de la armadura longitudinal de los pilares será, al menos, la fijada por la Norma: un 4‰ del área de la sección de hormigón.

6.2.2. Armadura longitudinal de refuerzo en vigas

Cuando la respuesta de la sección de hormigón y de la armadura longitudinal de montaje no son suficientes para poder resistir las solicitaciones a las que está sometida la barra o el área de acero es menor que la cuantía mínima a tracción, se han colocado las armaduras de refuerzo correspondientes.

La armadura longitudinal inferior (montaje más refuerzos) se prolonga hasta los pilares con un área igual al menos a 1/3 de la máxima área de acero necesaria por flexión en el vano y, en las áreas

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

donde exista tracción, se coloca al menos la cuantía mínima a tracción especificada por la Norma. Las cuantías mínimas utilizadas son:

- ACERO B 400 S (y B 400 SD) 3,3 ‰
- ACERO B 500 S (y B 500 SD) 2,8 ‰

Cuantías expresadas en tanto por mil de área de la sección de hormigón.

Se limita el máximo momento flector a resistir a $0,53 \cdot \eta \cdot \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d^2$.

Conforme a las especificaciones de la Norma, y de forma opcional, se reducen las longitudes de anclaje de los refuerzos cuando el área de acero colocada en una sección es mayor que la precisada según el cálculo.

6.2.3. Armadura transversal

En el armado transversal de vigas y diagonales se ha considerado el armado mínimo transversal como la suma de la resistencia a cortante del hormigón y de la resistencia del área de los cercos de acero, que cumplan las condiciones geométricas mínimas de la Norma EHE-08 y los criterios constructivos especificados por la Norma NCSE-94. Las separaciones entre estribos varían en función de los cortantes encontrados a lo largo de las barras.

En el armado transversal de pilares se ha considerado el armado mínimo transversal con las mismas condiciones expuestas para las vigas. Se ha calculado una única separación entre cercos para toda la longitud de los pilares, y en el caso de que sean de aplicación los criterios constructivos especificados por la Norma NCSE-94 se calculan tres zonas de estribado diferenciadas.

Siempre se determina que los cercos formen un ángulo de 90º con la directriz de las barras. Así mismo, siempre se considera que las bielas de hormigón forman 45º con la directriz de las barras. Se considera una tensión máxima de trabajo de la armadura transversal de 400 MPa.

Conforme a EHE-08, y de acuerdo con lo indicado en el LISTADO DE OPCIONES, se comprueba el no agotamiento del hormigón y se calcula el armado transversal necesario para resistir los momentos torsores de vigas y pilares. También se comprueba la resistencia conjunta de los esfuerzos de cortante más torsión y de flexión más torsión.

6.2.4. Armadura longitudinal de piel

Aquellas secciones de vigas en las que la armadura superior dista más de 30 cm de la armadura inferior, han sido dotadas de la armadura de piel correspondiente.

6.3. Ménsulas cortas

Las ménsulas cortas de hormigón armado definidas en la estructura, se arman y comprueban de acuerdo con el artículo 64º de EHE-08.

Se comprueba que sus dimensiones cumplan los rangos de validez de dicha norma. También invalidan aquellas ménsulas que soporten acciones verticales hacia arriba significativas.

Se considera que las acciones sobre la ménsula son siempre desde la cara superior, no contemplándose por tanto, el caso de cargas colgadas (artículo 64.1.3 de EHE-08).

7.CÁLCULO DE FORJADOS RETICULARES Y LOSAS MACIZAS DE FORJADO

Los forjados reticulares responden a la tipología de losa aligerada de canto constante; con bloques aligerantes perdidos o recuperables (casetones). Las losas de forjado responden a la tipología de placas macizas de canto constante.

Un mismo plano (horizontal o inclinado) puede contar con uno o varios forjados reticulares y/o losas. Un mismo pilar - ábaco puede pertenecer a varios forjados reticulares y/o losas.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

7.1. Modelización

Los forjados reticulares y las losas de forjado se modelizan como un conjunto de barras de sección constante en dos direcciones ortogonales entre sí. Dichas barras, junto con las del resto de la estructura conforman la matriz de rigidez de la misma. El cálculo de solicitaciones se ha realizado mediante el método matricial espacial de la rigidez, suponiendo una relación lineal entre esfuerzos y deformaciones, y presentando cada nudo seis grados de libertad, a menos que se opte por la opción de indeformabilidad de los forjados horizontales en su plano o la consideración del tamaño de los pilares ya comentadas en el apartado 5 de esta Memoria. No se utilizan, por tanto, simplificaciones del tipo 'pórticos virtuales' o 'líneas de rotura'.

Las características del material (módulo de Young, de Poisson y coeficiente de dilatación térmica) son propias para los forjados reticulares y losas de forjado. En las losas de forjado se puede, además, fijar el tanto por ciento de rigidez a torsión entre un 0% y un 100% (Ver LISTADO DE OPCIONES).

Las cargas introducidas en los forjados reticulares y losas se consideran concentradas en los nudos (puntos de intersección de los nervios de ambas direcciones).

No es conveniente utilizar distancias entre nervios de más de 100 cm. En el caso de losas de forjado es recomendable utilizar un paso de discretización del orden de 50 cm o 1/8 de la distancia media entre pilares.

7.1.1. Nervios (forjados reticulares)

Se define la geometría del nervio como una sección en T mediante una poligonal de 12 vértices. En función de ella, por integración, se han obtenido las características geométricas y mecánicas del mismo: Ix, Iy, Iz y Ax, equivalentes a las del resto de barras de la estructura (apartado 4 de esta Memoria). No se consideran características mecánicas diferenciales debidas a proximidad de zunchos o ábacos.

La rigidez a la torsión de los nervios es modificable por el usuario, entre los valores de un 0% y un 100% (Ver LISTADO DE OPCIONES).

7.1.2. Ábacos

Se consideran ábacos del mismo canto al del forjado reticular o losa de forjado o de mayor canto que ellos (ábacos resaltados). Se modelizan como un conjunto de barras de sección constante en dos direcciones ortogonales. Si el pilar no coincide con uno de los nudos de la retícula, se han introducido barras ficticias, paralelas a los nervios, que lo unen a los nervios más próximos. Para la definición de sus características geométricas y mecánicas, se han dividido los ábacos, en cada dirección, en bandas colindantes de sección rectangular.

En el caso de ábacos de forjados reticulares, se puede fijar su rigidez a la torsión, entre los valores de un 0% y un 100%. En el caso de ábacos de losas macizas, su rigidez a la torsión es la misma que la del resto de la losa.

7.1.3. Zunchos

Se definen dos tipologías de zunchos:

Zunchos con ficha predefinida. Un zuncho con ficha predefinida es una barra de sección constante con un determinado armado longitudinal y transversal constante en toda su longitud. Cada zuncho se asocia a un perfil de hormigón de la biblioteca de perfiles cuya forma debe de ser 'Rectangular', en 'T' o 'L', del que leen las características geométricas y mecánicas, dimensiones, áreas e inercias.

Zunchos con sección asignada. Un zuncho con sección asignada es una barra de sección constante a la que se asigna un perfil de hormigón de la biblioteca de perfiles cuya forma debe de ser 'Rectangular', en 'T' o 'L', del que leen las características geométricas y mecánicas, dimensiones, áreas e inercias. Su armado se calculará de igual forma y junto con el resto de vigas, pilares y diagonales de hormigón armado de la estructura, y por tanto, poseen armaduras de montaje, refuerzos y estribos no constantes en toda su longitud.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

7.2. Dimensiones de los diferentes elementos

Las dimensiones de los diferentes elementos vienen fijadas en la Instrucción EHE-08. Concretamente, se cumplen las mencionadas a continuación.

7.2.1. Nervios (forjados reticulares)

Su ancho mínimo, b, es

- b ≥ 7 cm.
- b ≥ d/4; siendo 'd' el canto del bloque aligerante

El espesor de la capa de compresión , t, es

- t ≥ 5 cm.

Si los nervios carecen de cercos, se debe cumplir:

- d ≤ 80 cm., siendo 'd' el canto útil del forjado
- a ≤ 100 cm., siendo 'a' la distancia entre nervios
- a ≤ 8 b, siendo 'b' el ancho mínimo del nervio

7.2.2. Comprobación a punzonamiento

Se realiza la comprobación a punzonamiento indicada por el artículo 46. de la Instrucción EHE-08 con las siguientes salvedades (la nomenclatura utilizada es la indicada por dicha Norma):

No se realiza la comprobación a punzonamiento si al pilar de estudio acometen zunchos de canto superior al canto del ábaco.

No es necesaria armadura de punzonamiento si se verifican:

$$\tau_{sd} \leq \tau_{rd}$$

siendo

$$\tau_{sd} = \frac{F_{sd,ef}}{u_1 \cdot d}; \quad F_{sd,ef} = \beta \cdot F_{sd}$$

$$\tau_{rd} = \frac{0{,}18}{\gamma_c} \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_l \cdot f_{cv}} + 0{,}1 \cdot \sigma'_{cd} \geq \frac{0{,}075}{\gamma_{cd}} \sqrt{\xi^3 \cdot f_{cv}} + 0{,}1 \cdot \sigma'_{cd}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_x \cdot \rho_y} \leq 0{,}02; \quad \xi = 1 + \sqrt{200/d} \leq 2{,}0$$

Es opcional la consideración o no del parámetro β (que reduce la capacidad resistente a punzonamiento de los pilares de medianera y esquina).

En ningún caso la resistencia total a punzonamiento, Nd supera el valor $f_{1cd} = 0{,}30 \cdot f_{cd}$.

No se considera la incidencia de agujeros próximos a los soportes (opcional, según EHE-08).

No se consideran los lados del perímetro crítico que disten menos de 6d de un borde, ya sea exterior o interior.

Cuando es necesario colocar armadura a punzonamiento, el programa calcula la armadura de la rama más desfavorable, dimensionando todas las ramas por igual con esta armadura.

Se comprueba la no necesidad de armadura de punzonamiento en un perímetro crítico a distancia 2·d exterior al armado de punzonamiento (equivale a 4 veces el canto útil del borde del pilar).

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

7.3. Criterios de armado

Los criterios considerados en el armado de los forjados reticulares siguen las especificaciones de la Instrucción EHE-08, tal como se indica en el apartado correspondiente a vigas de esta Memoria, así como las especificaciones particulares expuestas en el artículo 55º ("Placas, losas y forjados bidireccionales") de la mencionada Norma.

No se utilizan redondos de diámetro superior a la décima parte del canto total del forjado reticular ni de diámetro superior a 25 mm.

No se tiene en cuenta la flexión lateral (flexión en el plano del forjado) en el cálculo del armado, aunque sí el axil (de compresión o tracción) existente.

Se permite, de forma opcional, considerar una redistribución (plastificación) de momentos flectores M_z en vanos de hasta un 20% del momento negativo, afectando tanto al armado de los nervios como de los ábacos. Esta redistribución se realiza vano a vano de cada nervio de forma independiente. Para la definición de los 'apoyos' (y por tanto los vanos) se utilizan los 'picos' de los momentos negativos de la hipótesis de carga permanente.

Se realizará esta redistribución siempre que el momento máximo positivo sea no menor de ¼ del máximo negativo ni mayor del máximo negativo y existan momentos negativos en ambos extremos (o próximos a cero). No se descenderá la gráfica de aquel extremo en que exista momento positivo.

7.4. Cálculo del armado de nervios

Se ha considerado un diagrama parábola – rectángulo de respuesta de las secciones, y limitando la profundidad de la fibra neutra en el caso de flexión simple. En el caso de reticulares, el armado se calcula por nervios. En el caso de losas, el armado se calcula con la misma discretización realizada para el cálculo de esfuerzos: en bandas de ancho fijo a las que denominaremos 'nervios' por su similitud con los nervios de un forjado reticular.

7.4.1. Armadura base longitudinal (losas de forjado)

En toda la superficie de la losa de forjado se dispone un armado longitudinal en la cara inferior, siendo opcional en la cara superior, y en ambas direcciones. Estará constituido por barras o mallas electrosoldadas de un mismo diámetro y separación (aunque pueden ser diferentes para cada cara y dirección).

La separación entre redondos debe ser menor o igual a 25 cm y a dos veces el canto de la losa. Si no existe armado base superior, estas separaciones mínimas serán respetadas por la armadura longitudinal superior de refuerzo.

La cuantía geométrica mínima total en cada dirección (repartiéndola como 40% en superior y 60% en inferior si existe armado base superior e inferior; o como 100% en inferior en el caso de existir sólo armado base inferior) es, expresadas en tanto por mil de área de la sección de la losa (art. 42.3.5 de EHE-08):

- ACERO B400S (y B400SD): 2.0 ‰
- ACERO B500S (y B500SD): 1.8 ‰

Esta armadura base, además de como armadura de reparto, se considera en el cálculo de los refuerzos (tanto como armadura de tracción como de compresión).

7.4.2. Armadura longitudinal de refuerzo de nervios

El armado longitudinal de nervios se dispone exclusivamente en una capa de redondos, respetándose la limitación de Norma sobre distancia entre ellos: 1,25 veces el tamaño máximo del árido, 2 cm. para redondos de diámetro menor de 20 mm. y un diámetro para el resto. No se consideran grupos de barras. Un tercio de la armadura inferior máxima de cada nervio se prolonga en toda su longitud. Para este armado se considera como nervio una alineación de nervios entre bordes exteriores o interiores (debidos a huecos) del forjado.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Como armadura de negativos mínima en los bordes de los forjados y losas se coloca, al menos, un armado constituido por barras cuya separación sea como máximo la máxima permitida por normativa (25 cm o dos veces el canto de la losa, según EHE-08) y con una cuantía, en cm²/m, de al menos 0,025·d, siendo 'd' el canto útil de la losa en centímetros. La longitud de dichos redondos será de al menos 2 veces el canto de la losa. Esta armadura no será necesaria si el forjado o losa dispone de una armadura base superior. Esta armadura podría sustituirse por el armado transversal de los zunchos de borde, aunque no se realiza de forma automática.

En el caso de forjados reticulares, el armado longitudinal del nervio existente en la sección límite nervio - ábaco, se prolonga en toda la longitud del ábaco.

En el caso de reticulares, se comprueba la cuantía geométrica mínima de tracción indicada por la normativa (art. 42.3.5 de EHE-08), considerándolos a estos efectos como vigas de sección rectangular de ancho el ancho de cortante (b_w) y canto el del forjado.

7.4.3. Armadura transversal

En los forjados reticulares, la armadura transversal de los nervios es opcional (Ver LISTADO DE OPCIONES). Si no se desea este tipo de armado, deben cumplirse las limitaciones de dimensiones indicadas en el apartado correspondiente de esta Memoria.

En el caso de que sea necesaria armadura transversal, se cumplen las separaciones mínimas impuestas por EHE-08. Dicha armadura transversal se realiza mediante cercos ortogonales a la directriz del nervio. Las ramas laterales toman la inclinación respecto a la horizontal 'g' inicial de los paramentos laterales del nervio (la inclinación del lado lateral inferior del polígono que define la geometría del nervio). En cada barra de la retícula, la armadura transversal es constante.

En las losas de forjado, la armadura transversal de los nervios es también opcional (ver LISTADO DE OPCIONES), y estará constituida por estribos, 'piés de pato' u otros dispositivos que proporcionen ramas perpendiculares al plano de la losa con las separaciones, en las dos direcciones, indicadas en la documentación gráfica.

Se cumple que la contribución de la armadura transversal a la resistencia del esfuerzo cortante, V_{su}, es:

$$V_{su} = \sum (A_s \cdot f_{yd} \cdot 0{,}9 \cdot d \cdot sen(\theta))$$

donde

- As: Sección, por unidad de longitud, según un plano horizontal, de las armaduras transversales que atraviesan dicho plano.
- fyd: Resistencia de cálculo de la armadura transversal, no mayor de 400 MPa.
- d:Canto útil.
- θ:Ángulo que forman las ramas con la dirección perpendicular al plano del forjado.

El ancho eficaz, bw, es:

El ancho mínimo del nervio si la sección considerada está solicitada con momentos positivos.

El ancho del nervio, a una altura desde el borde inferior del mismo 'd/4', si la sección está solicitada con momentos negativos, siendo 'd' el canto útil de la sección.

7.5. Cálculo del armado de ábacos

7.5.1. Armadura longitudinal de ábacos

Los ábacos de forjados reticulares, y los ábacos resaltados de forjados reticulares, losas macizas y de cimentación, cuentan con armadura longitudinal en ambas direcciones y caras.

Se calcula por separado el armado longitudinal en las dos direcciones.

Para el cálculo del armado se considera la sección completa del ábaco, (ancho del ábaco por canto del ábaco) teniendo en cuenta el sumatorio de solicitaciones de toda la sección. Se considera la contribución del armado longitudinal de los nervios (que como queda dicho, se prolonga en el

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

interior de los ábacos). Dicho armado, se suplementa, si es necesario, mediante refuerzos, dispuestos en ambas direcciones y tanto en la cara superior como la inferior. En los cuatro casos, los refuerzos se disponen equidistantes entre sí y en toda la superficie del ábaco.

Si en el ábaco existen zunchos de canto superior al del ábaco, no se consideran los esfuerzos ni el armado del zuncho para el cálculo del armado del ábaco.

Si en el ábaco existen zunchos del mimo o menor canto que el ábaco, sus esfuerzos serán resistidos por la armadura del ábaco. Si además dichos zunchos son de sección predefinida, su armadura será tenida en cuenta en el cálculo del armado del ábaco.

La separación entre redondos debe ser menor o igual a 25 cm. La cuantía geométrica mínima total en cada dirección (superior más inferior) es:

- ACERO B400S (y B400SD): 2.0 ‰
- ACERO B500S (y B500SD): 1.8 ‰

Cuantías expresadas en tanto por mil de área de la sección del ábaco. Además, en cada cara (superior e inferior) existe una cuantía mínima de un tercio de la mencionada. En todo caso, existe un armado mínimo consistente en barras del diámetro mínimo que se fije y separadas 25 cm.

En el caso de que un ábaco sea común a más de un forjado reticular o losa (con direcciones de nervios diferentes), se considera un armado en cada cara (superior e inferior) constituido por redondos del mismo diámetro y a la misma separación en dos direcciones ortogonales.

El anclaje de la armadura superior se realiza en prolongación recta, y el de la armadura inferior con barras dobladas, aunque las barras inferiores que coincidan con los nervios pueden anclarse en prolongación recta.

7.5.2. Armadura transversal de ábacos

La armadura transversal de ábacos (armadura de punzonamiento) es opcional (Ver LISTADO DE OPCIONES). Si no se desea armado de punzonamiento, se invalidan los ábacos que la precisen. La armadura de punzonamiento se dispone mediante barras longitudinales y cercos verticales en las dos direcciones de los nervios. Conforman, en cada dirección, una 'jaula' de anchura la del soporte y de longitud no mayor a la del ábaco ni menor a 2 d contado desde la cara del soporte. El primer cerco se dispone a una distancia de 0,5 d del soporte. El resto, se disponen separados una misma distancia que es menor de 0,75 d (en todos los casos, 'd' es el canto útil del ábaco).

Cuando es necesario colocar armadura a punzonamiento, el programa calcula la armadura de la rama más desfavorable, dimensionando todas las ramas por igual con esta armadura.

Si existen en el ábaco zunchos de canto superior al del ábaco, no se realiza la comprobación a punzonamiento del ábaco. Se considera que el punzonamiento se transforma en cortante que es asumido por los estribos del o los zunchos.

7.6. Cálculo del armado de zunchos

Tanto para zunchos de borde como interiores, se distinguen dos casos:

- El canto del zuncho es menor o igual al máximo canto de los forjados o losas a los que pertenece.
- El canto del zuncho es mayor al máximo canto de los forjados o losas a los que pertenece.

Si un ábaco o un zuncho están en el límite de una losa y un forjado reticular, a efectos del armado se supone que pertenecen al forjado reticular.

El armado longitudinal se calcula para la combinación de esfuerzos (axiles y flectores) en las secciones del zuncho no embebidas en un ábaco (caso de zunchos de tipo 'A' pertenecientes a forjados reticulares) o en toda su longitud (caso de zunchos de tipo 'B' o pertenecientes a losas de forjado).

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

El armado transversal se calcula para la combinación de esfuerzos (cortantes y torsores) en las secciones del zuncho no embebidas en un ábaco (zunchos de tipo 'A') o en toda su longitud (zunchos de tipo 'B').

7.6.1. Zunchos de sección predefinida

El armado de un zuncho está formado por una armadura longitudinal y una armadura transversal constantes en toda su longitud, de acuerdo con las opciones de cálculo de forjados (ver LISTADO DE OPCIONES).

El armado longitudinal de los zunchos de borde interiores (perímetro de huecos) se prolonga la longitud de anclaje necesaria a cada lado, invadiendo la zona de nervios.

7.6.2. Zunchos de sección asignada

El armado de un zuncho está formado por una armadura montaje, refuerzos longitudinales y una armadura transversal de acuerdo con las opciones de cálculo de armado de vigas (ver LISTADO DE OPCIONES). Los materiales que se consideran son los del armado de vigas (ver LISTADO DE OPCIONES).

En el cálculo de la armadura transversal, el programa considera tres separaciones diferentes de estribos. Para el cálculo del cortante existente en la zona próxima a los pilares, el programa en cada extremo el cortante existente a una distancia 'd' de la cara del pilar inferior. Dado que el programa transforma las cargas aplicadas sobre forjados reticulares y losas en cargas aplicadas en los nudos, para obtener dicho cortante se realiza una interpolación lineal entre el cortante existente sobre el pilar y la media aritmética de los cortantes existentes a ambos lados de cada tramo de zuncho.

7.7. Crecimientos

Es posible definir un crecimiento (distancia entre el eje de cálculo y en centro geométrico) cualquiera para los pilares y zunchos. Dicho crecimiento es considerado en la determinación de la sección crítica a punzonamiento.

7.8. Grafismos de las salidas gráficas de resultados

Existe una escala numerada para la identificación y replanteo de los nervios, en ambas direcciones.

Un grafismo en forma de corchete que engloba 2 o más nervios indica que dichos nervios presentan el mimo armado.

7.9. Limitaciones de diseño. Pilares de acero.

No se contempla la posibilidad de forjados reticulares o losas de forjado sobre soportes metálicos. Si se utilizan soportes metálicos el usuario debe disponer y calcular los correspondientes elementos de conexión entre el forjado el pilar metálico, como por ejemplo, perfiles metálicos en u, en cada una de las direcciones del forjado.

7.10. Forjados reticulares y losas sobre muros de sótano.

Se asigna de forma automática una condición de apoyo (articulación) a los nudos de un forjado reticular o losa contenidos en un muro de sótano. Si se asigna un apoyo elástico, tanto al desplazamiento como al giro (resorte), al borde del forjado, se considera prioritariamente esta condición frente a la primera. De esta forma se modifica la condición de apoyo por la de empotramiento elástico. Se tomarán las disposiciones constructivas necesarias para que la unión entre el forjado y el muro responda a la hipótesis considerada en el cálculo.

8.COMPROBACIÓN DE BARRAS DE MADERA

El programa realiza la comprobación de las barras de madera existentes en la estructura según la norma ENV 1995-1-1 "EUROCÓDIGO 5: Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación", publicado en 1993 o el CTE DB SE-M "Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Estructuras de Madera", que

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

es una trascripción casi literal de dicho Eurocódigo en vigor desde marzo de 2006. En adelante, se referirá a estos documentos por "EC-5" y "CTE SE-M" respectivamente.

8.1. Acciones de cálculo

Las acciones de cálculo que se tienen en cuenta por ***Tricalc*** para la comprobación de barras de madera, se combinan según Eurocódigo-1 en el caso de EC-5, o según CTE DB SE en el caso de CTE SE-M. Véase el apartado 'COMBINACIÓN DE ACCIONES' de esta memoria.

8.2. Cálculo de esfuerzos

Se utiliza las características del material definidas en cada perfil: módulo de Young (E), módulo de cortante (G), coeficiente de dilatación térmica y densidad.

8.3. Estados límite últimos (E.L.U.)

El programa obtiene las solicitaciones en los nudos de cada barra. Además, y a efectos de su comprobación, realiza un estudio en las secciones interiores de cada barra, calculando los valores de los momentos flectores, cortantes, y fuerza axil de tracción y de compresión.

El programa realiza las siguientes comprobaciones sobre las barras de madera:

Comprobación a flexotracción, se deben cumplir las siguientes condiciones (con k_m =0,7 para secciones rectangulares y k_m =1,0 para otras secciones)

$$\left(\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}\right)+\left(\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}\right)+k_m\left(\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}\right)\le 1$$
$$\left(\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}\right)+k_m\left(\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}\right)+\left(\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}\right)\le 1$$

Comprobación a flexocompresión, se deben cumplir las siguientes desigualdades:

$$\left(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}\right)^2+\left(\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}\right)+k_m\left(\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}\right)\le 1$$
$$\left(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}\right)^2+k_m\left(\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}\right)+\left(\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}\right)\le 1$$

Comprobación a cortante y a torsión uniforme, deberá cumplirse la siguiente condición:

$$\left(\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d}}\right)^2+\frac{\tau_{tor,d}}{f_{v,d}}\le 1$$

En las fórmulas anteriores la notación utilizada es la siguiente:

$\sigma_{t,0,d}=\dfrac{F_x}{A_x}$ tensión normal máxima a tracción

$\sigma_{c,0,d}=\dfrac{F_x}{A_x}$ tensión normal máxima a compresión

$\sigma_{m,y,d}=\dfrac{M_y}{W_y}$ tensión normal máxima producida por un flector M_y

$\sigma_{m,z,d}=\dfrac{M_z}{W_z}$ tensión normal máxima producida por un flector M_z

$\tau_{v,d}=\sqrt{\left(\dfrac{V_y}{A_y}\right)^2+\left(\dfrac{V_z}{A_z}\right)^2}$ tensión de cortante máxima producida por cortantes V_y y V_z

$\tau_{tor}=\dfrac{M_x}{W_x}$ tensión de cortante máxima producida por un torsor M_x

8.4. Estado límite de servicio (E.L.S.)

El programa calcula la máxima flecha para la combinación de hipótesis más desfavorable para todas las barras horizontales o inclinadas. Si la barra es un voladizo, se calcula y comprueba la flecha en

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

el borde; si la barra es una viga, se calcula la flecha en el punto más desfavorable, y se compara con el valor 1/XXX, donde XXX es un valor definido por el usuario en las opciones de comprobación. El cálculo, al realizarse en el Estado límite de servicio, se realiza sin mayoración de cargas.

Para el cálculo de las flechas de las barras de madera, ***Tricalc-12*** tiene en cuenta los siguientes aspectos:

Deformación inicial debida a una acción (wini): Se calcula utilizando los valores medios de los coeficientes de deformación.

Deformación final debida a una acción (wfin): Se calcula en función de la flecha inicial a partir de la fórmula: $w_{fin} = w_{ini}\left(1 + \Psi_2\, k_{def}\right)$

Donde, k_{def} se define en función de la clase de servicio y del tipo de madera y Ψ_2 es el correspondiente factor de combinación de carga.

8.4.1. Limitación de las flechas

El programa permite obtener y limitar la flecha instantánea de las sobrecargas, la flecha activa total y la flecha total: las dos primeras con las combinaciones características y la tercera con las cuasipermanentes. (ver LISTADO DE OPCIONES)

8.5. Estabilidad de las piezas: Pandeo por flexión y compresión combinadas

El programa calcula el pandeo de todas las barras de la estructura según los dos planos principales de la sección.

Se define como Longitud de Pandeo de una barra al producto de su longitud real por un coeficiente β llamado factor de pandeo ß, mediante la expresión

$$lp = \beta \cdot l$$

donde ß es el factor de pandeo.

El factor de pandeo β una barra, en un plano determinado, está determinado por el grado de empotramiento que la barra posea en sus dos extremos, superior e inferior, izquierdo y derecho, grado que se determina en función de los valores de los factores de empotramiento *k1* y *k2*, en cada extremo de la barra. Para su determinación, el programa considera la estructura como traslacional o intraslacional, según la opción definida por el usuario en la caja de opciones de comprobación.

Si una barra tiene sus uniones en el nudo como articulaciones, el programa determina un valor de ß en los dos planos de comprobación igual a la unidad.

Para la obtención del *Factor de Empotramiento* en un plano principal de la estructura, de un extremo de una barra cualquiera de la estructura, el programa evalúa los factores de reparto de las diferentes barras que acometen al nudo y que estén rígidamente unidas al nudo, de la forma:

$$K = \frac{\sum\left(I_v / L_v\right)}{\sum\left(I\ / L\ \right)}$$

donde,

K Es el factor de empotramiento.

I_v/L_v Es el cociente entre la Inercia y la longitud de todas las vigas que acometen rígidamente al nudo.

I/L Es el cociente entre la Inercia y la longitud de todas las barras que acometen rígidamente al nudo.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

El factor de Pandeo ß en cada uno de los planos principales de la estructura, para una barra con factores de empotramiento *K2* (superior) y *K1* (inferior) es:

Estructuras Traslacionales

$$\beta = \sqrt{\frac{\left(1.6 + 2.4 \cdot \left(K_1 + K_2\right) + 1.1 \cdot K_1 \cdot K_2\right)}{K_1 + K_2 + 5.5 \cdot K_1 \cdot K_2}}$$

Estructuras Intraslacionales

$$\beta = \frac{3 - 1.6 \cdot \left(K_1 + K_2\right) + 0.84 \cdot K_1 \cdot K_2}{3 - \left(K_1 + K_2\right) + 0.28 \cdot K_1 \cdot K_2}$$

La condición de *Traslacionalidad* o *Intraslacionalidad* debe ser fijada por el usuario, evaluando la estructura que se quiere comprobar. La situación real de la estructura es, a veces, difícil de evaluar, encontrándose la estructura en una situación intermedia. Pueden asignarse particularmente esta opción a barras o grupos de barras.

El usuario puede asignar manualmente los coeficientes de pandeo que considere oportuno, mediante la asignación de opciones particulares de comprobación a cada barra, cota o pórtico, de la misma forma que se asignan las opciones de predimensionado. Si se utilizan las opciones de comprobación generales de todas las barras se pueden agrupar los valores del coeficiente β en los grupos: vigas, pilares y diagonales (ver LISTADO DE OPCIONES).

Una vez determinado el factor de empotramiento, el programa calcula la esbeltez simple de la barra. Se define como *Esbeltez Simple* de una barra el cociente entre la longitud de pandeo y el radio de giro en la dirección considerada. El programa considera la esbeltez en los dos planos principales de cada barra, existiendo una opción para deshabilitar la comprobación en alguno de los planos. Si se habilita la comprobación en los dos planos, la esbeltez resultante de la barra será la correspondiente al radio de giro mínimo.

El programa permite definir unos límites de la esbeltez de cada barra. (Ver LISTADO DE OPCIONES).

Cuando la esbeltez de una barra supera estos valores, el programa lo hace notar en el listado de comprobación de secciones de madera. El programa no considera ningún tipo de reducción en estos valores por la actuación de cargas dinámicas sobre la estructura. El programa no realiza ninguna comprobación con piezas compuestas.

En el caso de haber definido nudos interiores en barras, el programa no interpreta que se trata de una misma barra con nudos interiores, por lo cual no tomará como longitud de pandeo la correspondiente a la barra completa sino a la barra definida entre dos nudos. El usuario deberá comprobar el efecto de pandeo al considerar la longitud de pandeo de toda la barra con los esfuerzos más desfavorables.

El programa permite definir para cada tipo de barra (vigas, pilares o diagonales) o cada barra individual y en cada uno de sus ejes principales independientemente, si se desea realizar la comprobación de pandeo, se desea considerar la estructura traslacional, intraslacional o se desea fijar su factor de longitud de pandeo β (factor que al multiplicarlo por la longitud de la barra se obtiene la longitud de pandeo).

Si se deshabilita la comprobación de pandeo en un determinado plano de pandeo de una barra, se considerará que el factor de pandeo *ω* en dicho plano es *1,0* y no se realizan las comprobaciones relativas al pandeo de la normativa. El factor de pandeo de una barra será el mayor de los factores de pandeo correspondientes a los dos planos principales de la barra.

Para la consideración del factor de longitud de pandeo β de una barra (cuando esta no es fijado por el usuario), el programa considera que el valor de *K* (factor de empotramiento) es:

1,0 Empotramiento total. En el extremo de la barra en el que exista un empotramiento total, un muro de sótano o un resorte. De esta forma, una barra con esta consideración en ambos extremos

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

tendrá una longitud de pandeo igual a 0,5 veces su longitud si es intraslacional o 1,0 veces su longitud si es traslacional.

0,75 En el extremo de la barra en la que exista un forjado reticular o una losa maciza de forjado. De esta forma, una barra con esta consideración en ambos extremos tendrá una longitud de pandeo igual a ≈0,64 veces su longitud si es intraslacional o ≈1,12 veces su longitud si es traslacional.

0,0 En el extremo de la barra en el que exista una articulación. De esta forma, una barra con esta consideración en ambos extremos tendrá una longitud de pandeo igual a 1,0 veces su longitud si es intraslacional o ≈5,0 veces su longitud si es traslacional.

Si el usuario fija el factor de longitud de pandeo β de una barra, el programa considerará que para esa barra la estructura es traslacional cuando β sea mayor o igual que *1,0*, e intraslacional en caso contrario.

El programa realiza la comprobación de pandeo por flexión y compresión combinadas y la comprobación a vuelco lateral de las vigas en flexocompresión.

8.5.1. Variables que intervienen en el cálculo

Longitudes eficaces de pandeo:

$$l_{e,y} = \beta_y l \; ; \; l_{e,z} = \beta_z l$$

Esbelteces mecánicas:

$$\lambda_y = l_{e,y} / i_y \;\; y \;\; \lambda_z = l_{e,z} / i_z$$

Esbelteces relativas:

$$\lambda_{rel,y} = \left(\lambda_y / \pi\right)\sqrt{\left(f_{c,0,k} / E_{0,k}\right)} \; , \; \lambda_{rel,z} = \left(\lambda_z / \pi\right)\sqrt{\left(f_{c,0,k} / E_{0,k}\right)}$$

8.5.2. Comprobación de pandeo por flexo-compresión

En CTE SE-M, si $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ y $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ [y en EC-5, si $\lambda_{rel,y} \leq 0,5$ y $\lambda_{rel,z} \leq 0,5$] entonces se realiza la comprobación habitual a compresión o flexocompresión, según corresponda. Caso contrario las expresiones habituales se sustituyen por estas otras:

$$\left(\sigma_{c,0,d} / \left(f_{c,0,d}\, k_{c,y}\right)\right) + \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}\right) + k_m \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}\right) \leq 1$$
$$\left(\sigma_{c,0,d} / \left(f_{c,0,d}\, k_{c,z}\right)\right) + k_m \left(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}\right) + \left(\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d}\right) \leq 1$$

siendo

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}$$

$$k_y = 0,5\left(1 + \beta_c\left(\lambda_{rel,y} - 0,3\right) + \lambda_{rel,y}^2\right)$$

$$k_z = 0,5\left(1 + \beta_c\left(\lambda_{rel,z} - 0,3\right) + \lambda_{rel,z}^2\right)$$, en CTE SE-M

$$k_y = 0,5\left(1 + \beta_c\left(\lambda_{rel,y} - 0,5\right) + \lambda_{rel,y}^2\right)$$

$$k_z = 0,5\left(1 + \beta_c\left(\lambda_{rel,z} - 0,5\right) + \lambda_{rel,z}^2\right)$$, en EC-5

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

y β_c = 0,2 para madera maciza ó β_c = 0,1 para madera laminada y microlaminada.

8.6. Estabilidad de las piezas: Vuelco lateral de vigas

Se considera el vuelco lateral de vigas con flexión respecto del eje de mayor inercia, que será el eje y por convenio.

Variables que intervienen en el cálculo

Esbeltez relativa a flexión:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}}$$

Tensión crítica de flexión:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,k} I_z G I_{tor}}}{l_{ef} W_y}$$

donde I_{tor} es el módulo de torsión uniforme y W_y es el módulo resistente respecto del eje fuerte.

Longitud eficaz de vuelco lateral:

$$l_{ef} = \beta_v \, l$$

El factor β_v viene se obtiene en función de las condiciones de carga

8.6.1. Comprobación del vuelco lateral en flexo-compresión

Cuando actúa un momento flector $M_{y,d}$ (respecto del eje fuerte) junto con un esfuerzo axial de compresión, se debe comprobar la siguiente condición:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \, f_{m,d}} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \, f_{c,0,d}} \right) \leq 1$$

donde k_{crit} se obtiene a partir de las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} k_{crit} &= 1 && \text{para } \lambda_{rel,m} \leq 0{,}75 \\ k_{crit} &= 1{,}56 - 0{,}75 \, \lambda_{rel,m} && \text{para } 0{,}75 < \lambda_{rel,m} \leq 1{,}4 \\ k_{crit} &= 1 / \lambda^2_{rel,m} && \text{para } 1{,}4 < \lambda_{rel,m} \end{aligned}$$

8.7. Cálculo bajo la acción del fuego

El programa calcula la estabilidad estructural de las barras de madera frente a fuego, es decir, comprueba la capacidad resistente de los elementos de madera frente a las acciones de cálculo cuando se encuentran sometidos a una *curva de incendio normal*.

Tricalc realiza esta comprobación considerando el *método de la sección eficaz*, que admite una pérdida de sección resistente de las caras expuestas al fuego expresada por medio de la *profundidad eficaz de carbonización*, la cual es función del tiempo de incendio, tal y como especifica el anejo E del CTE DB SI (Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad en caso de Incendio).

8.7.1. Valores de cálculo de las propiedades del material

Los valores de cálculo de las propiedades del elemento sometido a la acción de un fuego, se determinan mediante la siguiente expresión:

$$f_{d,fi} = k_{\mathrm{mod},fi} \frac{k_{fi} f_k}{\gamma_{M,fi}}$$

donde $k_{mod,fi}$ = 1,0, $\gamma_{M,fi}$ = 1,0 y k_{fi} = 1,0.

8.7.2. Regla de combinación de las acciones

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Durante la exposición al incendio se considerara la siguiente combinación accidental:

$$\sum \gamma_{GA}\, G_k + \sum \Psi_{2,i}\, \gamma_{QA,i}\, Q_{k,i} + \sum A_d(t)$$

donde, γ_{GA} =1,0 , $\gamma_{QA,i}$ =1,0 y $A_d(t)$ es el valor de cálculo de las acciones derivadas del incendio.

8.7.3. Carbonización de la madera

Tricalc permite comprobar la resistencia a fuego de elementos de madera que se encuentran recubiertos con protección como sin ella. Para cada caso se realizan las siguientes comprobaciones:

ESTRUCTURAS DE MADERA SIN PROTECCIÓN

Se considera una sección nominal que se obtiene descontando a la sección inicial una profundidad carbonizada obtenida a partir de la siguiente expresión:

$$d_{char,n} = \beta_n\, t$$

donde *t* es el tiempo de exposición al fuego en minutos, y *βn* (velocidad de carbonización) se obtiene de la siguiente tabla.

	β_n (mm/min)
Coníferas y haya	
Madera laminada encolada con densidad característica ≥ 290 kg/m^3	0,70
Madera maciza con densidad característica ≥ 290 kg/m^3	0,80
Frondosas	
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica de 290 kg/m^3 (1)	0,70
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica ≥ 450 kg/m^3	0,55
Madera microlaminada	
Con una densidad característica ≥ 480 kg/m^3	0,70

(1) Para densidad característica comprendida entre 290 y 450 kg/m^3, se interpolará linealmente

Se tendrán en cuenta las siguientes observaciones:

Las velocidades de esta tabla se aplican siempre que el espesor residual mínimo sea de 40 mm.

Para espesores residuales menores las velocidades de carbonización deberán incrementarse en un 50 %.

En madera maciza de frondosas con densidades comprendidas entre 290 y 450 kg/m^3 pueden obtenerse los valores de βn por interpolación lineal.

ESTRUCTURAS DE MADERA CON PROTECCIÓN

En la comprobación de los elementos de madera con protección se tienen en cuenta los siguientes puntos:

El comienzo de la carbonización se retrasa hasta el tiempo *tch* función del tipo de protección.

La velocidad de carbonización a vez alcanzado el tiempo *tch* de comienzo de carbonización es menor hasta el tiempo de fallo de la protección, *tf.*

Si el tiempo de fallo es inferior a 10 minutos (*tf* <10 min) entonces el efecto de la protección se desprecia.

En el intervalo de tiempo transcurrido entre el comienzo de la carbonización y el fallo del revestimiento (*tf* − *tch*) la velocidad de carbonización se obtiene multiplicando la velocidad nominal por un factor *k2* .

Una vez que se ha producido el fallo del revestimiento, la carbonización prosigue con velocidad 2*βn* hasta que se alcanza un tiempo *ten* que se puede calcular mediante la expresión:

$$t_{en} = \min\left\{2\,t_f - \frac{d_1}{\beta_n}, t_f + \frac{25 - d_1}{2\,\beta_n}\right\} \quad \text{si } d_1 \le 25$$

$$t_{en} = t_f \quad \text{si } d_1 > 25$$

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

donde $d_1 = (t_f - t_{ch}) k_2 \beta_n$.

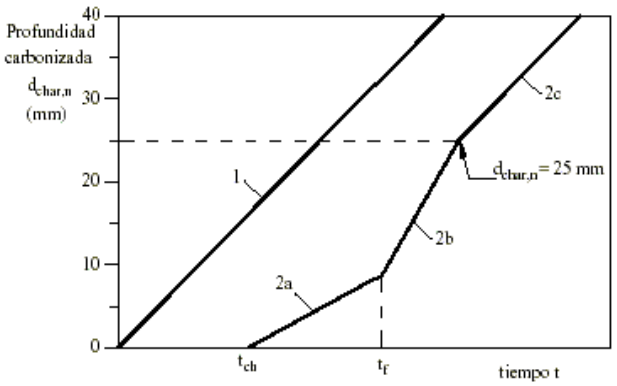


Figura VI.5.4 Relación entre profundidad carbonizada y tiempo para $t_{ch} \leq t_f$ y $t_f \geq$ 10 minutos

Relación para piezas no protegidas para la velocidad de carbonización βn
Relación para piezas protegidas cuando la carbonización comienza antes del fallo de la protección
La carbonización comienza en t_{ch} con una velocidad reducida mientras la protección se encuentra todavía en su posición
Antes de que la protección haya fallado y la carbonización comience con velocidad doble
Antes de que la profundidad carbonizada exceda de 25 mm la velocidad de carbonización se reduce a β_n

8.7.4. Comprobación por el método de la sección reducida

Para la comprobación de la resistencia a fuego de los elementos de madera se aplican los procedimientos generales de comprobación de secciones de madera, considerando el elemento estructural con su sección reducida por el efecto de la carbonización.

La sección reducida debe calcularse descontando, a la sección inicial, la profundidad eficaz de carbonización *def* calculada a partir de la siguiente fórmula:

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

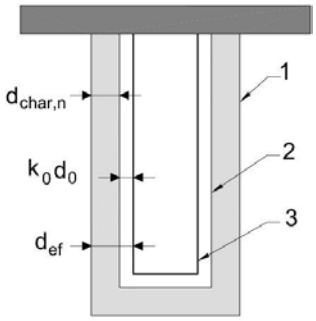
donde,

d0 = 7 mm

k_0 = mín {t/t_0; 1,0}

t_0 = *20 min* para superficies no protegidas

t_0 = *máx {20; t_{ch}}* para superficies protegidas.



1 Superficie inicial del elemento
2 Límite de la sección residual
3 Límite de la sección eficaz

8.8. Clases resistentes de madera

Las clases resistentes de madera puede ser de: especies de coníferas y chopo, especies de frondosas, madera laminada encolada homogénea y madera laminada encolada combinada.

8.8.1. Madera aserrada. Especies de coníferas y chopo

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Para este tipo de madera en CTE SE-M se consideran las clases: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 y C50.

8.8.2. Madera aserrada. Especies de frondosas

Para este tipo de madera en CTE SE-M se consideran las clases: D30, D35, D40, D50, D60 y D70.

8.8.3. Madera laminada encoladas homogénea

Para este tipo de madera en CTE SE-M se consideran las clases: GL24h, GL28h, GL32h y GL36h.

8.8.4. Madera laminada encolada combinada

Para este tipo de madera en CTE SE-M se consideran las clases: GL24c, GL28c, GL32c y GL36c. En la tabla adjunta se relaciona cada clase resistente con sus características y resistencias.

8.9. Valores de cálculo de las propiedades del material

Como propiedades del material se toman los valores característicos del mismo obtenidos a partir de las tablas de las distintas clases.

8.9.1. Modificación de la resistencia según la clase de servicio y la duración de la carga

Se aplica un factor k_{mod} que modifica el valor característico X_k de su resistencia de la siguiente forma:

$$X_d = k_{\mathrm{mod}}\, k_h\, k_c\, \frac{X_k}{\gamma_M}$$

El valor de k_{mod} depende de la clase de servicio y de la duración de las cargas que intervienen en la correspondiente combinación de acciones.

8.9.2. Modificación por geometría y según la clase de madera

Se define el factor de altura k_h que se puede aplicar a $f_{m,k}$ y $f_{t,0,k}$

$$k_h = \min\left\{\begin{matrix}(\mathrm{a}/h)^{\mathrm{s}} \\ \mathrm{k_{h0}}\end{matrix}\right\} \quad \mathrm{con} \quad h < \mathrm{a}$$

donde h es el canto a flexión de la pieza o la mayor dimensión de la sección en tracción (en mm), aplicable cuando $h<a$. El resto de constantes toma los valores:

Tipo de madera	EC-6			CTE SE-M		
	a	s	k_{h0}	a	s	k_{h0}
Maciza	150	0,2	1,30	150	0,2	1,30
Laminada	600	0,2	1,15	600	0,1	1,10
Microlaminada	---	---	---	300	(1)	1,20

(1)a proporcionar por el fabricante de acuerdo a la norma UNE EN 14374.

En el programa ***Tricalc***, los valores de a, s y k_{h0} son definibles por el usuario en las opciones de comprobación de madera.

8.9.3. Factor de carga compartida (k_c)

Puede modificar los valores de $f_{m,k}$, $f_{c,0,k}$ y $f_{t,0,k}$ de la madera maciza con un valor k_c = 1,1 en EC-5 (y de la madera microlaminada con un valor entre 1 y 1,2 en CTE SE-M) que tenga en cuenta la posible redistribución de cargas entre elementos, caso de no realizarse un análisis más preciso. En el programa es una valor definible por el usuario.

8.10. Barras de inercia variable

El programa permite definir barras de madera de inercia variable, con secciones rectangulares y en I, realizándose en general las mismas comprobaciones que en barras de sección constante aunque teniendo en cuanta la sección existente en cada punto de la barra.

En el caso de secciones rectangulares y madera laminada, se contemplan las comprobaciones adicionales definidas en el artículo “5.2.3 Vigas a un agua” de Eurocódigo 5 y el artículo "6.4.2

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Vigas de canto variable y caras sin cambio de pendiente" de CTE SE-M; aunque generalizándose para contemplar la existencia simultánea de flexión más axil.

Es posible definir si las láminas de la barra están dispuestas paralelas a la directriz de la barra (que es el caso habitual) o paralelas al lado inclinado de la viga de inercia variable.

También es posible definir si el extremo de mayor sección de la barra corresponde con un 'zona de vértice', en cuyo caso también se respetan las indicaciones al respecto del artículo "5.2.4 Vigas a dos aguas, vigas curvas y vigas a dos aguas con intradós curvo" de EC-5 y "6.4.3 Viga a dos aguas o con cambio de pendiente en una de las caras" de CTE SE-M.

8.11. Barras curvas o con intradós curvo

Es posible definir que una barra se compruebe considerándola como de directriz curva o de inercia variable con intradós curvo. Si la madera utilizada es laminada, se respetarán entonces las prescripciones del artículo "5.2.4 Vigas a dos aguas, vigas curvas y vigas a dos aguas con intradós curvo" de Eurocódigo 5 y "6.4.4 Vigas con partes de su trazado curvas" de CTE SE-M.

La curvatura siempre se producirá en el plano Xp^Yp de la barra.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

V. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB-SI)

1. OBJETO

La correcta aplicación del conjunto de este DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio", que consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios* de un *edificio* sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso* y *mantenimiento.*

2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I): el CTE se aplicará a las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes, siempre y cuando dichas obras sean compatibles con la naturaleza de la intervención.

3. CRITERIOS GENERALES DE APLICACIÓN

Las obras contempladas en el proyecto se ajustan a los siguientes supuestos enunciados en el DB-SI:

6. En las obras de reforma en las que se mantenga el uso, este DB debe aplicarse a los elementos del edificio modificados por la reforma, siempre que ello suponga una mayor adecuación a las condiciones de seguridad establecidas en este DB.

8. En todo caso, las obras de reforma no podrán menoscabar las condiciones de seguridad preexistentes, cuando éstas sean menos estrictas que las contempladas en este DB.

La sustitución de cubierta contemplada en el proyecto no supone la modificación de los usos interiores del edificio, quedando el correspondiente espacio bajo cubierta sin uso definido. En ningún caso las obras de reforma suponen menoscabo de las condiciones de seguridad preexistentes.

4. CONDICIONES PARTICULARES PARA EL CUMPLIMIENTO DEL DB-SI

Las obras contempladas en el proyecto afectan solamente a la cubierta del edificio, por lo que el cumplimiento de las exigencias derivadas del requisito básico de seguridad en caso de incendio se limitará a la naturaleza de las obras proyectadas. Se justifica en los apartados siguientes el cumplimiento de las condiciones exigibles de comportamiento ante el fuego de los productos y elementos constructivos.

Las obras proyectadas se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en este documento se establecen, las condiciones del proyecto y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.

5. CONDICIONES DE COMPORTAMIENTO ANTE EL FUEGO DE LOS PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN Y DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.

Este DB establece las condiciones de *reacción al fuego* y de *resistencia al fuego* de los elementos constructivos conforme a las nuevas clasificaciones europeas establecidas mediante el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo y a las normas de ensayo y clasificación que allí se indican.

En el proyecto los elementos constructivos que conforman la cubierta son;

- estructura formada por vigas y correas de madera
- tabla de madera
- lámina impermeabilizante transpirable

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

- cámara de aire
- teja sobre rastreles

Las fachadas están formadas por:

- muros de carga formados por fábrica de ladrillo.

En el apartado V.1 se especifica la clase de reacción al fuego de estos elementos constructivos; En el apartado V.6 se justifica la resistencia al fuego de los elementos estructurales.

6. LABORATORIOS DE ENSAYO

La clasificación, según las características de *reacción al fuego* o de *resistencia al fuego,* de los productos de construcción que aún no ostenten el *marcado CE* o los elementos constructivos, así como los ensayos necesarios para ello deben realizarse por laboratorios acreditados por una entidad oficialmente reconocida conforme al Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre, modificado por el Real Decreto 411/1997 de 21 de marzo.

En el momento de su presentación, los certificados de los ensayos antes citados deberán tener una antigüedad menor que 5 años cuando se refieran a *reacción al fuego* y menor que 10 años cuando se refieran a *resistencia al fuego*.

Con los criterios del apartado III del CTE no se pretende exigir que cualquier reforma suponga la total adecuación del edificio al DB (lo que en muchos casos sería imposible) sino que haya proporcionalidad entre el alcance constructivo de la reforma y el grado de mejora de las condiciones de protección contra incendios que lleve a cabo.

V.1. EXIGENCIA BÁSICA SI 1 - PROPAGACIÓN INTERIOR

La cubierta a reparar se encuentra en un espacio exterior.

V.2. EXIGENCIA BÁSICA SI 2 - PROPAGACIÓN EXTERIOR

El edificio se trata de un edificio aislado y no está compartimentado en sectores de incendio.

V.3. EXIGENCIA BÁSICA SI 3 – EVACUACIÓN DE OCUPANTES

El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

El proyecto no afecta al interior del edificio, sólo a su cubierta exterior, por lo que se mantiene la distribución interior y la ocupación. Además el porche afectado por la intervención no forma parte de los recorridos de evacuación del edificio. Por ello no es pertinente considerar los aspectos de:

1. Compatibilidad de los elementos de evacuación
2. Cálculo de la ocupación
3. Número de salidas y longitud de los *recorridos de evacuación*
4. Dimensionado de los medios de evacuación
5. Protección de las escaleras
6. Puertas situadas en recorridos de evacuación

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

7. Señalización de los medios de evacuación

8. Control del humo de incendio

A efectos de evacuación, el interior del edificio no se modifica por las obras de reforma planteadas.

V.4. EXIGENCIA BÁSICA SI 4 - INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El edificio afectado por la intervención no tiene uso específico y al tratarse de un espacio exterior no requiere de instalación de protección contra incendios.

V.5. EXIGENCIA BÁSICA SI 5 - INTERVENCIÓN DE BOMBEROS

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

1. Condiciones de aproximación y entorno

El proyecto no modifica el entorno ni las condiciones de aproximación al edificio.

2. Accesibilidad por fachada

El proyecto dispondrá de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios.

V.6. EXIGENCIA BÁSICA SI 6 RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

Se justifica en el apartado *IV. JUSTIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DB-SE.*

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

VI. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DOCUMENTO BÁSICO DE SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD (DB-SUA)

El Documento Básico DB - SUA tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad.

El objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad" consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios* sufran daños inmediatos en el *uso previsto* de los edificios, como consecuencia de las características de su *proyecto*, *construcción, uso* y *mantenimiento*, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.

- Uso del edificio según su actividad: Pública concurrencia.

4.1. SUA 1 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDAS

Se limita el *riesgo* de que los *usuarios* sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo, se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas.

1 Resbaladicidad de los suelos

Este DB establece una exigencia mínima para el uso *Pública concurrencia*, en función de la localización y características del suelo (tabla 1.2):

- Zonas exteriores: clase 3

Se considera en el proyecto la colocación de pavimentos de losas de piedra cumpla clase 3.

2 Discontinuidades en el pavimento

La exigencia del DB en este punto afecta a las zonas de uso no restringido. Se ejecutarán los pavimentos de modo que:

a) No haya juntas que presenten un resalto de más de 4 mm.
Los elementos salientes del nivel del pavimento, puntuales y de pequeña dimensión (por ejemplo, los cerraderos de puertas) no deben sobresalir del pavimento más de 12 mm y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación de las personas no debe formar un ángulo con el pavimento que exceda de 45º.

b) No existan desniveles que no excedan de 5 cm.

c) En zonas para circulación de personas, el suelo no presente perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 1,5 cm de diámetro.

No se disponen barreras para delimitar zonas de circulación.
En zonas de circulación no se dispone nunca de un escalón aislado, ni dos consecutivos.

3 Desniveles

3.1 Protección de los desniveles
Se instalan barreras de protección en los desniveles que superen los 55 cm.

Las barreras de protección:

- Tendrán una altura mínima de 1m.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

- Tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2.1 del Documento Básico SE-AE, en función de la zona en que se encuentren.
- No tengan aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 10 cm de diámetro.

4 Escaleras y rampas

4.1 Escaleras de uso restringido

No existen en el edificio escaleras con estas características

4.2 Escaleras de *uso general*

- La anchura libre en el tramo de escaleras es >90cm.
- La huella mide 28 cm (debe medir 28 cm, como mínimo)
- La contrahuella es de 17,35 cm (debe medir 17,5 cm como máximo)
- La huella H y la contrahuella C cumplen que a lo largo de la escalera la relación es la siguiente: 54 cm ≤ 2C + H ≤ 70 cm
- Hay un tramo de 11 escalones y otro de 4 (tendrá 3 peldaños como mínimo).
- Todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y la misma huella, al tratarse de un solo tramo recto.
- La altura que salva es de 2.00 m. (La máxima altura que puede salvar un tramo es 3,20 m).
- No es necesario disponer barandilla o pasamanos ya que se encuentran a ras del terreno

4.3 Rampas

- No existen rampas de acceso en el edificio.

5 Limpieza de los acristalamientos exteriores

Este apartado no es de aplicación en el presente proyecto ya que no se disponen acristalamientos.

4.2. SUA 2 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE IMPACTO O DE ATRAPAMIENTO

Se limita el *riesgo* de que los *usuarios* puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio.

1 Impacto

1.1 Impacto con elementos fijos

- La altura libre de paso en zonas de circulación es superior a 2,10 m en zonas de *uso restringido* y a 2,20 m en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2 m, como mínimo.
- No hay elementos fijos que sobresalgan de las fachadas.
- En zonas de circulación, las paredes carecen de elementos salientes que no arrancan del suelo, que vuelan más de 15 cm en la zona de altura comprendida entre 15 cm y 2,20 m medida a partir del suelo o que presentan riesgo de impacto.
- No existen elementos volados cuya altura sea menor de 2 metros.

1.2 Impacto con elementos practicables

- En las áreas públicas no existen puertas que invadan áreas comunes de circulación.
- No está prevista la colocación de puertas de vaivén.
- No está prevista la colocación de puertas automáticas.

1.3 Impacto con elementos frágiles

Este apartado no es de aplicación en el presente proyecto ya que no se disponen elementos frágiles..

1.4 Impacto con elementos insuficientemente perceptibles

Este apartado no es de aplicación en el presente proyecto ya que no se disponen acristalamientos.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

2 Atrapamiento
Este apartado no es de aplicación en el presente proyecto ya que no se disponen de elementos de apertura y cierre o susceptibles de provocar atrapamientos.

4.3. SUA 3 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE APRISIONAMIENTO
Este apartado no es de aplicación en el presente proyecto ya que no se disponen de elementos de apertura y cierre

4.4. SUA 4 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA
Se limita el *riesgo* de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los *edificios*, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

1 Alumbrado normal en zonas de circulación
Se dispondrá de una instalación de alumbrado capaz de proporcionar una *iluminancia* de 100 lux (zona interior), medida a nivel del suelo. El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

No está previsto que la actividad en ninguna zona de este establecimiento de uso Pública concurrencia se desarrolle con un nivel bajo de iluminación, por lo que no es necesario disponer de una iluminación de balizamiento en cada uno de los peldaños de las escaleras.

2 Alumbrado de emergencia
Este apartado no es de aplicación en el presente proyecto al tratarse de un espacio exterior sin recorrido de evacuación.

4.5. SUA 5 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR SITUACIONES CON ALTA OCUPACIÓN
Se limita el *riesgo* causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

No se aplica en el presente proyecto, ya que las condiciones establecidas en esta Sección son de aplicación a los graderíos de estadios, pabellones polideportivos, centros de reunión, otros edificios de uso cultural, etc. previstos para más de 3000 espectadores de pie.

4.6. SUA 6 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO
Se limita el *riesgo* de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

No existen en el proyecto elementos que pudieran ocasionar riesgo de ahogamiento para los usuarios: No existen piscinas, ni pozos, depósitos o conducciones abiertas.

4.7. SUA 7 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO
Se limita el *riesgo* causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

El proyecto no lleva asociado espacios con uso de aparcamiento para vehículos, ni zonas de circulación rodada.

4.8. SUA 8 SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR LA ACCIÓN DEL RAYO
En la empresa Papertech situada en la parcela próxima a la intervención existe una instalación de pararrayos. Por lo tanto, no es necesaria la instalación de pararrayos en el edificio.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

4.9. SUA 9 ACCESIBILIDAD

Debido a las características de la edificación se decide hacer accesible únicamente el perímetro exterior del edificio.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

4. MEMORIA BÁSICA DE URBANIZACIÓN ELÉCTRICA

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

1. REGLAMENTACIÓN

En la redacción del presente Proyecto, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

Con carácter general:

- Real Decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Reglamento Electrotécnico de baja Tensión e Instrucciones Complementarias almismo, según Decreto 842/2002 de octubre, B.O.E. de 09/11/02 e instruccionestécnicas complementarias.
- Real Decreto 2661/1998 de Instrucción de Hormigón Estructural "EHE", de 11 dediciembre del Ministerio de Fomento, publicado en el BOE el 13 de enero de1999.
- Las Normas Particulares y Condiciones Generales para Instalaciones de Abonadoen Alta Tensión de la Empresa Suministradora IBERDROLA, S.A.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.Normas particulares de la compañía suministradora.
- Las normas UNE de obligado cumplimiento.
- Recomendaciones UNESA.

2. RED DE BAJA TENSION.

2.1. RED PRINCIPAL.

Definiremos como red principal aquel conjunto de líneas que tiene su origen en los armarios de distribución de Baja Tensión del Centro de Transformación, y recorren toda la urbanización a lo largo de las diferentes canalizaciones realizadas para este fin.

Debido al número de líneas de Baja Tensión que va a ser necesario realizar por el mismo trazado, y dado que dichas instalaciones se encuentran situadas en una zona urbanizada,

se ha considerado conveniente la construcción de dichas líneas a través de canalizaciones subterráneas.

2.1.1. OBRA CIVIL.

En este proyecto se incluye únicamente la obra civil necesaria, tanto de canalización como de arquetas de registro.

Las canalizaciones y arquetas no serán comunes para alta y baja tensión.

Los tubos para alta y baja tensión serán Ø 160 e: 3,2 colocándose tantos de estos tubos como líneas de alta discurran por la canalización dejando dos vacíos de reserva.

En los planos del proyecto quedan definidas las secciones de los diferentes tipos de zanjas en función del número de tubos, así como del lugar donde están instaladas, aceras o calzadas.

Las canalizaciones discurrirán siempre que sea posible por zona peatonal, en caso contrario lo harán por zona vial y serán de las siguientes características:

- Zona vial.

  Los tubos irán envueltos en un dado de hormigón de forma que queden separados 20 mm. entre si y con un recubrimiento de 100 mm en la parte superior y 50mm en la inferior. En los laterales el recubrimiento mínimo será de 50 mm. con una anchura mínima de zanja de 450 mm.

  El dado de hormigón irá enterrado a 700 mm. colocando primero zahorras y a continuación el pavimento.

  A 100mm bajo el pavimento o firme se emplazará una o dos cintas de señalización.

Se instalarán arquetas de registro en los siguientes puntos:

- Derivación de la red general.
- Paso de zona peatonal a zona vial.
- Fin de canalización.
- Puntos en que sea necesario para que no existan tramos superiores a 40 m. sin registro.
- Otros puntos en los que por las características del terreno fuera necesario.

Las arquetas serán prefabricadas de hormigón de forma tronco piramidal como marca la norma NI 50.20.41 de Iberdrola. Mientras que las tapas y los marcos cumplirán con la norma NI 50.20.02 de Iberdrola.

Las tapas y los marcos serán del tipo M2/T2 en zonas peatonales, ajardinados, aceras y aparcamientos no pesados, mientras que serán del tipo M3/T3 en calles y carreteras.

2.2. ACOMETIDAS.

Partiendo de la línea principal y mediante conectores de presión convenientemente aislados, se tenderá la acometida por canalización subterránea, conectándose directamente a la correspondiente caja general de protección, origen y punto de partida de la instalación propiedad del abonado.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

5. CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad de este proyecto se regirá por las disposiciones indicadas en el CTE, especialmente los artículos 5, 6 y 7 de las Condiciones Técnicas y Administrativas de la parte I.

Sin ánimo de ser exhaustivos se indican algunos puntos que serán de especial importancia en este proyecto:

1. Todos los productos que se incorporen durante las obras llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89 /106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el RD 1630/1992 de 29 de diciembre, modificado por el RD 1329/1922 de 28 de julio.

2. El constructor deberá entregar al director de ejecución de obra toda la documentación de los productos, así como instrucciones de uso, mantenimiento y garantías.

3. Si se estima oportuno se realizarán verificaciones y pruebas de servicio de los diferentes sistemas constructivos, siendo obligada su realización en las instalaciones.

Por tanto, el control de calidad se establece en tres fases diferenciadas:

A. El control de recepción de productos

B. El control de la ejecución

C. El control de la obra terminada

Para ello:

El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.

El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda; y

La documentación de calidad preparada por **el constructor** sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

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

A. CONTROL DE RECEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS

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

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

1. Control de la documentación de los suministros

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

- Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
- El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

- Los documentosde conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.
- En el caso de hormigones estructurales el control de documentación se realizará de acuerdo con el apartado. 79.3.1. de la EHE, facilitándose los documentos indicados antes, durante y después del suministro.

2. Control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad

El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3 del capítulo 2 del CTE.
- Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5 del capítulo 2 del CTE, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.
- El procedimiento para hormigones estructurales es el indicado en el apartado 79.3.2. de la EHE.

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

3. Control mediante ensayos

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

B. CONTROL DE EJECUCIÓN

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

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

En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5.

C. CONTROL DE LA OBRA TERMINADA

Con el fin de comprobar las prestaciones finales del edificio en la obra terminada deben realizarse las verificaciones y pruebas de servicio establecidas en el proyecto o por la dirección facultativa y las previstas en el CTE y resto de la legislación aplicable.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

D. PRESUPUESTO CONTROL DE CALIDAD

Los costos derivados del CONTROL DE CALIDAD y por tanto de todos los ENSAYOS de los materiales y de todas las PRUEBAS de calidad y/o funcionamiento de las diferentes unidades de obra o instalaciones, así como el aporte y/o confección y presentación de cuantas MUESTRAS solicite la Dirección de Obra cuya especificación no se encuentre en el capítulo del presupuesto CONTROL DE CALIDAD, se consideran incluidos en los precios unitarios. Se realizarán todos los Ensayos obligatorios según la normativa vigente.

Además, la Dirección de Obra se reserva la confección de un Protocolo de Ensayos y otro de Pruebas que marque la pauta de los que deban realizarse en orden a asegurar la bondad de las obras ejecutadas. En ningún caso el importe del conjunto de todos los Ensayos preceptivos y/u ordenados por la Dirección de Obra excederá del 1% del total del presupuesto de ejecución material del Proyecto de Ejecución. Si la Dirección de Obra solicitara ensayos por un importe superior a este 1%, el Adjudicatario tendrá derecho al cobro de los importes excedidos.

Por tanto, el valor de los costos derivados del CONTROL DE CALIDAD, ENSAYOS y PRUEBAS están incluidos en el 1% de los Gastos Generales.

Pamplona, JULIO de 2022

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

6. GESTIÓN DE RESIDUOS

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

ÍNDICE

0 ANTECEDENTES.
1 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.
2 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA.
3 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.
4 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.
5 PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA.
6 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.
7 CONTROL DOCUMENTAL
8 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA.

0 ANTECEDENTES

Se prescribe el presente Estudio de Gestión de Residuos, como anejo al presente proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el **Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero y al Decreto Foral 23/2011**, donde se regulan la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El presente estudio se redacta por encargo expreso del Promotor y realizada por el técnico que lo firma. Su objeto es servir de referencia para que la empresa que realizará la obra de restauración del Humilladero de Tudela, redacte y presente al Promotor un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del Artículo 5 del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por el Promotor, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Los datos informativos de la obra son:

Proyecto:	Restauración del Humilladero.
Dirección de la obra:	Polígono 8, parcela rústica 444 de Tudela.
Provincia:	Navarra.
Promotor:	M. I. Ayuntamiento de Tudela.
Arquitecto redactor del Proyecto:	Joaquín Torres Ramo y Verónica Quintanilla Crespo, Arquitectos.
Redactor del EGR:	Joaquín Torres Ramo y Verónica Quintanilla Crespo, Arquitectos.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

1 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

En la siguiente tabla se indican las cantidades de residuos de construcción y demolición que se generarán durante la obra de construcción. Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los tipos de residuos corresponden al capítulo 17 de la citada Lista Europea, titulado "Residuos de la construcción y demolición" y al capítulo 15 titulado "Residuos de envases". También se incluye un concepto relativo a la basura doméstica generada por los operarios de la obra.

Los residuos que en la lista aparecen señalados con asterisco (*) se consideran peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE.

La estimación de pesos y volúmenes de los residuos se realiza a partir del dato de la superficie construida total aproximada de la intervención, que en este caso es de 45 metros cuadrados.

Código	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	Peso (t)	Vol. (m^3)
De naturaleza pétrea			
17 01 01	Hormigón	1,08	0,72
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas a las especificadas en el código 17 01 06 (1)	4,95	3,15
17 02 02	Vidrio	0,045	0,03
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos a los especificados en los códigos 17 09 01(2), 17 09 02 (3) y 17 09 03 (4)	0,45	0,32
De naturaleza no pétrea			
17 02 01	Madera	0,04	0,07
17 02 03	Plástico	1,35	2,25
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las especificadas en el código 17 03 01 (5)	0,45	0,45
17 04 07	Metales mezclados	0,23	0,09
17 04 11	Cables distintos a los especificados en el código 17 04 10 (6)	0,01	0,01
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 17 06 01(7) y 17 06 03 (8)	0,05	0,45
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los especificados en el código 17 08 01 (9)	0,02	0,05
Potencialmente peligrosos y otros			
15 01 06	Envases mezclados	0,05	0,23
15 01 10 *	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	0,01	0,03
17 04 10 *	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	0,01	0,01
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	0,63	0,90

NOTAS :

(1) 17 01 06 – Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.
(2) 17 09 01 – Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.
(3) 17 09 02 – Residuos de construcción y demolición que contienen PCB.
(4) 17 09 03 – Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.
(5) 17 03 01 – Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
(6) 17 04 10 – Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.
(7) 17 06 01 – Materiales de aislamiento que contienen amianto.
(8) 17 06 03 – Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.
(9) 17 08 01 – Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán durante la obra son de naturaleza no peligrosa. Entre ellos predominan los residuos precedentes de las fábricas de piedra, fábricas cerámicas, demoliciones de los elementos añadidos, etc., así como otros restos de materiales inertes. Para este tipo de residuos no se prevé ninguna medida específica de prevención más allá de las que implica un manejo cuidadoso.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

En este sentido, el Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al gestor de residuos correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Se deberá minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan, así como los residuos que se originan en la obra. Al menos se contemplarán las siguientes:

1. Se deberá prever la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra. Un exceso de materias primas, además de encarecer la obra, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes durante la ejecución.

2. Será necesario prever el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura o deterioro de piezas.

3. Los útiles de trabajo se deben limpiar inmediatamente después de su uso para prolongar su vida útil.

4. Para prevenir la generación de residuos se deberá prever la instalación de un punto de almacenaje de productos sobrantes reutilizables, de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertedero, sino que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte del Constructor.

3 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

En el proyecto se prevé la reutilización (en otras obras) de algunos de los residuos generados durante la ejecución del proyecto (mampostería, rellenos, etc.)

No se prevén actividades de revalorización o eliminación de los residuos de construcción y demolición generados durante la obra de construcción definida en el presente proyecto, si bien posteriormente podrían ser llevadas a cabo por parte del gestor de residuos o las empresas con las que éste se relacione, una vez efectuada la retirada de los RCDs de la obra.

En la tabla siguiente se indican los tipos de residuos que van a ser objeto de **entrega a un gestor de residuos**, con indicación de la frecuencia con la que su retirada deberá llevarse a cabo.

Código	RESIDUOS A ENTREGAR A UN GESTOR	Frecuencia
17 01 01	Hormigón	ESPORÁDICA
17 02 03	Plástico	ESPORÁDICA
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	ACELERADA
17 04 07	Metales mezclados	ACELERADA
17 04 10 *	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	ACELERADA
17 04 11	Cables distintos a los especificados en el código 17 04 10	ACELERADA
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	ESPORÁDICA

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

15 01 06	Envases mezclados	ESPORÁDICA
15 01 10 *	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	ACELERADA
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	ACELERADA (1)

La frecuencia ESPORÁDICA puede consistir en la retirada de los residuos cada vez que el contenedor instalado a tal efecto esté lleno; o bien de una sola vez, en la etapa final de la ejecución del edificio.
La frecuencia ACELERADA indica que los residuos se irán retirando separadamente (preferiblemente cada día) a medida que se vayan generando. A esta categoría corresponden los residuos producidos por la actividad de los subcontratistas.
(1) – La basura doméstica generada por los operarios de la obra se llevará diariamente a los contenedores municipales.

4 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN Y SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA

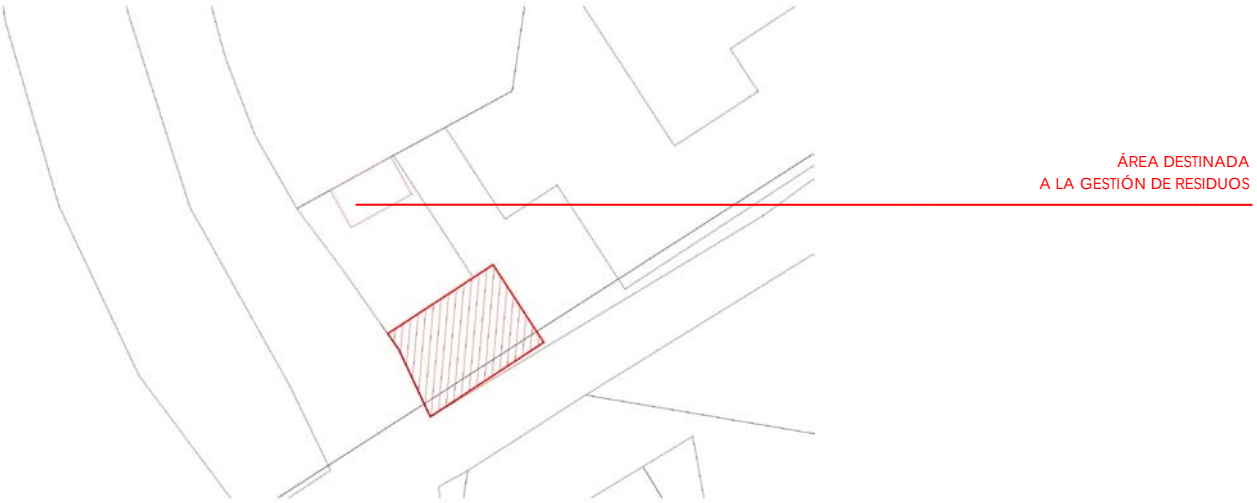
Dado que las cantidades de residuos de construcción y demolición estimadas para la obra objeto del presente proyecto son inferiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, no será obligatorio separar los residuos por fracciones.

No obstante, los residuos de las categorías a las que se ha asignado una eliminación ACELERADA se retiraran de la obra separadamente, de acuerdo con sus características. Aquellos a los que se ha asignado una eliminación de tipo ESPORÁDICO, podrán ser almacenados en un contenedor temporal de modo conjunto. Los residuos previstos para VALORIZAR en la obra para la creación de rellenos se irán vertiendo progresivamente en las zonas señaladas para ello.

Las medidas empleadas para la segregación de residuos se definen en la tabla adjunta, marcando las casillas que definen los métodos de separación empleados en la obra.

X	Eliminación previa de elementos desmontables (enseres, etc.) y/o peligrosos. Retirada controlada de todas las instalaciones y equipos por personal autorizado y/o gestores autorizados específicos.
X	Derribo separativo en origen (fase de demoliciones).
X	Derribo integral o recogido de escombros de obra nueva “todo mezclado”, y posterior tratamiento en planta. Solo bajo causa justificada: Ruina inminente, ausencia de espacio para la separación in situ, condicionado de licencia u otras circunstancias (no causas económicas).

5 PLANO DE LA UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA



Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

6 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Adicionalmente, además de las estipulaciones normativas vigentes, se establecen las siguientes definiciones específicas en lo relativo a la gestión de residuos:

Residuo: cualquier sustancia u objeto del cual su poseedor se desprenda o del que tenga la intención o la obligación de desprenderse, perteneciente a alguna de las categorías que se incluyen en el Anexo I de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

En todo caso tendrán esta consideración los que figuren en la Lista Europea de Residuos (LER), No tendrán la consideración de residuo: Los objetos o sustancias residuales de un proceso de producción, transformación o consumo, que no tengan modificadas sus propiedades y características originales y que se utilicen de forma directa como producto o materia prima, sin someterse previamente a una operación de valorización o eliminación y sin poner en peligro la salud humana ni causar perjuicios al medio ambiente.

Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.

Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.
Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.

Residuos comerciales: residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.

Residuos urbanos o municipales: son residuos urbanos o municipales:

1. Los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios.
2. Todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.

Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

Residuos peligrosos: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III de la Ley 22/2011, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Igualmente, aquellos que figuren en la lista de residuos peligrosos aprobada en el Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Son también residuos peligrosos los que hayan sido calificados como tales por la normativa comunitaria y los que puedan aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte. De igual modo, son residuos peligrosos aquellos que, aun no figurando en la lista de residuos peligrosos, tengan tal consideración de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 952/1997, de 20 de junio.

Categorías de los residuos peligrosos: Explosivos, Oxidantes, Fácilmente inflamable, Inflamable, Irritante, Nocivo, Tóxico, Cancerígeno, Corrosivo, Infeccioso, Toxico para la reproducción, Mutagénico, Con emisiones de gases tóxicos, Sensibilizante, Ecotóxico, Residuos que puedan dar lugar a otra sustancia que posea alguna de las características anteriores (H1 a H15).
Residuo inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

Residuo de construcción y demolición (RCDs): cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición, incluidos los de obra menor y reparación domiciliaria.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Materiales de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que no siendo un residuo se genera en una obra de construcción o demolición y se utiliza sin transformaciones ulteriores más allá de la práctica profesional normal.

Aceites usados: todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.

Biorresiduo: residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.

Compost: enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. No se considerará compost el material orgánico obtenido de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados, que se denominará material bioestabilizado.

Suelo contaminado: aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana, en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno, y así se haya declarado mediante resolución expresa.

Reducir: Acciones para reducir y minimizar la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos.

Reutilizar: Acciones que permiten el volver a usar un determinado producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente. Reutilizar es volver a utilizar un material en un mismo estado, sin reprocesamiento de la materia, ofreciendo las siguientes opciones:

1. Reutilización directa en la obra donde son generados los residuos.
2. Reutilización en otras obras (de la misma o de otra empresa constructora).
3. Reutilización previa a una transformación.

Dentro de la reutilización o preparación para reutilización se incluye la posibilidad de contemplar las acciones de comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual los residuos se preparan para reutilizarse sin ninguna otra transformación previa.

Reciclar: El conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida. Reciclar es cualquier proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas.

Valorizar: Estimar el valor de algo, razón por la cual se reconoce el valor de un residuo, ya sea en forma de energía o de material, que tras un proceso o tratamiento puede volver a ser utilizado. Todo procedimiento que permite el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medioambiente.

Valorización in situ: Es aquella que se produce en la propia obra donde se genera el residuo, lo cual presupone la necesidad de una planta de tratamiento (móvil generalmente).

Valorización ex situ: Es aquella que se produce fuera de la obra donde se genera el residuo, y a los efectos del Decreto 112/2012 resulta indistinto si su uso es para energía o para generar nuevos materiales.

Eliminar: Gestión o destino de un material o residuo cuando no es posible su reutilización o valorización. Todo procedimiento dirigido al vertido de residuos o a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medioambiente.

NOTA: El resto de las prescripciones técnicas se incluyen en las prescripciones generales del proyecto.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

7 CONTROL DOCUMENTAL

Con la finalidad de promover la trasparencia y la trazabilidad en el tratamiento y gestión de todos aquellos residuos generados en obra, el constructor, como poseedor de los residuos, cumplimentará una ficha para cada uno de los residuos según el código LER (ORDEN MAM/304/2002) en la que se registrarán los siguientes campos:

1. Código LER.
2. Número de identificación DCS.
3. Cantidad del residuo.
4. Fecha de inicio de almacenamiento.
5. Fecha de cesión al transportista.
6. Fecha de entrega al gestor.
7. Identificación del transportista.
8. Identificación del gestor.
9. Porcentaje estimado (%) de valorización.
10. Cantidad valoraizada.

Al finalizar las obras, se entregará a la Propiedad y a la Dirección Facultativa una copia del conjunto de las fichas.

8 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

El coste previsto para la manipulación y el transporte de los residuos de construcción y demolición de la obra descrita en el presente proyecto está incluido en cada uno de los costes de las unidades y partidas de obra, al haberse considerado dentro de los costes indirectos de éstas.

No obstante, en el Presupuesto del Proyecto se ha incluido un capítulo independiente, en el que se valora el coste previsto para la gestión de esos mismos residuos dentro de la obra, entendiendo como tal gestión a la elaboración del Plan de gestión de los RCDs, su discriminación para impedir la mezcla de residuos de distinto tipo, el almacenamiento y mantenimiento de los mismos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, y su posterior valorización y/o entrega de los RCDs al Gestor de residuos de construcción y demolición contratado para desarrollar esa función.

La cantidad de ese capítulo asciende a 2.000,00 Euros.

Pamplona, JULIO de 2022

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

7. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. INTRODUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que sedan **todos** los supuestos siguientes:

1. El PRESUPUESTO DE CONTRATA (PEC) es inferior a 451.000,00 euros. El presupuesto de contrata del proyecto de ejecución asciende a **207.400,72** Euros, inferior por tanto al límite de 451.000,00 Euros indicado por RD 1627/1997.

2. No se da el supuesto de que la duración estimada de la obra sea **superior** a 30 días o no se emplea en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente:

   Plazo de ejecución previsto: 180 días.

   Número de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente: 10.

3. El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día

   Número de trabajadores-día: 350.

4. No es una obra de excavación de túneles, galerías, conducciones subterráneas o ejecución de presas.

5. No es una vivienda.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997 se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

1.3 Datos del proyecto de obra.

Los datos informativos de la obra son:

Proyecto:	Restauración del Humilladero.
Dirección de la obra:	Polígono 8, parcela rústica 444 de Tudela.
Provincia:	Navarra.
Promotor:	M. I. Ayuntamiento de Tudela.
Arquitecto redactor del Proyecto:	Joaquín Torres Ramo y Verónica Quintanilla Crespo, Arquitectos.
Redactor del EBSS:	Joaquín Torres Ramo y Verónica Quintanilla Crespo, Arquitectos.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA

1. SST: Específica de construcción

REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

LEY 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

REAL DECRETO 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

RESOLUCIÓN de 8 de noviembre de 2013, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Acta de los acuerdos sobre el procedimiento para la homologación de actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales.

RESOLUCIÓN de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el Convenio colectivo general del sector de la construcción.

2. SST: General con aplicación en construcción

LEY 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. (Disposición adicional 14ª)

REAL DECRETO 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. (Disposición adicional 10ª; Anexo I.h))

REAL DECRETO LEGISLATIVO 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social. (Artículos 11.6, 11.7, 12.23, 12.24, 12.27, 12.28, 12.29, 13.15, 13.16, 13.17)

REAL DECRETO 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales. (Disposición adicional 1ª)

LEY 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. (Artículo 7.2.-Comunicación apertura centro de trabajo. Construcción)

REAL DECRETO 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. (Disposición adicional 2ª)

ORDEN TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo.

3. Edificación y Obra civil

ORDEN de 31 de marzo de 1967 por la que se aprueba la «Instrucción para proyecto, construcción y explotación de grandes presas».

ORDEN de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.

REAL DECRETO 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE.

ORDEN de 12 de marzo de 1996 por la que se aprueba el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses.

LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (1)

REAL DECRETO 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.

REAL DECRETO 810/2007, de 22 de junio, por el que se aprueba el Reglamento sobre seguridad en la circulación de la Red Ferroviaria de Interés General

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

ORDEN FOM/3818/2007, de 10 de diciembre, por la que se dictan instrucciones complementarias para la utilización de elementos auxiliares de obra en la construcción de puentes de carretera.

REAL DECRETO 1000/2010, de 5 de agosto, sobre visado colegial obligatorio.

REGLAMENTO (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

REAL DECRETO LEGISLATIVO 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

LEY 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.

LEY 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.

Registro Empresas Acreditadas (Subc.)

Normativa Mº Fomento

ITC-33 REBT-Instalación eléctrica obras

Convenios relacionados con obras de construcción

Otros convenios colectivos

4. Guías Técnicas Relacionadas:

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción.

Notas

(1) *La normativa aplicable a edificios construidos antes de la entrada en vigor del RD 314/06, puede ser consultada en el "análisis jurídico" de esta norma.*

Información adicional sobre CTE

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SUS FASES

En la tabla siguiente se indican las características generales de la obra a que se refiere el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, y se describen brevemente las fases de que consta:

DESCRIPCION DE LA OBRA Y SUS FASES	
Desmontados	Desmontado de añadidos a las fábricas actuales.
Movimiento de tierras	Excavaciones puntuales y excavación en cajeado para drenaje.
Cimentación y estructuras	Ejecución de nueva estructura de cubierta en madera.
Cubiertas	Ejecución de cubierta de teja cerámica a cuatro aguas.
Carpintería metálica	Colocación de elementos puntuales de carpintería metálica.
Acabados	Ejecución de nuevos pavimentos y restauración de paramentos.
Instalaciones	Drenaje, saneamiento, electricidad e iluminación.

4. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ASISTENCIA SANITARIA

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la tabla siguiente:

SERVICIOS HIGIENICOS	
X	Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.
X	Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.
X	Duchas con agua fría y caliente.
X	Inodoros.
OBSERVACIONES: 1.- La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.	

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACIÓN	CONTACTO
Primeros auxilios	Centro de Salud de Tudela Este Santa Ana	948 84 82 00
Asistencia Primaria (Urgencias)	Hospital Reina Sofia de Tudela	112 | 848 43 40 00
OBSERVACIONES:		

5. MAQUINARIA DE OBRA

La maquinaria que se prevé emplear en la ejecución de la obra se indica en la relación (no exhaustiva) de tabla adjunta:

MAQUINARIA PREVISTA			
	Grúas-torre		Hormigoneras
	Montacargas	X	Camiones
X	Maquinaria para movimiento de tierras	X	Cabrestantes mecánicos
X	Sierra circular		Pisones mecánicos manuales y/o rulos.
OBSERVACIONES:			

6. MEDIOS AUXILIARES

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares que van a ser empleados en la obra y sus características más importantes:

MEDIOS AUXILIARES		
MEDIOS		CARACTERISTICAS
	Andamios colgados móviles	Deben someterse a una prueba de carga previa. Correcta colocación de los pestillos de seguridad de los ganchos. Los pescantes serán preferiblemente metálicos. Los cabrestantes se revisarán trimestralmente. Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié. Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.
X	Andamios tubulares apoyados	Deberán montarse bajo la supervisión de persona competente. Se apoyarán sobre una base sólida y preparada adecuadamente. Se dispondrán anclajes adecuados a las fachadas. Las cruces de San Andrés se colocarán por ambos lados. Correcta disposición de las plataformas de trabajo. Correcta disposición de barandilla de segur., barra intermedia y rodapié. Correcta disposición de los accesos a los distintos niveles de trabajo. Uso de cinturón de seguridad de sujeción Clase A, Tipo I durante el montaje y el desmontaje.
X	Andamios sobre borriquetas	La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
X	Escaleras de mano	Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = ¼ de la altura total.
X	Instalación eléctrica	Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a h>1m: I. diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza. I. diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión > 24V. I. magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior. I. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado. La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro. La puesta a tierra (caso de no utilizar la del edificio) será ≤ 80 Ω.
OBSERVACIONES:		

7. RIESGOS LABORALES NO ELEMINABLES COMPLETAMENTE

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de los mismos. La primera tabla se refiere a aspectos generales afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

TODA LA OBRA		
RIESGOS		
X	Caídas de operarios al mismo nivel	
X	Caídas de operarios a distinto nivel	
X	Caídas de objetos sobre operarios	
X	Caídas de objetos sobre terceros	
X	Choques o golpes contra objetos	
	Fuertes vientos	
X	Trabajos en condiciones de humedad	
X	Contactos eléctricos directos e indirectos	
X	Cuerpos extraños en los ojos	
X	Sobreesfuerzos	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		**GRADO DE ADOPCIÓN**
X	Orden y limpieza de las vías de circulación de la obra	permanente
X	Orden y limpieza de los lugares de trabajo	permanente
X	Recubrimiento, o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas de B.T.	permanente
X	Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra)	permanente
X	No permanecer en el radio de acción de las máquinas	permanente
X	Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento	permanente
X	Señalización de la obra (señales y carteles)	permanente
X	Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia	permanente
X	Vallado del perímetro de la zona de acopio, resistente y 2 m. de altura	permanente
X	Marquesinas rígidas sobre accesos a la obra	permanente
	Pantalla inclinada rígida sobre aceras, vías de circulación o ed. colindantes	
X	Extintor de polvo seco, de eficacia 21A - 113B	permanente
X	Evacuación de escombros	frecuente
	Escaleras auxiliares	
X	Información específica	para riesgos concretos
X	Cursos y charlas de formación	frecuente
	Grúa parada y en posición veleta	con viento fuerte
	Grúa parada y en posición veleta	final de cada jornada
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)		**EMPLEO**
X	Cascos de seguridad	permanente
X	Calzado protector	permanente
X	Ropa de trabajo	permanente
X	Ropa impermeable o de protección	con mal tiempo
X	Gafas de seguridad	frecuente
	Cinturones de protección del tronco	ocasional
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION		**GRADO DE EFICACIA**
OBSERVACIONES:		

FASE: DESMONTADOS | MOVIMIENTO DE TIERRAS | ESTRUCTURA	
RIESGOS	
X	Caídas de operarios al vacío
X	Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores
X	Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios
X	Atrapamientos por los medios de elevación y transporte
X	Lesiones y cortes en manos
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies
X	Dermatosis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

	Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
X	Golpes o cortes con herramientas	
X	Electrocuciones	
X	Proyecciones de partículas al cortar materiales	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		**GRADO DE ADOPCION**
X	Apuntalamientos y apeos	permanente
X	Pasos o pasarelas	permanente
X	Redes verticales	permanente
X	Redes horizontales	permanente
X	Andamios (constitución, arriostramiento y accesos correctos)	permanente
	Plataformas de carga y descarga de material en cada planta	permanente
X	Barandillas rígidas (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié)	permanente
X	Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	permanente
X	Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
X	Evitar trabajos superpuestos	permanente
X	Bajante de escombros adecuadamente sujetas	permanente
	Protección de huecos de entrada de material en plantas	permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)		**EMPLEO**
X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	permanente
X	Cinturones y arneses de seguridad	frecuente
	Mástiles y cables fiadores	frecuente
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION		**GRADO DE EFICACIA**
OBSERVACIONES:		

FASE: PAVIMENTOS, RESTAURACIÓN DE PARAMENTOS Y CARPINTERÍA METÁLICA		
RIESGOS		
X	Caídas de operarios al vacío	
X	Caídas de materiales transportados, a nivel y a niveles inferiores	
X	Atrapamientos y aplastamientos en manos durante el montaje de andamios	
X	Atrapamientos por los medios de elevación y transporte	
X	Lesiones y cortes en manos	
X	Lesiones, pinchazos y cortes en pies	
X	Dermatosis por contacto con hormigones, morteros y otros materiales	
	Incendios por almacenamiento de productos combustibles	
X	Golpes o cortes con herramientas	
X	Electrocuciones	
X	Proyecciones de partículas al cortar materiales	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		**GRADO DE ADOPCION**
X	Apuntalamientos y apeos	permanente
X	Pasos o pasarelas	permanente
X	Redes verticales	permanente
	Redes horizontales	frecuente
X	Andamios (constitución, arriostramiento y accesos correctos)	permanente
	Plataformas de carga y descarga de material en cada planta	permanente
X	Barandillas rígidas (0,9 m de altura, con listón intermedio y rodapié)	permanente
X	Tableros o planchas rígidas en huecos horizontales	permanente
X	Escaleras peldañeadas y protegidas	permanente
X	Evitar trabajos superpuestos	permanente
	Bajante de escombros adecuadamente sujetas	permanente
	Protección de huecos de entrada de material en plantas	permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)		**EMPLEO**

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

X	Gafas de seguridad	frecuente
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	permanente
X	Cinturones y arneses de seguridad	frecuente
	Mástiles y cables fiadores	frecuente
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION		**GRADO DE EFICACIA**
OBSERVACIONES:		

FASE: INSTALACIONES		
RIESGOS		
	Caídas a distinto nivel por el hueco del ascensor	
X	Lesiones y cortes en manos y brazos	
X	Dermatosis por contacto con materiales	
	Inhalación de sustancias tóxicas	
X	Quemaduras	
X	Golpes y aplastamientos de pies	
	Incendio por almacenamiento de productos combustibles	
X	Electrocuciones	
X	Contactos eléctricos directos e indirectos	
X	Ambiente pulvígeno	
MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS		**GRADO DE ADOPCION**
X	Ventilación adecuada y suficiente (natural o forzada)	permanente
X	Escalera portátil de tijera con calzos de goma y tirantes	frecuente
	Protección del hueco del ascensor	permanente
	Plataforma provisional para ascensoristas	permanente
X	Realizar las conexiones eléctricas sin tensión	permanente
EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPIs)		**EMPLEO**
X	Gafas de seguridad	ocasional
X	Guantes de cuero o goma	frecuente
X	Botas de seguridad	frecuente
	Cinturones y arneses de seguridad	ocasional
	Mástiles y cables fiadores	ocasional
X	Mascarilla filtrante	ocasional
MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCION Y PROTECCION		**GRADO DE EFICACIA**
OBSERVACIONES:		

8. RIESGOS LABORALES ESPECIALES

En la siguiente tabla se relacionan aquellos trabajos que, siendo necesarios para el desarrollo de la obra definida en el Proyecto de referencia, implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores, y están por ello incluidos en el Anexo II del R.D. 1627/97.

También se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES	MEDIDAS ESPECIFICAS PREVISTAS
Especialmente graves de caídas de altura, sepultamientos y hundimientos	- Sistema de protección mediante red horizontal para el montaje de la estructura de madera. - Colocación de andamio perimetral para la actuación en muros y cubierta.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

En proximidad de líneas eléctricas de alta tensión	
Con exposición a riesgo de ahogamiento por inmersión	
Que implican el uso de explosivos	
Que requieren el montaje y desmontaje de elementos prefabricados pesados	- Sistema de protección mediante red horizontal para el montaje de la estructura de madera.
OBSERVACIONES:	

9. BOTIQUÍN

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con todos los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y mantener al accidentado en las mejores condiciones posibles a la espera de recibir las asistencias sanitarias. Estará a cargo del botiquín una persona capacitada designada por la empresa constructora.

10. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

En el Presupuesto de Ejecución Material (PEM) del proyecto se ha reservado un capítulo para Seguridad y Salud valorado en 3.000,00 EUROS.

11. TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del Articulo 6 del Real Decreto 1627/1.997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En la siguiente tabla se indican las actuaciones previstas.

UBICACIÓN	ELEMENTOS	PREVISION
CUBIERTA	ELEMENTO DE ANCLAJE PUNTUAL PARA MANTENIMIENTO	CUATRO UNIDADES
OBSERVACIONES:		

12. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un **aviso** a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

13. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

14. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

15. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
    - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
    - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
    - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
    - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
    - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
    - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
    - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
    - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
    - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
    - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997 y el Convenio de la Construcción 2007-2011.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

    - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
    - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
    - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
    - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
    - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
    - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.

4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.

6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.

7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

17. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de **veinticuatro horas** una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

18. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

19. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

20. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN LAS OBRAS

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

Pamplona, JULIO de 2022

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

8. FOTOGRAFÍAS





Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion





Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion





Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion





Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion





Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion





Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion

9. IMÁGENES





Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion





Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion



Nº de Entrada 2022012049 Fecha de Entrada 10/08/2022 . Copia electrónica autentica - CSV: 14164642613027764423 Validar en https://sede.tudela.es/validacion