

ANEJO 03.- CALCULOS ESTRUCTURALES

ÍNDICE

ANEJO 03.- CALCULOS ESTRUCTURALES

1. OBJETO.....	2
2. ZONA DE ACTUACIÓN.....	2
3. CÁLCULO	4
3.1. LOSA DE CIMENTACIÓN	4
4. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	7
5. MATERIALES EMPLEADOS.....	7
6. BASES DE CÁLCULO.....	8
6.1. COEFICIENTES DE COMBINACIÓN	8
6.2. COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LAS ACCIONES	8
6.3. COEFICIENTES ESTADOS LIMITE	9
7. ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA	10
8. ANÁLISIS DE ESFUERZO Y DIMENSIONAMIENTO	14
ANEJO 01: LISTADOS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL	15

1. OBJETO

El presente informe tiene como finalidad el cálculo de la cimentación para la instalación de una Caseta Prefabricada con la función de módulo de aseos en la estación inferior del Telesilla La Laguna.

Para ello se pretende sustituir la caseta de baños existente, debido al mal estado en el que se encuentra, por una nueva que cumple con todos los requisitos que le son aplicables tanto de diseños como características técnicas.

Esta caseta se colocará sobre una losa o cimentación plana y perfectamente nivelada; en la cual se tendrá en cuenta el cajeado para las conexiones de las acometidas de las diferentes instalaciones, tales como saneamiento, fontanería, etc.

2. ZONA DE ACTUACIÓN

La edificación objeto de las actuaciones está ubicada en la estación inferior del Telesilla La Laguna, Sierra Nevada (Granada).

La edificación está destinada a sustituir la actual caseta de aseos que se encuentra en dicha estación.

El Área Laguna cuenta con pistas clasificadas como difíciles, a las cuales está limitado el acceso a personas con movilidad reducida, por este motivo no es de aplicación el documento del CTE-SUA-9, referente a la accesibilidad.



Ilustración 1. Emplazamiento.

La edificación actual consta de una superficie aproximada de 28 m² (8m largo X 3.56m ancho) y su uso está destinado a aseos.

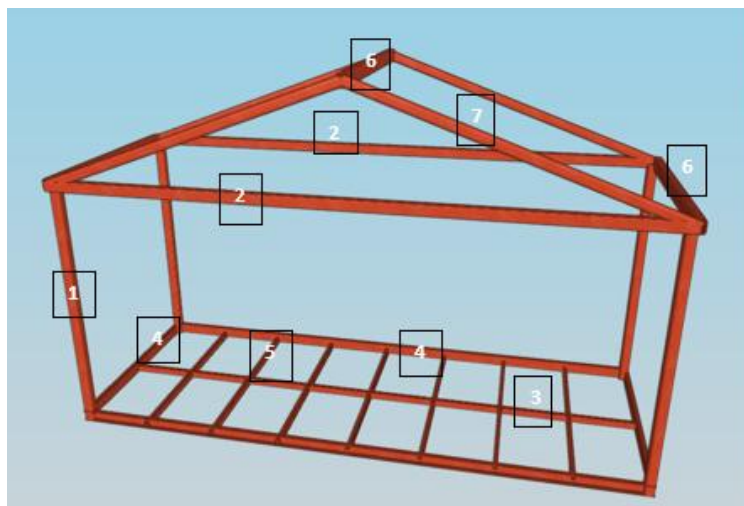
El aspecto actual de la edificación se encuentra bastante degradado, debido al paso del tiempo y al clima duro al que se expone, a la vez que la losa en la que se emplaza está bastante deteriorada dificultando su acceso y estabilidad.

Por lo que se propone la sustitución de dicha caseta por una caseta nueva prefabricada que cumpla con todos los requisitos exigidos, tanto estéticos como de funcionamiento, y la construcción de una nueva losa de cimentación con acera perimetral que le proporcione estabilidad al módulo, con un acceso digno y eficaz, a la vez que se renuevan las instalaciones propias de la caseta como las conexiones a las acometidas de la red general.

Las actuaciones que se detallan en el presente proyecto no cambian la naturaleza del uso a la que está destinada la caseta actual, y se limitan a un reemplazo de la caseta manteniendo la misma ubicación y superficie.

3. CÁLCULO

Composición de la estructura metálica



- (1) Pilares: 140x140x12mm
- (2) Perfiles RHS 150x130x8mm
- (3) Viga longitudinal 100x60x3mm
- (4) perfiles UPN 160
- (5) Vigas 100x60x3mm
- (6) Perfiles RHS 180x140x12.5mm
- (7) Perfiles RHS 140x100x12.0mm

Ilustración 2. Estructura metálica.

3.1. LOSA DE CIMENTACIÓN

El chasis de acero del módulo prefabricado irá apoyado a lo largo de todas las vigas UPN 160 longitudinales y transversales y viga central y transversales de 100x60x3 situadas en la parte inferior. Por lo que se propone una cimentación mediante losa apoyada sobre el terreno.

Dado que el terreno en el emplazamiento es de gran dureza (piedra), el canto de la losa será de 50cm los cuales sobresaldrán por encima del terreno, lo que levantaría la caseta 50cm por encima del terreno.

Este escalón es necesario para que la entrada a las instalaciones no se vea completamente comprometida ante una nevada copiosa.

La estructura apoya en la losa a lo largo de todo su perímetro inferior y en la viga longitudinal intermedia. El perímetro inferior está conformado por perfiles UPN 160 y la viga longitudinal 100x60x3.

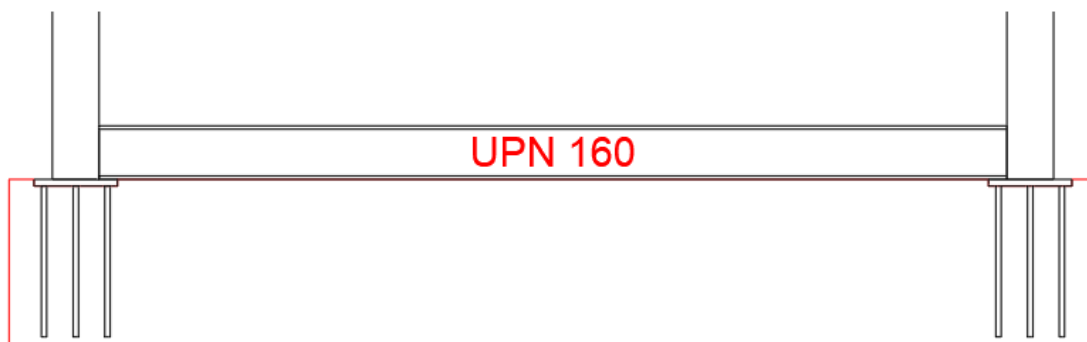


Ilustración 3. Sección transversal.

La estructura se ancla a la losa mediante 4 placas de anclaje situadas bajo los 4 pilares las cuales irán enrasadas a cara superior de losa, dichas placas llevarán 6 pernos del 16, 4 en las esquinas y 2 en dirección Y.

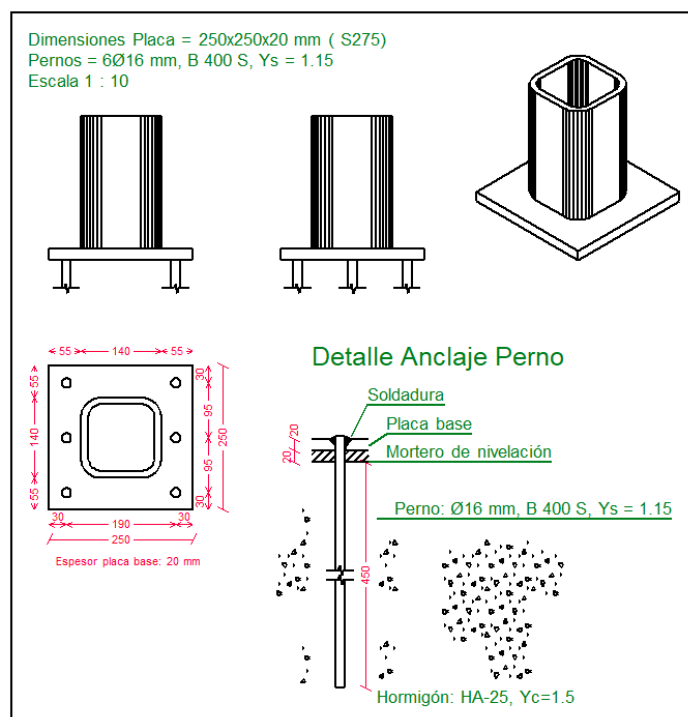


Ilustración 4. Placa de anclaje.

Una vez construido el armado de la losa y el encofrado se deberán instalar las placas de anclaje bien niveladas y posteriormente se procederá al hormigonado.

El armado de la losa consistirá en redondos del 16 espaciados cada 20cm en ambas direcciones tanto en la armadura superior como la inferior

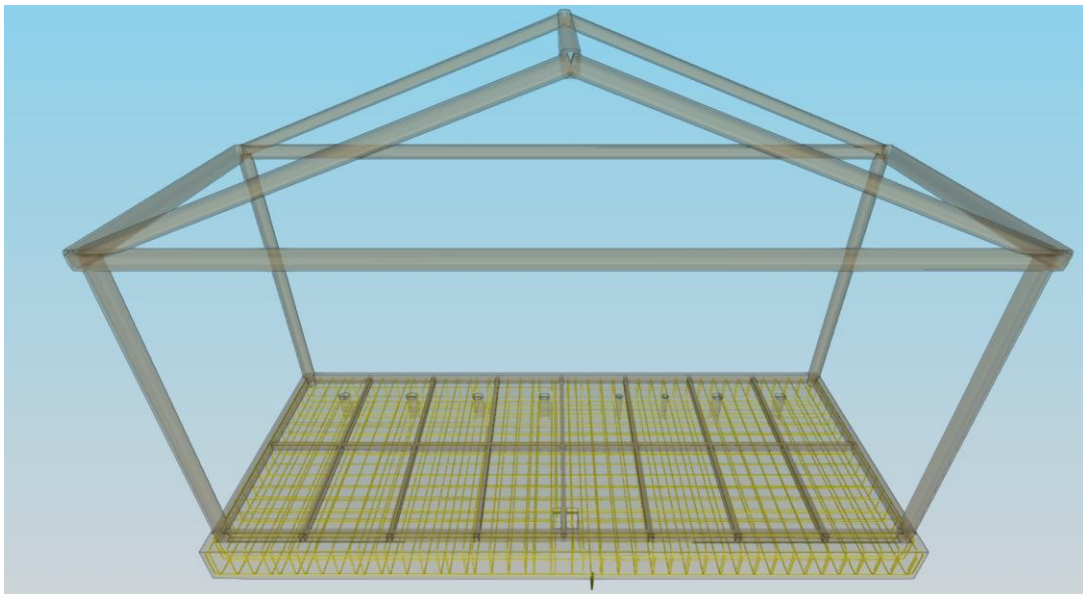


Ilustración 5. Armado de losa.

El pavimento interior de la losa quedara finalmente 68 cm por encima del terreno con lo que se instalara una escalera de tramex con el objetivo de salvar dicho desnivel.

La losa debe tener 6 pasa tubos de 16cm de diámetro debajo de cada inodoro y 2 de 10cm de diámetro debajo de cada urinario.

Todos los pasa tubos o desagües de PVC estarán conectados por un tubo, también de PVC de 16cm de diámetro embebido en la losa con una pendiente del 1,5% el cual desembocara en una arqueta de 30x30cm situada en la parte frontal de la losa.

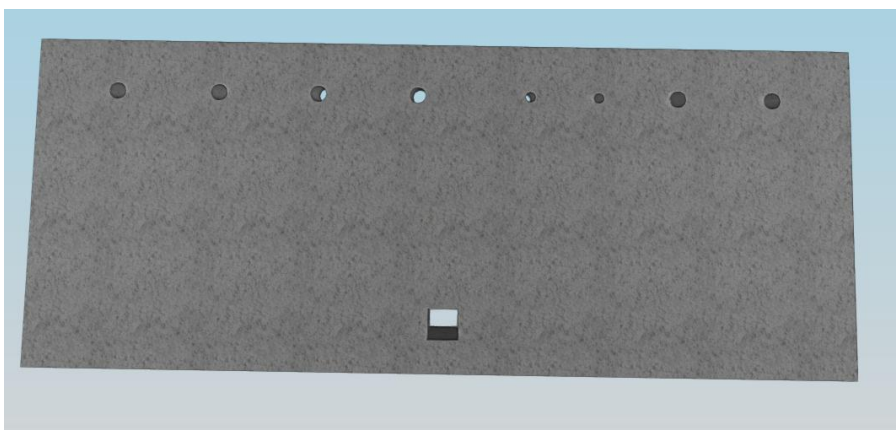


Ilustración 6. Huecos para instalaciones en losa.

4. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para la elaboración del presente anejo se han empleado las normas y recomendaciones enumeradas a continuación:

- NCSE-02. Ministerio de Fomento. "Norma de construcción sismo resistente: parte general y edificación". (Real Decreto 997/2002).
- CTE.- Código Técnico de la edificación. Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.
- Código Estructural. Real Decreto 47/2021, de 29 de junio.

5. MATERIALES EMPLEADOS

El acero estructural empleado en el proyecto es:

Acero estructural EN-10025-2-S275JR, para placa de anclaje.

Acero laminado	S275JR
Módulo de Young	210 000 MPa
Coefficiente de Poisson	0.3
Coefficiente de dilatación térmica	0.000012
Límite elástico mínimo	275 MPa
Tensión de rotura mínima	430 MPa

Hormigón considerado para la losa.

Hormigón armado	HA-30
Módulo de deformación	29779 MPa
Coefficiente de Poisson	0.3
Coefficiente de dilatación térmica	0.000012
Resistencia la compresión a 28 días	30 MPa

Debido a la ausencia de estudio geotécnico se opta por el hormigón HA-30 por ser el más comúnmente usado.

6. BASES DE CÁLCULO

6.1. COEFICIENTES DE COMBINACIÓN

Para la estructura se establecen los coeficientes de combinación del Código Técnico de la Edificación, tabla 4.2: exigir

Coeficientes de simultaneidad	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga superficial de uso			
Zonas residenciales (Categoría A)	0.7	0.5	0.3
Zonas administrativas (Categoría B)	0.7	0.5	0.3
Zonas destinadas al público (Categoría C)	0.7	0.7	0.6
Zonas comerciales (Categoría D)	0.7	0.7	0.6
Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros (Categoría F)	0.7	0.7	0.6
Cubiertas transitables (Categoría G)			
Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
para altitudes > 1000 m	0.7	0.5	0.2
para altitudes ≤ 1000m	0.5	0.2	0
Viento	0.6	0.5	0
Temperatura	0.6	0.5	0
Acciones variables del terreno	0.7	0.7	0.7

Ψ_\square : Valor de combinación para situación característica (poco probable o rara).

Ψ_\square : Valor de combinación para situación frecuente.

Ψ_\square : Valor de combinación para situación cuasi permanente.

6.2. COEFICIENTES DE SEGURIDAD DE LAS ACCIONES

Tabla 4.1 del cte. Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1.35	0.8
	Empuje del terreno	1.35	0.7
	Presión del agua	1.2	0.9
	Variable	1.5	0

6.3. COEFICIENTES ESTADOS LIMITE

ESTADOS LIMITE ULTIMOS

Situaciones persistentes y transitorias: Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Donde:

- $G_{k,j}$ valor representativo de cada acción permanente.
- $G^*_{k,i}$ valor representativo de cada acción permanente de valor no constante.
- $Q_{k,1}$ valor representativo (valor característico) de la acción variable dominante.
- $\psi_{0,i} Q_{k,i}$ valores representativos (valores de combinación) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante

Situaciones accidentales: Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i} + \gamma_A A_k$$

Donde:

- $G_{k,j}; G^*_{k,i}$ valores representativos.
- $\psi_{1,1} Q_{k,1}$ valor representativo (valor frecuente) de la acción variable dominante.
- $\psi_{2,i} Q_{k,i}$ valores representativos (valores casi-permanentes) de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante y la acción accidental
- A_k valor representativo (valor característico) de la acción accidental.

ESTADOS LIMITE DE SERVICIO

Para estos estados se consideran únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales. Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

Combinación característica (poco probable o rara):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinación casi-permanente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{G^*,i} G^*_{k,i} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

7. ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA

Estas acciones repercuten directamente en la cimentación.

El peso de cualquier elemento estructural se obtiene a partir de su geometría y de los siguientes pesos específicos:

- Acero: 78,5 kN/m³
- Hormigón armado: 25,0 kN/m³

ACCIONES PERMANENTES SOBRE LA CUBIERTA

CARGAS PERMANENTES		
Peso propio	1,0	kN/m ²

ACCIONES PERMANENTES SOBRE LA LOSA

CARGAS PERMANENTES		
Peso Propio Estructura	1,5	kN/m ²
Pavimento	1	kN/m ²

Cerramiento	0,82	kN/m
-------------	------	------

Esta sobrecarga de uso se obtiene de la tabla 3.1 del CTE

SOBRECARGA DE USO		
Carga de nieve en cubierta	8,75	kN/m ²
Sobrecarga de uso público, categoría C1	3,00	kN/m ²

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	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	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	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾	2
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

VIENTO

El viento se determina siguiendo la metodología del CTE. Se trata de aplicar una presión del viento sobre las fachadas del edificio, lo que se traduce en una fuerza a nivel de cada una de las plantas. Esta presión que se calcula como se explica a continuación.

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot (c_p - c_s)$$

siendo:

- q_e presión estática [kN/m²]
- q_b presión dinámica del viento [kN/m²]; se obtiene a partir de la velocidad básica indicada en el mapa:
 - $\left[\frac{1}{2} \rho V_b^2 \right]$ presión para la velocidad básica del viento [N/m²]
 - ρ densidad del aire [1,25 kg/m³]

- V_b velocidad básica del viento [27 m/s]
- c_e coeficiente de exposición en función de la altura – z
- c_p , c_s coeficientes de presión y succión

El coeficiente de exposición se calcula con la siguiente expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7k)$$

$$F = k \cdot \ln\left(\frac{\max(z, Z)}{L}\right)$$

- k , L , Z están tabulados y dependen del tipo de entorno

TIPO DE ENTORNO CTE		k	L (m)	Z (m)
I	borde del mar o lago	0.15	0.003	1
II	terreno llano sin obstáculos	0.17	0.01	1
III	zona rural accidentada	0.19	0.05	2
IV	zona urbana general	0.22	0.3	5
V	ciudades	0.24	1	10



Ilustración 7. Mapa de velocidad básica del viento.

Al tratarse de Sierra Nevada la velocidad básica del viento según el mapa de la imagen superior es de 26 m/s

VIENTO			
Velocidad básica del viento	v_b	26,0	m/s
Presión dinámica del viento	q_b	0,42	kN/m ²
Entorno		III	
Parámetro k	k	0,19	
Parámetro L	L	0,05	m
Parámetro Z	Z	2	m
Altura del edificio		5,06	m
	F	1,10	
Coeficiente de exposición	c_e	1,94	

Dada la presión dinámica del viento y el coeficiente de exposición se pueden obtener las cargas de viento por presión y succión en las 4 fachadas de la estructura y en la cubierta

PARAMENTOS VERTICALES			
h	5,06	m	
d	3,53	m	
b	8,03	m	
e	8,03	m	
h/d	1,4334278		
ZONA F	2,0075	m	
ZONA G	4,015	m	
ZONA H	3,212	m	
ZONA I	-0,485	m	
	C	q_e	
ZONA F	-1,8	-1,647	kN/m ²
ZONA G	-1,2	-1,098	kN/m ²
ZONA H	-0,7	-0,641	kN/m ²
ZONA I	0,2	0,183	kN/m ²

PARAMENTOS VERTICALES			
h	5,06	m	
d	8,03	m	
b	3,53	m	
e	3,53	m	
h/d	0,630137		
ZONA F	0,8825	m	
ZONA G	1,765	m	
ZONA H	3,662	m	
ZONA I	3,662	m	
ZONA J	0,353	m	
	C	q_e	
ZONA F	-1,8	-1,473	kN/m ²
ZONA G	-1,2	-0,982	kN/m ²
ZONA H	-0,7	-0,573	kN/m ²
ZONA I	0,2	0,164	kN/m ²

Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas
a) Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$

SISMO

Según la vigente norma de construcción sismorresistente (NCSE-02), el edificio forma parte del grupo de edificaciones de importancia moderada que se definen como "aquellas edificaciones con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros".

Dado que Sierra Nevada se encuentra en el municipio de Monachil presenta una aceleración básica 0,23g, es de aplicación la norma de construcción sismorresistente.

8. ANÁLISIS DE ESFUERZO Y DIMENSIONAMIENTO

La losa de cimentación se modeliza con el software CypeCAD y la estructura se modeliza con el software CYPE3D. El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en 3D, por métodos matriciales de rigidez, integrando todos los elementos que definen la estructura: pilares y vigas.

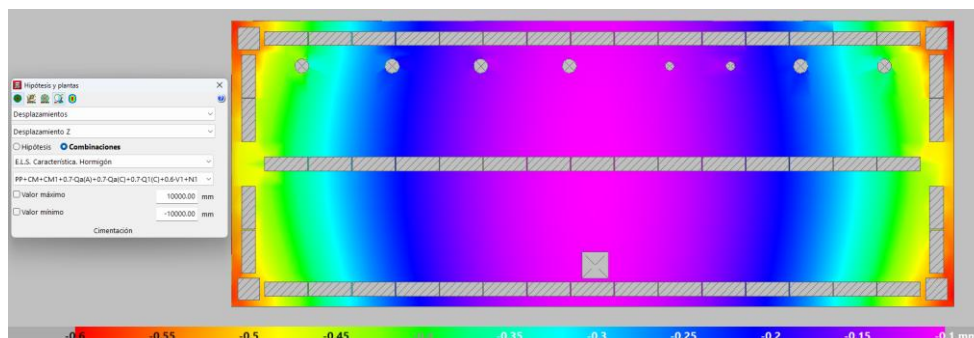


Ilustración 8. Mapa de calor de desplazamientos de la losa

Como se puede observar para la combinación de carga más desfavorable los desplazamientos máximos son de medio milímetro más o menos lo que es insignificante.

ANEJO 01: LISTADOS DE CÁLCULO ESTRUCTURAL
