A5. CÁLCULO ESTRUCTURAL

Los cálculos de la estructura se han realizado mediante el programa TRICALC 14.0

TRICALC realiza un cálculo espacial por métodos matriciales, considerando todos los elementos que definen la estructura: pilares, vigas y forjados unidireccionales.

Se establece la compatibilidad de desplazamientos en todos los nudos, considerando seis grados de libertad y utilizando la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta (diafragma rígido), para modelar el comportamiento del forjado.

A los efectos de obtención de las distintas respuestas estructurales (solicitaciones, desplazamientos, tensiones, etc.) se supone un comportamiento lineal de los materiales, realizando por tanto un cálculo estático para acciones no sísmicas. Para la consideración de la acción sísmica se realiza un análisis modal espectral.

1. OBJETO

El objeto del presente Anejo es el cálculo de las diferentes tipologías estructurales a ejecutar en las obras de Centro de Salud de Pinto.

1. NORMATIVA

La principal normativa de aplicación para el cálculo estructural es:

* Acciones: CTE DB SE y CTE DB SE-AE
* Sismo: NCSE-02
* Hormigón Armado y en Masa: Código Estructural: Real Decreto 470/2021
* Cimentaciones: CTE DB SE-C
* Acero: CTE DB SE-A
* Resistencia al fuego: CTE DB SI

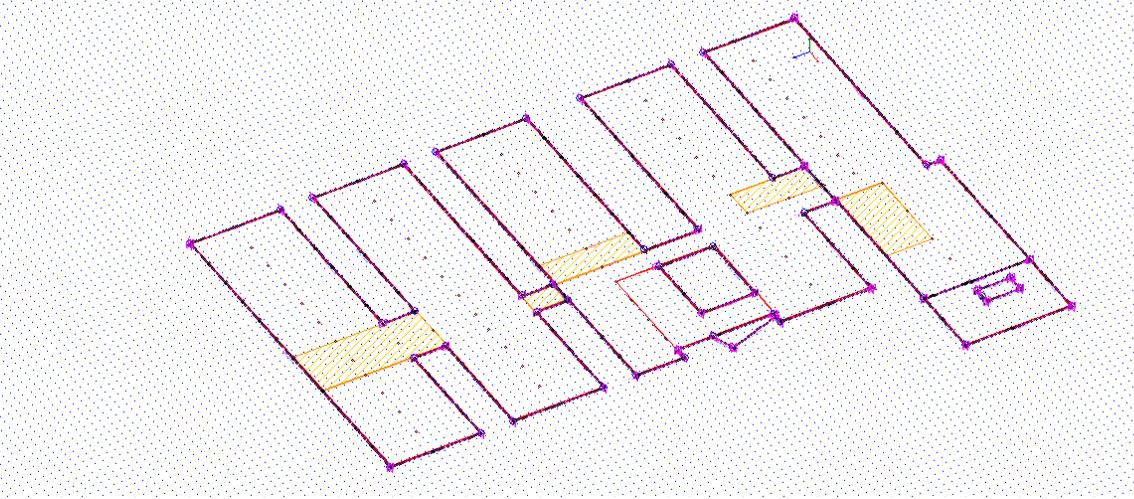
1. PROGRAMA DE CALCULO

El cálculo de la estructura ha sido realizado mediante el programa TRICALC de Cálculo Espacial de Estructuras Tridimensionales, versión 14.0, de la empresa GRAITEC-ARTEK, con domicilio en la calle Caleruega, 81 6ºA CP: 28033 Madrid (España)

1. CARGAS

Las cargas a considerar para el cálculo vienen especificadas en el CTE‐DB‐AE. Se consideran las siguientes:

* Cargas permanentes:
* Peso propio de la estructura de hormigón: muros, pilares y zunchos de hormigón según dimensiones.
* Peso forjados reticulares: 3.86 KN/m2
* Peso permanente de planta baja (solados y tabiquería interior): 2 kN/m2
* Peso permanente de cubierta de grava: 2.5 kN/m2
* Peso propio de pretiles de cubierta: 3.5 KN/m
* Peso propio cerramientos de planta baja: 11 KN/m
* Peso propio cerramientos de planta baja (cerramiento en vestíbulo entre forjados): 5.5 KN/m
* Peso propio cerramientos de cubierta (caja de escalera): 17 KN/m
* Peso propio cerramientos de cubierta (apantallamientos): 5.5 KN/m
* Peso propio cerramientos de cubierta (espacio central vestíbulo): 8 KN/m
* Peso permanente de máquinas de aire en cubierta, grupo electrógeno, etc…: Se consideran 3 KN/m2 en las zonas con las máquinas y de 5 kN/m2 en la zona del grupo electrógeno.

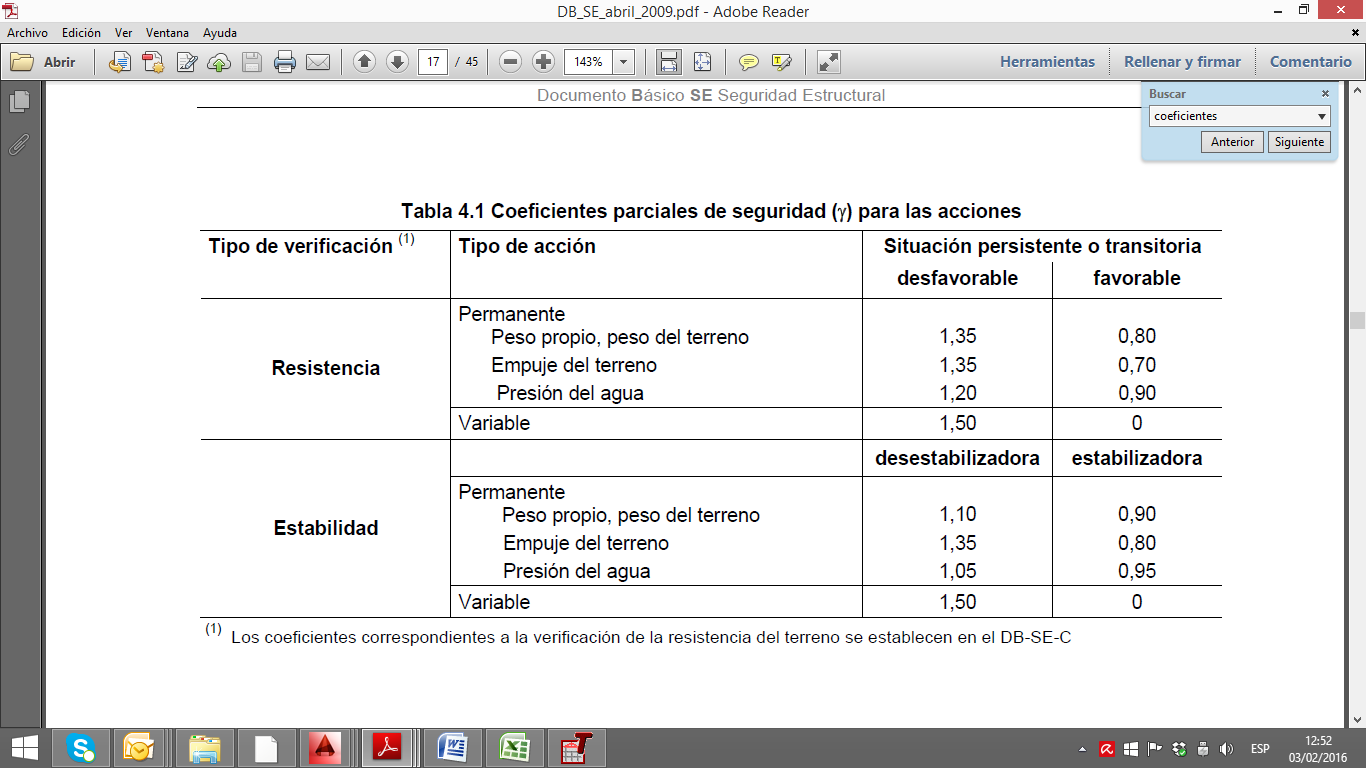


* Sobrecarga de uso.
* Para la cubierta de uso de mantenimiento exclusivamente, la sobrecarga considerada es de 1 KN/m2
* Para la planta baja, la carga considerada es de 3 kN/m2, salvo la zona de instalaciones en la que se considera 20 kN/m2
* El viento:
* Se tiene en cuenta según el DB SE-AE en relación al mismo
* Los valores y características se indican en el Anejo correspondiente.
* El programa de cálculo utilizado obtiene todos los valores e hipótesis de viento.
* Para Madrid la zona eólica que le corresponde es la A, y el grado de aspereza es IV.
* La nieve:
* Se tiene en cuenta según el DB SE-AE
* La carga de nieve varía en función de la altitud, el valor en este caso es 1 KN/m2
* Opciones de cargas de sismo

No se considera el sismo por la zona en la que se ubica el centro de salud, según la NCSE-02

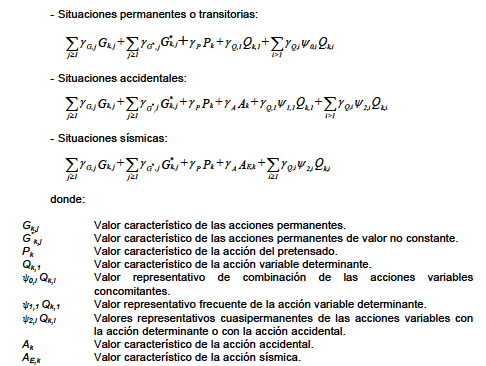
1. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Se realiza el dimensionamiento en Estados Límites Últimos, de manera que para las hipótesis los valores característicos de las cargas se mayoran según los coeficientes de seguridad de la CTE-DB-SE para estos estados, según la tabla Tabla 4.1, cuyos valores son:

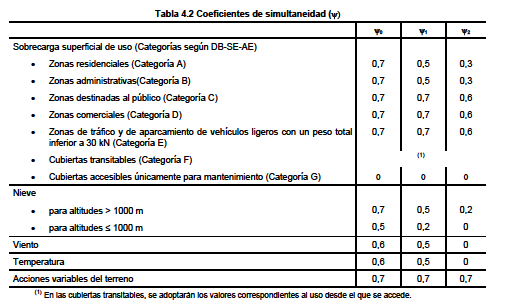


| NH | Nombre | Tipo | Descripción |
| --- | --- | --- | --- |
| 0 | G | Permanentes | Permanentes |
| 1 | Q1 | Sobrecargas | Sobrecargas |
| 2 | Q2 | Sobrecargas | Sobrecargas |
| 7 | Q3 | Sobrecargas | Sobrecargas |
| 8 | Q4 | Sobrecargas | Sobrecargas |
| 9 | Q5 | Sobrecargas | Sobrecargas |
| 10 | Q6 | Sobrecargas | Sobrecargas |
| 3 | W1 | Viento | Viento |
| 4 | W2 | Viento | Viento |
| 25 | W3 | Viento | Viento |
| 26 | W4 | Viento | Viento |
| 22 | S | Nieve | Nieve |
| 21 | T | Sin definir | Temperatura |
| 23 | A | Sin definir | Accidentales |

Las combinaciones de acciones a considerar en los Estados Límites Últimos son las indicadas en el artículo 4.2.2 de dicho documento.

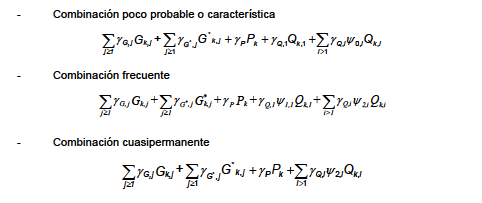


Siendo los valores de combinación los indicados en la CTE‐DB‐SE en la tabla 4.2



Dimensionada la estructura en Estados Límites Últimos se comprueba en Estados Límites Servicio. Para estas combinaciones los valores de los coeficientes de seguridad también se indican en la tabla anterior

Las combinaciones consideradas son:



Con los mismos coeficientes de simultaneidad de la tabla 4.2 anterior.

Es muy importante en estos elementos la limitación de flecha. Siguiendo el articulado del CTE-DB-SE, concretamente en el artículo 4.3.3 se delimitan dichas flechas.

Comprobación de flecha activa:

Vanos:

Flecha relativa L / 500

Flecha combinada L / 1000 + 5 mm

Voladizos:

Flecha relativa L / 250

Flecha combinada L / 500 + 5 mm

Comprobación de flecha total:

Vanos:

Flecha relativa L / 250

Flecha combinada L / 500 + 10 mm

Voladizos:

Flecha relativa L / 125

Flecha combinada L / 250 + 10 mm

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 70% | Peso estructura (de las cargas Permanentes) |
|  | 20% | Tabiquería (de las cargas Permanentes) |
|  | 0% | Tabiquería (de las Sobrecargas) |
|  | 50% | Sobrecarga a larga duración |

3 meses Estructura / tabiquería

60 meses Flecha diferida

28 días Desencofrado

No se considera deformación por cortante

1. MATERIALES

Los materiales considerados para la ejecución de las estructuras son los siguientes:

**Materiales de estructura**

Hormigón armado

Hormigón: HA30 - 30 MPa

Acero corrugado: B500S - 500 MPa

Nivel de control

Hormigón 1,50

Acero Normal 1,15

**Materiales de cimentación**

Hormigón armado

Hormigón: HA30 30 MPa

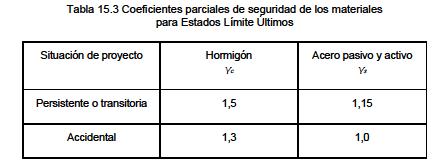
Acero corrugado: B500S 500 MPa

Nivel de control

Hormigón 1,50

Acero Normal 1,15

Estas resistencias se minoran en el cálculo de E.L.U, mediante los coeficientes de seguridad de los materiales de la tabla 5.3 de la EHE‐08 y artículo 2.3.3 del CTE-DB-A



Recubrimientos

Pilares (geométrico): 3.6 cm

Vigas (geométricos): 3.6 cm

Forjados reticulares (mecánicos): 3.6 cm

Vigas de cimentación (geométricos): 5.0 cm

Zapatas aisladas: 5.0 cm

Losas de cimentación (mecánicos): 5.0 cm

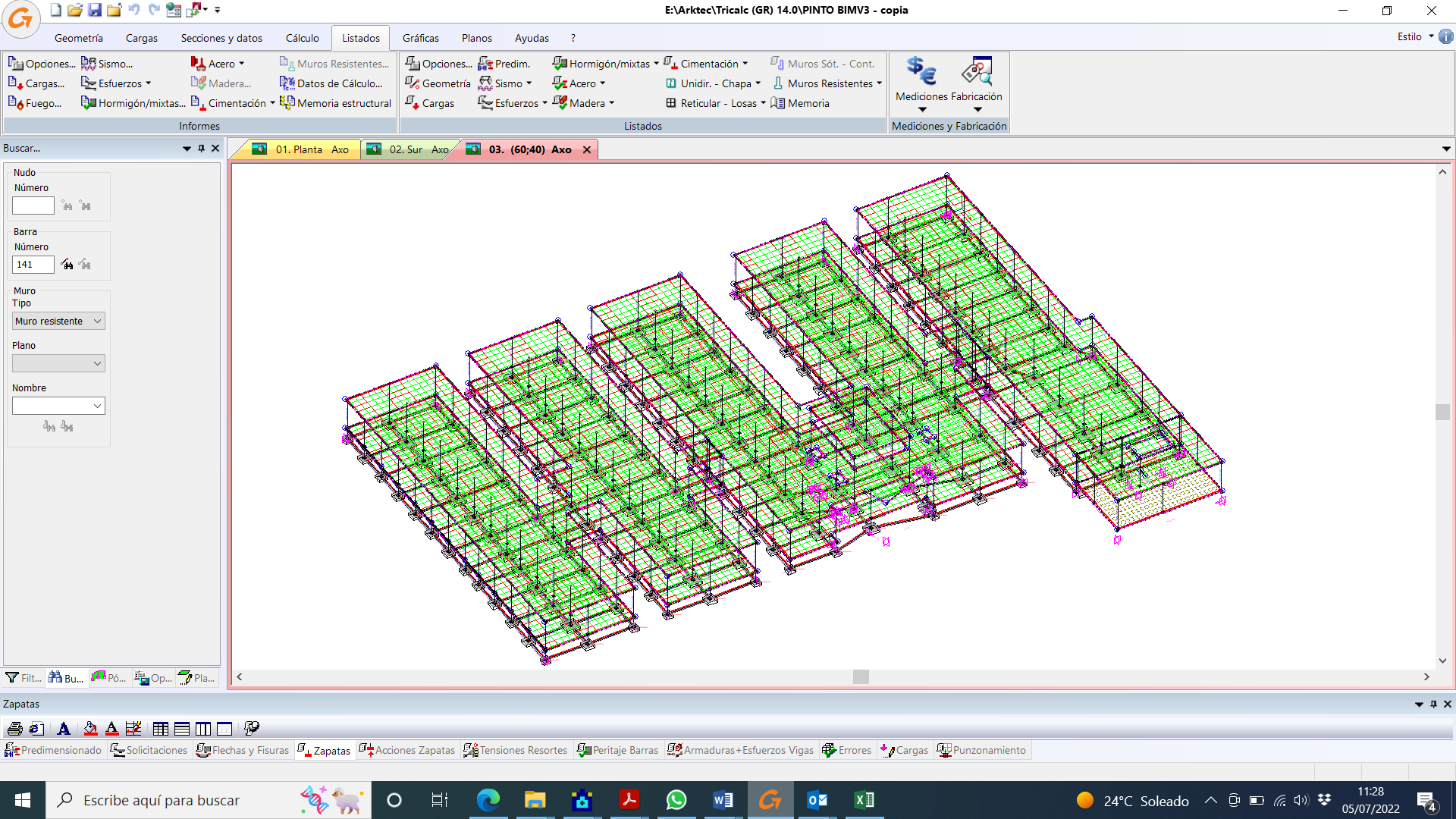
1. CALCULO
   1. Solución adoptada

La estructura se resuelve mediante una cimetacion de zapatas aisladas y riostras de unión entre ellas, pilares de hormigón y forjados reticulares de casetones perdidos de hormigón. Por el diseño de la estructura se han considerado dos juntas de dilatación intermedias, separando de esta manera el edificio en tres módulos. La zona de las instalaciones y escalera de acceso a la cubierta se cimenta sobre losa de cimentación, separada tambien del resto del edificio mediante junta de dilatación.

Los muros perimetrales del forjado sanitario se realizan sobre las riostras de cimentación, mediante bloque de hormigón tipo "H”, relleno de hormigón. La unión de dicho muro con la zapata y/o con la viga riostra se realiza a través de varillas en espera. El casetón de la escalera de acceso a la cubierta se realiza con forjado colaborante de chapa.

La tensión admisible considerada ha sido 2,3 Kg/cm2 según el estudio geotécnico.

En las imagenes siguientes se observa el modelo empleado para el cálculo:



* 1. Comprobación de zapatas

La comprobación de las zapatas se encuentra en el apartado del presente anejo “ZAPATAS Y ENCEPADOS”.

* 1. Comprobación de zunchos y pilares de hormigón

El peritaje de los zunchos y los pilares de hormigón se encuentra en el apartado del presente anejo “PERITAJE BARRAS HORMIGÓN Y MIXTAS”.

* 1. Comprobación de muro exterior 1

El Informe del Muro exterior de cierre de parcela 1 se encuentra en el apartado del presente anejo “INFORME DE MURO RESISTENTE 1”.

* 1. Comprobación de muro exterior 2

El Informe del Muro exterior de cierre de parcela 2 se encuentra en el apartado del presente anejo “INFORME DE MURO RESISTENTE 2”.

* 1. Comprobación de resistencia al fuego de la estructura

Según la tabla 3.1. Resistencia al fuego exigida a los elementos estructurales, para uso administrativo y altura de evacuación menor de 15 m, se exige R60

Los soportes de la estructura son de sección 30x30 y recubrimiento 36 mm, cumpliendo asi lo exigido en la tabla C.2 del anejo C del DB-SI del CTE para R60. Esta tabla es para soportes expuestos en tres o cuatro caras. En el caso de la estructura los mismos se encuentran revestidos con materiales que cumplan las condiciones de comportamiento al fuego indicadas en ese DB-SI o bien trasdosados con ladrillo.

Para los forjados bidireccionales o reticulares, según la tabla C.5. y para una REI60 la anchura del nervio ha de ser 100 mm, el cual se cumple.

***Comprobación de Resistencia al fuego de la estructura en locales de riesgo especial***

**Forjados bidireccionales**

Tal como establece el apartado *C.2.3.4. Forjados bidireccionales* del *Anejo C. Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado* del Documento CTE DB SI, si los forjados disponen de elementos de entrevigado cerámicos o de hormigón y revestimiento inferior, para resistencia al fuego R 120 o menor bastará con que se cumpla el valor de la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras establecidos para losas macizas en la tabla C.4, pudiéndose contabilizar, a efectos de dicha distancia, los espesores equivalentes de hormigón con los criterios y condiciones indicados en el apartado C.2.4.(2). Si el forjado tiene función de compartimentación de incendio deberá cumplir asimismo con el espesor hmin establecido en la tabla C.4.

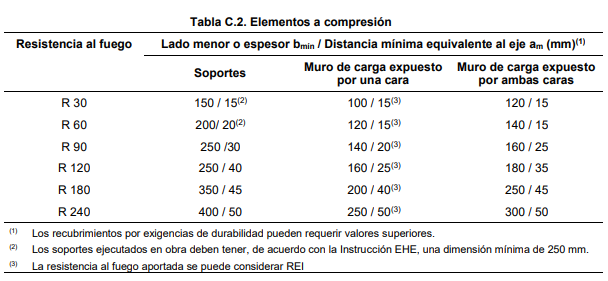
**C.2.4 Capas protectoras**

2 Los revestimientos con mortero de yeso pueden considerarse como espesores adicionales de hormigón equivalentes a 1,8 veces su espesor real. Cuando estén aplicados en techos, para valores no mayores que R 120 se recomienda que su puesta en obra se realice por proyección y para valores mayores que R 120 su aportación solo puede justificarse mediante ensayo.

Así pues, en el forjado de los locales de riesgo, compuesto por forjado reticular con casetón perdido de hormigón, se plantea en proyecto un revestimiento de yeso de construcción B1, proyectado, a buena vista, previa colocación de malla antiálcalis en cambios de material, con acabado enlucido con yeso de aplicación en capa fina C6, de 15 mm de espesor, que permitirá alcanzar una resistencia mínima R 90.

**Soportes y muros**

Mediante la tabla C.2, del *Anejo C. Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado* del Documento CTE DB SI, puede obtenerse la resistencia al fuego de los soportes expuestos por tres o cuatro caras y de los muros portantes de sección estricta expuestos por una o por ambas caras, referida a la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras de las caras expuestas.



Los soportes que quedan incluidos en la superficie construida de los locales de riesgo se han proyectado para que la Distancia mínima equivalente al eje a (m) siempre sea mayor o igual a la establecida para conseguir una resistencia al fuego mínima de R 90. A pesar de ello, todos los soportes expuestos anteriormente citados contarán con revestimiento continuo interior de yeso, maestreado, de 15 mm de espesor, formado por una primera capa de guarnecido con pasta de yeso de construcción B1, aplicado sobre los paramentos y una segunda capa de enlucido con pasta de yeso de aplicación en capa fina C6, que permitirá asegurar una resistencia mínima R 90.

1. Conclusión

Este anejo estructural recoge los datos y resultados principales del cálculo de la estructura para el edificio destinado a albergar el Centro de Salud La Tenería-Pinto, en el que se han tenido en cuenta las diferentes normativas de aplicación, los sistemas constructivos más adecuados para el desarrollo de la edificación, uso al que se destina, etc. El compendio de todos estos factores da como resultado la estructura aquí justificada y reflejada en la documentación gráfica.

Cualquier proposición de cambio por parte del contratista en la geometría o características de la estructura deberá ir acompañado del correspondiente cálculo e informe estructural por parte de técnico competente, al objeto de dejar constancia de su cumplimiento; y siempre bajo la aprobación de la dirección facultativa.

|  |  |
| --- | --- |
| En Pinto, a julio de 2022  **ZIMA DESARROLLOS INTEGRALES S.L** | |
| \\192.168.1.30\zima\0201_PROYECTOS EDIFICACION\10_IASS_GARACHICO\03. PROYECTO DE EJECUCIÓN\IASS GARACHICO\03. PLANOS\02. ALBAÑILERÍA Y ACABADOS\Silvia Domene.JPG  **Silvia Domene Forte**  Colegiada nº 1.997 COAMU (Murcia)  Ronda de Garay, 19, 2D, Murcia  Tlf: 96 807 94 11  Email: sdomene@zimadesarrollos.es | ANA RUIZ  **Ana Ruiz Carreño**  Colegiada nº 2.354 COAMU (Murcia)  Ronda de Garay, 19, 2D, Murcia  Tlf: 96 807 94 11  Email: aruiz@zimadesarrollos.es |