

CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA. MEMORIA ESTRUCTURA.

PROYECTO BÁSICO Y DE EJECUCIÓN Y ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LAS OBRAS DE REHABILITACIÓN PARCIAL DEL COMPLEJO INDUSTRIAL DE SAN CARLOS EN RIÓPAR (ALBACETE) PARA HOSPEDERÍA-RESTAURANTE, ZONA DE EVENTOS Y MUSEO

Dirección: Calle del Cercado, Calle Juan Jorge Graubner, Calle Caserío el Gollizo.

Localidad: RIÓPAR, ALBACETE

PROMOTOR: SECRETARÍA GENERAL DE LA CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, EMPRESAS Y EMPLEO en representación de la JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA-LA MANCHA

PROYECTISTAS: Enrique Ruiz del Portal García, Enrique García Blázquez, Rafael Canneti Heredia, Ignacio Barceló de Torres (BAB ARQUITECTOS ASOCIADOS SLP)

Ç

“Una manera de hacer Europa”



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo de Desarrollo Regional



EN UN LUGAR
DE TU VIDA

En Madrid, 03 de noviembre del 2022

Fdo: Los proyectistas.

Ignacio Barceló de Torres, Enrique García Blázquez, Enrique Ruiz del Portal García y Rafael Canneti Heredia

* El presente documento es copia de su original del que es autor el proyectista que suscribe el documento. Su producción o cesión a terceros requerirá la previa autorización expresa de su autor, quedando en todo caso prohibida cualquier modificación unilateral del mismo.

1. ESTRUCTURAS.

1.1. ESTRUCTURA

En cumplimiento del Artículo 10 de la Parte I del CTE “Exigencias básicas de seguridad estructural”, las estructuras del presente edificio del ha sido diseñada y calculada para cumplir las exigencias básicas SE-1 (Resistencia y estabilidad) y SE-2 (Aptitud al servicio), de forma que quede garantizada su resistencia y estabilidad y que no se produzcan deformaciones inadmisibles frente a las acciones definidas en el CTE.

Para el cálculo de la estructura no se han tenido en cuenta los muros preexistentes, aunque se mantengan dentro de la propuesta arquitectónica.

Normativa

Para el cálculo de la estructura del proyecto se han tenido en cuenta los Documentos Básico del Código Técnico de la Edificación:

- Acciones: CTE DB SE y CTE DB SE-AE
- Sismo: NCSE-94 y NCSE-02
- Hormigón Armado y en Masa: Código Estructural
- Forjados Unidireccionales prefabricados: Código Estructural
- Acero estructural: CTE DB SE-A
- Cimentaciones: CTE DB SE-C
- Fábricas: CTE DB SE-F

Estructura y forjados

Se ha diseñado una tipología estructural principalmente a base de losas macizas de canto constante apoyadas sobre jácenas, muros en sótano y pilares de hormigón armado embebidos en rozas dentro de los muros preexistentes así como pilares de acero laminado en el interior, que son los elementos que transmiten las cargas a la cimentación, la cubierta se resuelve mediante cerchas de madera laminada.

En las soluciones constructivas de los elementos que componen la estructura se resolverá:

- La rigidez de la estructura
- Su comportamiento como cerramiento en el caso de los muros resistentes, así como los encuentros entre el cerramiento y su soporte estructural en los restantes casos.
- La impermeabilidad de las soleras en locales o zonas comunes.
- La protección de los materiales estructurales de la agresión ambiental y de otros materiales no compatibles.

FORJADOS DE LOSAS MACIZAS DE HORMIGÓN

Todos los forjados de la obra serán de losas macizas de hormigón armado de canto constante y de varios espesores según su ubicación. Las losas irán apoyadas en jácenas y pilares de hormigón armado en el contacto con los muros preexistentes y sobre pilares de acero laminado en el interior.

El hormigón a emplear en losas y jácenas será un HA/25/F/20/XC1 en las plantas tipo y un HA/30/F/20/XC3 en sótano y losas vistas exteriores, de resistencia característica a los 28 días de 250 Kg/cm² con mallazo de acero B-500 S.

JÁCENAS

Existen dos tipos de jácenas; de acero laminado en cerramientos de fachada junto a huecos interiores y en subestructuras de paso de instalaciones y de hormigón armado en el resto de la obra.

- Las jácenas de Hormigón Armado están estudiadas frente a estados límites últimos, así como a estados límites de servicio, cumpliendo con la actual instrucción EHE-08.

El Hormigón Armado será HA/30/F/20/XC3 en sótano y HA/25/B/20/I en el resto de plantas de $F_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$ (250 Kp/cm²).

El Acero será B / 500 / S. De $F_y= 500 \text{ N/mm}^2$ (5100 Kp/cm²).

- El acero a emplear en las jácenas de la estructura será acero laminado S-275 de límite elástico 2800 Kg/cm² y calidad soldable estudiadas frente a estados límites últimos, así como a estados límites de servicio, cumpliendo con el documento Código Estructural, EN 1993-1-3.

La estructura metálica irá protegida con tratamiento antioxidante de resinas con fosfato de zinc.

Se cumplirá el Código Estructural, EN 1993-1-3 sobre "Seguridad Estructural. Acero".

Las bases de cálculo para la estructura metálica están basadas en la teoría de la elasticidad.

SOPORTES

Existen dos tipos de soportes; de hormigón armado embebidos en rozas dentro de los muros preexistentes y pilares de acero laminado en el interior:

- Los soportes son de Hormigón Armado HA/35/F/20/XC2 en sótano y HA/35/F/20/XC1 en el resto de la obra, de resistencia característica a los 28 días de 25 N/mm² con armado de acero B-500-S, siendo estos los elementos que se encargan de transmitir los esfuerzos hasta la cimentación.

La disposición de los mismos se hará de acuerdo al plano de replanteo, así como al cuadro de soportes que figura en la documentación gráfica, donde se encuentran tanto las escuadrías como los armados.

Se han respetado tanto las distancias mínimas entre barras y a paramentos como las cuantías geométricas que establece la actual instrucción Código Estructural.

También se ha supuesto una reducción en la resistencia del Hormigón de un 10% por condiciones de hormigonado vertical.

- Los soportes serán de acero laminado S275JR de límite elástico 2800 Kg/cm² y calidad soldable. Los perfiles de los pilares vienen reflejados en los planos.

- Para el apoyo de los pilares metálicos en la estructura de hormigón se colocarán placas de anclaje de acero laminado S275JR de límite elástico 2800 Kg/cm² y calidad soldable. Los elementos de anclaje de las placas al forjado serán pernos de acero corrugado B-500 S de $F_y = 500 \text{ N/mm}^2$. Las dimensiones de las placas vienen reflejadas en los planos de detalle.
- La estructura metálica irá protegida con tratamiento antioxidante de resinas con fosfato de zinc.
- Se cumplirá el Código Estructural, EN 1993-1-3.
- Las bases de cálculo para la estructura metálica están basadas en la teoría de la elasticidad.
- Siempre se evitará en contacto de los pilares metálicos con las fábricas, para lo cual se interpondrá una lámina de porexpán de 1 cm de espesor.

ESCALERAS

Las escaleras estarán formadas por una losa maciza de hormigón armado de distintos cantos según su ubicación en la obra. El hormigón a emplear en las losas será un HA-25/P/20/XC1 de resistencia característica a los 28 días de 250 Kg/cm² con mallazo de acero B-500 S. Se han respetado tanto las distancias mínimas entre barras y a paramentos como las cuantías geométricas que establece la actual instrucción Código Estructural. Todo se refleja en los correspondientes planos.

PLACAS DE ANCLAJE

El acero a utilizar en las placas de anclaje será laminado S275JR de límite elástico 2800 Kg/cm² y calidad soldable. Los elementos de anclaje de las placas a los elementos de hormigón serán pernos de acero corrugado B-500 S de $F_y = 500 \text{ N/mm}^2$. Las dimensiones de las placas vienen reflejadas en los planos de detalle.

CERCHAS DE MADERA LAMINADA

Se ha utilizado madera laminada, con tablones de espesor variable según cálculo.

La clase de madera a emplear en la estructura será madera laminada encolada de conífera, de clase resistente GL24H, de resistencia característica a flexión $f_{m,g,k}$ de 24 N/mm². Las escuadrías han sido estudiadas frente a estados límites últimos, así como a estados límites de servicio, cumpliendo con el documento básico DB SE-M "Seguridad estructural. Madera".

Acciones Consideradas

ACCIONES GRAVITATORIAS

Conforme a lo establecido en el DB-SE-AE en la tabla 3.1, las acciones gravitatorias, así como las sobrecargas de uso, tabiquería y nieve que se han considerado para el cálculo de la estructura de este edificio son las indicadas:

Acción Gravitatoria:	Zonas dormitorios A1	Cubierta dormitorios G1	Acceso C3	Sótano instalaciones
Peso propio del forjado (KN/m ²)	Según tipología *	Según tipología *	Según tipología *	Según tipología *
Pavimento+ Recubrimiento (KN/m ²)	2.00	1,25	2.00	5.00
Cobertura (KN/m ²)	0	0	0	0
Peldañado/ Recrecido (KN/m ²)	0	0	0	0
Sobrecarga de tabiquería. (KN/m ²)	1,00	1,00	1,00	1.00
Sobrecarga de uso. (KN/m ²)	2,00	0	5,00	3,00
Sobrecarga de nieve (KN/m ²)	0	0	0	0
Sobrecarga especiales (KN/m ²)	0	0	0	0
Cargas Concentradas (KN)	2,00	2.00	4.00	0

Acción Gravitatoria:	Cubiertas Inclinadas G2	Escaleras A1	Escalera Principal
Peso propio del forjado (KN/m ²)	Según tipología *	Según tipología *	Según tipología *
Pavimento+ Recubrimiento (KN/m ²)	1.00	1,70	1,70
Cobertura (KN/m ²)	0	0	0
Peldañado/ Recrecido (KN/m ²)	0	2.20	2.20
Sobrecarga de tabiquería. (KN/m ²)	0	0	0
Sobrecarga de uso. (KN/m ²)	2,00	3,00	5,00

Sobrecarga de nieve (KN/m ²)	1.20	0	0
Sobrecargas especiales (KN/m ²)	0	0	0
Cargas Concentradas (KN)	2,00	2,00	2,00

- * Losa canto 16 cm = 4,25
Losa canto 20 cm = 5,00
Losa canto 22 cm = 5,50
Losa canto 25 cm = 6,25

Cargas Lineales

Lineal en fachada	2,80 KN/m ² x H.
Lineal en separación dormitorio / dormitorio	2,20 KN/m ² x H.
Lineal en separación dormitorio / zonas comunes	2,20 KN/m ² x H.
Lineal en petos interiores	3,50 KN/m.

ACCIONES EN BARANDILLAS Y ELEMENTOS DIVISORIOS

Las barandillas, petos, antepechos, tabiques, etc., deberán cumplir el punto 3.2 *Acciones sobre barandillas y elementos divisorios* del DB SE-AE.

Dichos elementos deberán resistir una acción horizontal, uniformemente distribuida (excepto en uso de aparcamiento que se aplica a 1 m de longitud), aplicada a una altura de 1,20 m, cuyo valor se define en la siguiente tabla:

Acción Horizontal:	Accesos C3	Dormitorios A1	Cubiertas no transitables G1
Barandillas, petos, antepechos, etc.	1,60 KN	0,80 KN/m	0,8 KN/m
Tabiquería	0,80 KN	0,40 KN/m	0,4 KN/m

ACCIONES DE VIENTO

Se ha seguido para su determinación la actual norma CTE Documento Básico SE-AE (Acciones en la edificación).

La localidad de Riópar (Albacete) se encuentra en la zona eólica A, y dada la topografía de la localidad se considera que la rugosidad o aspereza del terreno es tipo IV. Se ha determinado la presión dinámica del viento en función de la altura del edificio y de su esbeltez en cada dirección.

ACCIONES DE NIEVE

Se ha seguido para su determinación la actual norma CTE Documento Básico SE-AE (Acciones en la edificación).

Se ha considerado una sobrecarga de nieve de $1,20 \text{ kN/m}^2$, ya que la localidad de Riópar (Albacete) se encuentra a una altitud de 975 m sobre el nivel del mar y en la zona climática invernal VI.

ACCIONES TÉRMICAS Y REOLÓGICAS

Las variaciones de temperatura ocasionan cambios dimensionales tanto en la estructura como en el resto del edificio, de forma que éste se comporta como un objeto dinámico.

Durante muchos años se ha estimado que en edificios con estructura de hormigón armado la distancia entre juntas de dilatación de las estructuras no debía pasar de 40 metros. Como se verá a continuación en muchos casos es fácil llegar al doble de esa distancia. La creencia errónea venía de que, al hacer las juntas de dilatación, tanto para la estructura, como para los cerramientos de ladrillo de las fachadas, con distancias mayores se producían desórdenes graves; pero estos desórdenes no se producían en la estructura, sino en las partes no estructurales del edificio.

El error venía de pensar que todas las partes del edificio, en especial la estructura y los cerramientos podían tener la misma distancia entre juntas.

A continuación, apoyándonos en el método recogidos en el libro Proyecto y cálculo de Estructuras de Hormigón, 2ª Edición, Tomo 1; J. Calavera publicado por Intemac, vamos a determinar la separación máxima entre juntas de dilatación que podemos considerar para los edificios en función de las condiciones climáticas esperables en la ubicación del proyecto.

La longitud mayor de la estructura se encuentra en el frente de calle, siendo de 49.98m. El proyecto está ubicado en Riópar (Albacete).

Vamos a determinar la Variación de temperatura de Cálculo, que será el mayor de los siguientes valores:

$$- \Delta t = T_s - T_m$$

$$- \Delta t = T_m - T_i$$

Siendo:

T_s : Temperatura que, como término medio, es excedida solamente el 1% del tiempo durante los meses de verano de Junio a Septiembre.

T_m : Temperatura media durante la época normal de construcción en la zona en que se va a construir el edificio. Como norma general puede definirse como época normal de construcción el periodo consecutivo del año durante el cual la temperatura mínima diaria no es inferior a 0°C .

T_i : Temperatura igualada o excedida, por término medio, el 99% del tiempo durante los meses de invierno de Diciembre a Febrero.

En el caso que nos ocupa se han consultado los datos de temperatura diaria de Madrid del periodo 1945-2021 para determinar T_s , T_m y T_i , siendo:

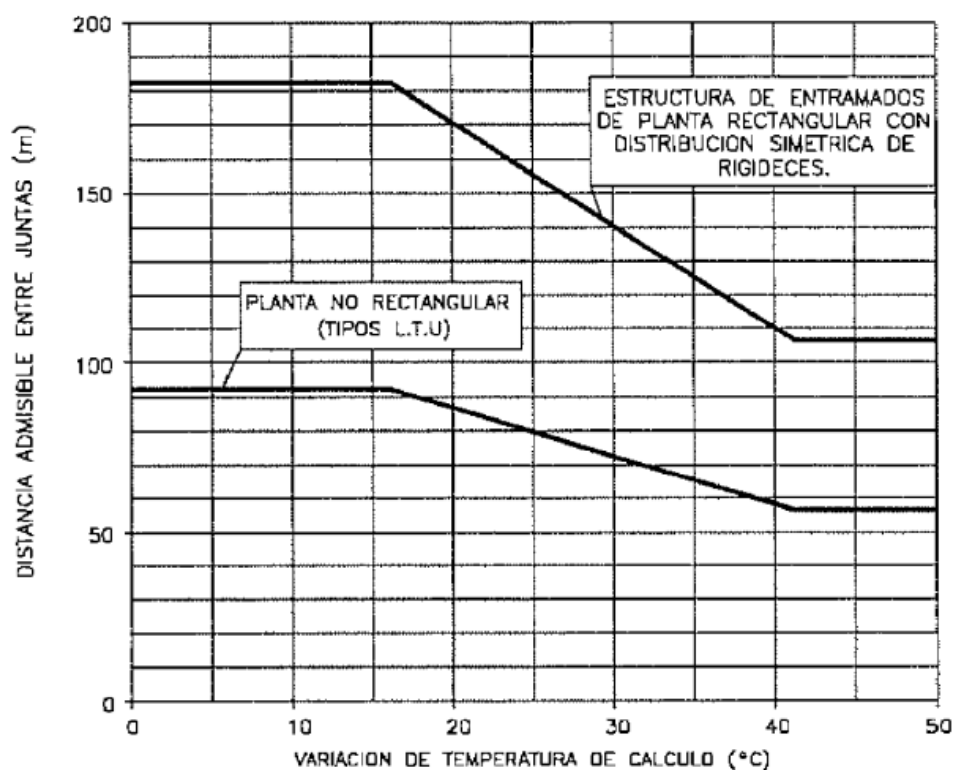
T_s	T_m	T_i
31°C	$16,1^\circ\text{C}$	-2°C

La Variación de temperatura de Cálculo será la máxima obtenida de estas dos expresiones:

$$- \Delta t = T_s - T_m; 31^\circ\text{C} - 16,1^\circ\text{C} = 14,9^\circ\text{C}$$

$$- \Delta t = T_m - T_i; 16,1^\circ\text{C} - (-2^\circ\text{C}) = 18,1^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 18,1^\circ\text{C}$$



Se obtiene una distancia máxima entre juntas, sin correcciones, de 88 m aproximadamente.

Distancia máxima entre juntas

Para estructura formadas por entramados y pantallas y/o núcleos, la distancia entre juntas puede ser determinada mediante el gráfico 1 adjunto, correspondiendo a estructuras en las que puede suponerse que los pilares están articulados en su unión al cimiento y que el edificio tiene calefacción.

A la distancia entre juntas resultante del gráfico se le deben aplicar las siguientes correcciones:

- Si el edificio va a tener aire acondicionado y se prevé que no vaya a sufrir interrupciones en su funcionamiento de más de dos días, aumentar la distancia en el 15%. **Si aplica.**
- Si el edificio no va a tener calefacción o se prevé que pueda sufrir interrupciones en su funcionamiento de más de dos días, reducir la distancia en el 33%. **Si Aplica**
- Si los pilares pueden considerarse empotrados en su unión al cimiento, reducir la distancia en el 15%. **Si aplica.**

Los porcentajes de corrección indicados en los anteriores párrafos se aplicarán sumándolos algebraicamente si coexisten varias de dichas situaciones.

Por último, se reduce un 15% adicional porque los soportes se han supuesto empotrados al cimiento.

Resultando, por tanto:

$$\text{Distancia máxima entre juntas: } 155 \text{ m} \cdot (1+0.15-0.15-0.33) = 88 \text{ m} \cdot 0.67 = 58,96 \text{ m}$$

La longitud mayor de la estructura se encuentra en el frente de calle, siendo de $49.98\text{m} < 58,96\text{m} \rightarrow$ **No precisa junta de dilatación**

No se contemplan acciones térmicas; no obstante, se recomienda realizar un hormigonado en franjas alternas y realizar un correcto curado del hormigón durante al menos 7 días.

También recordar que la distancia entre juntas de dilatación de la estructura no tiene que coincidir con las que precisen otros elementos constructivos como cerramientos de ladrillo o terminaciones de azotea, como ya se ha comentado.

ACCIONES ACCIDENTALES

Acciones sísmicas

El edificio se encuentra en la localidad de Riópar (Albacete), la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02) da una aceleración sísmica básica a_b inferior a 0.04 g para dicha localidad. Por lo tanto, según el artículo 1.2.3, al tratarse de una edificación de importancia normal y ser la aceleración sísmica básica a_b inferior a 0.04 g no es obligatoria la aplicación de la Norma.

Sin embargo, debido a la cercanía de la localidad a la zona de aceleración sísmica básica a_b igual a 0.04 g y siguiendo las recomendaciones del Estudio Geotécnico, se ha realizado la comprobación del cálculo sísmico conforme a la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02) con una $a_b = 0.04$ g, por lo tanto, la aceleración sísmica de cálculo es de 0,052g para $t=100$ años $< 0,06$ g.

Acciones debidas a incendios

La totalidad de la estructura deberá contar con la protección contra incendios que se indica en el Documento Básico SI (seguridad en caso de incendio).

No se prevé la circulación de vehículos de servicios de protección contra incendios en ningún punto de la superficie de la estructura.

Acciones debidas a impactos

Se prevé la acción de impacto de vehículos en las zonas del aparcamiento.

Para los elementos estructurales los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes debidas al impacto de vehículos de hasta 30 kN de peso total, son de 50 kN en la dirección paralela a la vía y de 25 kN en la dirección perpendicular.

En las barandillas, petos, antepechos, tabiques, etc., deberán cumplir el punto 3.2 Acciones sobre barandillas y elementos divisorios del DB SE-AE, tal y como se ha indicado anteriormente.

BASES DE CÁLCULO

HORMIGÓN ARMADO (Control Normal)

Minoración del acero corrugado: 1.15

Minoración del hormigón: 1.50

(En hormigonados verticales la resistencia del hormigón se ha reducido además en un 10%)

Mayoración de acciones:

Permanentes 1.35

Acciones gravitatorias 1.50

Viento 1.50

Nieve 1.50

ACERO LAMINADO (Control Normal)

Minoración del acero laminado 1.05

Mayoración de cargas:

Permanentes 1.35

Acciones gravitatorias 1.50

Viento 1.50

Nieve 1.50

COMBINACIÓN DE ACCIONES

Ha sido considerada la combinación en situación persistente o transitoria con dos o más acciones variables, según la EHE-08:

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}; \text{ para } j \geq 1 \text{ e } i > 1$$

Programas informáticos de cálculo de estructuras

La estructura se ha calculado con el programa *TRICALC de Cálculo Espacial de Estructuras Tridimensionales*, versión 12.0 de la empresa ARKTEC, S.A.