

PROYECTO DE EJECUCIÓN CENTRO DE DÍA EN BARAÑAIN

ANEJO DE ESTRUCTURAS

REFORMA DE LOCAL PARA USO CENTRO DE DÍA

ADMINISTRACIÓN CONTRATANTE: AYUNTAMIENTO DE BARAÑAIN. NAVARRA

AVDA. COMERCIAL, 4, BJ

POLIGONO 1, PARCELA 132, SUBP. 3-85.

BARAÑAIN/BARAÑAINGO. C.P. 31.010

NAVARRA



ÍNDICE ANEJO MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURA

PROYECTO DE EJECUCIÓN CENTRO DE DÍA DE BARAÑAIN, AVDA. COMERCIAL, 4, B.J. POLIGONO 1,
PARCELA 132, SUBP. 3-85. C.P. 31.010. BARAÑAIN. NAVARRA

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO

- 1.1.1 PROGRAMA DE NECESIDADES
- 1.1.2 SOLUCIÓN ADOPTADA
- 1.1.3 NORMAS DE APLICACIÓN
- 1.1.4 MÉTODO DE CÁLCULO
- 1.1.5 PRESTACIONES DEL EDIFICIO

CUMPLIMIENTO DEL CTE

1.2. SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB SE)

1.3. COMBINACIONES DE ACCIONES CONSIDERADAS (DB SE)

1.4. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (DB SE-AE)

- 1.4.1. ACCIONES GRAVITATORIAS
- 1.4.2. ACCIÓN SÍSMICA. (NCSE-02)

1.5. ACERO ESTRUCTURAL (DB SE-A)

1.6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA (DB SI-6)

1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO

1.1.1. PROGRAMA DE NECESIDADES Y USOS

Para que el proyecto se ajuste a las exigencias de seguridad que el CTE, en sus DB-SE y DB-SI, exige a los elementos estructurales, se describe que:

El uso previsto para la actuación que se proyecta (centro de día) es categoría de uso C1 según la tabla 3.1 del DB SE-AE (zonas accesibles al público con mesas y sillas).

El periodo de servicio previsto del edificio es de 50 años.

1.1.2. SOLUCIÓN ADOPTADA

1.1.2.1. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

Antecedentes:

El centro de día se proyecta en planta baja, en el interior de un edificio existente.

Según se describe en la memoria del proyecto de ejecución del edificio existente, redactado por los arquitectos M.A. Goñi Romero y F.J. Sarobe Pueyo, la estructura de planta baja se dimensionó para soportar las siguientes cargas gravitatorias:

PLANTA BAJA		
Peso propio forjado.....	Kg. m/2	250
Peso propio solado.....	"	80
Sobrecarga uso.....	"	670
Sobrecarga tabiquería.....	"	
		1.000

La sobrecarga considera para el dimensionado de la estructura según proyecto redactado para la construcción del edificio existente (670Kp/m²), es inferior a la sobrecarga de uso que establece el Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico Seguridad Estructural Acciones en la Edificación en la tabla 3.1 para una categoría de uso C.1 (300Kp/m² para zonas accesibles al público con mesas y sillas).

En las inspecciones que se han realizado durante el desarrollo del proyecto de ejecución, no se han localizado en la estructura que conforma el suelo de planta baja sobre el que se proyecta el nuevo centro de día, ni en la estructura de techo de planta baja, daños que pudieran indicar un comportamiento inadecuado de la estructura para el uso que ha albergado previamente.

Descripción de las actuaciones proyectadas:

Actuación 1: Nueva estructura de acero para poder realizar un hueco en el forjado existente de la entreplanta para poder alojar una nueva escalera.

Actuación 2: Nuevo altillo resuelto con estructura de acero y forjado de chapa colaborante + hormigón armado de 12cm de canto total.

Actuación 3: Estructura para atado de pilares existentes en la zona de derribo de forjado de entreplanta y nuevas vigas para soportar dos mamparas móviles.

1.1.2.2. GEOMETRÍA DE LA ESTRUCTURA

La geometría de todos los elementos que conforman la estructura proyectada vienen definidos en los planos.

1.1.3. NORMAS DE APLICACIÓN

1.1.3.1 ACCIONES: Para el cálculo de las solicitaciones se emplea el CTE SE-AE y la norma de construcción sismorresistente NCSE-02.

1.1.3.5 ACERO: El diseño, cálculo y control de los elementos resistentes de acero de la estructura, se ajustará a lo especificado en el CTE SE-A.

1.1.3.6 RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA: La definición de los tiempos de resistencia y la forma de garantizarlas se ajustará a las exigencias del CTE DB SI apartado 6.

1.1.4. MÉTODO DE CÁLCULO

Para la obtención de las solicitaciones se ha considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad. El método de cálculo aplicado es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia, anclaje y fatiga (si procede). En los estados límites de utilización, se comprueba: deformaciones (flechas), y vibraciones (si procede). En los estados límites de durabilidad se comprueba apertura de fisura y otros métodos para garantizar la durabilidad de la estructura.

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad y a las combinaciones de hipótesis básicas definidas en el capítulo 4º del CTE DB-SE.

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados (vigas, viguetas, losas, nervios) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo. Para el dimensionado de los soportes se comprueban para todas las combinaciones definidas.

Se dimensiona los elementos conforme las exigencias concretas de la normativa específica de cada material estructural empleando realizándose un cálculo lineal de primer orden, admitiendo localmente plastificaciones cuando la norma específica del material lo permite.

La estructura se supone sometida a las acciones exteriores, ponderándose para la obtención de los coeficientes de aprovechamiento y comprobación de secciones, y sin mayorar para las comprobaciones de deformaciones, de acuerdo con los límites de agotamiento de tensiones y límites de flecha establecidos. Para el cálculo de los elementos comprimidos se tiene en cuenta el pandeo por compresión, y para los flectados el pandeo lateral.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE CALCULO EMPLEADO:

En el dimensionamiento de la estructura se han utilizado el programa Cype 3D versión 2025.c, distribuidos por la empresa Cype Ingenieros, con razón social en la Avda. Eusebio Sempere, 5, de Alicante.

1.1.5 PRESTACIONES DEL EDIFICIO:

En el proyecto se ha tenido en cuenta lo establecido por el Código Técnico de la Edificación en sus Documentos Básicos de Seguridad Estructural DB SE-AE de Acciones en la Edificación, DB SE-A: Acero, así como lo establecido en la norma NCSE-02 de construcción sismorresistente, para asegurar que la estructura tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

El objetivo del cálculo y diseño de la estructura, así como el cumplimiento de la normativa, es que no se produzcan en el edificio o en alguna de sus partes, daños que comprometan directamente la resistencia mecánica del edificio, su estabilidad o que se produzcan deformaciones inadmisibles para el uso y aspecto del edificio. Su justificación se realiza en el apartado de Cumplimiento del DB Seguridad Estructural de esta misma memoria.

LÍMITES DE DEFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Conforme el artículo 4.3.3 del CTE SE, se han verificado las flechas de los elementos estructurales. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, 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 flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales y edad de puesta en carga, de acuerdo a condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes pertinentes para la determinación de la flecha activa, que es la suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías. Se establecen los siguientes límites de flecha y desplazamiento horizontal:

- 1.-Integridad de los elementos constructivos (ACTIVA): 1/400
- 2.-Apariencia de la obra (TOTAL): 1/300

VIBRACIONES

No se considera.

DURABILIDAD, FATIGA Y EFECTOS REOLÓGICOS

Para garantizar la durabilidad de la estructura se va a incidir en dos aspectos fundamentales, por un lado la protección con recubrimientos y por otro lado el mantenimiento. En función del material estructural se describen de forma específica los métodos y procedimientos para garantizar la durabilidad de la estructura frente a acciones químicas, físicas o biológicas.

CUMPLIMIENTO DEL CTE

1.2. SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB SE)

La estructura se ha analizado y dimensionado frente a los Estados Límite, que son aquellas situaciones para las que, caso de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.

SE 1. RESISTENCIA Y ESTABILIDAD.

La estructura se ha calculado frente a los Estados Límite Últimos, que son los que, caso de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo. En general se han considerado los siguientes, de acuerdo con el DB-SE 4.2.:

- a) pérdida del equilibrio del edificio, o de una parte estructuralmente independiente, considerado como un cuerpo rígido;
- b) fallo por deformación excesiva, transformación de la estructura o de parte de ella en un mecanismo, rotura de sus elementos estructurales (incluidos los apoyos y la cimentación) o de sus uniones, o inestabilidad de elementos estructurales incluyendo los originados por efectos dependientes del tiempo (corrosión, fatiga).

Se ha comprobado que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de todos los elementos estructurales, secciones, puntos y uniones entre elementos, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

$E_d \leq R_d$ siendo:

E_d valor de cálculo del efecto de las acciones

R_d valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Se ha comprobado que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio y de todas las partes independientes del mismo, porque para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición:

$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$ siendo:

$E_{d,dst}$ valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

$E_{d,stab}$ valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

SE 2. APTITUD AL SERVICIO. (se han definido los límites considerados en el cap. 1.1)

La estructura se ha calculado frente a los Estados Límite de Servicio, que son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento del edificio o a la apariencia de la construcción.

Los estados límite de servicio pueden ser reversibles e irreversibles. La reversibilidad se refiere a las consecuencias que excedan los límites admisibles, una vez desaparecidas las acciones que las han producido. En general se han considerado los siguientes:

- a) las deformaciones (flechas, asientos o desplomes) que afecten a la apariencia de la obra, al confort de los usuarios, o al funcionamiento de equipos e instalaciones;
- b) las vibraciones que causen una falta de confort de las personas, o que afecten a la funcionalidad de la obra;
- c) los daños o el deterioro que pueden afectar desfavorablemente a la apariencia, a la durabilidad o a la funcionalidad de la obra.

Las verificaciones de los estados límite de servicio, que aseguran la aptitud al servicio de la estructura, han comprobado su comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones y el deterioro, porque se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto en el DB-SE 4.3. y en el Código Estructural, cumpliendo con los recubrimientos exigidos y limitando la apertura de fisura en función del tipo de ambiente y para el periodo de durabilidad prevista.

1.3. COMBINACIONES DE ACCIONES CONSIDERADAS

En el apartado de justificación del DB SE-AE se cuantifican las acciones consideradas en el cálculo. Dentro de las acciones gravitatorias se diferencian el peso propio, las cargas muertas y la sobrecarga de uso. Dentro de cargas muertas están la tabiquería, el solado y otros elementos sujetos al forjado por su cara superior o inferior. La sobrecarga de uso varía en los forjados en función de su uso, conforme a las exigencias de la Tabla 3.1 del DB SE-AE o a las exigencias de la propiedad si fueran más restrictivas.

De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo siguiente:

1.3.1 E.L.U. DE ROTURA. CTE

- Situaciones no sísmicas
- Situaciones sísmicas

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
C. permanente (G)	0,80	1,35	1,00	1,00
Empuje del terreno	0,70	1,35	1,00	0,70
Sobrecarga (Q)	0,00	1,50	1,00	0,70
Categoría de uso A1				
Viento (Q)	0,00	1,50	1,00	0,60
Nieve (Q)	0,00	1,50	1,00	0,50
Situación 2: Sísmica				
C. permanente (G)	0,80	1,00	1,00	1,00
Sobrecarga (Q)	0,00	1,00	0,30	0,30
Categoría de uso A1				
Viento (Q)	0,00	1,00	0,00	0,00
Nieve (Q)	0,00	1,00	0,00	0,00
Sismo (A)	-1,00	1,00	1,00	0,30(*)
Situación 3: Accidental de Incendio				
C. permanente (G)	0,80	1,00	1,00	1,00
Sobrecarga (Q)	0,00	1,00	0,50	0,30
Categoría de uso A1				
Viento (Q)	0,00	1,00	0,50	0,00
Nieve (Q)	0,00	1,00	0,20	0,00
Sismo (A)	-1,00	1,00	0,00	0,00

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

ANEJO MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURA

1.3.2 ACCIONES CARACTERISTICAS

Para comprobar **desplazamientos**.

- **Situaciones no sísmicas** / • **Situaciones sísmicas**

Situación 1: Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
C. perman. (G)	1,00	1,00
Sobrecarga (Q)	0,00	1,00
Viento (Q)	0,00	1,00
Nieve (Q)	0,00	1,00
Sismo (A)		

Situación 2: Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
C. perman. (G)	1,00	1,00
Sobrecarga (Q)	0,00	1,00
Viento (Q)	0,00	0,00
Nieve (Q)	0,00	1,00
Sismo (A)	-1,00	1,00

ANEJO MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURA

1.4. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (DB SE-AE + NCSE-02)

1.5.1 ACCIONES GRAVITATORIAS. SEGÚN CTE SE-AE

Acciones consideradas sobre el forjado existente de planta baja:

Acciones en planta baja según proyecto original:

Según se describe en la memoria del proyecto de ejecución del edificio existente redactado por los arquitectos M.A. Goñi Romero y F.J. Sarobe Pueyo, la estructura de planta baja se dimensionó para soportar las siguientes cargas gravitatorias:

PLANTA BAJA		
Peso propio forjado.....	Kg. m/2	250
Peso propio solado.....	"	80
Sobrecarga uso.....	"	670
Sobrecarga tabiquería.....	"	
		1.000
		=====

Acciones en planta baja proyecto centro de día

Carga muerta debida al pavimento + recredido: 200Kg/m2

Sobrecarga de uso: 300Kp/m2

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	<u>Zonas de acceso al público</u> (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	<u>Zonas con mesas y sillas</u>	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

ANEJO MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURA

Comparativa entre acciones proyecto original y proyecto para centro día:

Según se describe en la memoria del proyecto de ejecución del edificio existente redactado por los arquitectos M.A. Goñi Romero y F.J. Sarobe Pueyo, la estructura de planta baja se dimensionó para soportar una carga total de 750Kp/m² debido al peso propio del pavimento y la sobrecarga de uso.

En el proyecto del nuevo centro de día se ha considerado una carga total debido al peso propio del pavimento y la sobrecarga de uso de 500Kp/m².

Luego la carga que se consideró para el dimensionado de la estructura en el proyecto original es superior a la carga que genera la nueva actuación de centro de día.

Acciones consideradas en la actuación 1:

Como se ha descrito previamente, la actuación 1 consiste en una nueva estructura de acero para poder realizar un hueco en el forjado existente de la entreplanta para poder alojar una nueva escalera.

-Peso propio forjado existente: 2,5KN/m²

-Carga muerta: 1,6KN/m²

-Sobrecarga de uso: 3KN/m²

Acciones consideradas en la actuación 2:

La actuación 2 consiste en un nuevo altillo resuelto con estructura de acero y forjado de chapa colaborante + hormigón armado de 12cm de canto total.

-Peso propio forjado: 2,2KN/m²

-Carga muerta: 1KN/m²

-Sobrecarga de uso: 2KN/m²

1.4.2.- ACCIÓN SÍSMICA. NCSE-02

En la determinación de las acciones sísmicas se ha considerado la Norma de Construcción Sismorresistente.

Localidad/Provincia	Barañain (Navarra)
Clasificación de la construcción:	Construcción de importancia normal.
Tipo de Estructura:	Acero
Aceleración Sísmica Básica (ab):	Ab=0.04 g. APLICABLE

1.5. ACERO ESTRUCTURAL (SEGÚN DB SE-A)

CARACTERÍSTICAS CONSIDERADAS PARA EL ACERO DE LA ESTRUCTURA:

- Módulo de elasticidad longitudinal (E): 210.000 N/mm²
- Módulo de elasticidad transversal o módulo de rigidez (G): 81.000 N/mm²
- Coeficiente de Poisson (ν): 0.30
- Coeficiente de dilatación térmica (α): $1,2 \cdot 10^{-5} (^{\circ}\text{C})^{-1}$
- Densidad (δ): 78.5 kN/m³

Se ha considerado que los perfiles y las placas de anclaje son de acero S275:

Designación	Espesor nominal t (mm)			
	f_y (N/mm ²)			f_u (N/mm ²)
	$t \leq 16$	$16 < t \leq 40$	$40 < t \leq 63$	$3 \leq t \leq 100$
S275JR	275	265	255	410

Pernos de anclaje: se han proyectado con acero B500S.

Bases de cálculo

Para verificar el cumplimiento del apartado 3.2 del Documento Básico SE, se ha comprobado: la estabilidad y la resistencia (estados límite últimos) y la aptitud para el servicio (estados límite de servicio).

Estados límite últimos

La determinación de la resistencia de las secciones se hace de acuerdo a lo especificado en el capítulo 6 del documento DB SE A, partiendo de las esbelteces, longitudes de pandeo y esfuerzos actuantes para todas las combinaciones definidas en la presente memoria, teniendo en cuenta la interacción de los mismos y comprobando que se cumplen los límites de resistencia establecidos para los materiales seleccionados.

Estados límite de servicio

Se comprueba que todas las barras cumplen, para las combinaciones de acciones establecidas en el apartado 4.3.2 del Documento Básico SE, con los límites de deformaciones, flechas y desplazamientos horizontales establecidos en el punto 4.3 del DB-Seguridad Estructural del CTE.

Durabilidad

Los perfiles de acero están protegidos de acuerdo a las condiciones de uso y ambientales y a su situación, de manera que se asegura su resistencia, estabilidad y durabilidad durante el periodo de vida útil, debiendo mantenerse de acuerdo a las instrucciones de uso y plan de mantenimiento correspondiente.

Se han considerado las estipulaciones del apartado 3 del DB-SE-A que se recogen en el presente proyecto en los planos de arquitectura y construcción, y en el apartado de pliego de condiciones técnicas.

Análisis estructural

El análisis estructural se ha realizado con el modelo descrito en el Documento Básico SE, discretizando las barras de acero con las propiedades geométricas calculadas de acuerdo a la forma y dimensiones de los perfiles.

ANEJO MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURA

Las secciones a efectos de dimensionamiento se clasifican de acuerdo a la tabla 5.1 del Documento Básico SE A, aplicando los métodos de cálculo descritos en la tabla 5.2 y los límites de esbeltez de las tablas 5.3, 5.4, y 5.5 del mencionado documento.

1.6. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA (DB SI-6)

A continuación se describe las exigencias de resistencia al fuego y las propuestas proyectadas para garantizar su cumplimiento:

ESTRUCTURA DE ACERO => R90:

PROTECCIÓN DE ESTRUCTURA DE ACERO MEDIANTE VERMICULITA.

En Pamplona, mayo de 2025



Fdo: Daniel Azpilicueta Fernández de las Heras

Arquitecto

colegiado nº 4501 en COAVN