



PROYECTO DE RECONSTRUCCIÓN DE
FORJADOS DAÑADOS EN EL
APARCAMIENTO DE JACINTO BENAVENTE



Elaborado por:

Mirko Russo / Álvaro Hernández

Ingenieros de Proyecto

Revisado por:

Daniel Jiménez Nuero

Jefe de Proyecto

Aprobado por:

Eduardo Romero Rey

Director de Departamento de Edificación

Registro de ediciones

ED.	FECHA	GEN.	REV.	AUT.	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN
0	09.02.2024	MRK/ AHL	DJN	ERR	Emisión inicial
1	10.04.2024	MRK / AHL	DJN	ERR	Revisión tras supervisión Ayto

NOTAS:

- La copia original firmada de este documento se conserva en SAP.
- Para permitir la mejora continua, se alienta a los integrantes de FHECOR Ingenieros Consultores a notificar al autor de errores, omisiones o cualquier otra oportunidad de mejora.

Contenido

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	7
1.1	FASE DE INFORME PREVIO.....	7
1.2	FASE DE PROYECTO	7
2	DATOS DE PARTIDA	8
3	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE	9
4	INSPECCIONES VISUALES.....	10
4.1	FASE DE INFORME	10
4.1.1	MUROS	10
4.1.2	PILARES	10
4.1.3	SOLERA.....	10
4.1.4	FORJADOS	10
4.2	FASE DE PROYECTO	11
4.2.1	MUROS	11
4.2.2	FORJADOS	11
5	CAMPAÑA DE ENSAYOS.....	14
5.1	FASE DE INFORME	14
5.1.1	TRABAJOS REALIZADOS EN FASE DE INFORME.....	14
5.1.2	RESULTADOS DE ENSAYOS EN FASE DE INFORME	14
5.2	FASE DE PROYECTO	16
5.2.1	TRABAJOS REALIZADOS EN FASE DE PROYECTO.....	16
5.2.2	RESULTADOS DE ENSAYOS EN FASE DE PROYECTO	16
6	CONCLUSIONES DE LAS INSPECCIONES	18
7	PROPUESTAS DE REPARACIÓN.....	19
7.1	RECONSTRUCCIÓN DE FORJADOS INTERIORES Y RAMPAS	19
7.2	RECONSTRUCCIÓN DE FORJADO DE CUBIERTA	23
7.3	RAMPA DE ACCESO AL SOTANO -1.....	25
7.4	RECONSTRUCCIÓN DE ESTAMPIDORES EN PATINILLOS DE VENTILACIÓN	26
8	BASES DE DISEÑO DE LAS SOLUCCIONES DE REPARACIÓN.....	27
8.1	NORMATIVA UTILIZADA	27
8.2	HIPÓTESIS DE CARGA.....	27
8.3	MATERIALES	28
8.3.1	Hormigón.....	28
8.3.2	Acero pasivo	28
8.3.3	Acero estructural.....	28

8.3.4	Condiciones de durabilidad estructuras de hormigón	28
8.3.5	Condiciones de durabilidad estructuras de acero	29
8.4	FORMATO DE SEGURIDAD	29
8.4.1	Coeficientes de mayoración de acciones y minoración de materiales	29
8.4.2	Combinación de acciones	29
8.5	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN EN SERVICIO	29
8.5.1	Estado límite de fisuración	29
8.6	RESISTENCIA AL FUEGO	29
9	PAUTAS PARA INSPECCIONES EN FASE DE OBRA	30
ANEJO N° 1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSPECCIONES VISUALES Y DE LA CAMPAÑA DE ENSAYOS EN FASE DE PROYECTO		32
1	INSPECCIONES VISUALES	33
1.1	PAÑOS DE FORJADOS	33
1.2	RAMPAS	35
1.3	ESTAMPIDORES EN PATINILLOS DE VENTILACIÓN	37
1.4	TUNELES DE INGRESO/SALIDA EN DIAS LLUVIOSOS	39
2	CAMPAÑA DE ENSAYOS	43
2.1	CATAS EN FORJADOS EN CARA INFERIOR	43
2.2	CATAS EN FORJADOS EN CARA SUPERIOR	70
2.3	CATA EN MURO ENTRE RAMPAS	71
2.4	DESCUBRIMIENTO ABACOS Y NERVIOS	73
2.5	TESTIGO DE INVESTIGACIÓN ÁRIDO-ÁLCALI	75
ANEJO N° 2. MEMORIA DE CALCULO		76
1	BASES DE DISEÑO	77
1.1	NORMATIVA UTILIZADA	77
1.2	HIPÓTESIS DE CARGA	77
1.3	MATERIALES	78
1.3.1	Hormigón	78
1.3.2	Acero pasivo	79
1.3.3	Acero estructural	79
1.3.4	Condiciones de durabilidad estructuras de hormigón	80
1.3.1	Condiciones de durabilidad estructuras de acero	83
1.4	FORMATO DE SEGURIDAD	85
1.4.1	Coeficientes de mayoración de acciones y minoración de materiales	85
1.4.2	Combinación de acciones	87
1.5	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN EN SERVICIO	88
1.5.1	Estado límite de fisuración	88

1.6	RESISTENCIA AL FUEGO	89
2	ARMADO A FLEXIÓN.....	90
2.1	CALCULOS SIN DEMOLICIÓN DE ÁBACOS.....	91
2.1.1	Paño inferior luz < 7.30m SIN demolición ábacos.....	91
2.1.2	Paño inferior luz max = 8.90m SIN demolición ábacos.....	103
2.1.3	Paño cubierta luz < 7.30m SIN demolición ábacos	115
2.1.4	Paño cubierta luz max = 8.90m SIN demolición ábacos	127
2.2	CALCULOS CON DEMOLICIÓN DE ÁBACOS.....	139
2.2.1	Paño inferior luz < 7.30m CON demolición ábacos.....	139
2.2.2	Paño inferior luz max = 8.90m CON demolición ábacos.....	152
2.2.3	Paño cubierta luz < 7.30m CON demolición ábacos	165
2.2.4	Paño cubierta luz max = 8.90m CON demolición ábacos	178
3	ARMADO A CORTANTE.....	191
3.1	CONEXIÓN MURO PERIMETRAL EXISTENTE CON LOSA MACIZA RECONSTRUIDA	191
3.2	CONEXIÓN LOSA MACIZA RECONSTRUIDA CON PAÑOS EXISTENTES, EN FORJADOS INFERIORES.....	191
3.2.1	Caso 1: SIN demolición de ábacos.....	191
3.2.2	Caso 2: CON demolición de ábacos.....	192
3.3	CONEXIÓN LOSA MACIZA RECONSTRUIDA CON PAÑOS EXISTENTES, EN FORJADO DE CUBIERTA	193
3.3.1	Caso 1: SIN demolición de ábacos.....	193
3.3.2	Caso 2: CON demolición de ábacos.....	194
4	PUNZONAMIENTO.....	195
4.1	PUNZONAMIENTO EN FORJADOS INFERIORES.....	195
4.1.1	Pilar INTERNO	196
4.1.2	Pilar de BORDE.....	197
4.1.3	Pilar de ESQUINA.....	198
4.1.4	Caso especial: Pilar en arranque de rampas	199
4.2	PUNZONAMIENTO EN CUBIERTA.....	199
4.2.1	Comprobación capitel metálico	200
5	PILARES.....	202
6	APEOS Y ENCOFRADOS	205
6.1	APEOS	205
6.2	ENCOFRADOS – PAÑOS A DEMOLER EN CUBIERTA	205
6.3	ENCOFRADOS – PAÑOS A DEMOLER EN FORJADOS INTERIORES.....	205
	ANEJO N° 3. INFORME PREVIO.....	206

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto del presente proyecto es la definición de las soluciones de rehabilitación estructural de los forjados con daños severos del aparcamiento de Jacinto Benavente. El proyecto parte del informe redactado previamente por Fhecor para EMT en noviembre de 2023 que se adjunta como anejo a esta memoria. A continuación se resumen las conclusiones de la fase de este informe previo, seguido de una visión general del contenido del presente proyecto.

1.1 FASE DE INFORME PREVIO

En mayo de 2023, EMT encarga la redacción de un informe sobre el estado de la estructura del aparcamiento de Jacinto Benavente. Fhecor propone realizar el informe en tres fases:

1. Primeramente se realizarán varias visitas al aparcamiento para mediante inspecciones visuales realizar una propuesta sobre la campaña de catas y ensayos a realizar.
2. Tras recibir los resultados se procederá a redactar un informe con los resultados de la campaña de ensayos que determine el estado en que se encuentra la estructura del edificio.
3. Con posterioridad se desarrollará una propuesta de reparación de la estructura.

Las inspecciones iniciales y la propuesta de caracterización se realizan durante los meses de mayo y junio comenzándose a realizar las catas a principios de julio. Los resultados completos de la campaña de ensayos ejecutada por Adamas se reciben el 06 septiembre de 2023.

El objeto de este informe fue, una vez analizado el resultado de los ensayos, determinar de forma generalizada el estado en el que se encuentra los diferentes elementos estructurales del edificio, y proponer la reparación necesaria y una valoración aproximada.

Se divide así la superficie de los forjados en tres zonas, catalogadas como SECAS, INTERMEDIAS Y HÚMEDAS. Para las zonas húmedas se prescribe la demolición y reconstrucción del forjado, mientras que para las intermedias se propone una reparación local con reposición de armado. Para las zonas secas no se considera necesaria ninguna actuación de reparación.

El informe se entregó a EMT el 16 noviembre de 2023.

1.2 FASE DE PROYECTO

En diciembre de 2023, EMT encarga la redacción de un proyecto de investigación adicional y de definición de las actuaciones de reparación de las áreas identificadas como HÚMEDAS en el informe previo. Mediante una campaña complementaria de catas se acotará con mayor precisión las zonas denominadas como HUMEDAS y se procederá a definir el proceso de reparación de las mismas, principalmente su demolición y reconstrucción. Las zonas marcadas como SECAS e INTERMEDIAS no están contempladas en el alcance de este proyecto. El proyecto sólo incluye la rehabilitación de elementos estructurales.

Posteriormente, EMT encarga a Fhecor ampliar el alcance para incluir el cierre de la cubierta de la rampa de acceso al aparcamiento que baja de la plaza al sótano -1.

Estas actuaciones se engloban en el marco de la reforma de la plaza de Jacinto Benavente, integrándose la documentación generada en el proyecto de acondicionamiento de la plaza redactado por el Ayuntamiento de Madrid, como consecuencia de que las actuaciones de demolición y posterior reconstrucción de losa de cubierta deben realizarse necesariamente de manera conjunta y coordinada con las obras de renovación de la plaza.

2 DATOS DE PARTIDA

Para la redacción de este proyecto se ha dispuesto de la siguiente documentación:

- Planos arquitectónicos de 1969-1970, recibidos el 17/05/2023
- Planos y detalles actualizados de 1997, recibidos el 17/05/2023
- Planos estructurales y memoria de cálculo del proyecto original de 1970, recibido el 07/05/2023 (Nota: en esta memoria, las cargas que actúan sobre la cubierta están divididas en cargas aplicables a las “zonas de tráfico” y cargas aplicables a las “zonas de jardín”. Sin embargo, no se explica cómo se subdivide exactamente la cubierta en tales zonas y no está claro qué cargas se han aplicado a dicha cubierta.)
- Informe de ADAMAS CONTROL Y GEOTECNICA S.L.L con resultados de profundidad de carbonatación, recubrimiento, diámetro de armadura y extracción de testigos, recibido el 09/06/2023
- Resultados del análisis microestructural para determinar si existe reactividad de los áridos con los álcalis del cemento de las probetas extraídas, recibidos el 04/03/2024

No se ha recibido documentación del proyecto de reforma de la plaza de Jacinto Benavente.

3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

Se trata de un aparcamiento de 4 plantas y una superficie construida de 12 962 m²

La estructura de la obra consta de los siguientes elementos:

- Muro-pantalla perimetral, de hormigón armado, excavado a mano, de 0,90 m. de espesor.
- Serie de pilares, modulados en general, ocupando los vértices de un cuadrado de 7,50 m de lado, de acero laminado, cimentados sobre zapatas de hormigón armado de dimensiones variables en la zona no afectada por el Ferrocarril Metropolitano y sobre pórticos de hormigón armado en la zona afectada. Los citados pórticos salvan la bóveda del túnel del Ferrocarril. Los pilares cuentan con protección ignífuga que no permite comprobar el estado de los mismos.
- Forjado reticular en cubierta, con nervios de hormigón armado, de 0,45 m de espesor, y bovedillas de hormigón, apoyado en los muros y pilares.
- En los otros tres forjados entre plantas, reticular del mismo tipo que la cubierta, de 0,30 m de espesor para planta primera, segunda y tercera. Los forjados van empotrados en el muro mediante roza y apoyados en los pilares.
- Rampas exteriores de hormigón armado de 0,30 m de espesor, apoyadas en vigas sobre pilares y con empotramiento en el muro perimetral correspondiente.
- Rampas interiores con la misma tipología de los forjados intermedios.
- Tanto en los forjados de las plantas como en los de las rampas existen recubrimiento de mortero y pintura que no permiten ver con claridad el estado de conservación de los mismos salvo en zonas puntuales en las que se manifiestan determinadas patologías.
- Solera de hormigón en masa.

La información de la estructura existente con la que se cuenta es muy limitada, y no incluye planos de armado, detalles, cargas consideradas, etc. de los forjados a rehabilitar.

4 INSPECCIONES VISUALES

4.1 FASE DE INFORME

Las inspecciones visuales iniciales permiten vislumbrar un buen estado general de los muros y pilares y una serie de patologías en los forjados de la estructura, aparentemente ocasionadas por el bajo recubrimiento que posee la armadura, la pérdida de protección que produce el paso del tiempo y por la filtración de agua en el aparcamiento, principalmente.

Como ya se mencionaba en el punto anterior, los forjados reticulares de hormigón cuentan con una capa de mortero inferior y una pintura aparentemente impermeable. Del mismo modo, los pilares se encuentran cubiertos con una capa de protección al fuego y, salvo en zonas localizadas, impedían la inspección.

En consecuencia, en el informe previo, quedan reflejados aquellos daños que se identifican a simple vista o en las catas realizadas, es decir, se desconoce aquellos daños que hayan podido quedar ocultos, no se espera que vayan a ser especialmente críticos

En los siguientes apartados se definen aquellos daños más relevantes encontrados en cada uno de los elementos estructurales:

4.1.1 MUROS

Se dispone de poca información sobre los muros perimetrales, aparte de un plano general de 1970.

Se han realizado dos catas, una en el sótano -3 y otra en el sótano -4. De éstas se pudo observar que las barras de armadura se encuentran en buen estado debido fundamentalmente a que cuentan con un alto recubrimiento. En base a ello y dado que no se han visualizado patologías importantes que se hubieran manifestado en la cara del muro vista, parece lógico pensar que el estado de conservación de estos elementos es bueno.

4.1.2 PILARES

Todos los pilares están recubiertos con una protección intumescente que impide una correcta inspección visual. Sin embargo, sobre un pilar ha caído parte de esta protección permitiendo una inspección visual local. El ancho medido del pilar es 27cm, confirmando lo que dicen los planos de 1970. En este pilar se ha comprobado que la oxidación que se observa es superficial.

Adicionalmente se ha solicitado una cata (cata de ADAMA S4-P1) en otro pilar en el que se ha podido comprobar que la protección ignífuga ha protegido bien el acero del pilar como es habitual. No se considera necesario descubrir más pilares para no perder la protección ignífuga.

4.1.3 SOLERA

Se ha realizado una cata en la solera confirmándose que las bases de los pilares se encuentran en buen estado. Se confirma que la solera se trata de un elemento de hormigón en masa, no observándose patologías sobre la misma.

4.1.4 FORJADOS

Durante las inspecciones de los forjados realizadas en la fase de redacción del informe entregado el 16 de noviembre de 2023, se observaron manchas de humedad de forma generalizada y con una mayor concentración cerca de los muros. En estas zonas, es posible encontrar pérdidas de recubrimiento de hormigón que dejan al descubierto las barras de refuerzo. En algunos casos, las manchas de humedad se encuentran activas, con agua que gotea.

Otro de los daños detectados durante la inspección es la fisuración. En la mayoría de los casos, se trata de fisuras localizadas que coincide generalmente con zonas con humedad.

Para facilitar el análisis, y poder extrapolar conclusiones de los paños en los que se ha podido realizar catas a los que no, los forjados se subdividieron en cuadrantes tomando como referencia los pilares. Cada cuadrante fue clasificado en tres categorías: HÚMEDA, donde la mayor parte del paño presenta humedades; INTERMEDIA, con variabilidad en el porcentaje de áreas con humedades, siendo

puntuales en la mayoría de los casos; y SECA, sin humedad según las inspecciones visuales realizadas. En el informe previo se han recopilado las fotos de las inspecciones visuales y los daños registrados.

4.2 FASE DE PROYECTO

4.2.1 MUROS

Se ha solicitado una cata para determinar la naturaleza del muro entre la rampa de entrada desde la plaza al sótano -1 y el túnel que entra al aparcamiento desde calle del Doctor Cortezo. En la cata realizada se observa que el muro es de hormigón, no habiéndose encontrado ninguna barra de armado. Las fotografías de la cata se encuentran en el Anejo N.1.

4.2.2 FORJADOS

Las inspecciones de los forjados realizadas para la redacción de este proyecto se han enfocado exclusivamente en las zonas que se han marcado HÚMEDAS en el informe previo con el objetivo de confirmar el estado y alcance de éstas. Con estas inspecciones visuales en fase de proyecto se define una campaña complementaria de catas en las zonas HUMEDAS para acotar las zonas a demoler, que son las principales actuaciones incluidas en el presente proyecto.

En los siguientes planos se pueden ver sombreadas en rojo las zonas confirmadas como HÚMEDAS.

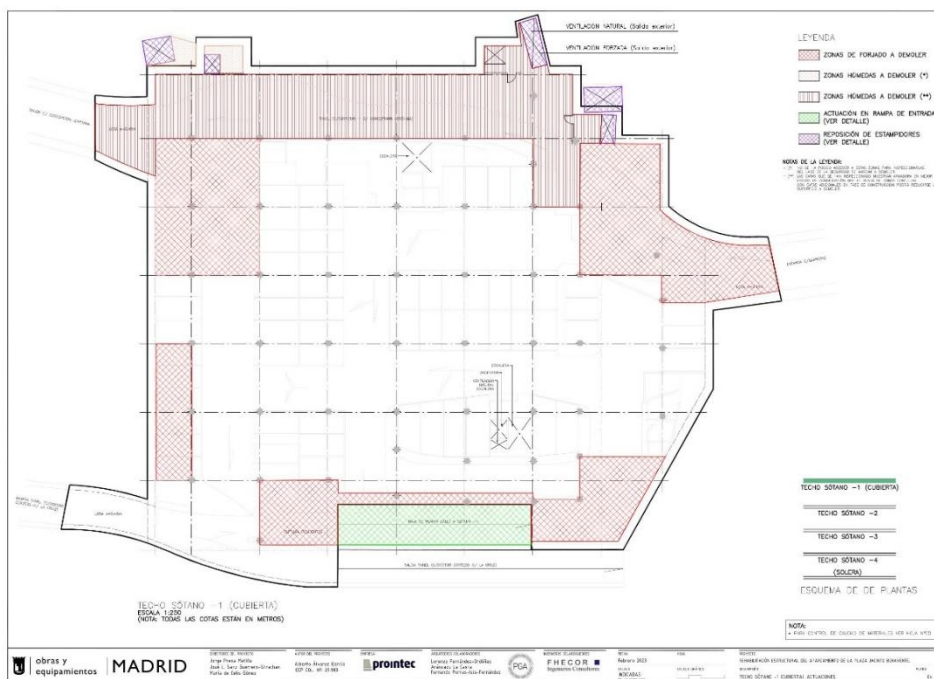


Figura 4-1 Plano que muestra las zonas confirmadas como húmedas, sombreadas en rojo (techo sótano -1)

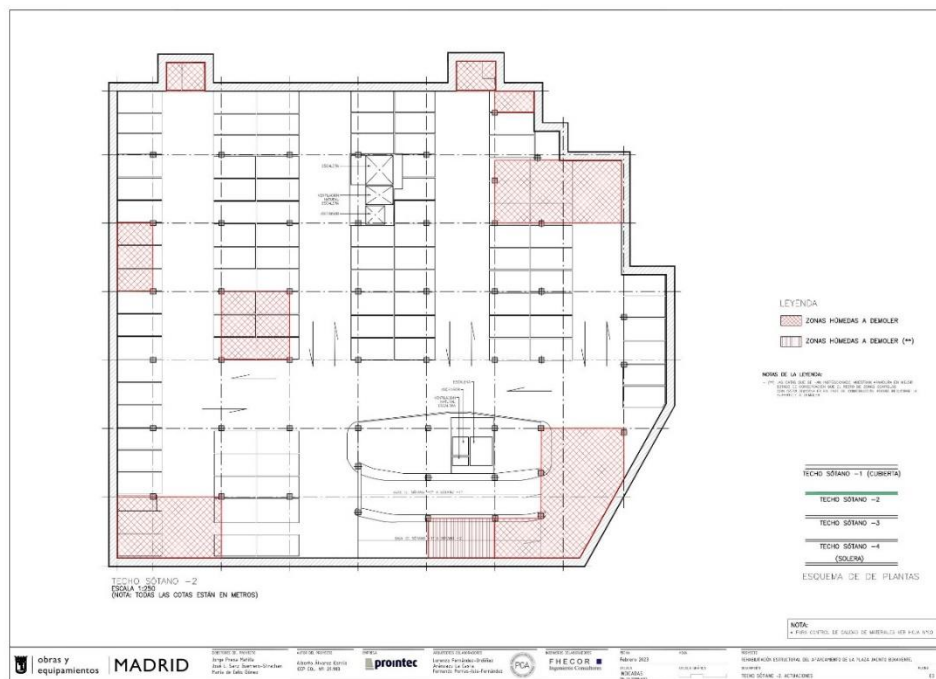


Figura 4-2 Plano que muestra las zonas confirmadas como húmedas, sombreadas en rojo (techo sótano -2)

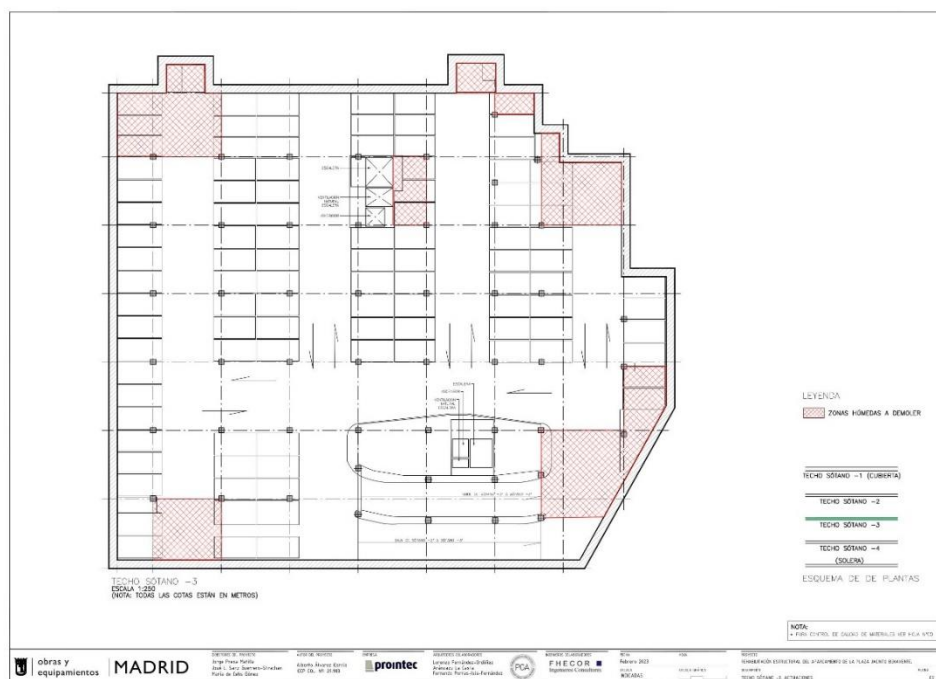


Figura 4-3 Plano que muestra las zonas confirmadas como húmedas, sombreadas en rojo (techo sótano -3)

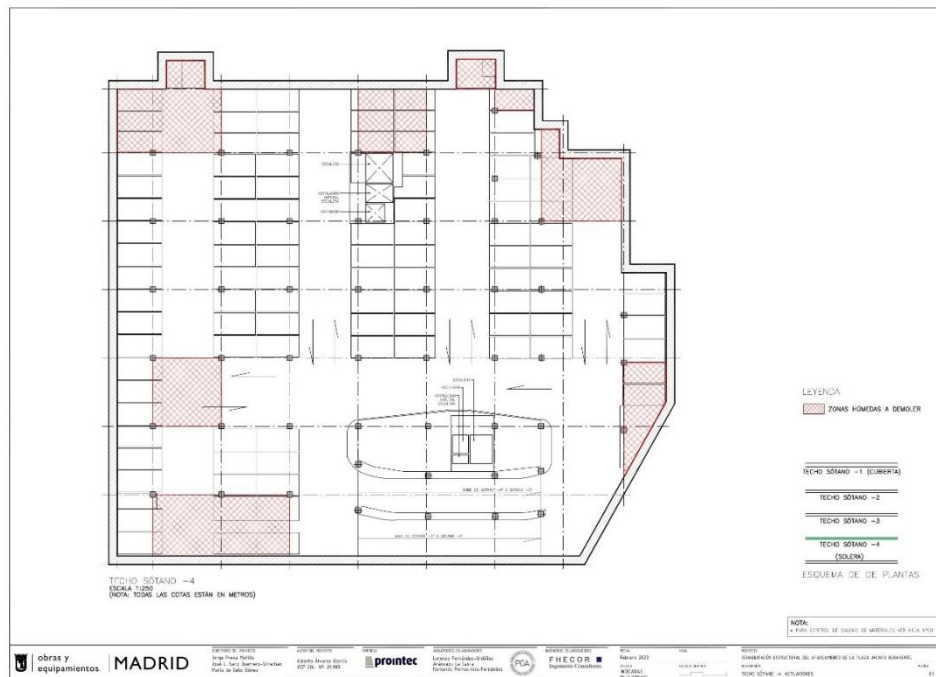


Figura 4-4 Plano que muestra las zonas confirmadas como húmedas, sombreadas en rojo (techo sótano -4)

5 CAMPAÑA DE ENSAYOS

A continuación, se resumen los trabajos realizados en la fase de informe junto con sus resultados, además de presentar los nuevos trabajos llevados a cabo en la fase de proyecto y sus respectivos resultados.

5.1 FASE DE INFORME

5.1.1 TRABAJOS REALIZADOS EN FASE DE INFORME

Durante los trabajos realizados entre los días 25/07/2023 y 11/08/2023, ADAMAS ha procedido a la realización de ensayos tanto destructivos (catas, taladros y testigos) como no destructivos (inspección con pachómetro) para obtener información de la estructura existente en el Aparcamiento Jacinto Benavente.

- 25 catas en estructura de hormigón (losas, muros y forjados) para descubrir las armaduras existentes y poder medir dimensiones de estas (diámetros, separaciones, recubrimientos y profundidad de carbonatación).
- 40 taladros en estructura de hormigón (forjados) para medir in situ la profundidad de carbonatación.
- 64 inspecciones con pachómetro para determinar la localización de la armadura y espesor de recubrimiento en elementos de hormigón armado.
- 2 medidas del espesor de un pilar metálico existente mediante ultrasonidos.
- 10 medidas espesores de forjado.
- 3 extracciones de testigos de hormigón para comprobar su resistencia a compresión y medida de profundidad de carbonatación.
- 3 extracción de testigos para cálculo de módulo de elasticidad.

5.1.2 RESULTADOS DE ENSAYOS EN FASE DE INFORME

ESPESOR DE RECUBRIMIENTO DE LA ARMADURA EN LOS FORJADOS

El espesor del recubrimiento se registró de dos formas diferentes. Mediante una medición manual en cada cata y mediante el pachómetro. El recubrimiento promedio por cada plan se resume en la siguiente tabla. Las mediciones individuales se pueden consultar en el informe inicial.

Tabla 5-1. Recubrimiento promedio en los forjados, en mm

Planta	Recubrimiento promedio [mm]	
	Pachómetro	Cata
-1	21	18
-2	18	19
-3	22	18
-4	23	17

Como puede observarse el valor del recubrimiento con ambos sistemas de medición es pequeño.

PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN EN LOS FORJADOS

La profundidad de carbonatación se registró de dos formas diferentes: mediante una medición manual en cada cata y mediante los taladros en el hormigón. La profundidad de carbonatación promedio por para ambos métodos se resume en la siguiente tabla. Las mediciones individuales se pueden consultar en el informe inicial.

Tabla 5-2. Carbonatación promedia en los forjados, en mm

Carbonatación promedia [mm]		
Planta	Taladros	Catas
-1	21	55
-2	7	47
-3	14	33
-4	2	42

Dada la disparidad de resultados entre ambos métodos de medición, se solicita a ADAMAS una explicación de tales discrepancias, respondiendo éstos que, al haberse abierto las catas unos días antes de realizar los ensayos, es posible que la profundidad de carbonatación haya avanzado. Para comprobar si es así se solicitan unas mediciones de contraste.

Con fecha 11/10/2023 se realizan dos catas adicionales de contraste y los resultados confirman profundidades de carbonatación más similares a las vistas en los taladros. Esto confirma la hipótesis de ADAMAS de que las catas anteriores pudieron haber estado abiertas demasiado tiempo y la profundidad de carbonatación no es fiable.

Por esta razón se descartan los valores de profundidad de carbonatación de las catas iniciales y se emplea únicamente la carbonatación promedio de cada planta medida con taladros para las estimaciones de vida útil.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN Y MÓDULO DE ELASTICIDAD

Se han extraído seis testigos de hormigón para comprobar su resistencia a compresión.

Tabla 5-3 Resistencia a compresión del hormigón, en N/mm²

Testigo	Resistencia a compresión en laboratorio [N/mm ²]	Resistencia a compresión de proyecto [N/mm ²]
TC1/S1	16	22.5
TC2/S2	22.4	22.5
TC3/S3	15.2	22.5
T1	18.7	22.5
T2	15.8	22.5
T3	18	22.5
Promedio	17.7	22.5

Las resistencias a compresión obtenidas concuerdan con el valor de resistencia a compresión de proyecto y con los valores habituales en la época de construcción del edificio.

En las zonas de testigos T1-T2-T3 de la losa de cubierta se solicitó también obtener el módulo de elasticidad del hormigón, ya que es un buen indicador para confirmar o descartar la presencia de árido-álcali, posible por el tipo de árido silíceo que se utilizaba habitualmente en Madrid en los años de construcción del edificio. Las reacciones árido-álcali son un proceso químico entre agua externa y

áridos con alta cantidad de sílice que produce gel de silicato y resulta en expansión y fisuración del hormigón. A consecuencia de esta fisuración, el módulo de elasticidad se ve reducido.

Tabla 5-4 Módulo secante de elasticidad en compresión, en GPa

Testigo	Resistencia a compresión tras módulo [MPa]	Módulo secante de elasticidad estabilizado [GPa]
T1	35.2	24.4
T2	38.1	26.7
T3	33.3	22.6
Promedio	35.5	24.6

El valor promedio de resistencia a compresión (35.5 MPa) obtenido en T1-T2-T3 durante las pruebas para evaluar el módulo de elasticidad es muy superior al valor promedio de los ensayos de resistencia a compresión (17.7 MPa) y el valor de proyecto (22.5 MPa). Al no obtener explicación a esta discrepancia por parte de ADAMAS, se solicitan tres ensayos adicionales de contraste. Los testigos se extraen con fecha 14.11.2023 y presentan resultados similares.

5.2 FASE DE PROYECTO

5.2.1 TRABAJOS REALIZADOS EN FASE DE PROYECTO

Durante los trabajos realizados entre los días 04/01/2024 y 01/02/2024 se ha procedido a la apertura de catas para realizar inspecciones visuales del estado de la armadura, así como confirmar la geometría de los elementos estructurales.

- 48 catas en estructuras de hormigón (forjados y rampas) para descubrir las armaduras existentes y evaluar el estado del acero.
- En 2 puntos, retirada del revestimiento bajo los forjados para confirmar el ancho de los ábacos y medir la distancia entre ejes de los nervios.
- 2 extracciones de testigos de hormigón para detectar presencia de reacciones de tipo árido-álcali, ya que su presencia no se pudo confirmar o descartar en ensayos anteriores.
- 1 cata para confirmar si el muro de separación entre la rampa de entrada al aparcamiento y la de salida por la calle del doctor Cortezo es un muro estructural de hormigón armado.

Las fotografías de las catas abiertas se incluyen en el Anejo N.1.

5.2.2 RESULTADOS DE ENSAYOS EN FASE DE PROYECTO

ANCHO ABACOS Y DISTANCIA ENTRE EJES DE LOS NERVIOS

La memoria de cálculo del proyecto original de 1970 no proporciona información clara sobre el ancho de los ábacos y la distancia entre ejes de los nervios. Sin embargo, un croquis adjunto en esa memoria de 1970 acota nervios de 10cm y distancia entre ejes de nervios de 80cm. De manera similar, se ha extrapolado a partir de un plano de 1970 una dimensión de ábaco entre 1.8m y 1.9m.

Se ha solicitado descubrir una parte del revestimiento bajo los forjados de 2m x 1m en zona de pilares, con el objetivo de confirmar las hipótesis mencionadas. Esta operación se ha realizado cerca de dos pilares diferentes, uno en el forjado de techo del sótano -2 y otro en el forjado de techo del sótano -3.

Tabla 5-5. Dimensiones ábacos y nervios medidas en sitio, en m

Planta	Distancia entre cara de pilar y borde ábaco [m]	Ancho bloque de aligeramiento (3 bloques cada casetón) [m]	Distancia entre ejes nervios [m]
-2	0.78	0.25	-
-3	-	0.23	0.88

Como se puede observar a partir de la distancia medida desde la cara del pilar hasta el borde del ábaco, y conociendo el ancho del pilar, es razonable considerar un ábaco con ancho entre 1.8m y 1.9m en nuestro informe. La distancia medida entre los ejes de los nervios es ligeramente mayor de lo esperado, pero este tipo de mediciones *in situ* no son muy precisas, por lo que se puede confirmar la estimación inicial de 80cm.

ENSAYOS DE REACTIVIDAD ÁRIDO-ÁLCALI

Se ha determinado la a reactividad potencial álcali-sílice u álcali-silicato de los áridos con el método acelerado en probetas de mortero. Se resumen los resultados a continuación.

Tabla 5-6. Dimensiones ábacos y nervios medidas en sitio, en m

Probeta	Expansión lineal a los 14 días de tratamiento alcalino (%)
Probeta n.1	0.035
Probeta n.1	0.036
Probeta n.1	0.034
Expansión lineal media	0.04

El árido resulta no reactivo, siendo la expansión $\leq 0.10\%$.

6 CONCLUSIONES DE LAS INSPECCIONES

FASE DE INFORME

Las inspecciones visuales iniciales sugirieron que una parte de los forjados presentaban signos de daño causado por la humedad. La siguiente investigación con catas mostró que, en la mayor parte de las zonas de los forjados analizadas, la profundidad de carbonatación es baja y no ha llegado al armado.

Sin embargo, en las inspecciones visuales, sí se apreció corrosión de la armadura en algunas zonas. Esta corrosión no es debida a la pérdida de la protección de la armadura por la carbonatación del hormigón, sino al contacto directo con el agua que se ha filtrado al aparcamiento. Por este motivo, se ha recomendado implementar medidas que eviten la entrada de agua a la estructura, como la impermeabilización de la cubierta o la adecuada canalización del agua en las rampas de acceso.

Analizado el estado de la estructura, se propusieron algunas medidas de prevención/repación de los forjados para cada una de las tres zonas identificadas. Mas detalles se pueden leer en el informe entregado en noviembre de 2023.

FASE DE PROYECTO

La fase de proyecto se centra exclusivamente en identificar las áreas que necesitan ser demolidas por completo y reconstruidas. Por esta razón, las inspecciones visuales y la nueva campaña de catas se han enfocado únicamente en confirmar las zonas con alta humedad que requieren demolición y reconstrucción y ampliarlas si es necesario. Aquellas zonas donde tanto las inspecciones visuales como las catas indican claramente signos de alta humedad se han marcado de manera destacada en los nuevos planos como "ZONAS DE FORJADOS A DEMOLER".

Sin embargo, las zonas de techo sobre los túneles de entrada y salida al sótano -1 desde la calle presentan información contradictoria. Las catas ejecutadas muestran que la armadura está en buen estado, con señales de corrosión muy bajas o ausentes. En cambio, durante las inspecciones realizadas en días lluviosos, se ha observado claramente que todas estas zonas están visiblemente húmedas, con agua goteando en varios sitios. Por precaución, se considera que estas zonas necesitan ser demolidas, aunque se recomienda una campaña de investigación más detallada en estas áreas en primeras fases de obra, ya que se considera posible evitar su demolición con más ensayos. En apartados posteriores se indican pautas a seguir para las posibles inspecciones en fase de obra.

Cabe destacar que las catas solicitadas para inspeccionar visualmente el estado de la armadura se han ejecutado prácticamente en su totalidad en la cara inferior de los forjados. En la cara superior la dificultad de apertura de catas es mayor debido al pavimento y a los rellenos sobre la cubierta. No obstante, se han pedido algunas catas para comprobar el estado de la armadura, observándose que todas se encuentran en buen estado, probablemente por la protección adicional que supone el pavimento.

En las inspecciones visuales se observa también el mal estado de conservación de los patinillos de ventilación, esperable al ser un punto de entrada de agua. Se propondrá una solución de reparación para los estampidores que arriostran los muros de contención en estos patinillos.

De cara a la durabilidad tanto de la estructura que se mantiene como de la que se va a ejecutar nueva, se incide en la importancia de actuar para reducir la entrada de agua al mínimo. Se recomiendan las siguientes actuaciones:

- Impermeabilización de toda la superficie de cubierta
- Saneado e impermeabilización de patinillos de ventilación
- Canalización y recogida del agua que se filtra a través de los muros.
- Canalización y recogida del agua en las rampas de acceso.

7 PROPUESTAS DE REPARACIÓN

En líneas generales, se definen las siguientes actuaciones de reparación para cada una de las situaciones identificadas:

- Reconstrucción de forjados interiores y rampas: en los paños clasificados en los planos como ZONAS DE FORJADO A DEMOLER, donde la pérdida de sección de la armadura por corrosión no es aceptable y se observa humedad generalizada en toda la superficie, se procederá a la demolición del paño de forjado y se reconstruirá con losa maciza.
- Reconstrucción de forjado de cubierta: en el forjado de cubierta se aplica la misma solución que para los forjados interiores, con algunas particularidades en el armado de punzonamiento y el apoyo de la losa en los pilares existentes.
- Ampliación del forjado de cubierta en el hueco que genera la rampa de acceso al aparcamiento y demolición de dicha rampa.
- Reparación de los estampidores en los patinillos de ventilación.

Cabe destacar que se ha procedido a comprobar que los pilares definidos en planos de proyecto (aun habiendo contradicciones se han comprobado los pilares pésimos) son capaces de resistir las acciones del estado reformado. En el anejo se incluyen las comprobaciones realizadas.

7.1 RECONSTRUCCIÓN DE FORJADOS INTERIORES Y RAMPAS

En los paños clasificados en los planos como ZONAS DE FORJADO A DEMOLER se procederá a la demolición de los forjados reticulares y se reconstruirán como losas macizas del mismo canto. Esta elección se basa en la optimización del tiempo de ejecución, ya que la construcción de losas macizas no requiere la disposición de casetones ni ajustes complejos en el encofrado. Esto agiliza considerablemente el proceso constructivo, reduciendo costos y tiempos de mano de obra. Aunque la solución de losas macizas implica un ligero aumento en el peso propio de la estructura, este incremento es poco significativo en comparación con los ahorros obtenidos en tiempo y recursos.

La demolición de los forjados reticulares y su reconstrucción como losas macizas del mismo canto se ejecutará mediante el siguiente procedimiento.

- Apuntalado de todos los vanos contiguos al que se va a demoler, 1 nivel de apuntalado.
- Corte con disco diamantado delimitando las zonas de forjado que se demueven por cizalladura y manualmente con compresor. Las zonas a demoler manualmente son las cercanas al ábaco, en las que se deberá garantizar que las barras de armado existentes se mantienen en buen estado, de forma que se puedan solapar con las barras nuevas. Sólo en casos excepcionales en los que por el proceso de demolición se haya dañado o cortado alguna barra, se podrá soldar la nueva a la existente en lugar de solaparlas. Si estas barras se encuentran corroídas, no cumpliendo con los requisitos explicados en el apartado 9, será necesario proceder con la demolición de los ábacos también.
- Demolición con cizalladura
- Demolición manual con compresor de las zonas ya descritas en las que se necesita mantener el armado existente
- Apuntalado y encofrado de la zona demolida sobre dos niveles de forjados.
- Ejecución de losa maciza de igual canto en la zona demolida, dando continuidad entre el armado nuevo y el existente preferiblemente por solape según lo ya comentado. Adicionalmente se dispondrán conectores entre la losa existente y la nueva.

Se resumen a continuación algunos puntos cruciales a tener en consideración.

Demolición con o sin ábacos

La demolición y reconstrucción de los forjados reticulares puede ser de dos tipos: conservando los ábacos en las esquinas del paño en cuestión, o procediendo a su demolición. La decisión entre estas alternativas se basa en el estado del armado de los nervios que salen de los ábacos durante la demolición del forjado.

- *Sin demolición de ábacos:* En casos en que el armado de los nervios que se extienden desde un ábaco se encuentre en buen estado, sin evidencia de corrosión, la demolición se limita a los nervios y casetones, con cuidado de dejar la longitud mínima de solape. La nueva armadura se conecta de manera directa a la existente preferiblemente mediante solapes, y sólo si no es posible por soldaduras o taladros en el ábaco.

- *Con demolición de ábacos:* Cuando el armado de los nervios que nacen desde un ábaco muestra indicios corrosión significativa, como pérdida de sección inaceptable, se deberá proceder a la demolición del ábaco y la reconstrucción completa del elemento como losa maciza. Los criterios de pérdida de sección aceptable se explican en más detalle en el apartado 9.

Disposición de armado

Como ya se ha indicado, se deberá garantizar la continuidad entre el armado existente y el armado nuevo. Con este objetivo no se ha dispuesto el armado de las losas nuevas repartido uniformemente, sino respetando la distribución de nervios existentes, concentrando el armado principal en el ancho de los nervios para poder solaparlo con el existente. Se han dispuesto asimismo cuantías mayores en los nervios que conectan con los ábacos, más solicitados que los centrales.

En caso de demolición de ábacos, se plantea la necesidad de reconstrucción del armado de punzonamiento. En los tres forjados interiores de canto 0.30m, el armado de punzonamiento previsto es mediante horquillas.

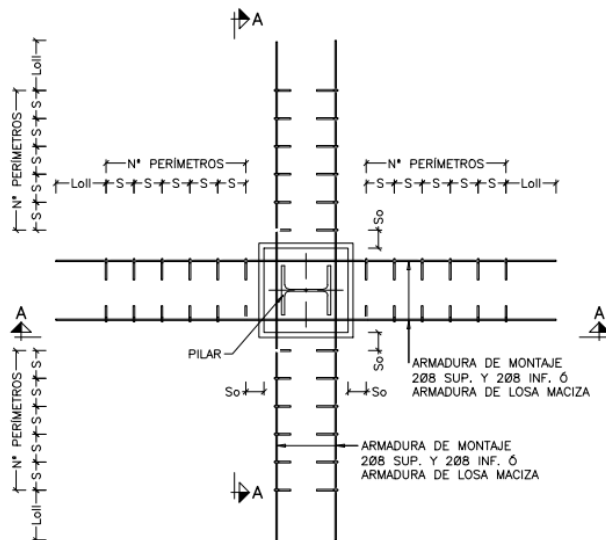


Figura 7-1 Detalle general armadura de punzonamiento con horquillas en pilares interiores.

Criterios generales de apuntalado para demolición forjados

Antes de proceder con la demolición de un paño, es imprescindible apuntalar los paños adyacentes hasta un nivel inferior, indicado en verde en la figura siguiente.

Posteriormente, previo a la armadura y hormigonado del paño demolido para la construcción de la losa maciza, se requiere apuntalar dicho paño. En el caso de paños de cubierta, se apuntalarán 3 niveles de forjado. En el caso de paños de forjados interiores (techos niveles -2, -3, -4), se apuntalarán 2 niveles de forjado. Se indica en rojo en la figura siguiente.

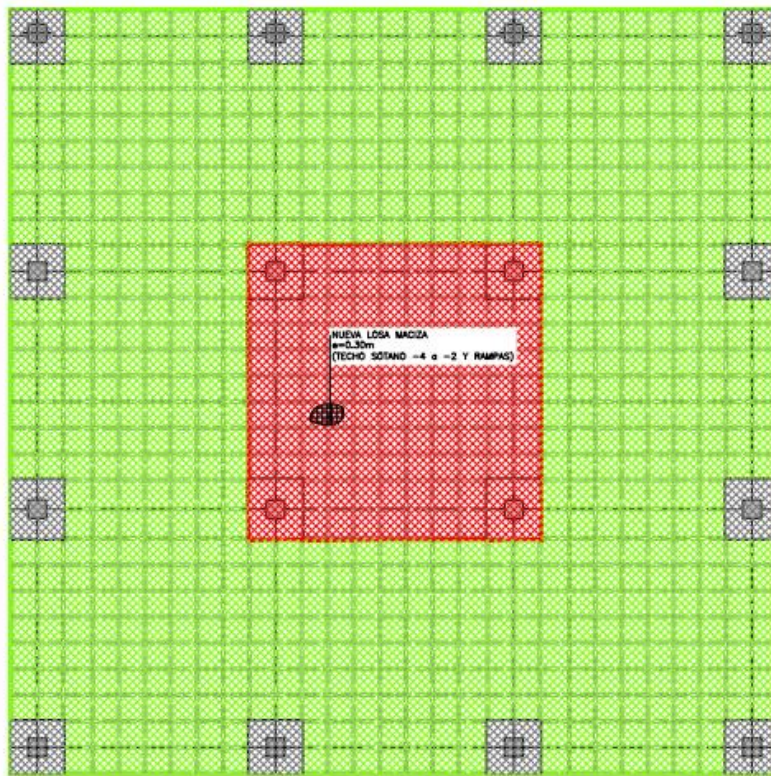


Figura 7-2 Esquema de apuntalamiento: verde 1 nivel de forjado, rojo 3 niveles si estamos en la cubierta, 2 niveles si estamos en los forjados interiores.

Con la demolición del paño afectado, se interrumpe la continuidad estructural entre vanos. Dado que se van a apuntalar los vanos adyacentes no se producirán deformaciones en los forjados fruto del proceso de reparación.

Criterios específicos de apuntalamiento para demolición forjados junto a muros

Además de los criterios generales de apuntalamiento explicados en el subapartado anterior, se incluyen algunas reglas para los casos específicos en los que los paños a demoler son adyacentes a muros.

Deberá prestarse especial cuidado a la demolición de los paños que apoyen en el muro perimetral, de forma que al demolerlos no se comprometa la estabilidad lateral del muro. Para ello, se podrá demoler solamente un paño por vez, esperando a que este primer paño esté reconstruido para demoler el siguiente. Asimismo, no se podrá demoler el mismo paño en varias plantas simultáneamente, sino sólo en una de ellas.

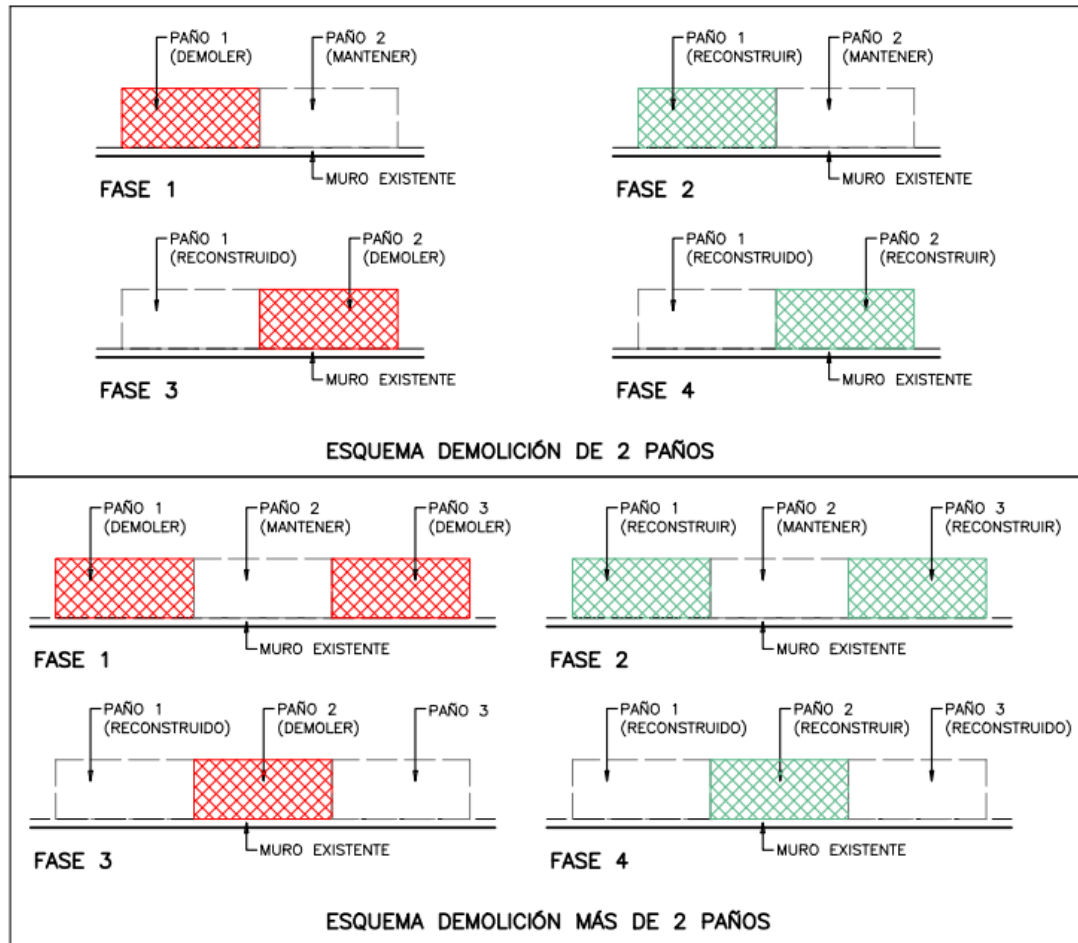


Figura 7-3 Proceso constructivo de paños que apoyan en el muro perimetral.

Inspecciones adicionales en fase de obra

La superficie definida a demoler se ha acotado en base a las catas realizadas tanto en fase del informe previo como en fase de proyecto. Si se desea en fase de construcción, se podría ampliar el número de catas con el objetivo de acotar aún más estas zonas. En el apartado 9 se definen los criterios a seguir en las inspecciones adicionales en fase de obra.

Concretamente en algunos paños de forjado se ha observado mucha humedad y se encuentran cerca de zonas con daños fuertes a la armadura. Sin embargo, las catas solicitadas muestran armado en mejor estado. En estos paños, que se han indicado en los planos, se recomienda abrir catas adicionales para ver si se puede evitar su demolición.

Huecos en nuevos forjados

En caso se necesitan huecos de dimensiones hasta 0.80x0.80m, se podrán disponer dichos huecos entre los armados principales, interrumpiendo únicamente el armado entre nervio, sin precauciones adicionales.

En caso de huecos de dimensiones hasta 1.60x1.60m, dado que se deben cortar también los armados principales, se definen zunchos de borde según el siguiente detalle.

Huecos de dimensiones superiores a las indicadas no se han contemplado en esto proyecto, y de ser necesarios deberán ser estudiados en más detalle.

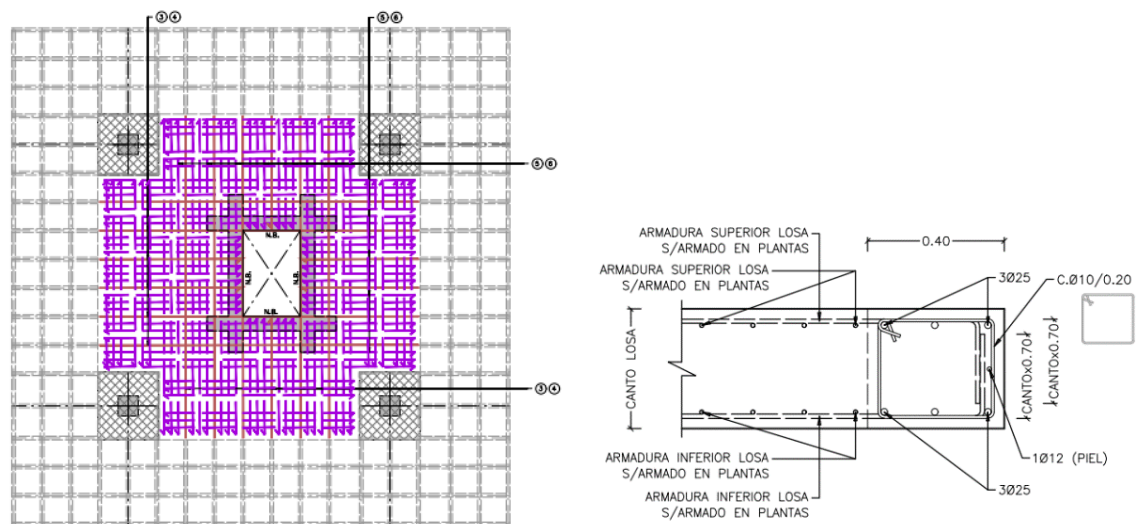


Figura 7-4 Zunchos de borde en huecos entre 0.80m y 1.60m de ancho.

7.2 RECONSTRUCCIÓN DE FORJADO DE CUBIERTA

La solución de reconstrucción de los paños del forjado de cubierta es la misma que la del resto de forjados, con algunas puntualizaciones:

Disposición de armado

Al contrario que para las losas interiores, debido a las cargas altas que se han considerado y que se comentaran a continuación y a las cuantías de armadura muy elevadas que resultan, se ha dispuesto el armado repartido uniformemente en lugar de respetando la distribución de nervios existentes.

Punzonamiento

Para el armado de punzonamiento en los ábacos que se demuelan y reconstruyen se ha definido una solución con studs comerciales debido a las altas cargas que se han considerado en el dimensionamiento de cubierta.

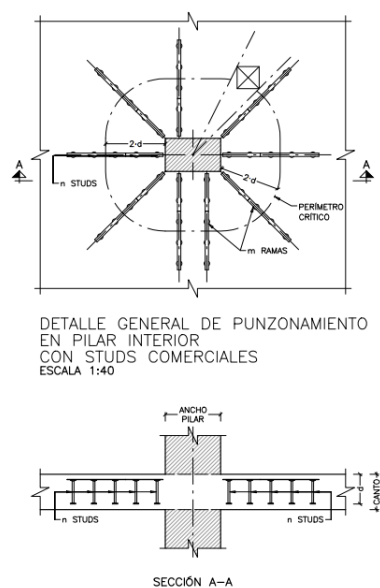


Figura 7-5 Detalle de capitel nuevo de pilares

Inspecciones de ábacos en fase de obra

Como se describe en otros apartados, se desconoce tanto la distribución de las cargas originales que se consideraron en proyecto como las cargas futuras previstas la remodelación de la plaza. Especialmente en el caso de que se demuelan paños de forjado sin demoler los ábacos, es imprescindible hacer catas desde la cara superior de la losa para determinar la capacidad de estos ábacos a punzonamiento y flexión negativa, de forma que se pueda garantizar que éstos aguantan las cargas previstas en proyecto.

Apoyo de la losa en los pilares metálicos

En algunas de las imágenes de la documentación existente de las que se dispone, se muestran crucetas metálicas que conectan el forjado a los pilares. Dada la dificultad de mantener estas crucetas en buen estado tras la demolición, y los problemas que suponen a la colocación de armado, se define un detalle de apoyo mediante capiteles metálicos.

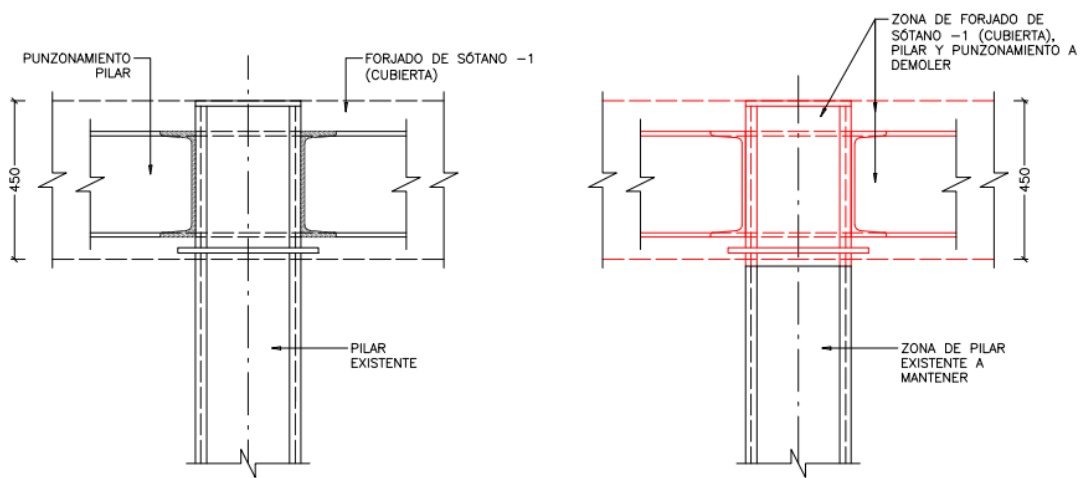


Figura 7-6 Detalle de demolición y corte de pilares en paños de cubierta a reconstruir.

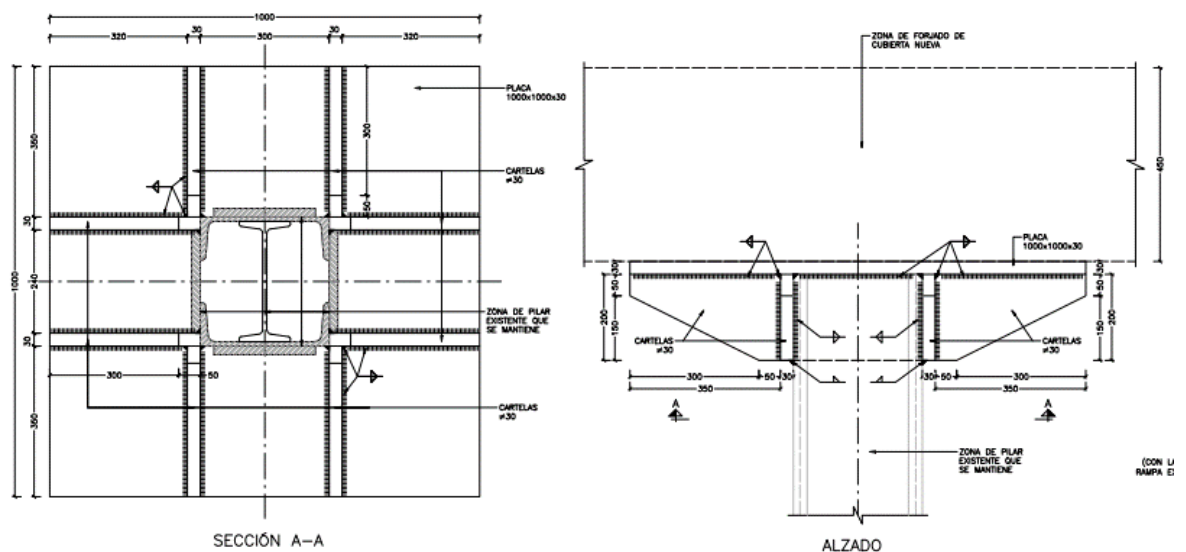


Figura 7-7 Detalle de capitel nuevo de pilares

Al no haberse encontrado reacción en los ensayos de árido-Álcali

7.3 RAMPA DE ACCESO AL SOTANO -1

Se contempla ampliar el forjado de cubierta para cerrar el hueco que genera la rampa de bajada desde la plaza al aparcamiento.

La ampliación del forjado se podrá realizar con la misma solución que para la reconstrucción del forjado.

En su extremo, esta ampliación deberá apoyar sobre el muro que actualmente separa la rampa de bajada al aparcamiento con la rampa de subida a la calle del Doctor Cortezo. Se ha solicitado una cata para determinar la naturaleza de este muro. En la cata realizada se observa que el muro es de hormigón, no habiéndose encontrado ninguna barra de armado.

Una vez cerrada la cubierta que genera el hueco de la rampa de bajada, se contemplan dos opciones para la propia rampa, consistentes en demolerla o mantenerla para aprovecharla con otros usos.

Si se decide demoler la rampa, que es la opción que se ha contemplado en este proyecto, deberá tenerse en cuenta que se pierde el arriostramiento tanto de los pilares metálicos como del muro sobre el que ésta se apoya. En cuanto a los pilares, se ha definido por tanto una solución de vigas metálicas que arriostren los pilares en ambas direcciones, a colocar antes de demoler la rampa. En cuanto al muro, en la cata realizada no se ha observado armado, y no ha sido posible realizar más catas para confirmar que el muro es de hormigón en masa. Será necesario en fase de obra confirmar si hay armado o no, ya que de no haberlo, deberá definirse una solución alternativa para no cambiar el arriostramiento de dicho muro.

En el caso de que se decida mantener la rampa, deberán hacerse inspecciones adicionales para determinar su estado y las actuaciones que fueran necesarias para su rehabilitación.

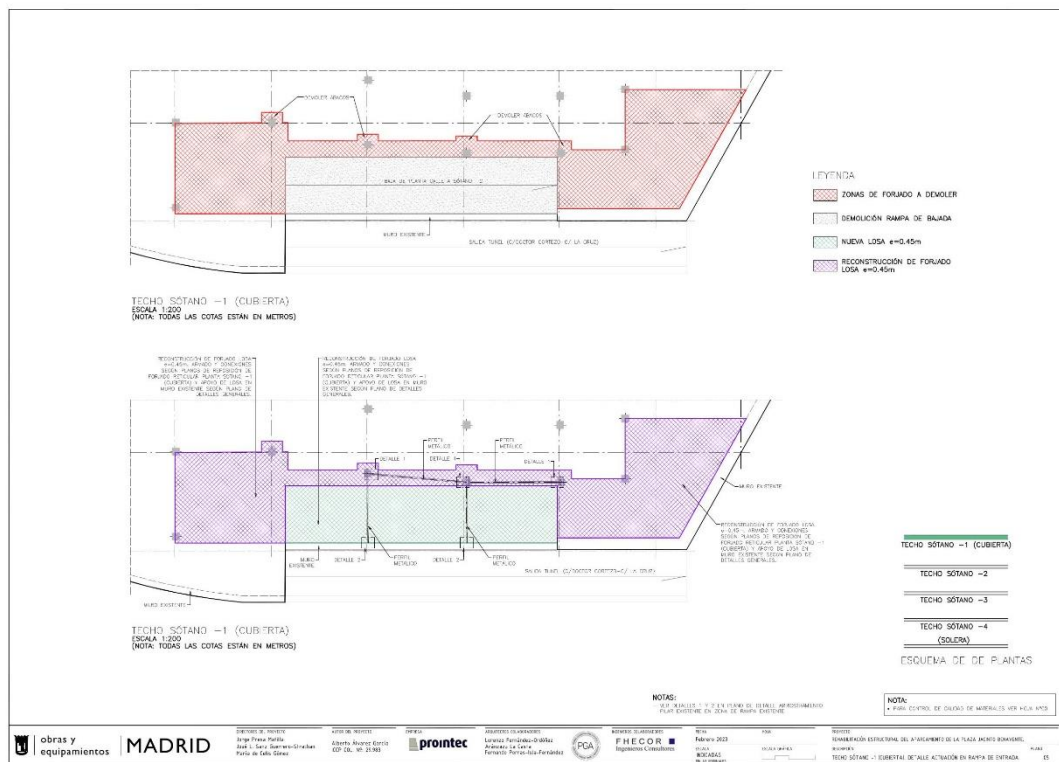


Figura 7-8 Actuaciones a realizarse en la rampa de acceso al sótano -1.

7.4 RECONSTRUCCIÓN DE ESTAMPIDORES EN PATINILLOS DE VENTILACIÓN

En las inspecciones se ha observado que en los patinillos de ventilación se ejecutaron varios niveles de emparrillados de vigas de hormigón, que funcionan como estampidores de los muros de contención. Estos estampidores se encuentran en muy mal estado y se considera necesaria su demolición y reconstrucción.

Se ha definido así un detalle de esta actuación consistente en la reconstrucción de este emparrillado con la misma geometría que el existente, para no quitar arriostramientos ni reducir la superficie de ventilación.

De cara al proceso de ejecución, no se podrá demoler más de un nivel de estampidores por patinillo a la vez.

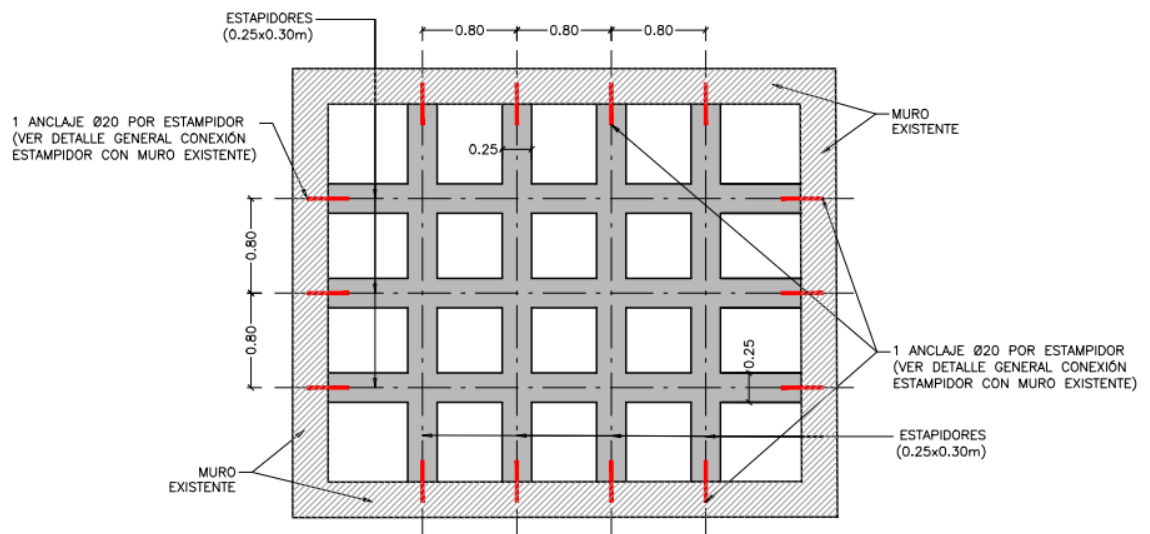


Figura 7-9 Detalle tipo reposición de estampidores en patinillos.

8 BASES DE DISEÑO DE LAS SOLUCIONES DE REPARACIÓN

Se resumen a continuación los parámetros principales que se han considerado en el diseño de las soluciones de reparación. Para más detalle se puede consultar el Anejo N.2 de esta memoria.

8.1 NORMATIVA UTILIZADA

Las normativas de obligado cumplimiento para esta estructura se detallan en el Anejo N.2.

8.2 HIPÓTESIS DE CARGA

Como ya se mencionado en apartados anteriores, la memoria de proyecto original de 1970 no tiene información detallada y precisa sobre las cargas consideradas en proyecto. No ha sido posible determinar con fiabilidad ni la magnitud de estas cargas ni en qué zonas se han aplicado.

Tampoco se dispone de información sobre las actuaciones previstas en la remodelación de la plaza de Jacinto Benavente. Se desconocen por tanto las cargas futuras en los forjados de cubierta a demoler y reconstruir.

En las Tabla 8-1 y Tabla 8-2 se recogen las cargas que se ha decidido considerar en el presente proyecto, que se dividen en zonas transitables y no transitables por vehículos. Se decide de forma conservadora aplicar en todos los paños a demoler y reconstruir las cargas correspondientes a zonas de forjado de cubierta no transitable por vehículos, siendo la combinación más desfavorable entre las dos. En el caso de la carga muerta, debido a las varias incertidumbres, se ha sumado a los 25kN/m² de relleno los 4 kN/m² de carga muerta del pavimento. La sobrecarga considerada son 5kN/m², correspondiente a zonas de acceso público según el CTE.

Las zonas del forjado cubierta que se mantienen no están incluidas en el alcance de este proyecto. En la información recibida no se encuentran los planos de armado de este forjado ni se acotan con claridad las cargas consideradas para su diseño. A la vista de esto, y de cara a la remodelación de la plaza, se recomienda comprobar que las cargas previstas no superen las actuales, o si es necesario superarlas, se defina una estructura con capacidad de transmitirla directamente a los pilares.

Se recogen a continuación las cargas que se han considerado:

Peso propio de los elementos estructurales:

- Hormigón armado: 25.0 kN/m³
- Acero estructural: 78.5 kN/m³

Cargas muertas:

Tabla 8-1. Cargas muertas

Zona	Tipo	Carga muerta [kN/m ²]
Forjados interiores y rampas	Pavimento	0.50
Forjado de cubierta no transitable por vehículos	1,25 m relleno tierras	25.00
Forjado de cubierta transitable por vehículos	Pavimento	4.00

Sobrecargas de uso:

Tabla 8-2. Sobrecargas

Zona	Tipo	Sobrecarga de uso [kN/m ²]
Forjados interiores y rampas	Zonas de tráfico	4.00
Forjado de cubierta no transitable por vehículos	Zonas de acceso público	5.00
Forjado de cubierta transitable por vehículos	Camión de bomberos (accidental)	20.00

8.3 MATERIALES

8.3.1 Hormigón

De conformidad a la normativa utilizada, se proponen los siguientes tipos de hormigones:

Tabla 8-3. Tipos de hormigones

Materiales	Calidad	Observaciones
Hormigón en forjados	HA-30/L/16/XC4	Exposición a condiciones de humedad cíclicas por entradas de agua

8.3.2 Acero pasivo

Para el proyecto se empleará acero B-500-SD.

8.3.3 Acero estructural

La calidad del acero en perfiles laminados en caliente o armados y chapas será como mínimo S275JR (según normativa UNE_EN10025-2) con límite elástico de 275 N/mm² y tensión de rotura de 430 N/mm².

La calidad del acero en perfiles tubulares será como mínimo S275JRH (según normativa UNE_EN10025-2) con límite elástico de 275 N/mm² y tensión de rotura de 430 N/mm².

Las conexiones se realizarán mediante soldadura o uniones atornilladas de acuerdo a los detalles especificados en planos.

8.3.4 Condiciones de durabilidad estructuras de hormigón

Las prescripciones del CTE y el Código Estructural se orientan en orden a asegurar que:

- La vida útil nominal de la estructura que se reconstruye es de 50 años, de acuerdo con la Tabla 2.1 del Anejo 18 del Código Estructural.

De acuerdo con el tipo de cemento que se especifica en los planos, el recubrimiento mínimo y nominal de las armaduras cumple lo establecido en el artículo 44.2.1. Los recubrimientos nominales en la estructura que ocupa este documento en función del ambiente que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 8-4. Recubrimientos nominales de proyecto para los distintos ambientes

Tipo de ambiente	Tipo de cemento	Recubrimiento nominal [mm]
XC4	Cualquiera	35

Mas detalles en el Anejo N.2 de esta memoria.

8.3.5 Condiciones de durabilidad estructuras de acero

La agresividad a la que está sometido cada elemento de acero se identificará por el tipo de ambiente, que se define en el apartado 80.1 del Código Estructural. A dichos efectos, se definen como clases de exposición relativas a la corrosividad del acero estructural las recogidas en las tablas 80.1.a y 80. 1.b del Código Estructural.

La estructura metálica existente puede considerarse expuesta a un ambiente tipo C3, con condiciones de humedad alta y ligera exposición a los gases de combustión de los vehículos.

8.4 FORMATO DE SEGURIDAD

8.4.1 Coeficientes de mayoración de acciones y minoración de materiales

El Código Estructural indica en el apartado 6.4.4 del Anejo 18 que “los valores de los coeficientes y para las acciones deben obtenerse de la reglamentación específica vigente y del Apéndice A”, y dicho apéndice hace referencia expresa al uso de los valores establecidos por el CTE. Así pues, se toman los valores indicados en el Anejo N.2 de esta memoria.

8.4.2 Combinación de acciones

Estados Límites de Servicio (E.L.S.) y Estados Límites Últimos (E.L.U.)

Según se recoge en el artículo 4 del “Código Técnico de la Edificación”, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los criterios descritos en el Anejo N.2 de esta memoria.

8.5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN EN SERVICIO

8.5.1 Estado límite de fisuración

En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras, que no suponen inconveniente para su normal utilización, siempre que se limite su abertura máxima a valores compatibles con las exigencias de durabilidad, funcionalidad, estanqueidad y apariencia. Las aberturas características de fisura máximas consideradas, a partir de la clase de exposición definida anteriormente son 0.3mm para hormigón armado (no pretensado).

8.6 RESISTENCIA AL FUEGO

Según se establece en la Sección 6 del CTE-DB-SI, la resistencia al fuego de la estructura será:

- Aparcamiento (edificio de uso exclusivo): R 90

Si en alguna zona puntual, debido a la existencia de equipos, etc., es necesaria una resistencia mayor, esto se logrará con revestimientos adecuados.

Se dotará a los elementos metálicos nuevos de un sistema certificado para alcanzar la resistencia requerida a fuego. Se repondrá la protección al fuego de los elementos existentes allí donde esté o quede dañada tras los trabajos de reconstrucción de forjados.

9 PAUTAS PARA INSPECCIONES EN FASE DE OBRA

La definición de la superficie de forjado a demoler se ha hecho en base a las inspecciones visuales del estado de la armadura en las catas que se han solicitado. Se plantean a continuación los criterios que se han seguido para definir las zonas a demoler, de forma que sea posible, si se desea en fase de construcción, ampliar el número de catas con el objetivo de acotar mejor estas zonas. En este sentido, se presenta una propuesta para una campaña de catas complementarias con dicho propósito.

Criterios de evaluación paños de forjado

Primeramente, se considera que es necesaria una inspección en todas las zonas de forjado en las que se observen machas de humedad, óxido, fisuras en el revestimiento o cualquier otro indicio de la presencia de agua. En los puntos mencionados deberá abrirse una cata para poder inspeccionar visualmente el estado de la armadura.

En función de la pérdida de sección que se detecte, será necesario actuar o no. La pérdida de sección puede determinarse de dos formas:

- Midiendo el diámetro de la barra en zona corroída y zona sin corrosión y comparando ambos. Se considera aceptable una pérdida de sección inferior al 10%. Bajo este umbral no es necesaria ninguna actuación de reposición de armado, pero es necesario eliminar el avance del deterioro.
- Si visualmente se observa que la barra mantiene la corruga, como aproximación se puede considerar que la pérdida de sección se encuentra por debajo del 10% ya mencionado. Si se ha perdido la corruga se hace necesario reponer la sección.

El siguiente paso sería determinar si estos daños constatados son localizados o generalizados en todo el paño de forjado. Si se trata del segundo caso, se hace necesaria su demolición y reconstrucción según los criterios definidos en este proyecto.

Si el daño es muy local se podrá reparar únicamente en ese punto sin necesidad de demoler y reconstruir todo el paño de forjado. En el informe se proponía ya una solución de reposición de armado consistente en el suelde de una barra adicional del mismo diámetro a ambos lados de la barra corroída, según la siguiente figura.

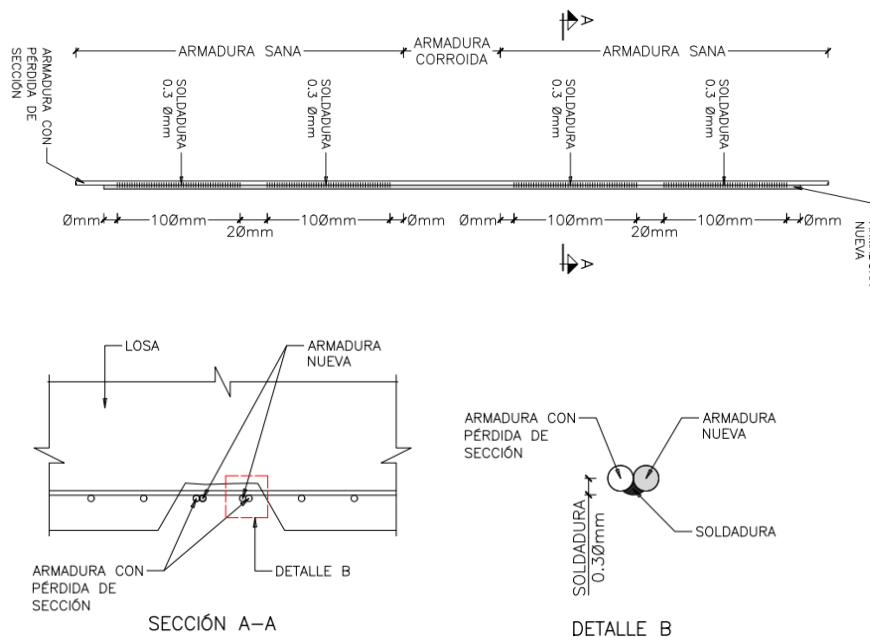


Figura 9-1 Detalle de reposición de armado según el informe previo.

Criterios de evaluación ábacos

Los criterios para determinar si es necesario incluir los ábacos en la demolición de un paño dañado siguen las mismas pautas explicadas anteriormente para el propio paño de forjado:

- El primer paso consiste en cortar el paño con disco diamantado, delimitando así las zonas que se pueden demoler con cizalla y las que deben demolerse manualmente con compresor para evitar daños al armado existente a solapar con el nuevo.
- Una vez demolida toda la superficie y estando las barras existentes expuestas, es necesario verificarlas con los criterios mencionados anteriormente, observando la pérdida de sección o el estado de la corruga. Si la pérdida de sección es aceptable, no es necesario demoler los ábacos y se puede realizar el solape con las nuevas barras aquí. Por otro lado, si estas barras no cumplen con los requisitos, es necesario ampliar la demolición de los ábacos por medios manuales también, de forma que se mantengan las barras existentes que deben solaparse con las nuevas.

Propuesta campaña de catas complementarias en forjados interiores

Se ha incluido en el presupuesto una previsión de 45 catas para inspeccionar el estado del armado en los 3 forjados interiores (techos niveles -2, -3, -4).

Se ha estimado que:

- En 15 de estas 45, es necesario demoler el paño.
- En 15 de estas 45, no es necesario demoler el paño y el armado se encuentra en buen estado. Se plantea la reparación de las catas con reposición de la sección mediante mortero tixotrópico.
- En 15 de estas 45, no es necesario demoler el paño, pero el armado necesita reposiciones puntuales. Se plantea la reparación de las catas con reposición de la sección mediante mortero tixotrópico y la reposición puntual de armado.

Propuesta campaña de catas complementarias en forjado de cubierta

Como se describe en otros apartados, se desconoce tanto la distribución de las cargas originales que se consideraron en proyecto como las cargas futuras previstas la remodelación de la plaza. Por lo tanto, se recomienda llevar a cabo una campaña de catas complementarias más exhaustiva en el forjado de la cubierta que permitan conocer en fase de ejecución las cargas finales que puede soportar la estructura,

Se propone realizar un mínimo de 2 catas en cada paño, una en la cara superior y otra en la cara inferior. De este modo, se ha incluido en el presupuesto la realización de 120 catas en total para evaluar el estado de la cubierta.

Se ha estimado que:

- En 40 de estas 120, es necesario demoler el paño.
- En 40 de estas 120, no es necesario demoler el paño y el armado se encuentra en buen estado. Se plantea la reparación de las catas con reposición de la sección mediante mortero tixotrópico.
- En 40 de estas 120, no es necesario demoler el paño, pero el armado necesita reposiciones puntuales. Se plantea la reparación de las catas con reposición de la sección mediante mortero tixotrópico y la reposición puntual de armado.

Nota sobre el armado existente

Durante la fase de demolición de los paños dañados, se tendrá la oportunidad de estudiar con mayor precisión el armado existente y adquirir un conocimiento más detallado sobre los refuerzos utilizados en los forjados. Este proceso permitirá obtener información valiosa que contribuirá a mejorar la comprensión de la estructura y facilitará la toma de decisiones durante la fase de reconstrucción.

ANEJO N° 1. DESCRIPCIÓN DE LAS INSPECCIONES VISUALES Y DE LA CAMPAÑA DE ENSAYOS EN FASE DE PROYECTO

1 INSPECCIONES VISUALES

Se realizaron varias inspecciones visuales en enero de 2024 para aclarar el estado de la estructura y establecer un plan de pruebas que incluye catas y extracción de testigos de hormigón. Estas inspecciones se realizaron tanto en días soleados como en días lluviosos, con el objetivo de comparar la apariencia visual de la estructura y cómo las precipitaciones afectan el nivel de humedad percibido dentro del aparcamiento.

1.1 PAÑOS DE FORJADOS

A continuación, se adjunta una imagen representativa para cada nivel de un paño de forjado en el que los signos de humedad son evidentes.



Figura 1-1 Ejemplo paño de forjado de sótano -1 con alto nivel de humedad percibida.



Figura 1-2 Ejemplo paño de forjado de sótano -2 con alto nivel de humedad percibida.



Figura 1-3 Ejemplo paño de forjado de sótano -3 con alto nivel de humedad percibida.



Figura 1-4 Ejemplo paño de forjado de sótano -4 con alto nivel de humedad percibida.

1.2 RAMPAS

Las rampas del aparcamiento también evidencian signos de humedad, siendo más prominentes en los sótanos -1 y -2. A continuación, se presentan algunas fotografías.



Figura 1-5 Daños en la rampa de bajada desde la plaza al sótano -1.

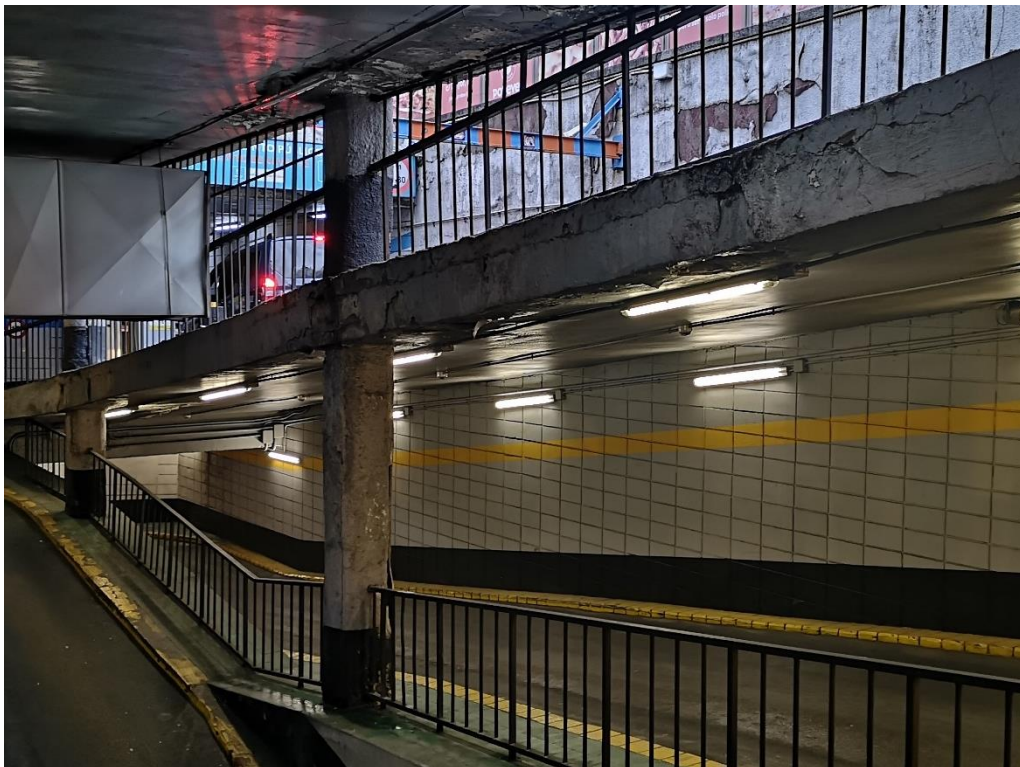


Figura 1-6 Daños en la rampa de bajada desde la plaza al sótano -1.



Figura 1-7 Daños en la rampa de bajada desde el sótano -1 al sótano -2.



Figura 1-8 Daños en la rampa de subida desde el sótano -2 al sótano -1.

1.3 ESTAMPIDORES EN PATINILLOS DE VENTILACIÓN

En los patinillos de ventilación se instalaron múltiples niveles de emparrillados de vigas de hormigón con función de estampidores para los muros de contención. El estado de deterioro significativo se puede apreciar en las siguientes fotos.



Figura 1-9 Detalle estampidores dañados.



Figura 1-10 Detalle estampidores dañados.



Figura 1-11 Patinillos de ventilación



Figura 1-12 Estado de techo en los pasillos de acceso a los patinillos.

1.4 TUNELES DE INGRESO/SALIDA EN DIAS LLUVIOSOS

Una inspección visual preliminar realizada en un día soleado en la cubierta del sótano -1 reveló que las tres zonas marcadas en rojo en la figura de abajo no mostraban signos significativos de humedad, excepto por algunos puntos locales aislados.

Sin embargo, durante una inspección visual siguiente realizada en un día lluvioso, quedó claro que todas estas áreas estaban cubiertas de gotas de agua en toda la superficie de la cubierta, incluso en lugares donde el agua goteaba activamente hacia el suelo.

Cabe destacar que la mayoría de las gotas parecían acumularse en la zona donde se supone que deben estar los nervios estructurales del forjado de cubierta, creando un distintivo "efecto reticular" de agrupación de agua, fácilmente observable a simple vista.

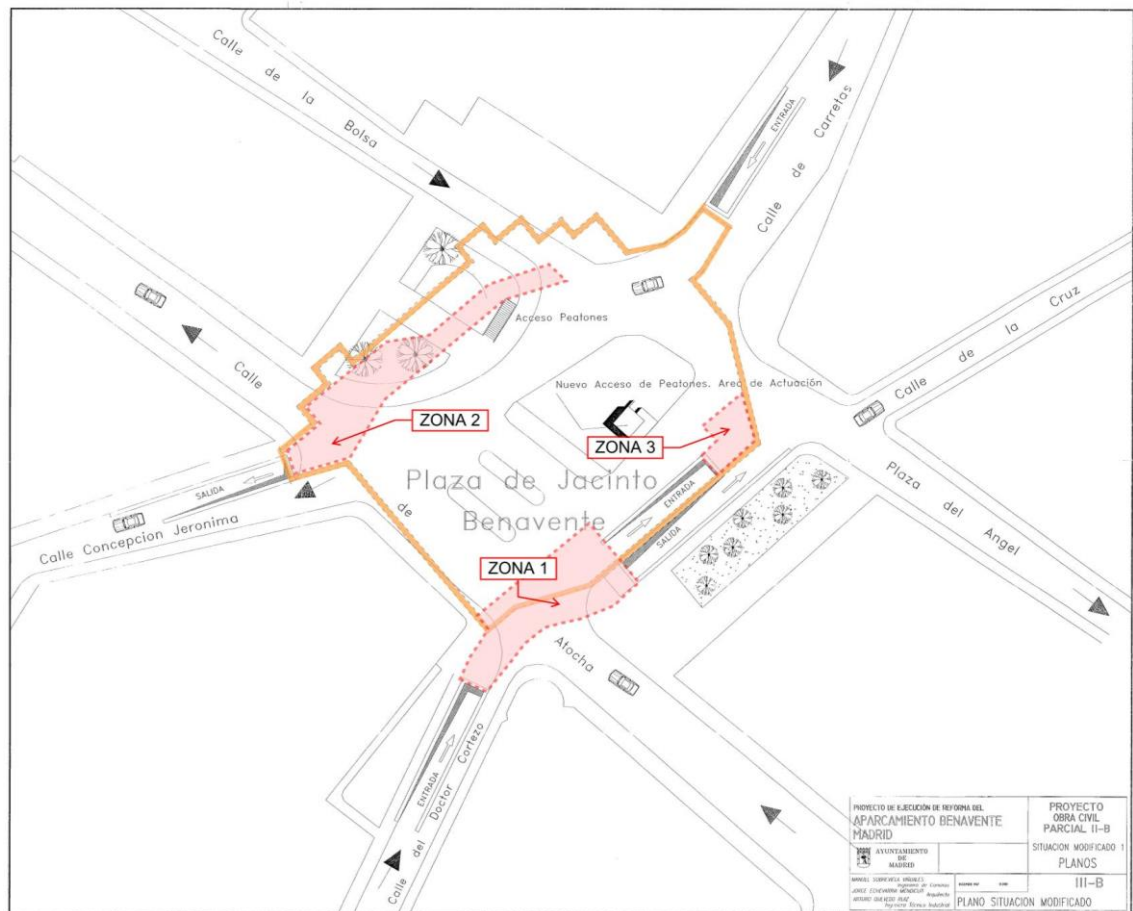


Figura 1-13 Plano que muestra las diferentes zonas por colores (sótano -1)

A continuación, se incluyen fotos de cada zona, tomadas en día lluvioso.

ZONA 1 - TUNEL DE ENTRADA - CALLE DEL DOCTOR CORTEZO

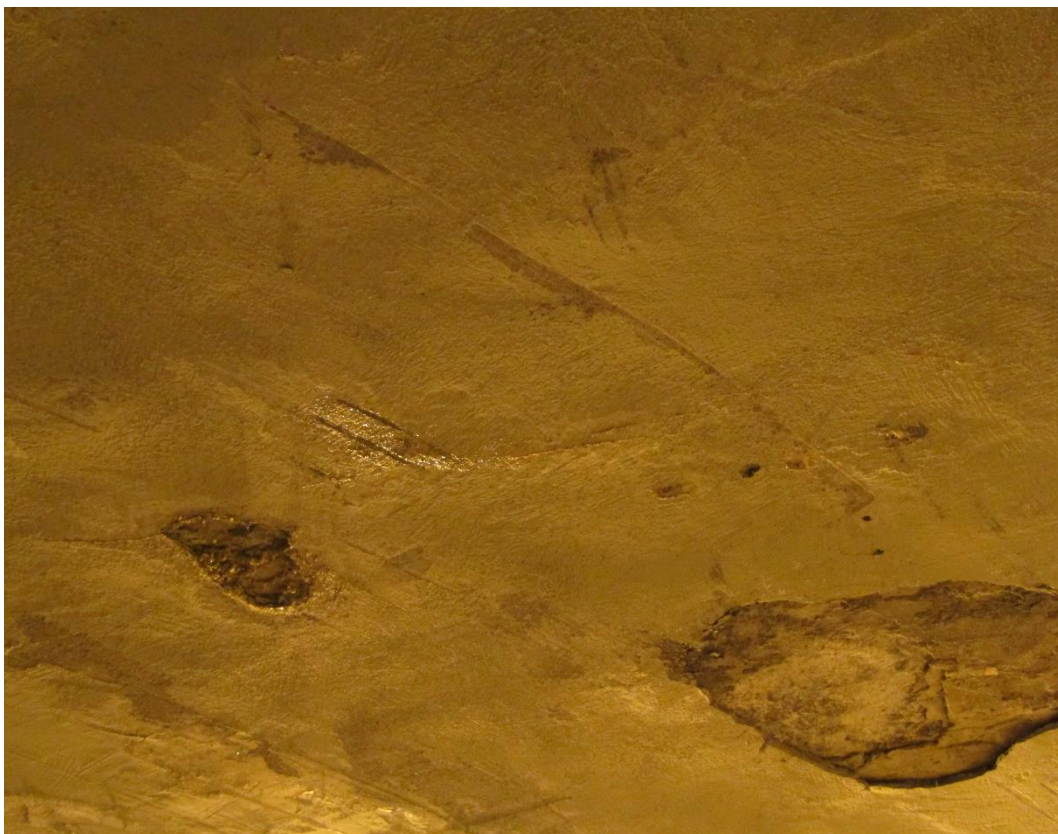


Figura 1-14 Recubrimiento destacado por la humedad e infiltración de agua fácilmente observable.



Figura 1-15 Manchas de agua que gotea por la cubierta.

ZONA 2 - TUNEL DE SALIDA - CALLE CONCEPCION JERONIMA



Figura 1-16 Acumulación de agua en toda la superficie del paño.



Figura 1-17 Agrupación de agua en un distintivo "efecto reticular", fácilmente observable a simple vista.

ZONA 3 - TECHO RAMPA DE ENTRADA DESDE LA PLAZA



Figura 1-18 Agrupación de agua en un distintivo "efecto reticular".



Figura 1-19 Agrupación de agua en un distintivo "efecto reticular", observable a simple vista.

2 CAMPAÑA DE ENSAYOS

Durante los trabajos realizados entre los días 04/01/2024 y 01/02/2024 se ha procedido a la apertura de catas para realizar inspecciones visuales del estado de la armadura, así como confirmar la geometría de los elementos estructurales.

- 48 catas en estructuras de hormigón (forjados y rampas) para descubrir las armaduras existentes y evaluar el estado del acero.
- En 2 puntos, retirada del revestimiento bajo los forjados para confirmar el ancho de los ábacos y medir la distancia entre ejes de los nervios.
- 2 extracciones de testigos de hormigón para detectar presencia de reacciones de tipo árido-álcali, ya que su presencia no se pudo confirmar o descartar en ensayos anteriores.
- 1 cata para confirmar si el muro de separación entre la rampa de entrada al aparcamiento y la de salida por la calle del doctor Cortezo es un muro estructural de hormigón armado.

2.1 CATAS EN FORJADOS EN CARA INFERIOR

TECHO DE SÓTANO -1

A continuación, se incluye el plano de las catas realizadas en el techo del sótano -1 y una foto por cada cata.

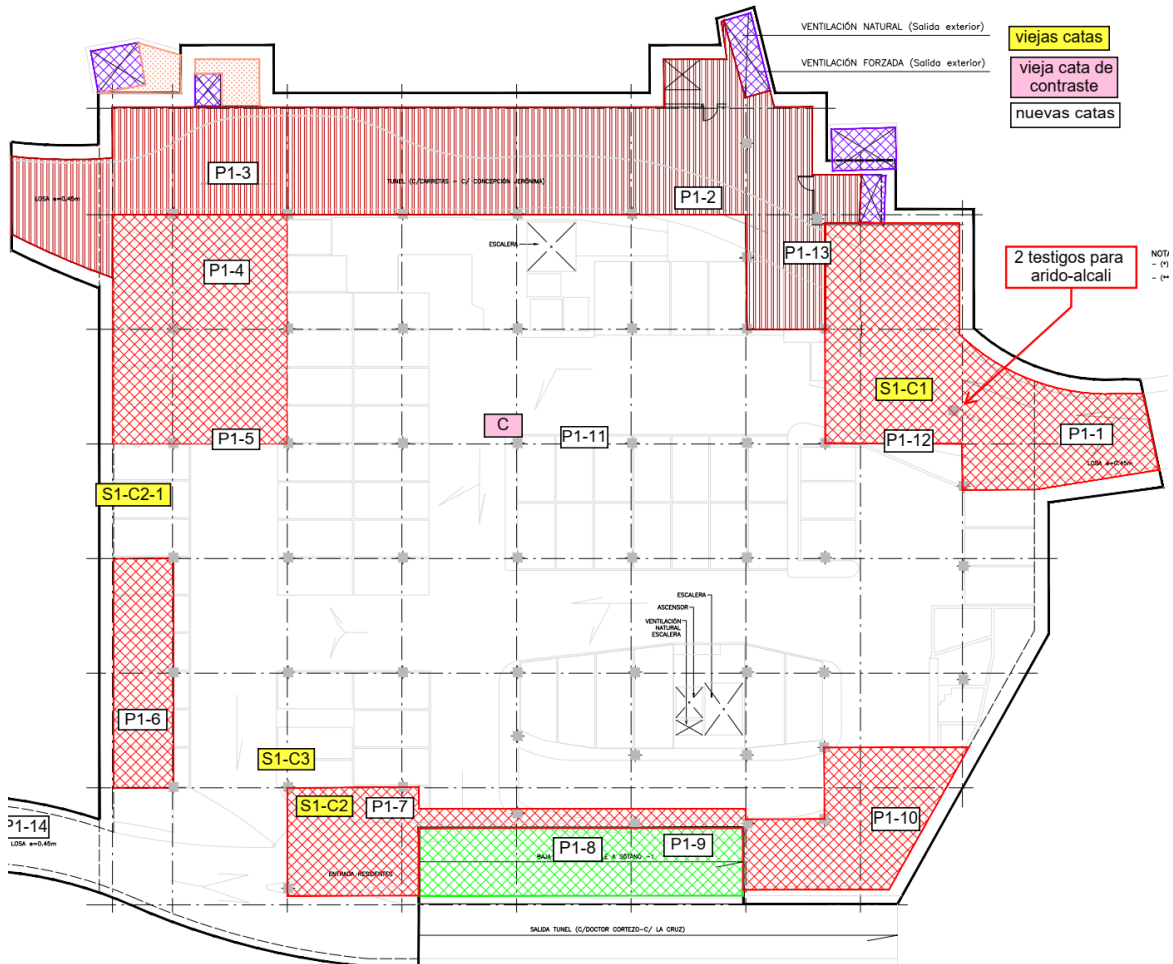


Figura 2-1 Plano de catas en el techo de sótano -1.



Figura 2-2 Cata P1-1. Acero con pérdida de corruga.



Figura 2-3 Cata P1-2. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-4 Cata P1-3. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-5 Cata P1-4. Acero con pérdida de corruga.



Figura 2-6 Cata P1-5. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-7 Cata P1-6. Acero con pérdida de corruga.



Figura 2-8 Cata P1-7. Acero con pérdida de corruga y pérdida de sección.



Figura 2-9 Cata P1-8. Acero con pérdida de corruga y pérdida de sección.



Figura 2-10 Cata P1-9. Acero con pérdida de corruga y pérdida de sección.



Figura 2-11 Cata P1-10. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-12 Cata P1-11. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-13 Cata P1-12. Acero con pérdida de corruga y pérdida de sección.



Figura 2-14 Cata P1-13. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.

Nota: La cata P1-14 estaba planificada también, pero no fue posible realizarla debido al tráfico elevado en el aparcamiento.

TECHO DE SÓTANO -2

A continuación, se incluye el plano de las catas realizadas en el techo del sótano -2 y una foto per cada cata.

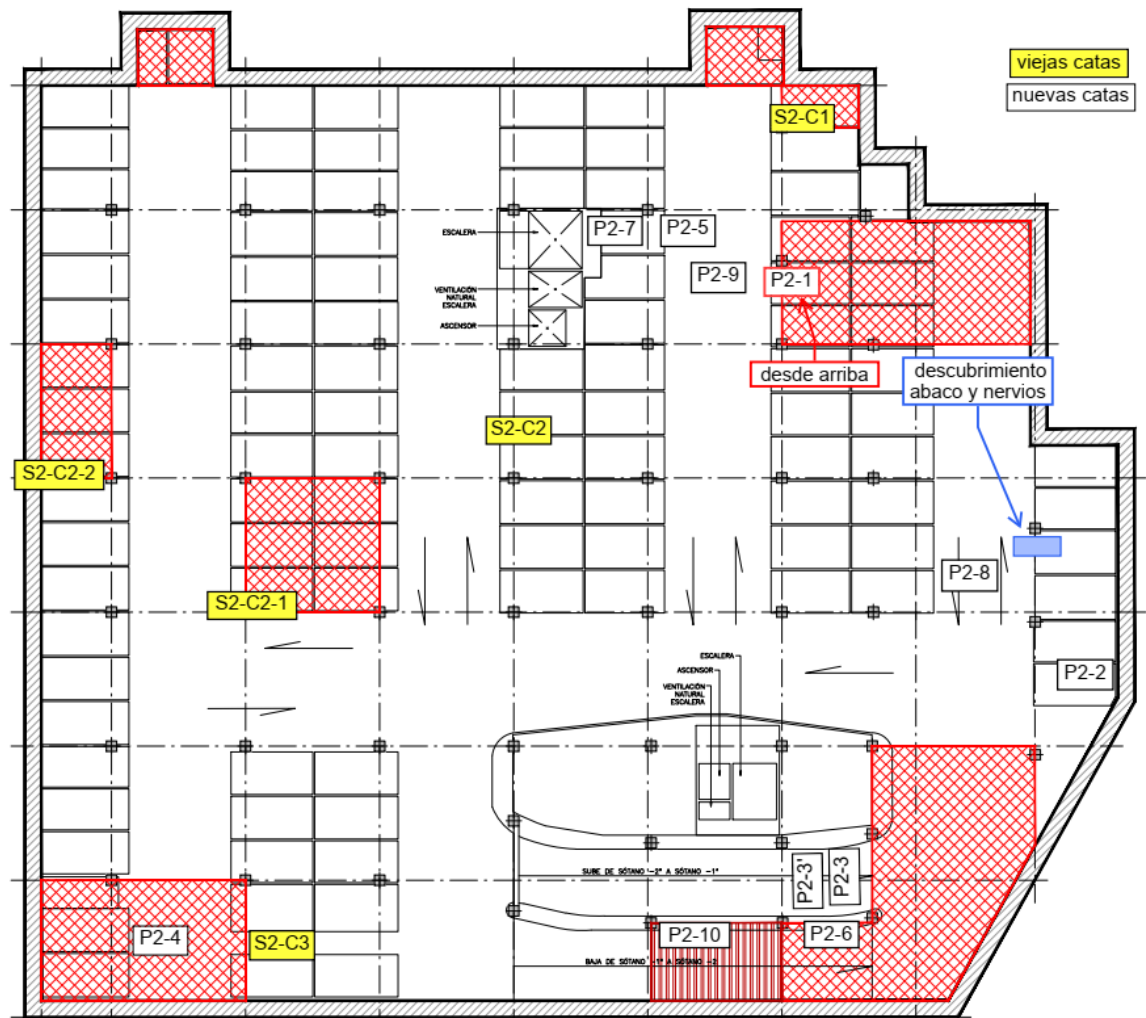


Figura 2-15 Plano de catas en el techo de sótano -2.



Figura 2-16 Cata P2-2. Acero con pérdida de corruga puntual.



Figura 2-17 Cata P2-3. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-18 Cata P2-3'. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-19 Cata P2-4. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-20 Cata P2-5. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-21 Cata P2-6. Acero con pérdida de corruga y pérdida de sección.



Figura 2-22 Cata P2-7. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-23 Cata P2-8. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-24 Cata P2-9. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-25 Cata P2-10. Acero con pérdida de corruga.

TECHO DE SÓTANO -3

A continuación, se incluye el plano de las catas realizadas en el techo del sótano -3 y una foto per cada cata.

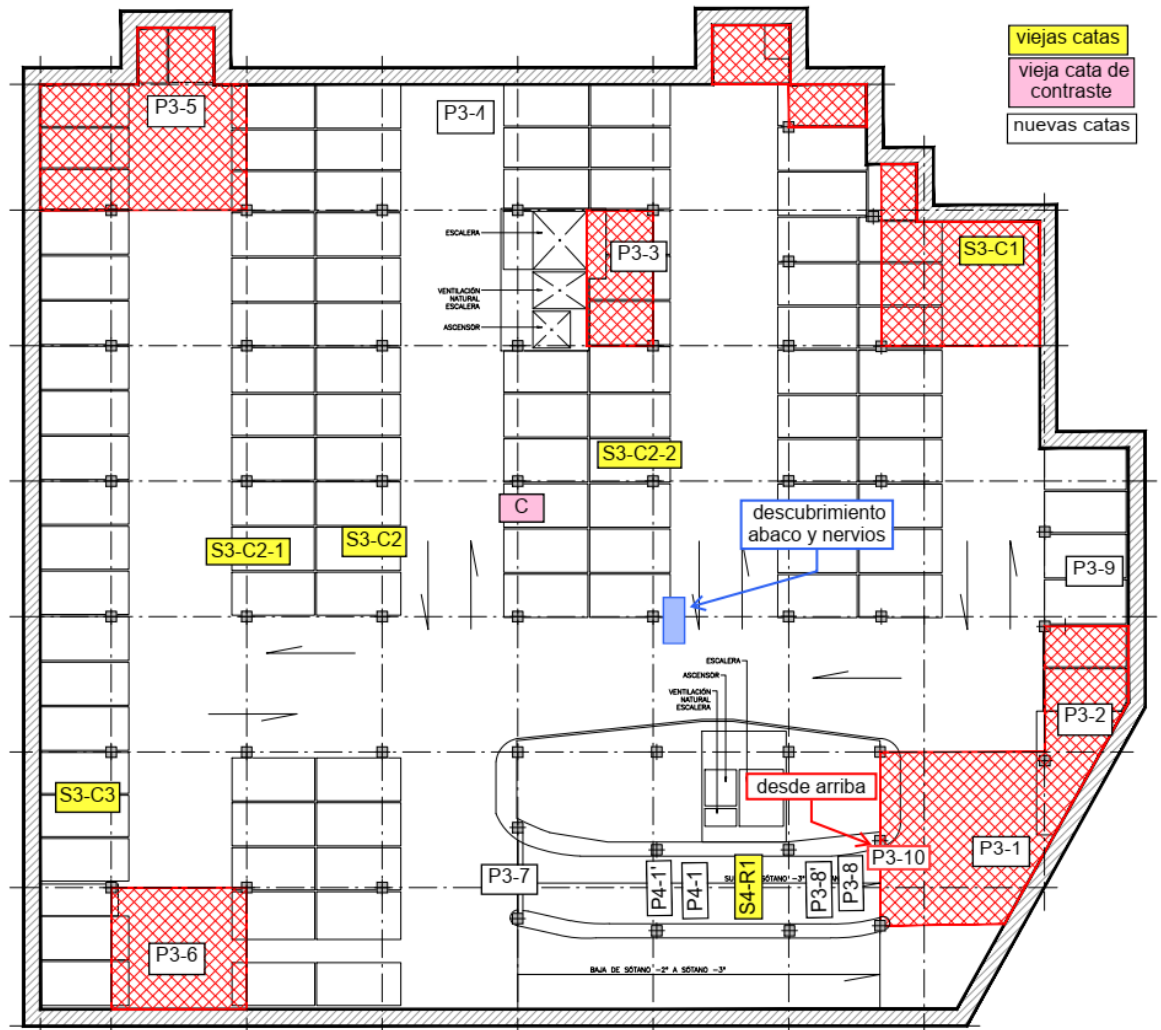


Figura 2-26 Plano de catas en el techo de sótano -3.



Figura 2-27 Cata P3-1. Acero con pérdida de corruga.



Figura 2-28 Cata P3-2. Acero con pérdida de corruga y pérdida de sección.



Figura 2-29 Cata P3-3. Acero con pérdida de corruga.



Figura 2-30 Cata P3-4. Acero con pérdida de corruga puntual.



Figura 2-31 Cata P3-5. Acero con pérdida de corruga.



Figura 2-32 Cata P3-6. Acero con pérdida de corruga y pérdida de sección.



Figura 2-33 Cata P3-7. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-34 Cata P3-8. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-35 Cata P3-8'. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-36 Cata P3-9. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.

TECHO DE SÓTANO -4

A continuación, se incluye el plano de las catas realizadas en el techo del sótano -1 y una foto per cada cata.

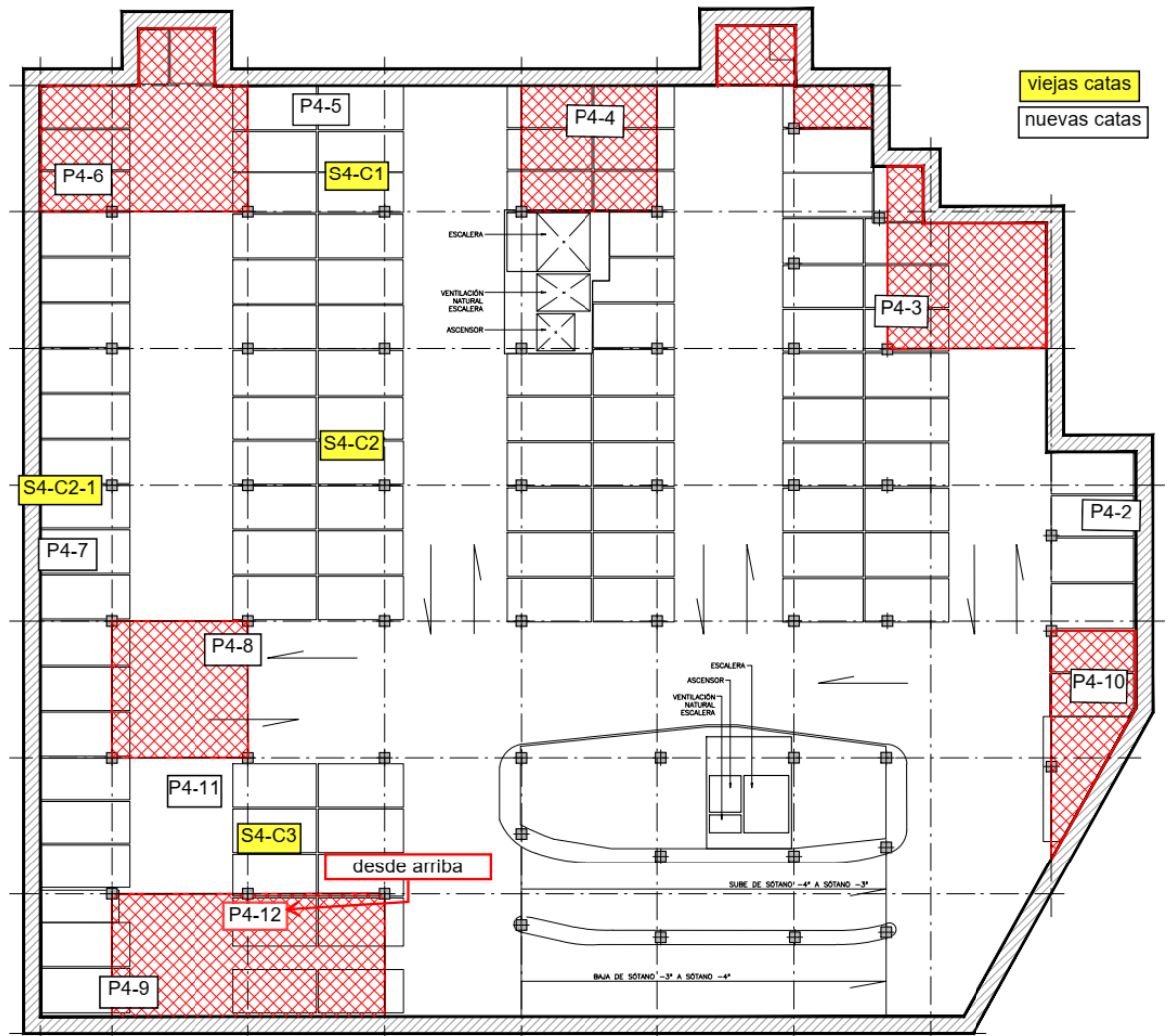


Figura 2-37 Plano de catas en el techo de sótano -4.



Figura 2-38 Cata P4-1. Acero con pérdida de corruga puntual.



Figura 2-39 Cata P4-1'. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-40 Cata P4-2. Acero con pérdida de corruga.



Figura 2-41 Cata P4-3. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-42 Cata P4-4. Acero con pérdida de corruga.



Figura 2-43 Cata P4-5. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-44 Cata P4-6. Acero con pérdida de corruga puntual.



Figura 2-45 Cata P4-7. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-46 Cata P4-8. Acero con pérdida de corruga.



Figura 2-47 Cata P4-9. Acero con pérdida de corruga puntual.



Figura 2-48 Cata P4-10. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.



Figura 2-49 Cata P4-11. Acero sin pérdida de corruga. Signos de humedad en el hormigón alrededor de la cata.

2.2 CATAS EN FORJADOS EN CARA SUPERIOR

En la cara superior la dificultad de apertura de catas es mayor debido al pavimento y a los rellenos sobre la cubierta. No obstante, se han pedido algunas catas para comprobar el estado de la armadura.



Figura 2-50 Cata P2-1, ejecutada en la cara superior del techo del sótano -2. No signos de corrosión evidente.



Figura 2-51 Cata P3-10, ejecutada en la cara superior del techo del sótano -3. No signos de corrosión evidente.



Figura 2-52 Cata P4-12, ejecutada en la cara superior del techo del sótano -4. No signos de corrosión evidente.

2.3 CATA EN MURO ENTRE RAMPAS

Se ha realizado un cata para confirmar si el muro de separación entre la rampa de entrada al aparcamiento y la de salida por la calle del doctor Cortezo es un muro estructural de hormigón armado



Figura 2-53 Ubicación cata en muro entre rampas.



Figura 2-54 Cata en muro entre rampas.



Figura 2-55 Cata en muro entre rampas.

2.4 DESCUBRIMIENTO ABACOS Y NERVIOS

Se ha solicitado descubrir una parte del revestimiento bajo los forjados de 2m x 1m en zona de pilares, con el objetivo de confirmar las hipótesis mencionadas. Esta operación se ha realizado cerca de dos pilares diferentes, uno en el forjado de techo del sótano -2 y otro en el forjado de techo del sótano -3.



Figura 2-56 Medición ancho casetones, techo del sótano -2.



Figura 2-57 Medición ancho ábaco desde la cara del pilar, techo del sótano -2.



Figura 2-58 Descubrimiento del revestimiento 2m x 1m, techo del sótano -3.

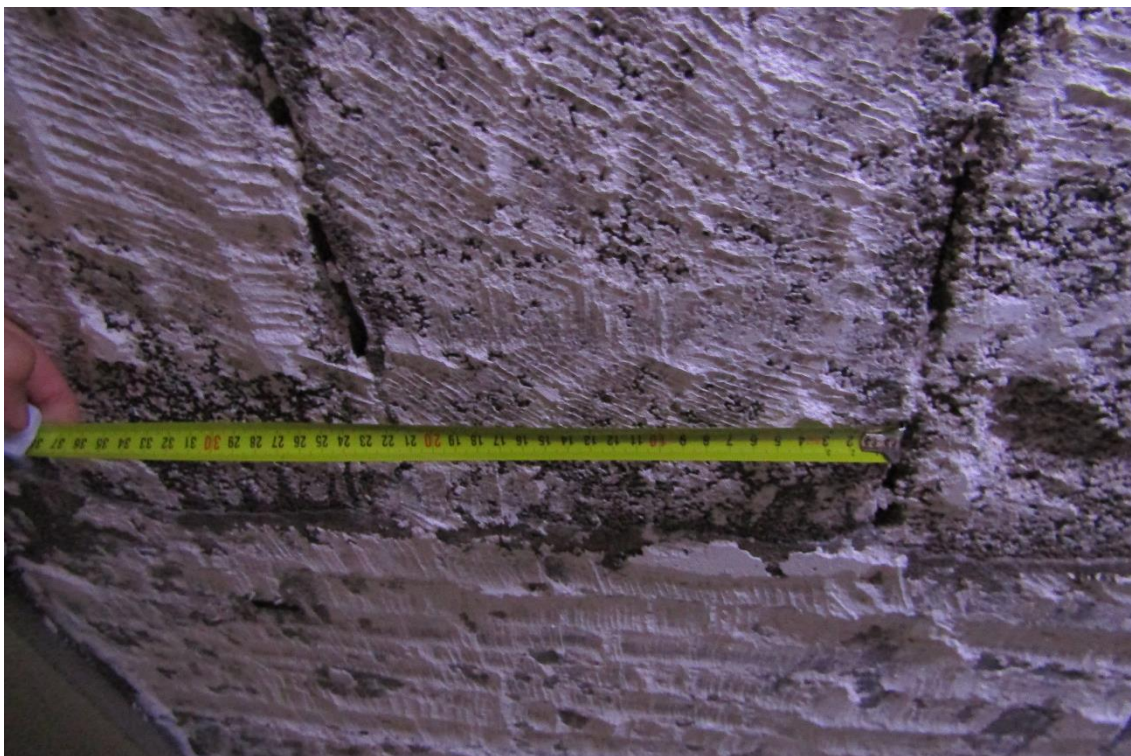


Figura 2-59 Medición ancho casetones, techo del sótano -3.

2.5 TESTIGO DE INVESTIGACIÓN ÁRIDO-ÁLCALI

Se han realizado 2 extracciones de testigos de hormigón para detectar presencia de reacciones de tipo árido-álcali, ya que su presencia no se pudo confirmar o descartar en ensayos anteriores.



Figura 2-60 Testigo de investigación árido-álcali.



Figura 2-61 Sección testigo de investigación árido-álcali.

ANEJO N° 2. MEMORIA DE CALCULO

1 BASES DE DISEÑO

1.1 NORMATIVA UTILIZADA

Se relacionan a continuación las normas, instrucciones y reglamentos de obligado cumplimiento para esta estructura.

Tabla 1-1. Normativa utilizada

Título del documento	Organismo	Fecha
CTE. Código Técnico de la Edificación	Ministerio de Vivienda	2006
NCSE-02. Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación	Ministerio de Fomento	2002
Código Estructural	MITMA y MINCOTUR	2021
Eurocódigo 1. Acciones en estructuras (UNE-EN 1991)		
UNE-EN1991-1-1 – Acciones Generales		2019
UNE-EN1991-1-2 - Fuego		2019
UNE-EN1991-1-3 – Nieve	CEN-AENOR	2018
UNE-EN1991-1-4 – Viento		2018
UNE-EN1991-1-5 – Acciones Térmicas		2018
UNE-EN1991-1-6 – Acciones durante la ejecución		2018
UNE-EN1991-1-7 – Acciones accidentales		2018
Eurocódigo 2. Proyecto de estructuras de hormigón (UNE-EN 1992)	CEN-AENOR	2015
Eurocódigo 3. Proyecto de Estructuras de acero (UNE-EN 1993)	CEN-AENOR	2013
Eurocódigo 4. Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero (UNE-EN 1994)	CEN-AENOR	2013
Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera (UNE-ENV 1995-1-1 Reglas generales y reglas para edificación)	CEN-AENOR	2016
Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera	Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento	2001

1.2 HIPÓTESIS DE CARGA

Como ya se mencionado en apartados anteriores, la memoria de proyecto original de 1970 no tiene información detallada y precisa sobre las cargas consideradas en proyecto. No ha sido posible determinar con fiabilidad ni la magnitud de estas cargas ni en qué zonas se han aplicado.

Tampoco se dispone de información sobre las actuaciones previstas en la remodelación de la plaza de Jacinto Benavente. Se desconocen por tanto las cargas futuras en los forjados de cubierta a demoler y reconstruir.

En las Tabla 8-1 y Tabla 8-2 se recogen las cargas que se ha decidido considerar en el presente proyecto, que se dividen en zonas transitables y no transitables por vehículos. Se decide de forma conservadora aplicar en todos los paños a demoler y reconstruir las cargas correspondientes a zonas de forjado de cubierta no transitable por vehículos, siendo la combinación más desfavorable entre las dos. En el caso de la carga muerta, debido a las varias incertidumbres, se ha sumado a los 25kN/m² de relleno los 4 kN/m² de carga muerta del pavimento. La sobrecarga considerada son 5kN/m², correspondiente a zonas de acceso público según el CTE.

Las zonas del forjado cubierta que se mantienen no están incluidas en el alcance de este proyecto. En la información recibida no se encuentran los planos de armado de este forjado ni se acotan con claridad las cargas consideradas para su diseño. A la vista de esto, y de cara a la remodelación de la plaza, se recomienda comprobar que las cargas previstas no superen las actuales, o si es necesario superarlas, se defina una estructura con capacidad de transmitirla directamente a los pilares.

Se recogen a continuación las cargas que se han considerado:

Peso propio de los elementos estructurales:

- Hormigón armado: 25.0 kN/m³
- Acero estructural: 78.5 kN/m³

Cargas muertas:

Tabla 1-2. Cargas muertas

Zona	Tipo	Carga muerta [kN/m ²]
Forjados interiores y rampas	Pavimento	0.50
Forjado de cubierta no transitable por vehículos	1,25 m relleno tierras	25.00
Forjado de cubierta transitable por vehículos	Pavimento	4.00

Sobrecargas de uso:

Tabla 1-3. Sobrecargas

Zona	Tipo	Sobrecarga de uso [kN/m ²]
Forjados interiores y rampas	Zonas de tráfico	4.00
Forjado de cubierta no transitable por vehículos	Zonas de acceso público	5.00
Forjado de cubierta transitable por vehículos	Camión de bomberos (accidental)	20.00

1.3 MATERIALES

1.3.1 Hormigón

De conformidad a la normativa utilizada, se proponen los siguientes tipos de hormigones:

Tabla 1-4. Tipos de hormigones

Materiales	Calidad	Observaciones
------------	---------	---------------

Hormigón en forjados	HA-30/L/16/XC4	Exposición a condiciones de humedad cíclicas por entradas de agua
----------------------	----------------	---

Según el vigente Código Estructural, la tipificación del hormigón tiene la significación siguiente:

- HA: Hormigón armado;
- HP: Hormigón pretensado;
- 25, 30, 35, resistencia característica en N/mm²;
- B: consistencia blanda;
- F: consistencia fluida (especialmente aconsejable para evitar, con otras medidas de correcta puesta en obra, el asentamiento plástico y la fisuración por tal causa);
- L: consistencia líquida;
- 16: tamaño máximo del árido;
- XC2, XA1, X0, XC4, XD2: clase de exposición en la que se considera la estructura (tabla A19.4.1 del Código Estructural)

1.3.2 Acero pasivo

Para el proyecto se empleará acero B-500-SD, en el que:

- La letra B indica que es un acero para armaduras de hormigón armado.
- Las tres cifras siguientes indica el límite elástico nominal garantizado, expresado en MPa.
- La siguiente letra indica el grado de ductilidad del acero. S, para aceros soldables de ductilidad normal y SD para aceros soldables de alta ductilidad.

1.3.3 Acero estructural

Los valores nominales del límite elástico y de la tensión de rotura para acero estructural laminado en caliente y perfiles tubulares se obtiene de la tabla A22.3.1 del Anejo 22 del Código Estructural.

Tabla 1-5. Valores nominales del límite elástico y de la tensión de rotura (Tabla A22.3.1 Código Estructural)

Norma y tipo de acero	Espesor nominal t (mm)			
	$t \leq 40$		$40 < t \leq 80$	
	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)	f_y (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)
UNE-EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	490	335	470
S 450	440	550	410	550
UNE-EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNE-EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNE-EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	490	335	490

UNE-EN 10025-6 S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550
UNE-EN 10210-1	235	360	215	340
S 235 H	275	430	255	410
S 275 H	355	510	335	490
S 355 H	275	390	255	370
S 275 NH/NLH	355	490	335	470
S 355 NH/NLH	420	540	390	520
S 420 NH/NLH	460	560	430	550
S 460 NH/NLH				
UNE-EN 10219-1	235	360		
S 235 H	275	430		
S 275 H	355	510		
S 355 H	275	370		
S 275 NH/NLH	355	470		
S 355 NH/NLH	460	550		
S 460 NH/NLH	275	360		
S 275 MH/MLH	355	470		
S 355 MH/MLH	420	500		
S 420 MH/MLH	460	530		
S 460 MH/MLH				

- La calidad del acero en perfiles laminados en caliente o armados y chapas será como mínimo S275JR (según normativa UNE_EN10025-2) con límite elástico de 275 N/mm² y tensión de rotura de 430 N/mm².
- La calidad del acero en perfiles tubulares será como mínimo S275JRH (según normativa UNE_EN10025-2) con límite elástico de 275 N/mm² y tensión de rotura de 430 N/mm².

En cuanto al acero estructural, se cumplen con las condiciones de espesor máximo de chapa en función del grado y de temperatura mínima que se establece en la tabla A28.2.1 del Código Estructural.

Las conexiones se realizarán mediante soldadura o uniones atornilladas de acuerdo a los detalles especificados en planos.

1.3.4 Condiciones de durabilidad estructuras de hormigón

Las prescripciones del CTE y el Código Estructural se orientan en orden a asegurar que:

- La vida útil nominal de la estructura que se reconstruye es de 50 años, de acuerdo con la Tabla 2.1 del Anejo 18 del Código Estructural.
- Se utiliza una relación agua/cemento máxima y un contenido mínimo de cemento indicados por el Código Estructural, según el tipo de ambiente, de acuerdo con la tabla 43.2.1a.

Tabla 1-6. Contenido mínimo de cemento y máxima relación agua/cemento según tipo de hormigón y clase de exposición (Código Estructural Tabla 43.2.1a).

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición										
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3
Máxima relación agua/cemento	Masa	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Armado	0.65	0.60	0.60	0.55	0.55	0.50	0.50	0.45	0.50	0.50	0.50
	Pretensado	0.60	0.60	0.60	0.55	0.55	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Contenido mínimo de	Masa	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Armado	250	275	275	300	300	300	325	350	325	325	325

cemento (kg/m³)	Pretensado	275	300	300	300	300	300	300	325	350	325	325	325
Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición											
		XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3		
Máxima relación agua/cemento	Masa	0.55	0.50	0.55	0.50	0.50	0.50	0.45	0.50	0.50	0.50		
	Armado	0.55	0.50	0.55	0.50	0.50	0.50	0.45	0.50	0.50	0.50		
	Pretensado	0.45	0.50	0.45	0.50	0.50	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50		
Contenido mínimo de cemento (kg/m³)	Masa	275	300	275	300	275	300	325	300	300	300		
	Armado	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325		
	Pretensado	300	325	300	325	325	350	350	325	325	325		

- Se disponen separadores para garantizar que los recubrimientos son al menos los consignados en los planos (como se indica en el artículo 43.4.2).
- Se efectúa una correcta puesta en obra del hormigón y un curado suficiente (artículo 52).
- De acuerdo al tipo de cemento que se especifica en los planos, el recubrimiento mínimo y nominal de las armaduras cumple lo establecido en el artículo 44.2.1:

Tabla 1-7. Recubrimientos mínimos c_{min} (mm), para las clases de exposición relacionadas con la corrosión por carbonatación (Código Estructural Tabla 44.2.1.1.a).

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (t_d), (años)	
			50	100
X0	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
XC1, XC2 ó XC3	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
XC4	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Tabla 8. Recubrimiento mínimo c_{min} (mm), para las clases de exposición relacionadas con la corrosión por cloruros (Código Estructural Tabla 44.2.1.1.b)

Tipo de elemento	Cemento	Vida útil de proyecto (t_d) (años)	Clase de exposición			
			XS1	XS2	XS3	XD1, XD2, XD3
Hormigón armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-V, CEM II/A-D u hormigón con adición de microsílíce superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	50	25	30	45	35
		100	30	35	50	40

Hormigón pretensado	CEM II/B-S, B-P	50	30	35	65	40
		100	35	40	70	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 28	50	40	45	*	*
		100	65	*	*	*
	CEM II/A-D o bien CEM I con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	50	40
		100	35	40	65	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 28	50	45	55	*	*
		100	*	*	*	*

(*) Estas situaciones obligan a unos recubrimientos excesivos, deaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda realizar un estudio específico para establecer el espesor de recubrimiento necesario en función de las condiciones de agresividad y la vida útil requerida

Tabla 1-9. Recubrimientos mínimos c_{min} (mm), para las clases de exposición XF (Código Estructural Tabla 44.3)

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (t_d), (años)	
			50	100
XF1, XF3	CEM III	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	50
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cemento	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	35
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
XF2, XF4	CEM II/A-D	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	50
		$f_{ck} \geq 40$	15	35
	CEM III	$25 \leq f_{ck} < 40$	40	*
		$f_{ck} \geq 40$	20	40
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	40
		$f_{ck} \geq 40$	10	20

(*) Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos

Tabla 1-10. Recubrimientos mínimos c_{min} (mm) para las clases de exposición XA (Código Estructural Tabla 44.4)

Clase de exposición	Tipo de cemento	Vida útil de proyecto (t_d), (años)	
		50	100
XA1	CEM III, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsilíce superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	40	55
	Resto de cementos utilizables	*	*
XA2, XA3	Cualquiera	(1)	(1)

(*) Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos

(1) El autor del proyecto deberá fijar estos valores de recubrimiento mínimo y, en su caso, medidas adicionales, al objeto de que se garantice adecuadamente la protección del hormigón y de las armaduras frente a la agresión química concreta de que se trate

Tabla 1-11. Sobre-espesor del recubrimiento para las clases de exposición XM (Código Estructural Tabla 44.5)

Clase de exposición	Sobre-espesor de recubrimiento, en mm
XM1	5

XM2	10
XM3	15

Para obtener el recubrimiento nominal, según el artículo 43.4.1 del citado Código Estructural, el recubrimiento mínimo se incrementará en una cantidad $\Delta C_{dev} = 0/5/10 \text{ mm}$ (tabla 43.4.1) para prefabricado e in situ con control intenso y otros casos, respectivamente.

$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$$

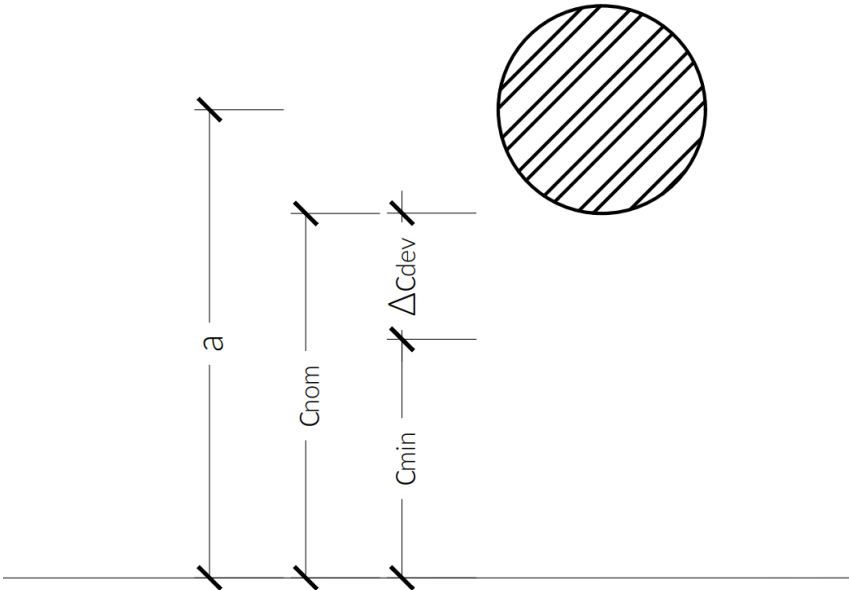


Figura 62. Esquema explicativo de recubrimientos de hormigón para armaduras

De este modo, se obtienen los recubrimientos nominales en la estructura que ocupa este documento en función del ambiente que se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1-12. Recubrimientos nominales de proyecto para los distintos ambientes

Tipo de ambiente	Tipo de cemento	Recubrimiento nominal [mm]
XC4	Cualquiera	35

1.3.1 Condiciones de durabilidad estructuras de acero

La agresividad a la que está sometido cada elemento de acero se identificará por el tipo de ambiente, que se define en el apartado 80.1 del Código Estructural. A dichos efectos, se definen como clases de exposición relativas a la corrosividad del acero estructural las recogidas en las tablas 80.1.a y 80. 1.b

Tabla 1-13. Clases de exposición relativas a la corrosividad atmosférica del acero estructural (Código Estructural Tabla 80.1.a)

Designación	Clase de exposición (corrosividad)	Pérdida de masa por unidad de superficie/pérdida de espesor (tras el primer año de exposición)		Ejemplos de ambientes típicos en un clima templado	
		Acero de bajo contenido en carbono	Cinc	Exterior	Interior

		Péridid a de masa g/m ²	Péridida de espeso r μm	Péridid a de masa g/m ²	Péridida de espeso r μm		
C1	muy baja	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Edificios con calefacción y con atmósferas limpias, por ejemplo: oficinas, tiendas, colegios, hoteles.
C2	baja	> 10 y hasta 200	> 1,3 y hasta 25	> 0,7 y hasta 5	> 0,1 y hasta 0,7	Atmósferas con bajos niveles de contaminación. Áreas rurales en su mayor parte.	Edificios sin calefacción donde pueden ocurrir condensaciones, por ejemplo: almacenes, polideportivos.
C3	media	> 200 y hasta 400	> 25 y hasta 50	> 5 y hasta 15	> 0,7 y hasta 2,1	Atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad	Naves de fabricación con elevada humedad y con algo de contaminación del aire, por ejemplo: plantas de procesamiento de alimentos, lavanderías, plantas cerveceras, plantas lácteas. Interior de puentes-cajón
C4	alta	> 400 y hasta 650	> 50 y hasta 80	> 15 y hasta 30	> 2,1 y hasta 4,2	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Plantas químicas, piscinas, barcos costeros y astilleros.
C5	muy alta	> 650 y hasta 1500	> 80 y hasta 200	> 30 y hasta 60	> 4,2 y hasta 8,4	Áreas industriales con elevada humedad y con atmósfera agresiva y áreas costeras con elevada salinidad.	Edificios o áreas con condensaciones casi permanentes, y con contaminación elevada.
CX	extrema	> 1500 y hasta 5500	> 200 y hasta 700	> 60 y hasta 180	> 8,4 y hasta 25	Áreas de ultramar con elevada salinidad y áreas industriales con humedad extrema y atmósfera agresiva y atmósferas	Áreas industriales con humedad extrema y atmósfera agresiva

Tabla 1-14. Clases de exposición relativas al agua y suelo (Código Estructural Tabla 80.1.b)

Designación	Clase de exposición	Ejemplos
Im1	Agua dulce	Instalaciones ribereñas, plantas hidroeléctricas
Im2	Agua de mar o salobre	Estructuras en contacto con el agua de mar sin protección catódica (por ejemplo áreas portuarias con estructuras como diques, compuertas o embarcaderos)
Im3	Suelo	Tanques enterrados, pilotes de acero, tuberías de acero
Im4	Agua de mar o salobre	Estructuras en contacto con el agua de mar con protección catódica (por ejemplo estructuras off-shore)

La estructura metálica existente puede considerarse expuesta a un ambiente tipo C3, con condiciones de humedad alta y ligera exposición a los gases de combustión de los vehículos.

1.4 FORMATO DE SEGURIDAD

1.4.1 Coeficientes de mayoración de acciones y minoración de materiales

El Código Estructural indica en el apartado 6.4.4 del Anejo 18 que “los valores de los coeficientes y para las acciones deben obtenerse de la reglamentación específica vigente y del Apéndice A”, y dicho apéndice hace referencia expresa al uso de los valores establecidos por el CTE. Así pues, se toman los siguientes valores.

Para los Estados Límites Últimos lo especificado en la Tabla 4.1 del CTE DB-SE-Seguridad Estructural: *Tabla 1-15. Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones (CTE-DB-SE-Seguridad Estructural Tabla 4.1)*

Tipo de verificación ⁽¹⁾	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
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente	1.1	0.9
	Peso propio, peso del terreno		
	Empuje del terreno	1.35	0.8
	Presión del agua	1.05	0.95
	Variable	1.5	0

⁽¹⁾Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Para los Estados Límites de Servicio, según lo establecido en el apartado 4.3 del CTE y el apartado 6.5 del Anejo 18 del Código Estructural, se adopta $\gamma = 1.00$ para acciones permanentes y $\gamma = 0.00$ para acciones variables (no aplica a pretensado).

Según la tabla Tabla 4.2 del CTE-DB-SE, los coeficientes de simultaneidad son los siguientes:

Tabla 1-16. Coeficientes de simultaneidad ψ (Tabla 4.2 CTE DB-SE-Seguridad Estructural)

Tipo acción variable	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
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 con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0.7	0.7	0.6
Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
para altitudes > 1000 m	0.7	0.5	0.2
para altitudes \leq 1000 m	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

⁽¹⁾En las cubiertas transitables se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

En cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G) los coeficientes de simultaneidad para sobrecarga superficial de uso son iguales a cero.

Hormigón

Los valores de los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para ELU en el caso de hormigón armado o pretensado que se han adoptado son los que se indican en la tabla A19.2.1 del Código Estructural:

Tabla 1-17. Coeficientes parciales de seguridad para los materiales para Estados Límite Últimos (Tabla A19.2.1. Código Estructural)

Situación de cálculo	γ_c	γ_s	γ_s
	hormigón	armaduras pasivas	armaduras activas
Permanente o transitoria	1.50	1.15	1.15
Accidental	1.30	1.00	1.00

Para los Estados Límite de Servicio, los coeficientes parciales para las propiedades de los materiales se tomarán como 1.0, según el apartado 6.5.4 del Anejo 18 del Código Estructural.

Acero Estructural

Respecto al acero estructural y conforme al Artículo 6 del Anejo 22 del Código Estructural, los valores de los coeficientes parciales de seguridad adoptados son los siguientes:

- Coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia de la sección: $\gamma_{M0}=1.05$
- Coeficiente parcial de seguridad relativo a la inestabilidad: $\gamma_{M1}=1.05$
- Coeficiente parcial de seguridad relativo a secciones sometidas a tracción: $\gamma_{M2}=1.25$

En el caso de las uniones metálicas, se tendrán en cuenta los coeficientes parciales de seguridad recogidos en la tabla A26.2.1 del Código Estructural:

Tabla 1-18. Coeficientes parciales de seguridad para las uniones (Tabla A26.2.1. Código Estructural)

Resistencia de los elementos y las secciones transversales	γ_{M0} ; γ_{M1} ; γ_{M2} (véase el Anejo 22)
Resistencia de los tornillos	$\gamma_{M2} = 1.25$
Resistencia de bulones	
Resistencia de soldaduras	
Resistencia de chapas	
Resistencia a deslizamiento	$\gamma_{M3} = 1.25$
- en estado límite último (Categoría C)	$\gamma_{M3,ser} = 1.10$
- en estado límite de servicio (Categoría B)	
Resistencia de un tornillo de inyección	$\gamma_{M4} = 1.00$

Resistencia de uniones en vigas en celosía de perfiles tubulares	$\gamma_{M5} = 1.00$
Resistencia de bulones en estado límite de servicio	$\gamma_{M6,ser} = 1.00$
Precarga de tornillos de alta resistencia	$\gamma_{M7} = 1.10$
Resistencia del hormigón	γ_c (véase el Anejo 19)

1.4.2 Combinación de acciones

Estados Límites de Servicio (E.L.S.)

Según se recoge en el artículo 4 del “Código Técnico de la Edificación”, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo a los siguientes criterios:

Combinación característica:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,j}$: Valor característico de las acciones permanentes.

P : Valor característico de la acción del pretensado.

$Q_{k,1}$: Valor característico de la acción variable determinante.

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$: Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$: Valor representativo frecuente de la acción variable determinante.

$\psi_{2,i} Q_{k,i}$: Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental.

Estados Límites Últimos (E.L.U.)

Situaciones permanentes o transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Situaciones accidentales:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Donde:

$G_{k,j}$: Valor característico de las acciones permanentes.

P: Valor característico de la acción del pretensado.

$Q_{k,1}$: Valor característico de la acción variable determinante.

$\psi_{0,i} Q_{k,i}$: Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.

$\psi_{1,1} Q_{k,1}$: Valor representativo frecuente de la acción variable determinante.

$\psi_{2,i} Q_{k,i}$: Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental.

A_d : Valor característico de la acción accidental.

1.5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN EN SERVICIO

1.5.1 Estado límite de fisuración

En estructuras de hormigón suele ser inevitable la aparición de fisuras, que no suponen inconveniente para su normal utilización, siempre que se limite su abertura máxima a valores compatibles con las exigencias de durabilidad, funcionalidad, estanqueidad y apariencia. Las aberturas características de fisura máximas consideradas, a partir de la clase de exposición definida anteriormente son las que se indican en la Tabla 27.2 del Código Estructural:

Tabla 1-19. Abertura máxima de fisura (Tabla 27.2 Código Estructural)

Clase de exposición	$w_{m\acute{a}x}(mm)$	
	Hormigón Armado (para combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón Pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
X0 ⁽²⁾ , XC1 ⁽²⁾	0.4	0.2
XC2, XC3, XF1, XF3, XC4	0.3	0.2 ⁽¹⁾
XS1, XS2, XD1, XD2, XD3, XF2, XF4, XA1 ⁽³⁾	0.2	Descompresión
XS3, XA2 ⁽³⁾ , XA3 ⁽³⁾	0.1	

⁽¹⁾Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentren en la zona comprimida de la sección bajo la combinación cuasi-permanente de acciones

⁽²⁾Para las clases de exposición X0 y XC1, la abertura de fisura no influye normalmente en la durabilidad. Los valores recogidos en la tabla para estos casos se establecen para garantizar un aspecto aceptable.

⁽³⁾La limitación relativa a las clases XA1, XA2 y XA3 sólo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura. En otros casos, se aplicará la limitación correspondiente a la clase general correspondiente.

1.6 RESISTENCIA AL FUEGO

Según se establece en la Sección 6 del CTE-DB-SI, la resistencia al fuego de la estructura será:

- Aparcamiento (edificio de uso exclusivo): R 90

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del <i>sector de incendio</i> considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante <i>altura de evacuación del edificio</i>		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

⁽¹⁾ La **resistencia al fuego** suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa *sectores de incendio* es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un *sector de incendios*, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la **resistencia al fuego** suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la **resistencia al fuego** exigible a edificios de *uso Residencial Vivienda*.

⁽³⁾ R 180 si la *altura de evacuación* del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de *aparcamientos robotizados*.

Figura 9. Resistencia a fuego de elementos estructurales

A este respecto cabe añadir que la estructura nueva proyectada cumple con las prescripciones indicadas en el Anejo C del CTE-DB-SI. Los forjados de hormigón planteados para la estructura satisfacen los valores de dimensiones mínimas y recubrimientos mecánicos equivalentes establecidos en el Anejo 20 del Código Estructural.

Si en alguna zona puntual, debido a la existencia de equipos, etc., es necesaria una resistencia mayor, esto se logrará con revestimientos adecuados.

Se dotará a los elementos metálicos nuevos de un sistema certificado para alcanzar la resistencia requerida a fuego. Se repondrá la protección al fuego de los elementos existentes allí donde esté o quede dañada tras los trabajos de reconstrucción de forjados.

2 ARMADO A FLEXIÓN

El armado a flexión necesario por la reconstrucción de los paños dañados se ha calculado con Cedrus en Estado Limite Ultimo (ELU) de la siguiente manera.

Paños a reconstruir SIN demolición de ábaco

Los paños donde no se requiere demoler los ábacos, se han modelados como biapoyados así que solo se han momentos positivos resistidos por el armado inferior. Esta decisión es al lado de la seguridad. Es verdad que en los ábacos hay armado superior que puede ayudar resistiendo parte del momento negativo, pero no tenemos información sobre este armado superior entonces se ignora su presencia y se dimensiona el inferior para resistir todo el momento global del paño.

Se han 4 casos de actuación sin demolición de los ábacos:

- En paños de forjados inferiores (canto 0.30m) con luz standard de 7.30m (y menor)
- En paños de forjados inferiores (canto 0.30m) con luz máx. hasta 8.90m
- En paños de cubierta (canto 0.45m) con luz standard de 7.30m (y menor)
- En paños de cubierta (canto 0.45m) con luz máx. hasta 8.90m

Por cada de los 4 casos, se adjuntan los cálculos ejecutados en Cedrus.

Paños a reconstruir CON demolición de ábaco

Los paños donde se requiere demoler los ábacos se han modelados como continuos, así que el momento total es resistido por ambo los armados inferiores y superiores. A diferencia del caso de demolición sin ábaco, en esto caso demoliendo el ábaco se puede decidir que armado superior poner en los ábacos reconstruidos y de esta manera repartir los esfuerzos de manera más óptima.

Se han 4 casos de actuación con demolición de los ábacos:

- En paños de forjados inferiores (canto 0.30m) con luz standard de 7.30m (y menor)
- En paños de forjados inferiores (canto 0.30m) con luz máx. hasta 8.90m
- En paños de cubierta (canto 0.45m) con luz standard de 7.30m (y menor)
- En paños de cubierta (canto 0.45m) con luz máx. hasta 8.90m

Por cada de los 4 casos, se adjuntan los cálculos ejecutados en Cedrus.

2.1 CALCULOS SIN DEMOLICIÓN DE ÁBACOS

2.1.1 Paño inferior luz < 7.30m SIN demolición ábacos

Cedrus	Página 1
Paño inferior luz < 7.30m SIN demolición abacos	06.02.24, 10:31
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.	mkr Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Estructura	Escala 1 :390.8 (-29.39,-1.50,,36.99,31.00)
------------	---

I1:
h = 0.30 m

DATOS de la ESTRUCTURA

MATERIALES Código: Codigo Estructural 2021

ID	Tipo	Elemento	E [kN/mm²]	v	ρ [t/m³]	α [%]	Clase
CC	Hormigón	Columna	33.60	0.17	2.50	0.010	HA30
CS	Hormigón	Losa	28.58	0.17	2.50	0.010	HA30
R	Acero para armadu	(general)	205.00	0.30	8.00	0.012	B500S

MATERIAL Hormigón

ID	Clase	-f _{ck,cyl} [N/mm²]	E _{cm} [kN/mm²]	f _{ctm} [N/mm²]	τ _{Rd} [N/mm²]	f _{ck,cube} [N/mm²]
CC	HA30	~30.0	28.58	2.9	0.3	30.0
CS	HA30	~30.0	28.58	2.9	0.3	30.0

MATERIAL Acero para armadura

ID	Clase	-f _{yk} [N/mm²]	E _s [kN/mm²]	f _{yk} [N/mm²]	ε _{uk} [%]	f _{tk} [N/mm²]
R	B500S	-500.0	210.00	500.0	20.0	500.0

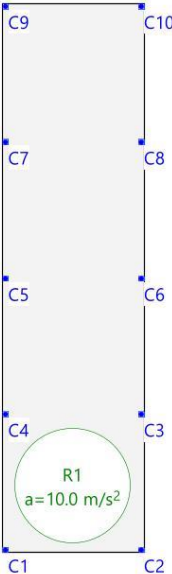
CAJAS DE MATERIALES: Isótropo

ID	Geometría	Materiales
	Espesor de la losa [m] Caja de la cara superior f _E [m]	Cuerpo Armaduras
I1	0.30 0 1.000	CS R

CAJAS DE MATERIALES: Recubrimiento de la armadura base

ID	Recubrimiento de la armadura	Armadura base
	u _{xT} [cm] u _{yT} [cm] u _{xB} [cm] u _{yB} [cm]	a _{sxT} [cm²/m] a _{syT} [cm²/m] a _{sxB} [cm²/m] a _{syB} [cm²/m]
I1	5.0 5.0 5.0 5.0	- - - -

Nr.:

_Cedrus Paño inferior luz < 7.30m SIN demolición abacos							Página 2
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.							06.02.24, 10:31
mkr							Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
PILARES - Estructura							
ID	Tipo	Sección	Geometría		Posición		
			dx [m]	dy [m]	X [m]	Y [m]	wx [°]
C1	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	0.15	0
C2	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	0.15	0
C3	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	7.45	0
C4	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	7.45	0
C5	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	14.75	0
C6	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	14.75	0
C7	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	22.05	0
C8	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	22.05	0
C9	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	29.35	0
C10	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	29.35	0
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio							
Peso propio (Toda la estructura)							
ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Masa [t]		Subtotal Carga Z [kN]
R1	67.26	30.0	224.20		168.150		-1681.5
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio							
Suma Z							
						Total Carga [kN]	
Total							-1681.5
Hipótesis de carga PP: Peso propio							Escala 1:300.0
							
							Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCAI_Cedrus\240111_paño inferior generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus Paño inferior luz < 7.30m SIN demolición abacos						Página 3	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						06.02.24, 10:31	
						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga Muerta

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	67.26	30.0	224.20		-0.5		-112.1

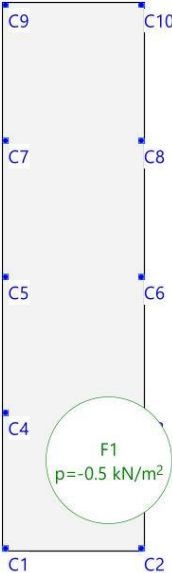
HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga Muerta

Suma Z

		Total Carga [kN]
Total		-112.1

Hipótesis de carga CM: Carga Muerta

Escala 1 :300.0



Nr.:

_Cedrus		Página 4	
Paño inferior luz < 7.30m SIN demolición abacos		06.02.24, 10:31	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga de proyecto original

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	67.26	30.0	224.20		-4.0		-896.8

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga de proyecto original

Suma Z

		Total Carga [kN]
Total		-896.8

Hipótesis de carga SC: Sobrecarga de proyecto original

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240111_paño inferior generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus		Página 5	
Paño inferior luz < 7.30m SIN demolición abacos		06.02.24, 10:31	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Especificación de envolventes: !ELU

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	0.8	
2	Cargas Muertas	1	1.35	0.8	
3	Sobrecargas general	1	1.5	1.5	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones
para la especificación de envolventes !ELU

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM Carga Muerta	1.000	
Sobrecargas general		si es crítico		SC Sobrecarga de proyecto original	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Dimensionamiento As

Dimensionamiento	Análisis	Parámetros de Análisis
!Standard	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU
!Standard+	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU Armadura mínima : Sup. y Inf.

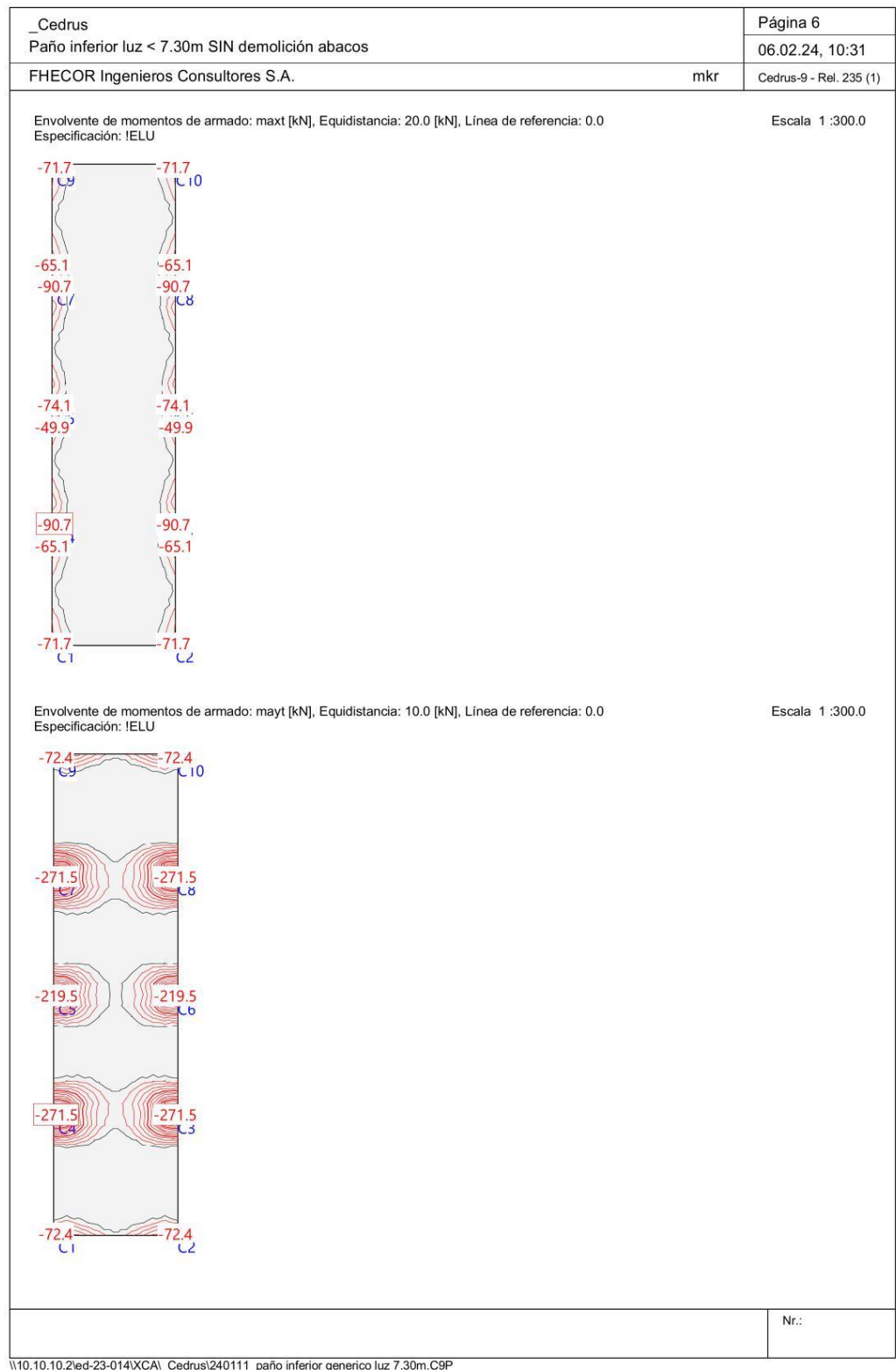
Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama	Límites de deformación			Factores de la resistencia												
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]				
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1				
!ELS	1/0	1	1	1				σ _s *	0.85	1.	1.	1.	1.				

σ_s : de una armadura dada o de un valor definido por el usuario

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCAI_Cedrus\240111_paño inferior generico luz 7.30m.C9P



_Cedrus Paño inferior luz < 7.30m SIN demolición abacos	Página 7
	06.02.24, 10:31
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.	mkr Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Envolvente de momentos de armado: maxb [kN], Equidistancia: 10.0 [kN], Línea de referencia: 0.0
 Especificación: IELU

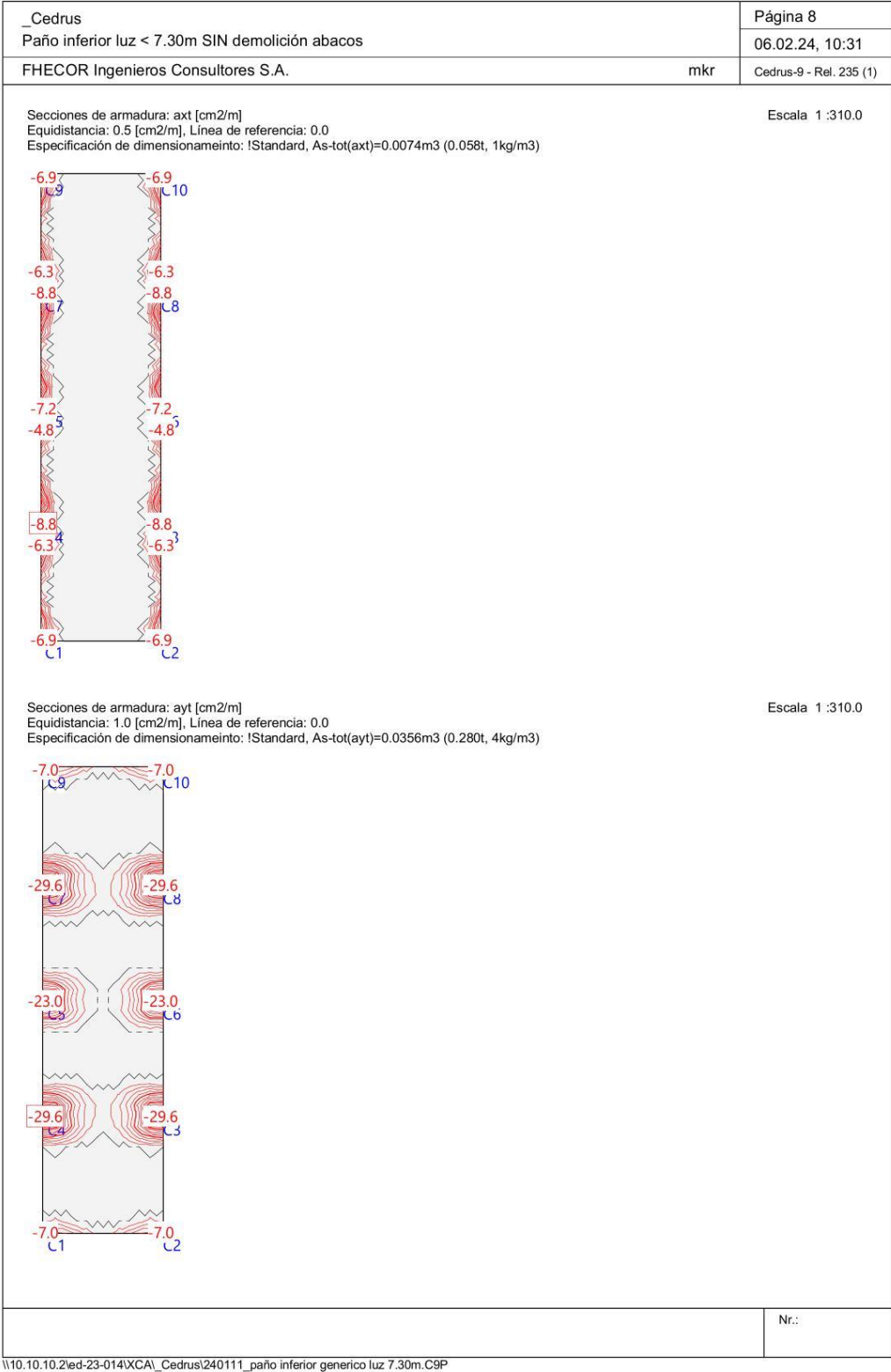
Escala 1 :300.0

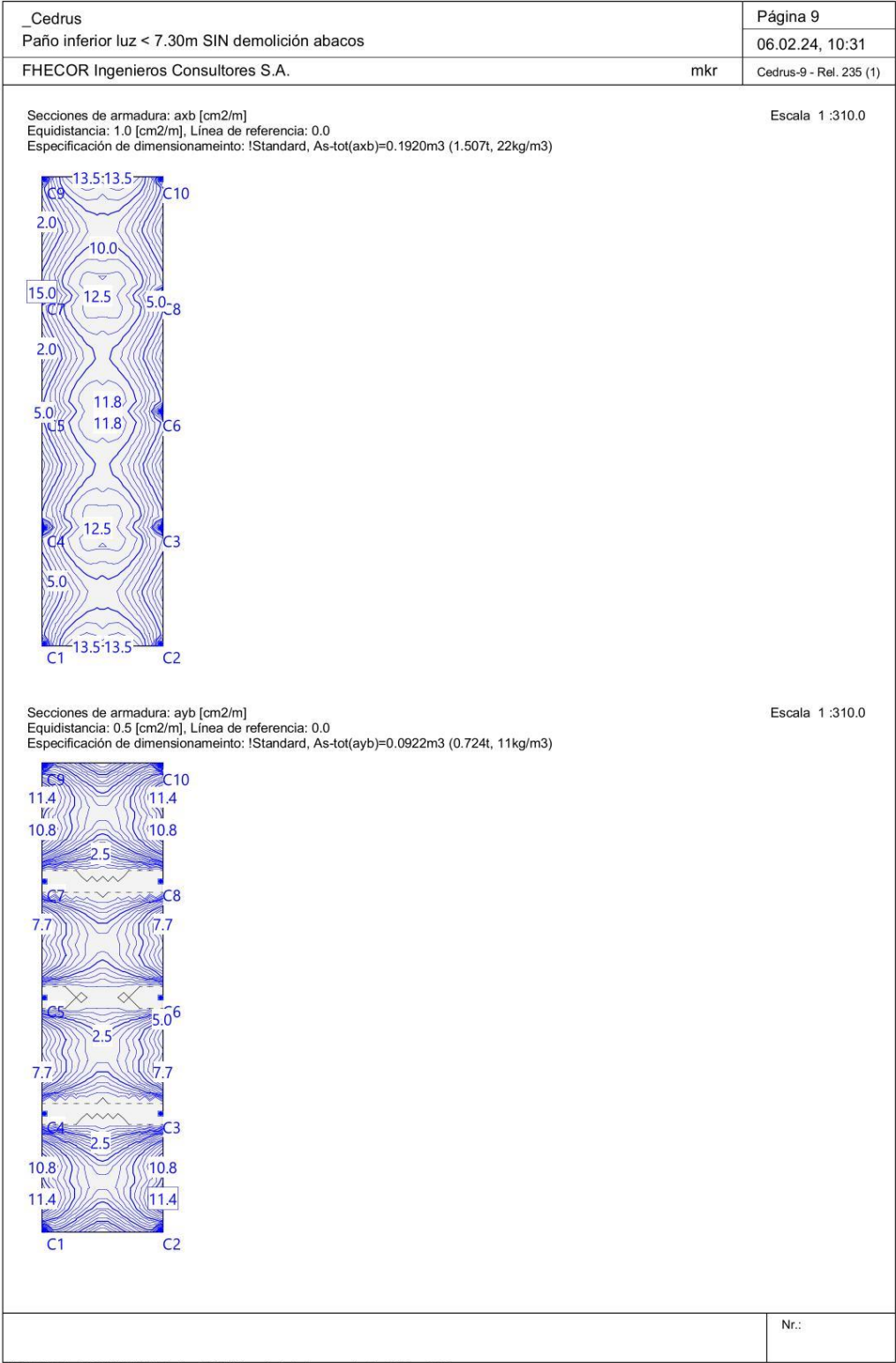
Envolvente de momentos de armado: mayb [kN], Equidistancia: 5.0 [kN], Línea de referencia: 0.0
 Especificación: IELU

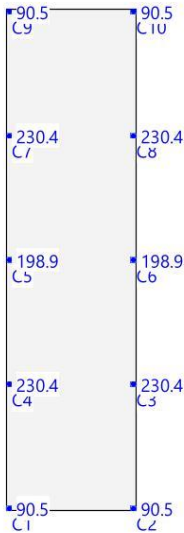
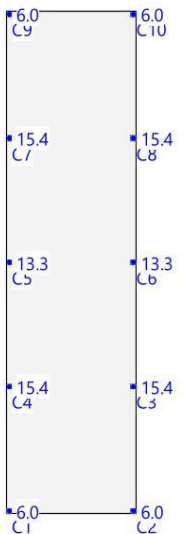
Escala 1 :300.0

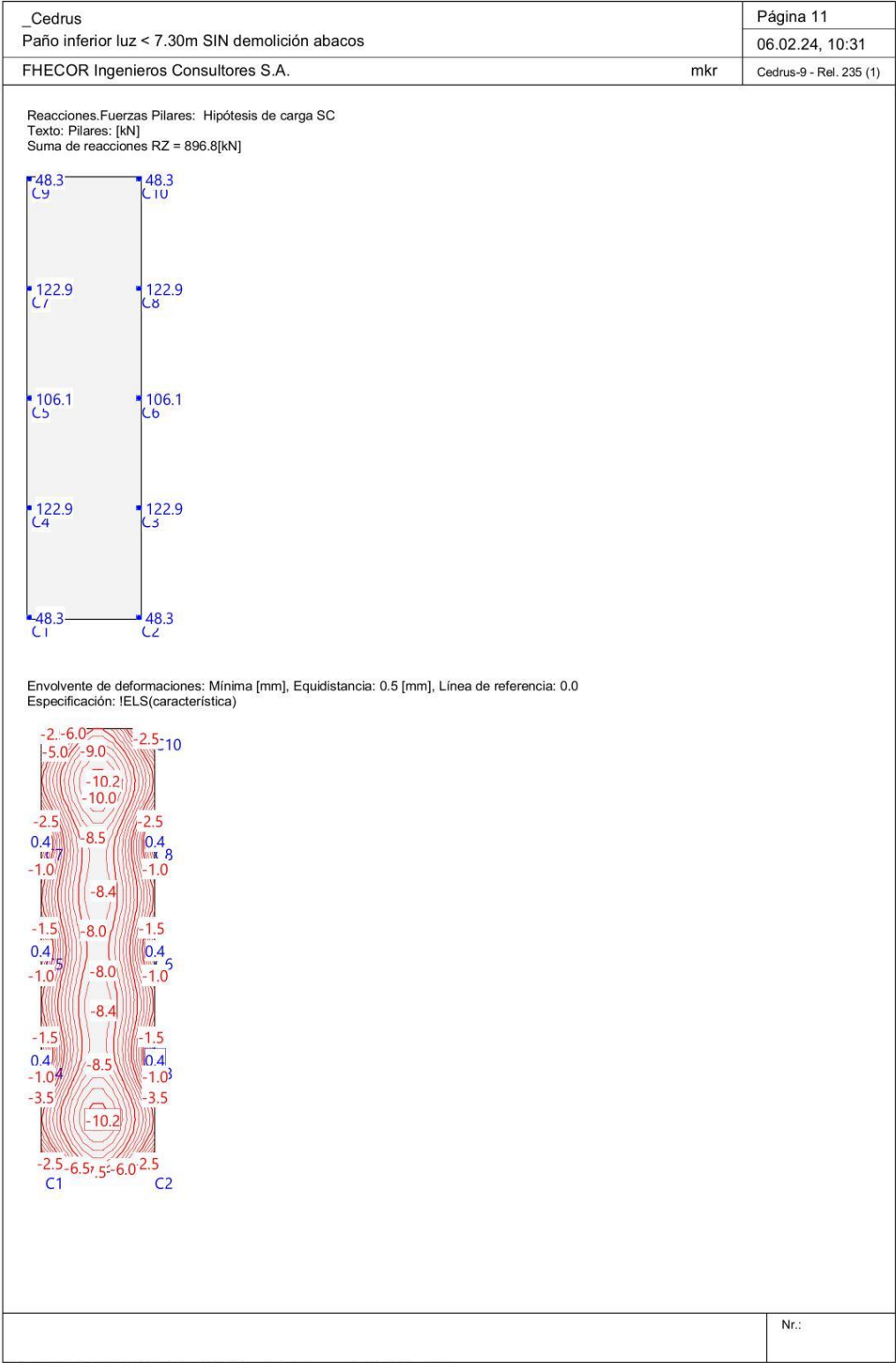
Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\ Cedrus\240111 paño inferior generico luz 7.30m.C9P



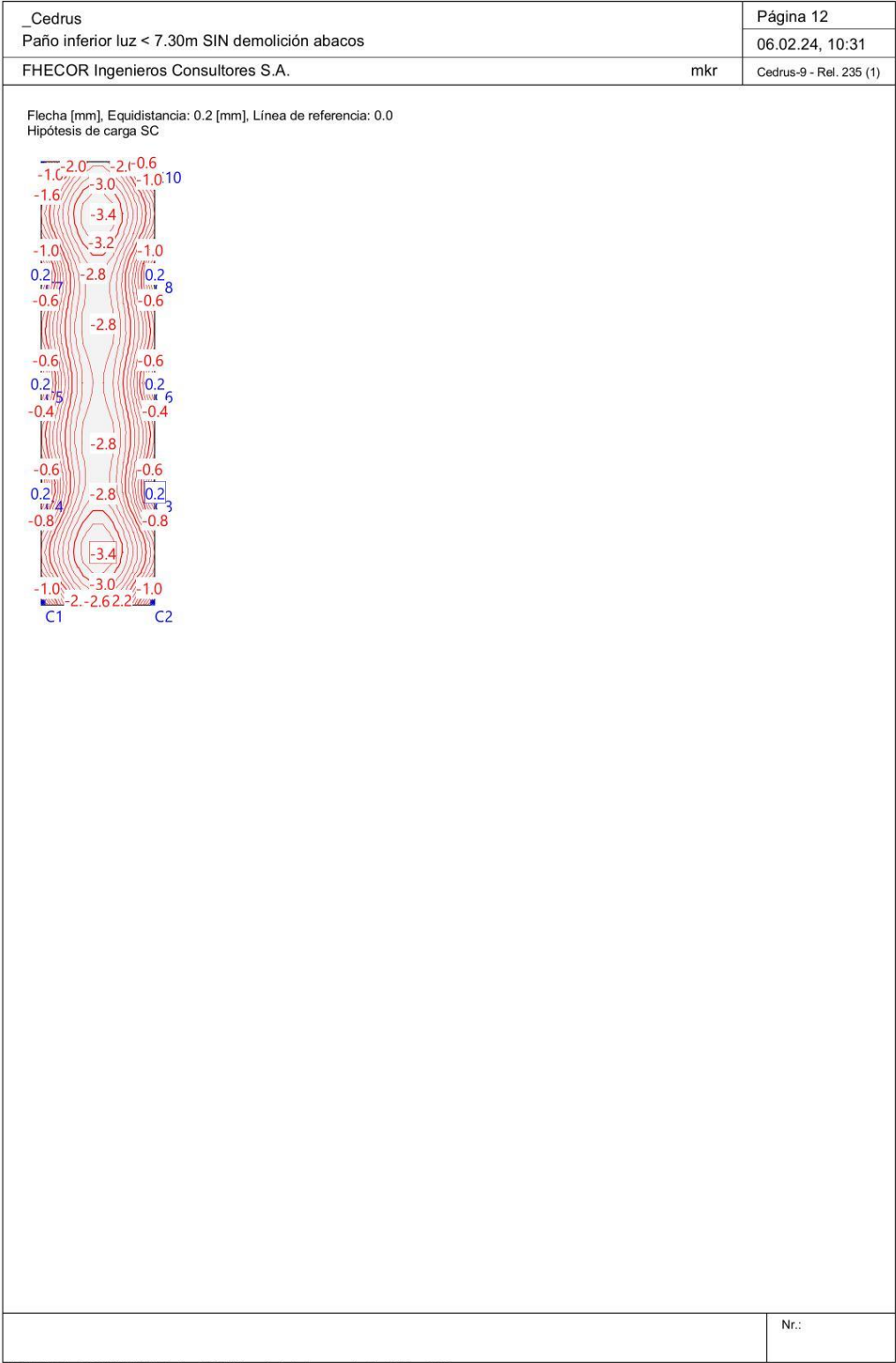


_Cedrus		Página 10
Paño inferior luz < 7.30m SIN demolición abacos		06.02.24, 10:31
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.	mkr	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
<div>Reacciones.Fuerzas Pilares: Hipótesis de carga PP Texto: Pilares: [kN] Suma de reacciones RZ = 1681.5[kN]</div> <div></div> <div>Reacciones.Fuerzas Pilares: Hipótesis de carga CM Texto: Pilares: [kN] Suma de reacciones RZ = 112.1[kN]</div> <div></div>		
\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240111_paño inferior generico luz 7.30m.C9P		Nr.:



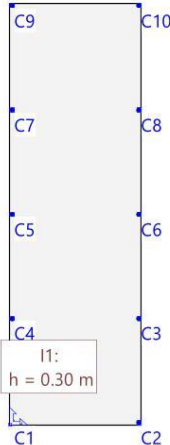
\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240111_paño inferior generico luz 7.30m.C9P

Nr.:



\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCA_Cedrus\\240111_paño inferior generico luz 7.30m.C9P

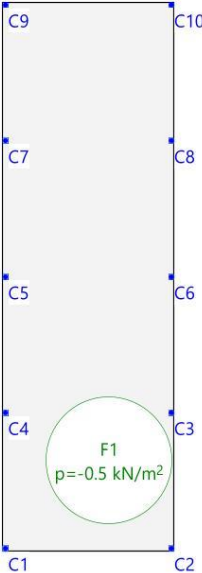
2.1.2 Paño inferior luz max = 8.90m SIN demolición ábacos

_Cedrus						Página 1	
Paño inferior luz max = 8.90m SIN demolición abacos						06.02.24, 11:11	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
Estructura						Escala 1 :390.8 (-29.39,-1.50..36.99,31.00)	
<div></div>							
DATOS de la ESTRUCTURA							
MATERIALES Código: Codigo Estructural 2021							
ID	Tipo	Elemento	E [kN/mm²]	v	ρ [t/m³]	α [%]	Clase
CC	Hormigón	Columna	33.60	0.17	2.50	0.010	HA30
CS	Hormigón	Losa	28.58	0.17	2.50	0.010	HA30
R	Acero para armadu	(general)	205.00	0.30	8.00	0.012	B500S
MATERIAL Hormigón							
ID	Clase	-f _{ck,cyl} [N/mm²]	E _{cm} [kN/mm²]	f _{ctm} [N/mm²]	τ _{Rd} [N/mm²]	f _{ck,cubg} [N/mm²]	
CC	HA30	-30.0	28.58	2.9	0.3	30.0	
CS	HA30	-30.0	28.58	2.9	0.3	30.0	
MATERIAL Acero para armadura							
ID	Clase	-f _{yk} [N/mm²]	E _s [kN/mm²]	f _{yk} [N/mm²]	ε _{uk} [‰]	f _{tk} [N/mm²]	
R	B500S	-500.0	210.00	500.0	20.0	500.0	
CAJAS DE MATERIALES: Isótropo							
ID	Geometría			Materiales			
	Espesor de la losa			Cuerpo		Armaduras	
	[m]			[m]			
I1	0.30			0 1.000		CS R	
CAJAS DE MATERIALES: Recubrimiento de la armadura base							
ID	Recubrimiento de la armadura				Armadura base		
	u _{xT} [cm]	u _{yT} [cm]	u _{xB} [cm]	u _{yB} [cm]	as _{xT} [cm²/m]	as _{yT} [cm²/m]	as _{yB} [cm²/m]
I1	5.0	5.0	5.0	5.0	-	-	-
						Nr.:	

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA_Cedrus\240111_paño inferior luz max 8.90m.C9P

_Cedrus Paño inferior luz max = 8.90m SIN demolición abacos							Página 2
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.							06.02.24, 11:11
mkr							Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
PILARES - Estructura							
ID	Tipo	Sección	Geometría		Posición		
			dx [m]	dy [m]	X [m]	Y [m]	wx [°]
C1	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	0.15	0
C2	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	0.15	0
C3	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	7.45	0
C4	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	7.45	0
C5	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	14.75	0
C6	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	14.75	0
C7	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	22.05	0
C8	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	22.05	0
C9	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	29.35	0
C10	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	29.35	0
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio							
Peso propio (Toda la estructura)							
ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Masa [t]		Subtotal Carga Z [kN]
R1	81.42	30.0	271.40		203.550		-2035.5
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio							
Suma Z							
						Total Carga [kN]	
Total						-2035.5	
Hipótesis de carga PP: Peso propio							Escala 1:300.0
							Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240111_paño inferior luz max 8.90m.C9P

_Cedrus						Página 3	
Paño inferior luz max = 8.90m SIN demolición abacos						06.02.24, 11:11	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga Muerta							
Carga repartida (Toda la estructura)							
ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	81.42	30.0	271.40		-0.5		-135.7
HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga Muerta							
Suma Z							
							Total Carga [kN]
Total							-135.7
Hipótesis de carga CM: Carga Muerta							
Escala 1 :300.0							
							
							Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240111_paño inferior luz max 8.90m.C9P

_Cedrus		Página 4	
Paño inferior luz max = 8.90m SIN demolición abacos		06.02.24, 11:11	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga de proyecto original

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]	Carga Valor [kN/m²]	Subtotal Carga Z [kN]
F1	81.42	30.0	271.40	-4.0	-1085.6

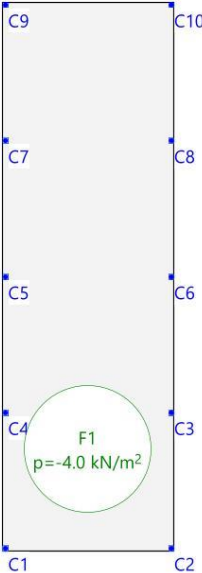
HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga de proyecto original

Suma Z

	Total Carga [kN]
Total	-1085.6

Hipótesis de carga SC: Sobrecarga de proyecto original

Escala 1 :300.0



Nr.:

\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCA_Cedrus\\240111_paño inferior luz max 8.90m.C9P

_Cedrus		Página 5	
Paño inferior luz max = 8.90m SIN demolición abacos		06.02.24, 11:11	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Especificación de envolventes: !ELU

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	0.8	
2	Cargas Muertas	1	1.35	0.8	
3	Sobrecargas general	1	1.5	1.5	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones
para la especificación de envolventes !ELU

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM Carga Muerta	1.000	
Sobrecargas general		si es crítico		SC Sobrecarga de proyecto original	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Dimensionamiento As

Dimensionamiento	Análisis	Parámetros de Análisis
!Standard	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU
!Standard+	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU Armadura mínima : Sup. y Inf.

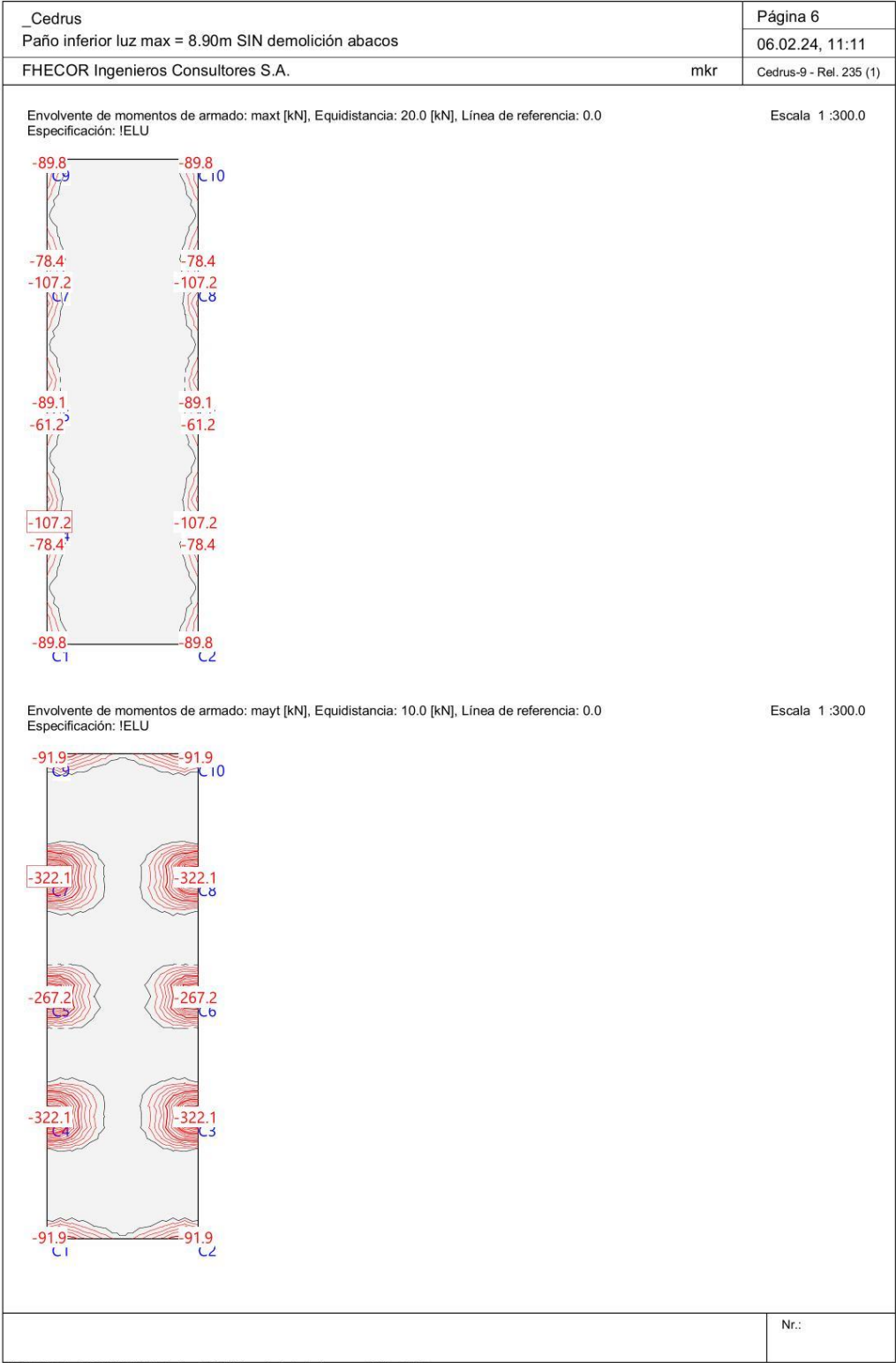
Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Factores de la resistencia									
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]				
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1				
!ELS	1/0	1	1	1				σ _s *	0.85	1.	1.	1.	1.				

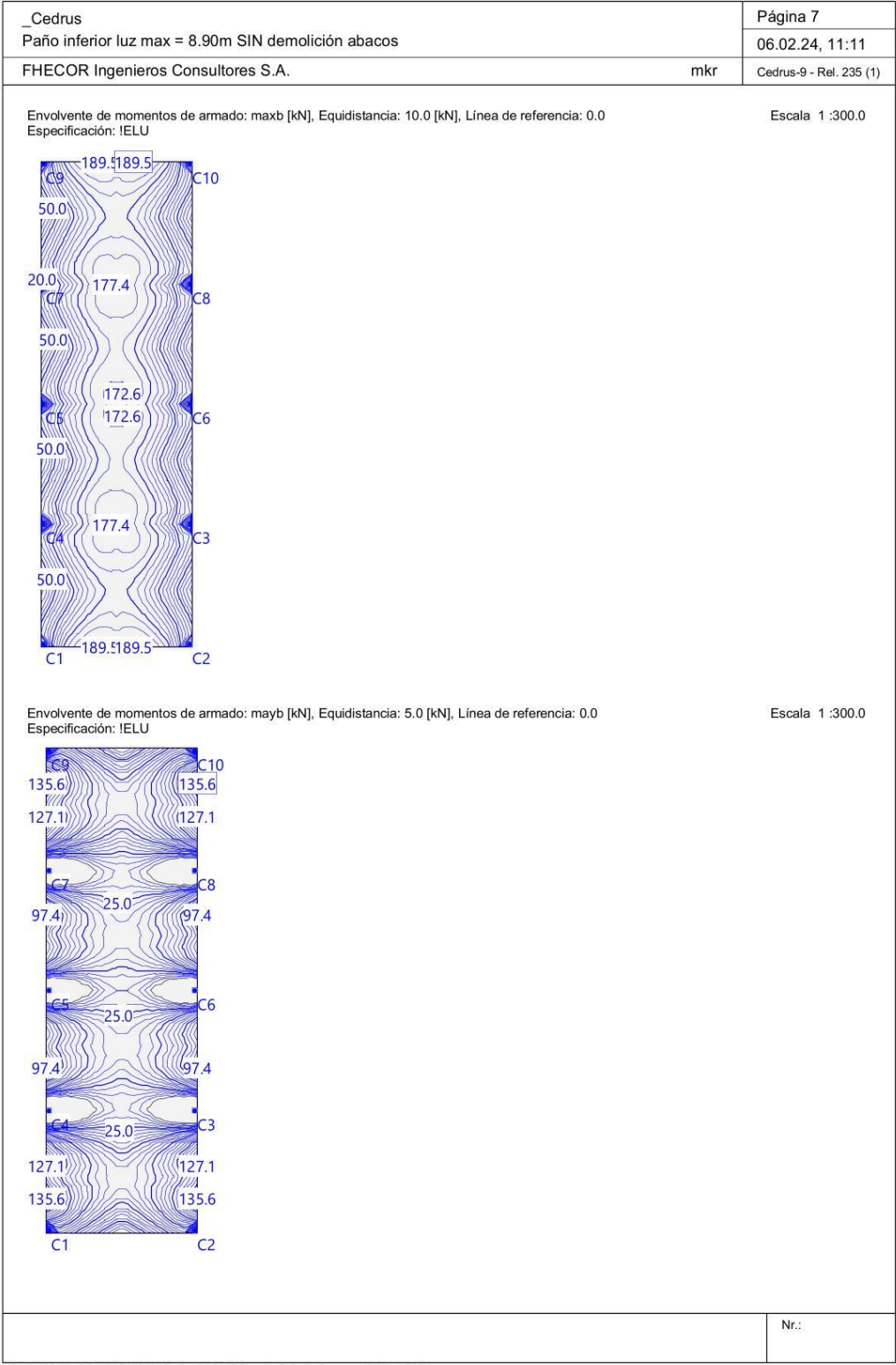
σ_s : de una armadura dada o de un valor definido por el usuario

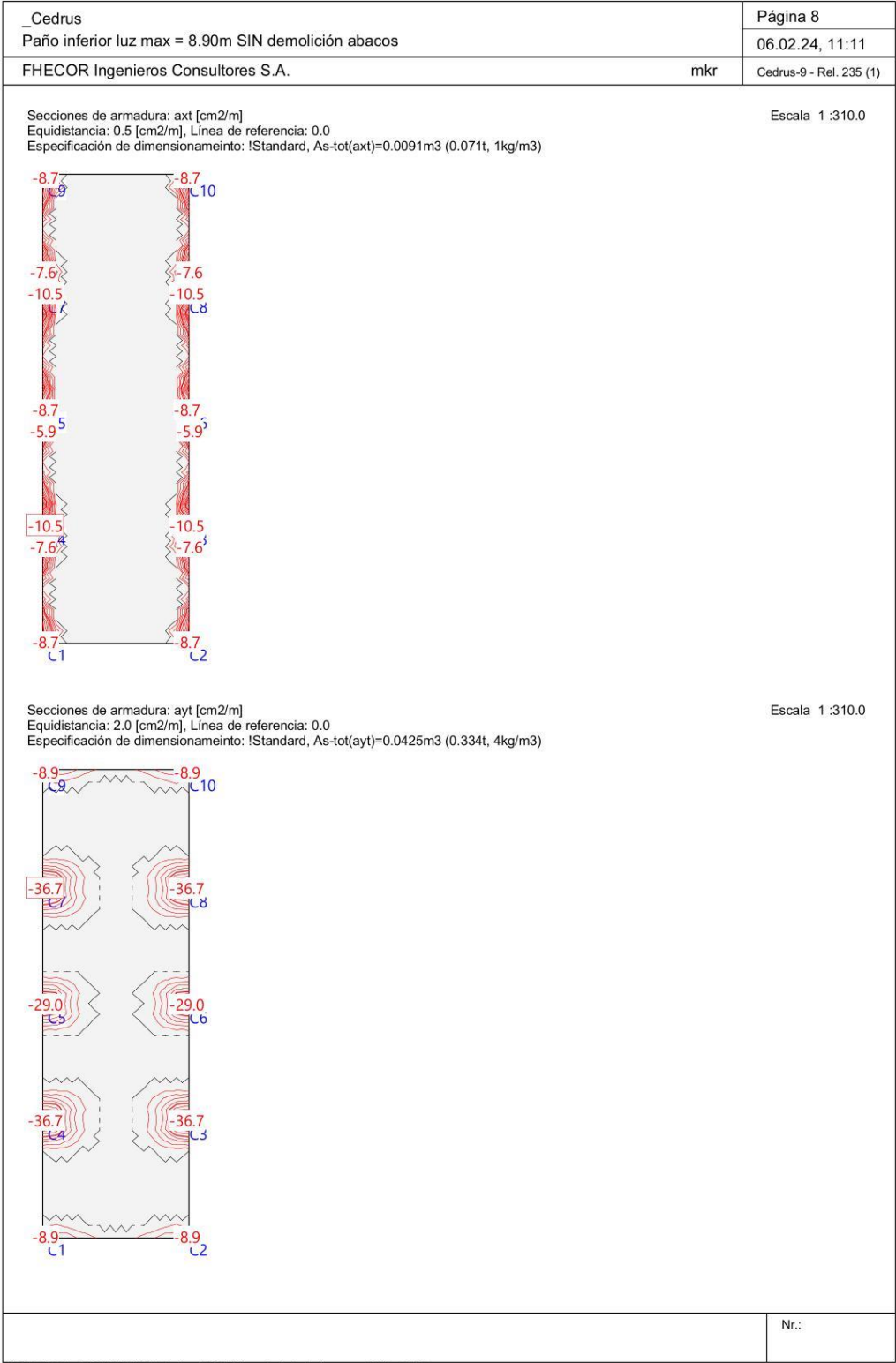
Nr.:

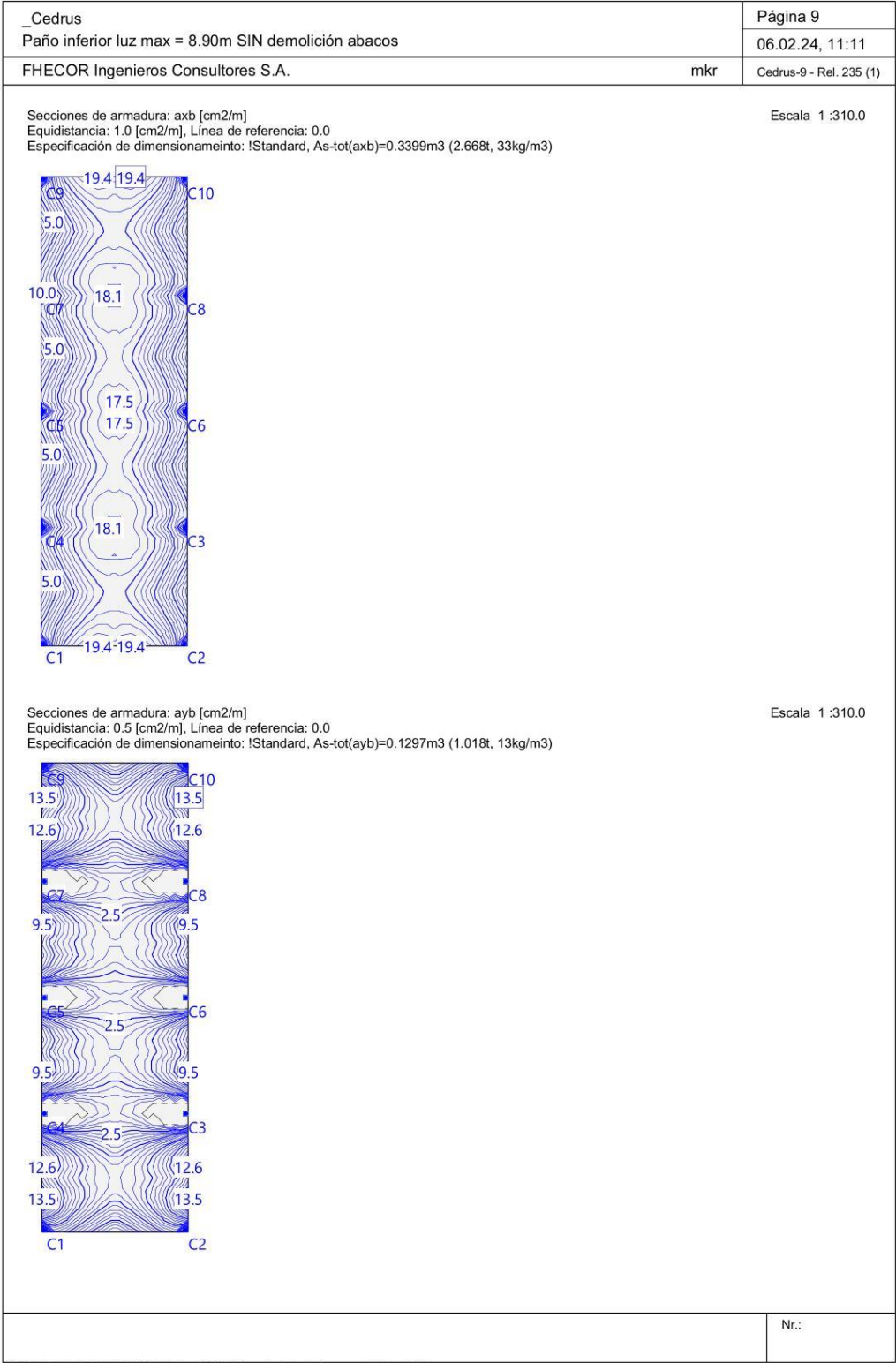
\\\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCA_Cedrus\\240111_paño inferior luz max 8.90m.C9P

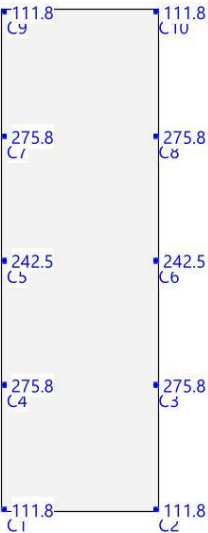
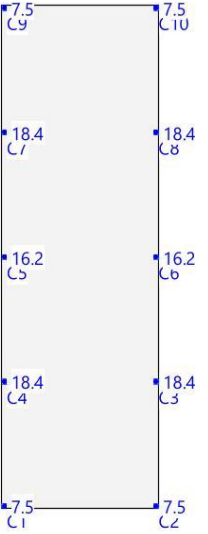


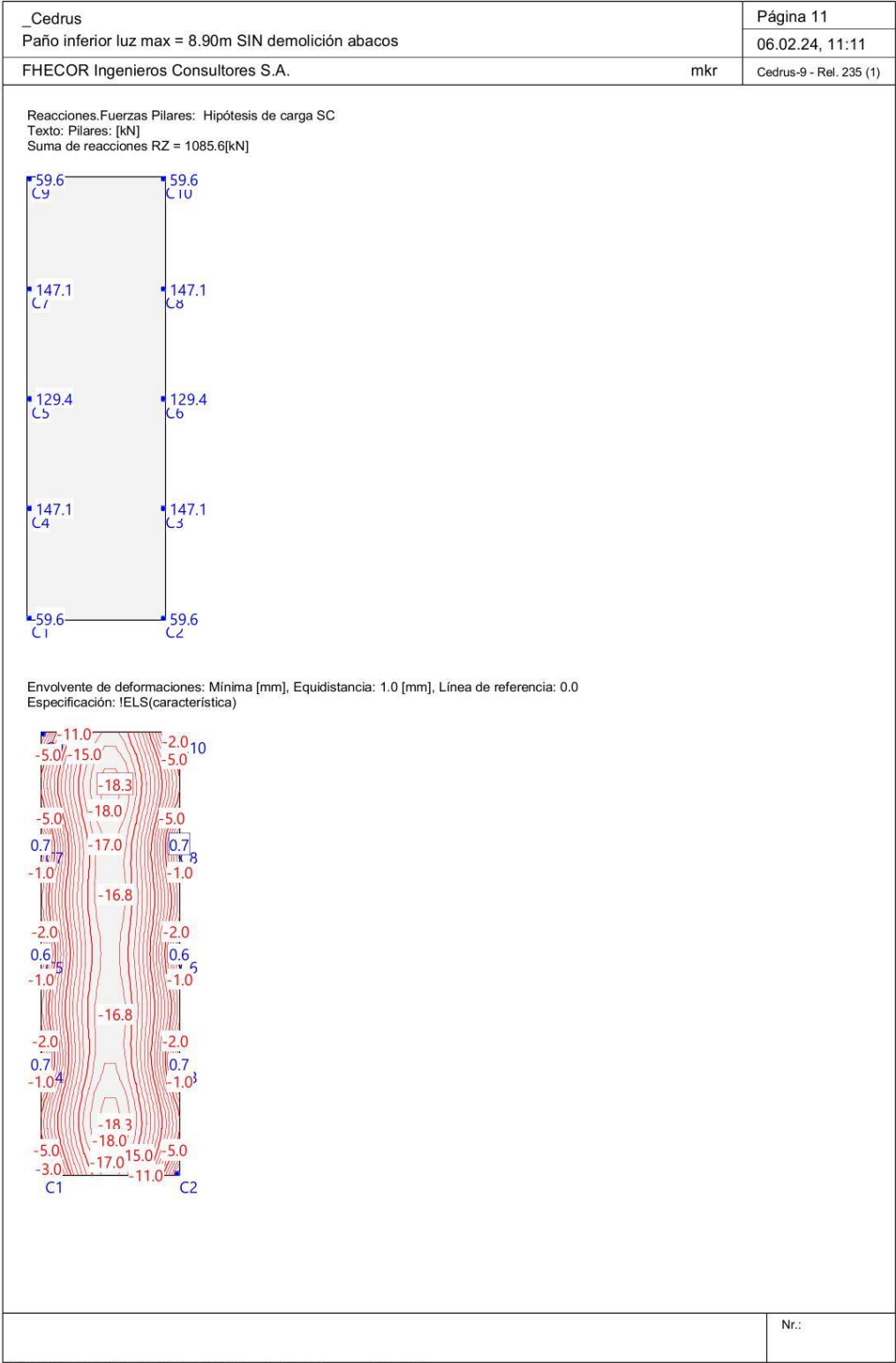
\\10.10.10.2\led-23-014\XCA\Cedrus\240111_paño inferior luz max 8.90m.C9P



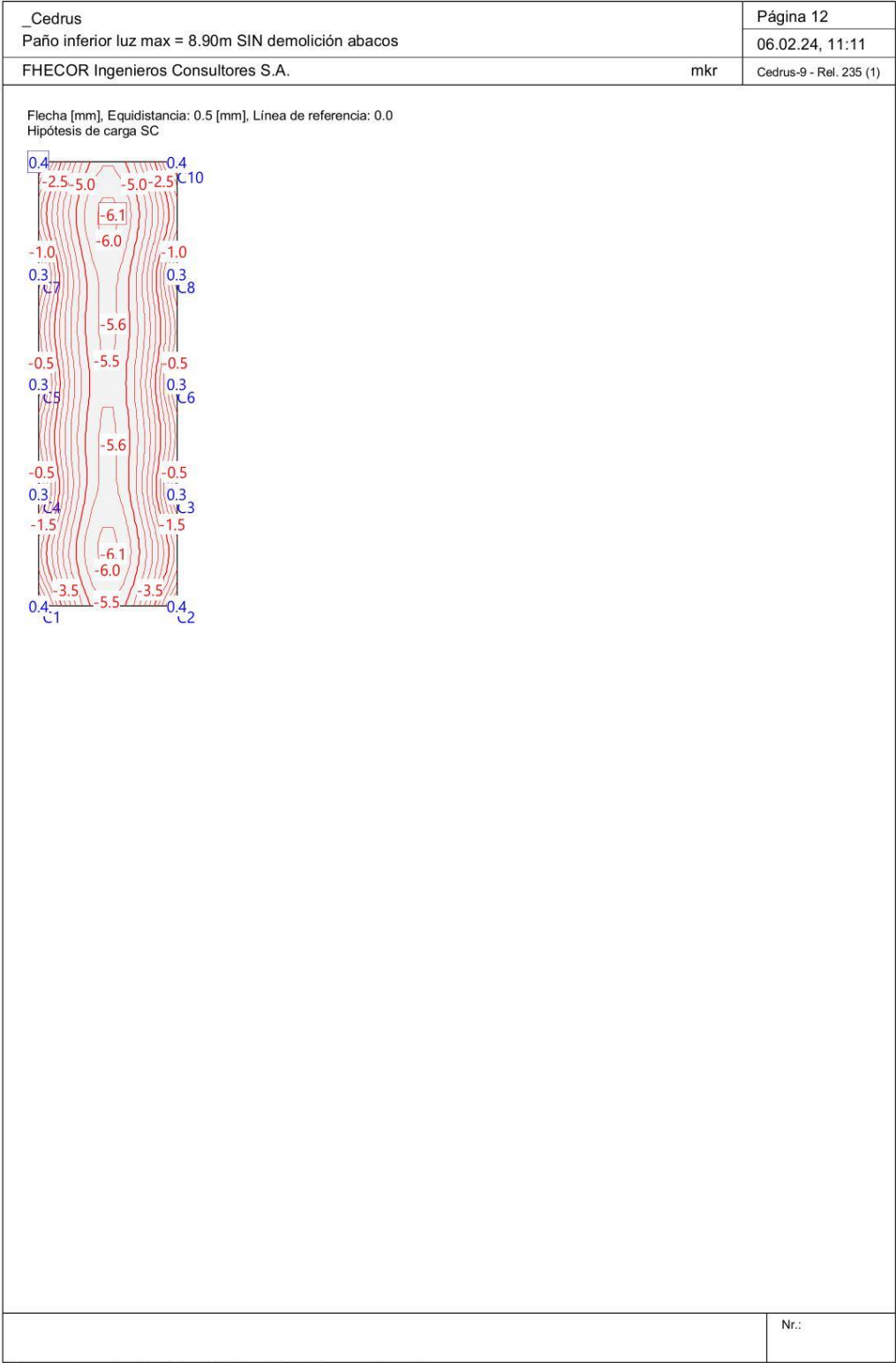




_Cedrus		Página 10
Paño inferior luz max = 8.90m SIN demolición abacos		06.02.24, 11:11
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.	mkr	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
<div>Reacciones.Fuerzas Pilares: Hipótesis de carga PP Texto: Pilares: [kN] Suma de reacciones RZ = 2035.5[kN]</div> <div></div> <div>Reacciones.Fuerzas Pilares: Hipótesis de carga CM Texto: Pilares: [kN] Suma de reacciones RZ = 135.7[kN]</div> <div></div>		
\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240111_paño inferior luz max 8.90m.C9P		Nr.:



\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCA_Cedrus\\240111_paño inferior luz max 8.90m.C9P



2.1.3 Paño cubierta luz < 7.30m SIN demolición ábacos

_Cedrus		Página 1	
Paño cubierta luz < 7.30m SIN demolición abacos		06.02.24, 10:49	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkr	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Estructura

Escala 1 :390.8 (-29.39,-1.50..36.99,31.00)

DATOS de la ESTRUCTURA

MATERIALES Código: Codigo Estructural 2021

ID	Tipo	Elemento	E [kN/mm²]	ν	ρ [t/m³]	α [%]	Clase
CC	Hormigón	Columna	33.60	0.17	2.50	0.010	HA30
CS	Hormigón	Losa	28.58	0.17	2.50	0.010	HA30
R	Acero para armadu	(general)	205.00	0.30	8.00	0.012	B500S

MATERIAL Hormigón

ID	Clase	-f _{ck,cyl} [N/mm²]	E _{cm} [kN/mm²]	f _{ctm} [N/mm²]	τ _{Rd} [N/mm²]	f _{ck,cubg} [N/mm²]
CC	HA30	-30.0	28.58	2.9	0.3	30.0
CS	HA30	-30.0	28.58	2.9	0.3	30.0

MATERIAL Acero para armadura

ID	Clase	-f _{yk} [N/mm²]	E _s [kN/mm²]	f _{yk} [N/mm²]	ε _{uk} [%]	f _{tk} [N/mm²]
R	B500S	-500.0	210.00	500.0	20.0	500.0

CAJAS DE MATERIALES: Isótropo

ID	Geometría		Materiales	
	Espesor de la losa de la cara superior f _E [m]	Cuerpo	Armaduras	
I1	0.45	0	CS	R

CAJAS DE MATERIALES: Recubrimiento de la armadura base

ID	Recubrimiento de la armadura				Armadura base			
	u _{xT} [cm]	u _{yT} [cm]	u _{xB} [cm]	u _{yB} [cm]	as _{xT} [cm²/m]	as _{yT} [cm²/m]	as _{yB} [cm²/m]	
I1	5.0	5.0	5.0	5.0	-	-	-	-

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA_Cedrus\240112_paño cubierta generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus Paño cubierta luz < 7.30m SIN demolición abacos							Página 2
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.							06.02.24, 10:49
mkr							Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
PILARES - Estructura							
ID	Tipo	Sección	Geometría		Posición		
			dx [m]	dy [m]	X [m]	Y [m]	wx [°]
C1	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	0.15	0
C2	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	0.15	0
C3	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	7.45	0
C4	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	7.45	0
C5	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	14.75	0
C6	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	14.75	0
C7	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	22.05	0
C8	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	22.05	0
C9	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	29.35	0
C10	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	29.35	0
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio							
Peso propio (Toda la estructura)							
ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Masa [t]		Subtotal Carga Z [kN]
R1	100.89	45.0	224.20		252.225		-2522.3
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio							
Suma Z							
							Total Carga [kN]
Total							-2522.3
Hipótesis de carga PP: Peso propio							
Escala 1:300.0							
							Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\ _Cedrus\240112 _paño cubierta generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus						Página 3	
Paño cubierta luz < 7.30m SIN demolición abacos						06.02.24, 10:49	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	100.89	45.0	224.20		-29.0		-6501.8

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Suma Z

							Total Carga Z [kN]
Total							-6501.8

Hipótesis de carga CM: Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240112_paño cubierta generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus						Página 4	
Paño cubierta luz < 7.30m SIN demolición abacos						06.02.24, 10:49	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	100.89	45.0	224.20		-5.0		-1121.0

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga

Suma Z

		Total Carga [kN]
Total		-1121.0

Hipótesis de carga SC: Sobrecarga

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240112_paño cubierta generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus		Página 5	
Paño cubierta luz < 7.30m SIN demolición abacos		06.02.24, 10:49	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Especificación de envolventes: !ELU

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	0.8	
2	Cargas Muertas	1	1.35	0.8	
3	Sobrecargas general	1	1.5	1.5	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones
para la especificación de envolventes !ELU

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM Carga muerta 25jardin + 4pavimie	1.000	
Sobrecargas general		si es crítico		SC Sobrecarga	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Dimensionamiento As

Dimensionamiento	Análisis	Parámetros de Análisis
!Standard	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU
!Standard+	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU Armadura mínima : Sup. y Inf.

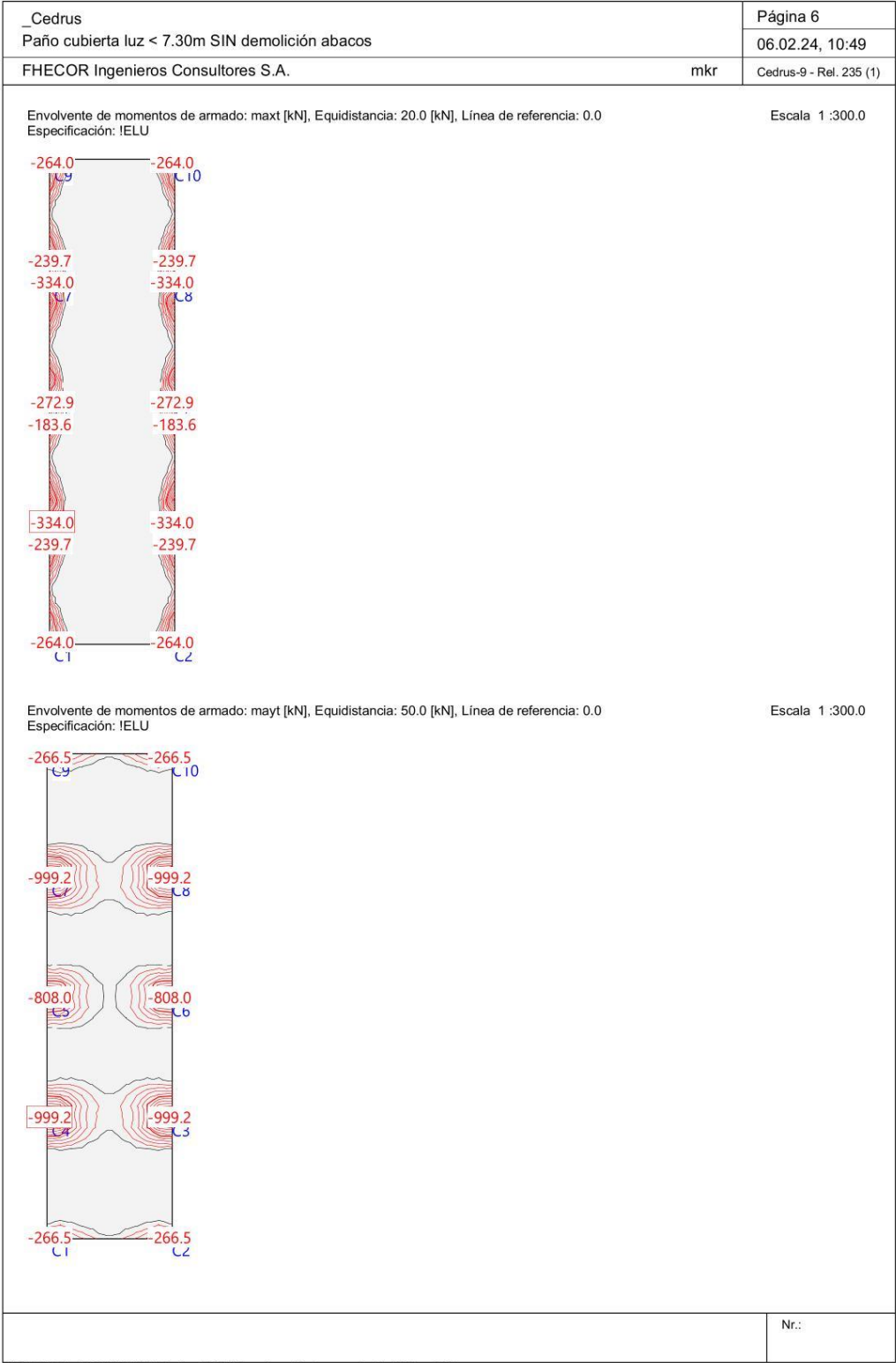
Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

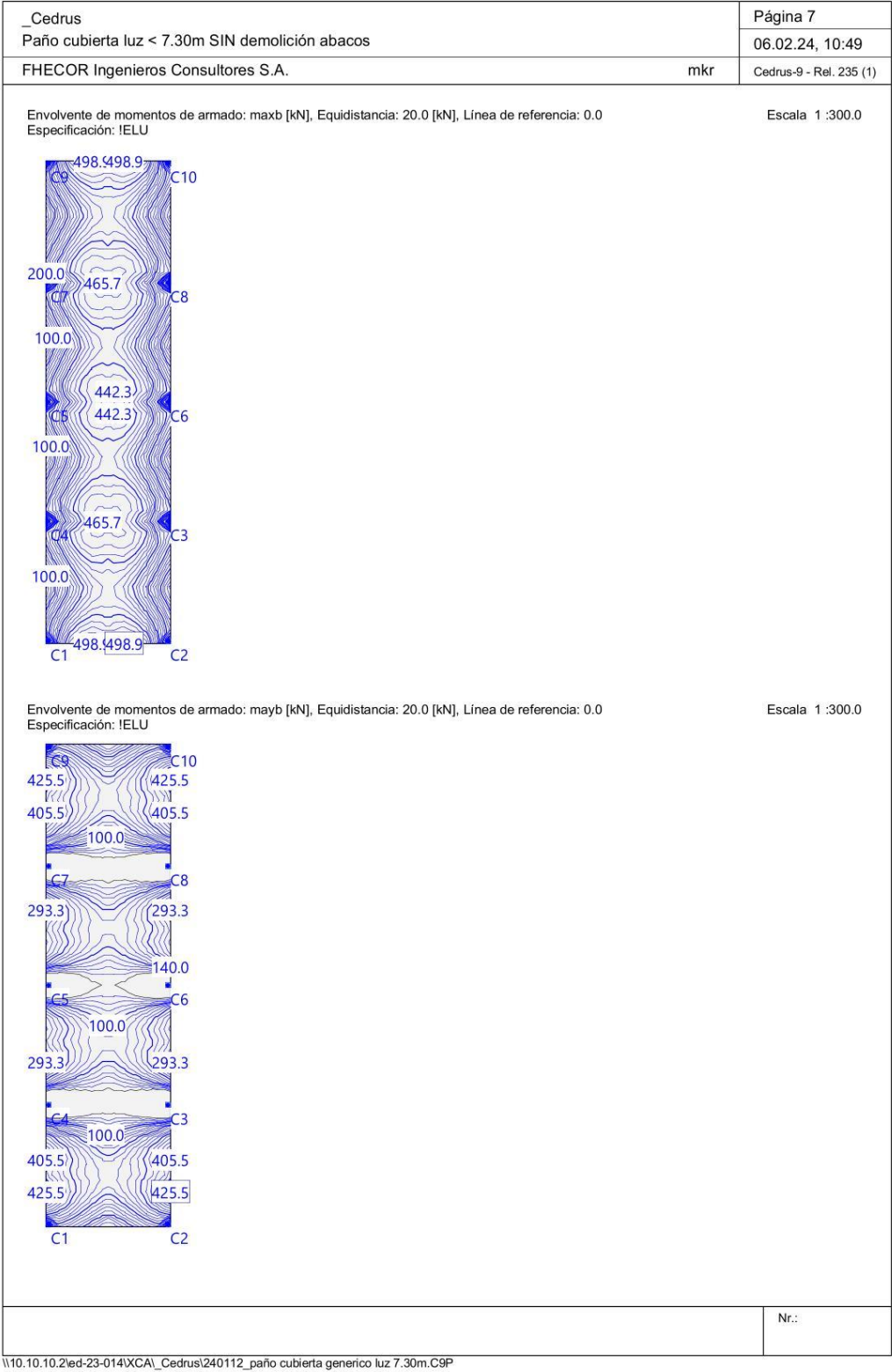
ID	σ-ε-Diagrama	Límites de deformación			Factores de la resistencia												
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]				
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1				
!ELS	1/0	1	1	1				σ _s *	0.85	1.	1.	1.	1.				

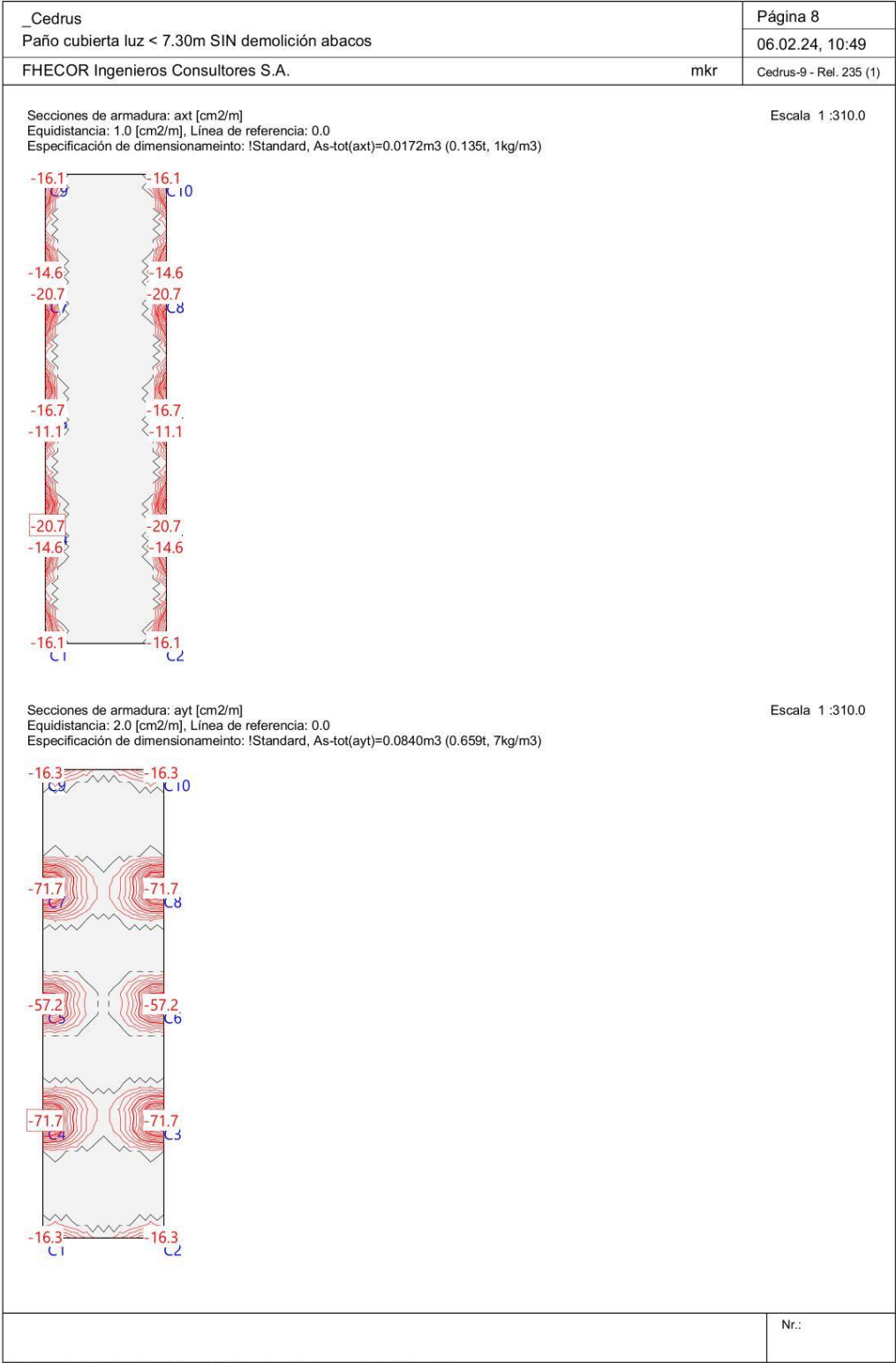
σ_s : de una armadura dada o de un valor definido por el usuario

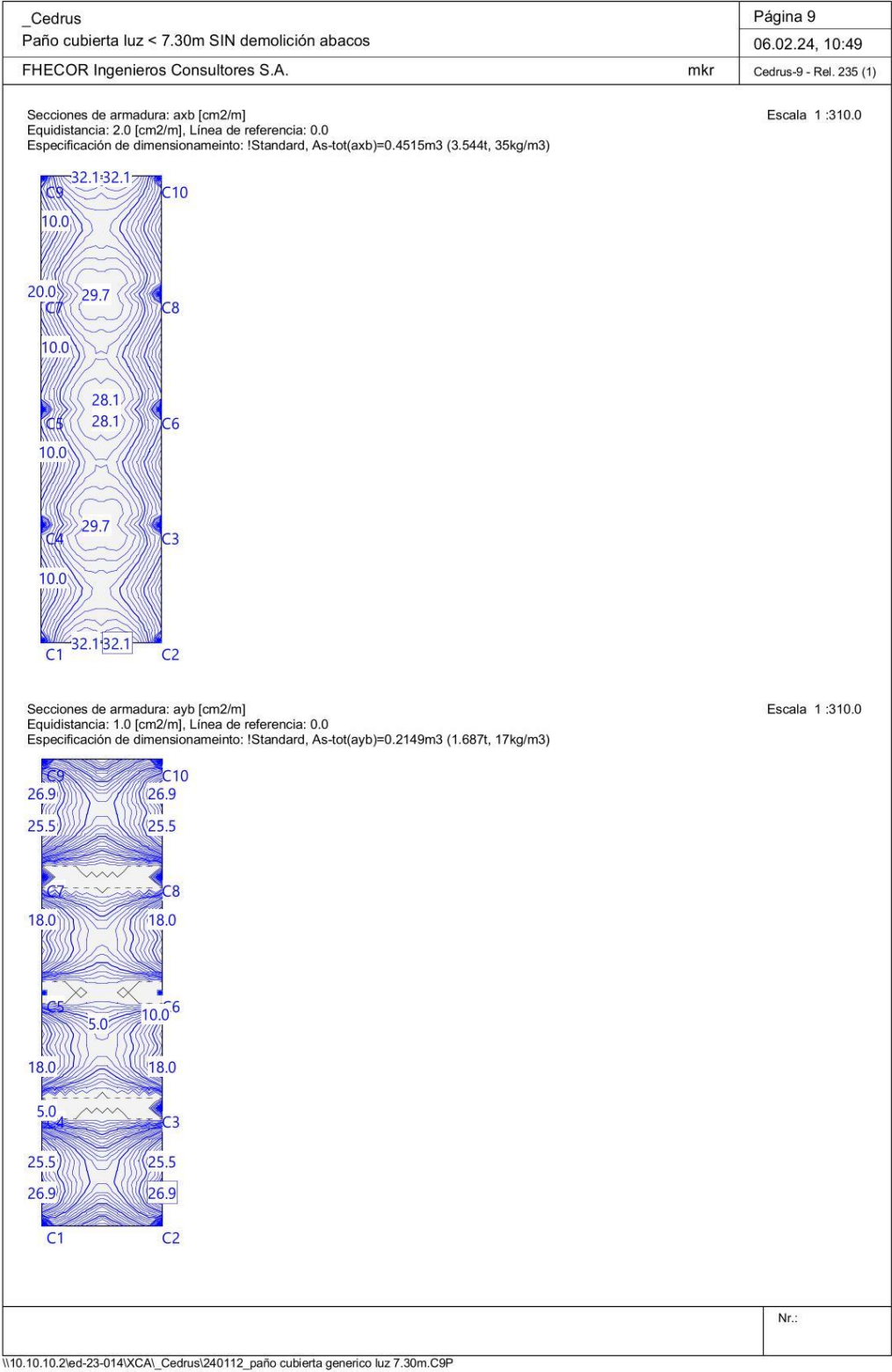
Nr.:

\\\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCAI_Cedrus\\240112_paño cubierta generico luz 7.30m.C9P

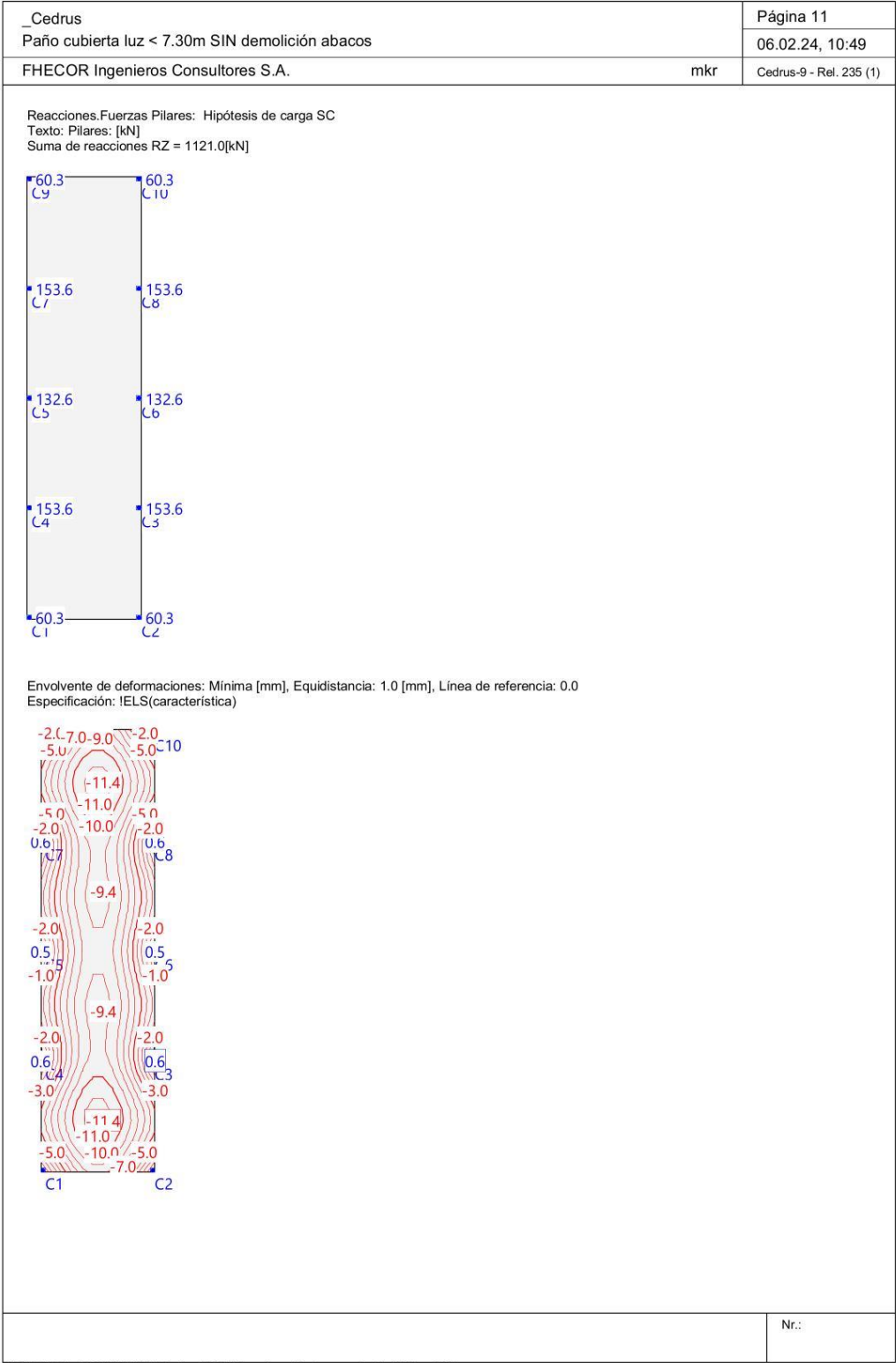


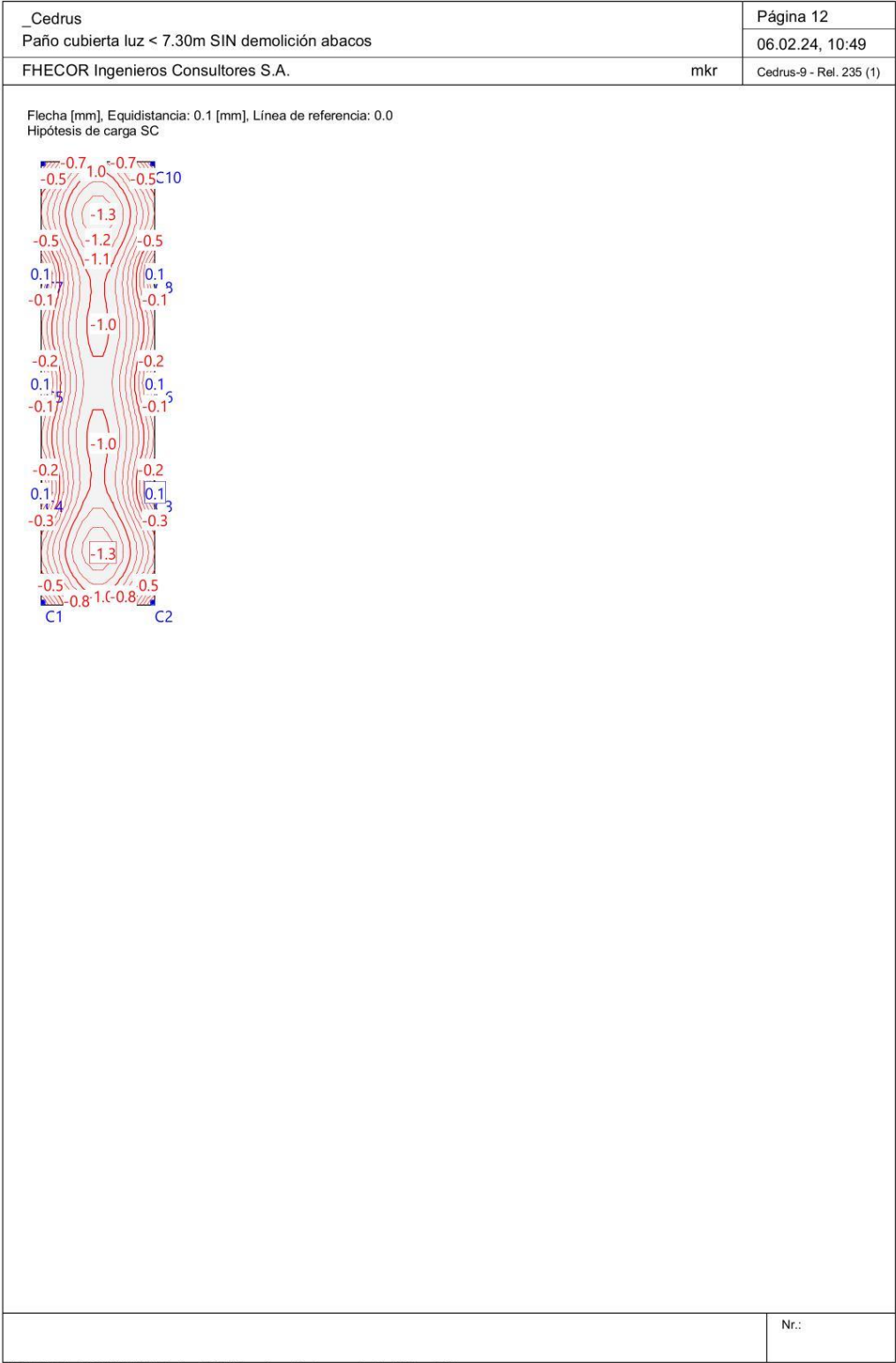






_Cedrus		Página 10
Paño cubierta luz < 7.30m SIN demolición abacos		06.02.24, 10:49
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.	mkr	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
<div>Reacciones.Fuerzas Pilares: Hipótesis de carga PP Texto: Pilares: [kN] Suma de reacciones RZ = 2522.3[kN]</div> <div><div><div><div>135.8</div><div>C9</div></div><div><div>135.8</div><div>C10</div></div></div><div><div>345.6</div><div>C7</div></div><div><div>345.6</div><div>C8</div></div><div><div>298.4</div><div>C5</div></div><div><div>298.4</div><div>C6</div></div><div><div>345.6</div><div>C4</div></div><div><div>345.6</div><div>C3</div></div><div><div>135.8</div><div>C1</div></div><div><div>135.8</div><div>C2</div></div></div> <div>Reacciones.Fuerzas Pilares: Hipótesis de carga CM Texto: Pilares: [kN] Suma de reacciones RZ = 6501.8[kN]</div> <div><div><div><div>350.0</div><div>C9</div></div><div><div>350.0</div><div>C10</div></div></div><div><div>891.0</div><div>C7</div></div><div><div>891.0</div><div>C8</div></div><div><div>769.1</div><div>C5</div></div><div><div>769.1</div><div>C6</div></div><div><div>891.0</div><div>C4</div></div><div><div>891.0</div><div>C3</div></div><div><div>350.0</div><div>C1</div></div><div><div>350.0</div><div>C2</div></div></div>		
		Nr.:
\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240112_paño cubierta generico luz 7.30m.C9P		





_Cedrus Paño cubierta luz max = 8.90m SIN demolición abacos							Página 2
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.							06.02.24, 10:54
mkr							Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
PILARES - Estructura							
ID	Tipo	Sección	Geometría		Posición		wx [°]
			dx [m]	dy [m]	X [m]	Y [m]	
C1	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	0.15	0
C2	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	0.15	0
C3	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	7.45	0
C4	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	7.45	0
C5	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	14.75	0
C6	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	14.75	0
C7	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	22.05	0
C8	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	22.05	0
C9	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	29.35	0
C10	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	29.35	0
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio							
Peso propio (Toda la estructura)							
ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Masa [t]		Subtotal Carga Z [kN]
R1	122.13	45.0	271.40		305.325		-3053.3
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio							
Suma Z							
						Total Carga Z [kN]	
Total						-3053.3	
Hipótesis de carga PP: Peso propio							Escala 1:300.0
							Nr.:
\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240112_paño cubierta luz max 8.90.C9P							

_Cedrus		Página 3	
Paño cubierta luz max = 8.90m SIN demolición abacos		06.02.24, 10:54	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	122.13	45.0	271.40		-29.0		-7870.6

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Suma Z

		Total Carga [kN]
Total		-7870.6

Hipótesis de carga CM: Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240112_paño cubierta luz max 8.90.C9P

_Cedrus Paño cubierta luz max = 8.90m SIN demolición abacos						Página 4	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						06.02.24, 10:54	
						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	122.13	45.0	271.40		-5.0		-1357.0

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga

Suma Z

		Total Carga [kN]
Total		-1357.0

Hipótesis de carga SC: Sobrecarga

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\\ed-23-014\XCA\Cedrus\240112_paño cubierta luz max 8.90.C9P

_Cedrus		Página 5	
Paño cubierta luz max = 8.90m SIN demolición abacos		06.02.24, 10:54	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Especificación de envolventes: !ELU

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	0.8	
2	Cargas Muertas	1	1.35	0.8	
3	Sobrecargas general	1	1.5	1.5	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones

para la especificación de envolventes !ELU

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM Carga muerta 25jardin + 4pavimie	1.000	
Sobrecargas general		si es crítico		SC Sobrecarga	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Dimensionamiento As

Dimensionamiento	Análisis	Parámetros de Análisis
!Standard	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU
!Standard+	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU Armadura mínima : Sup. y Inf.

Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia								
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]		α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]				
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1				
!ELS	1/0	1	1	1				σ _s *	0.85	1.	1.	1.	1.				

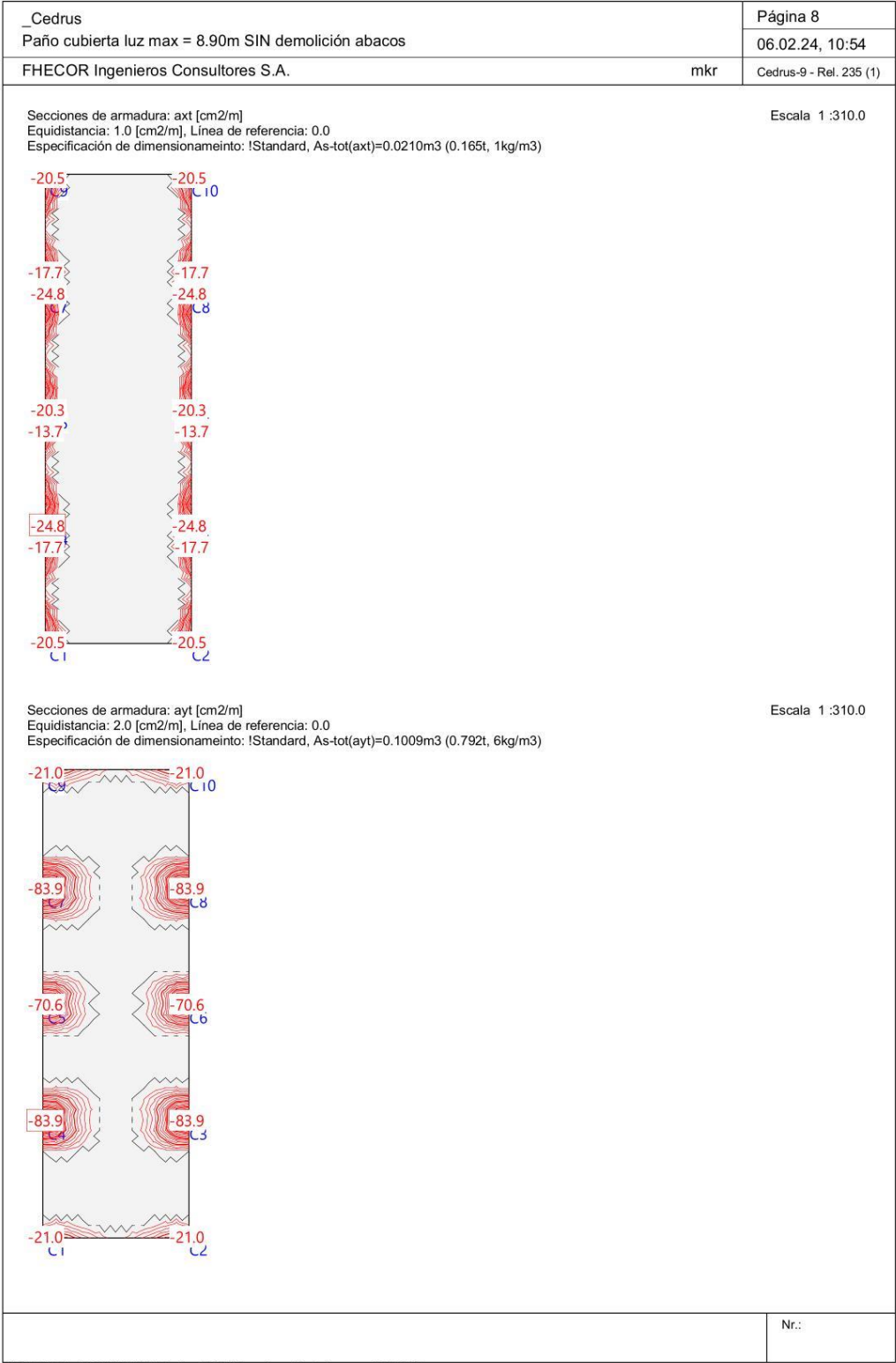
σ_s : de una armadura dada o de un valor definido por el usuario

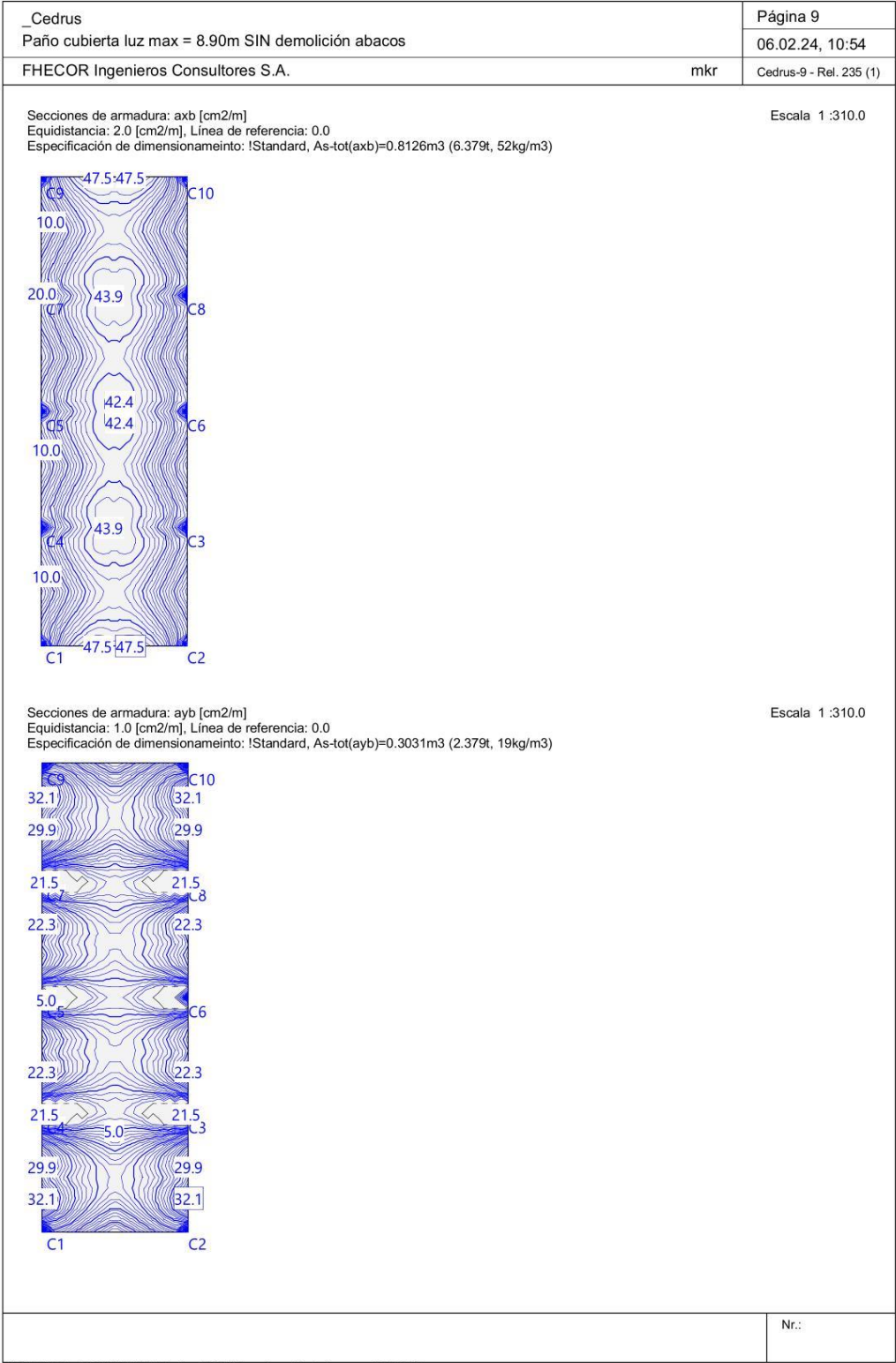
Nr.:

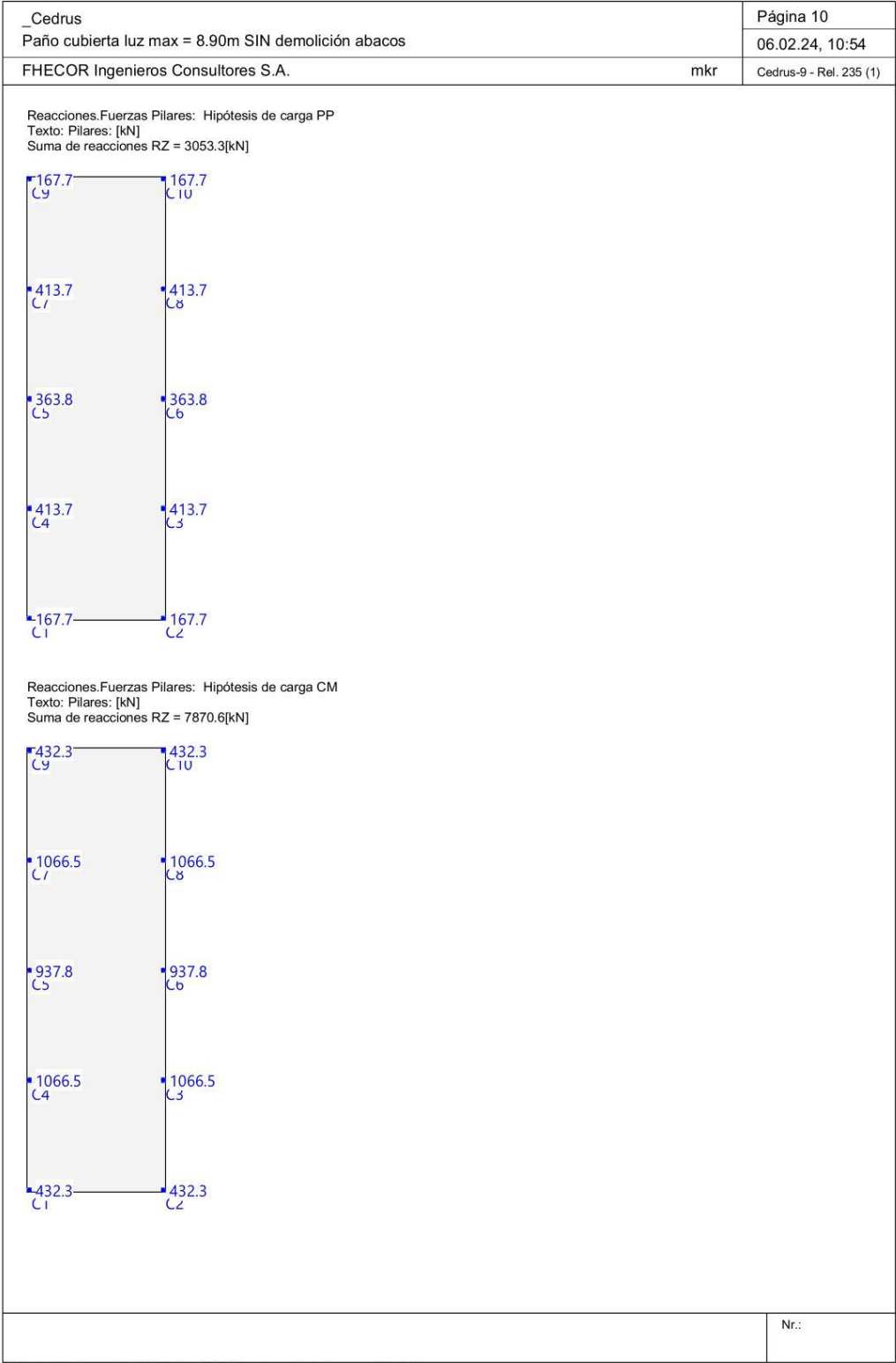
\\\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCA_Cedrus\\240112_paño cubierta luz max 8.90.C9P

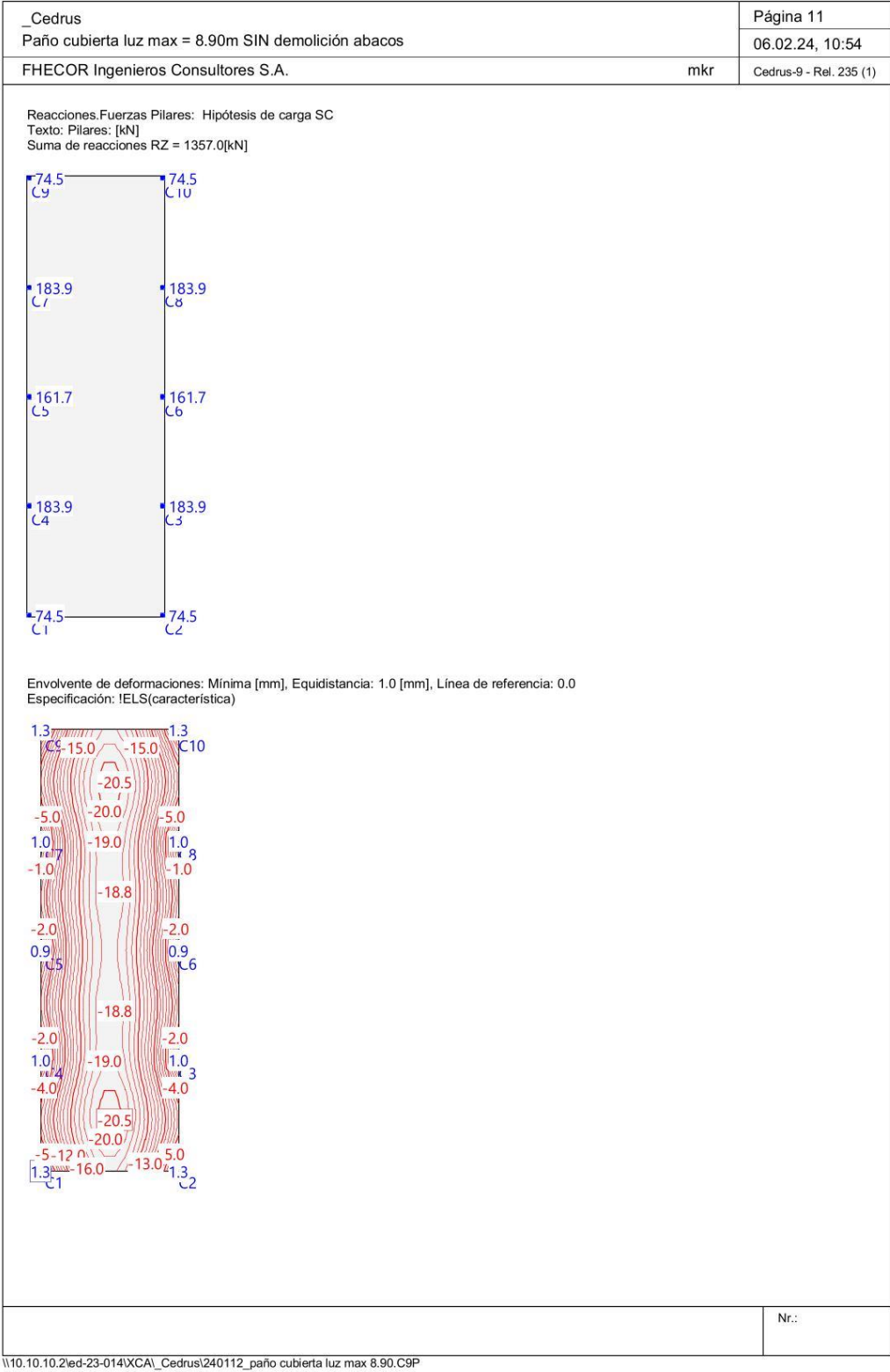


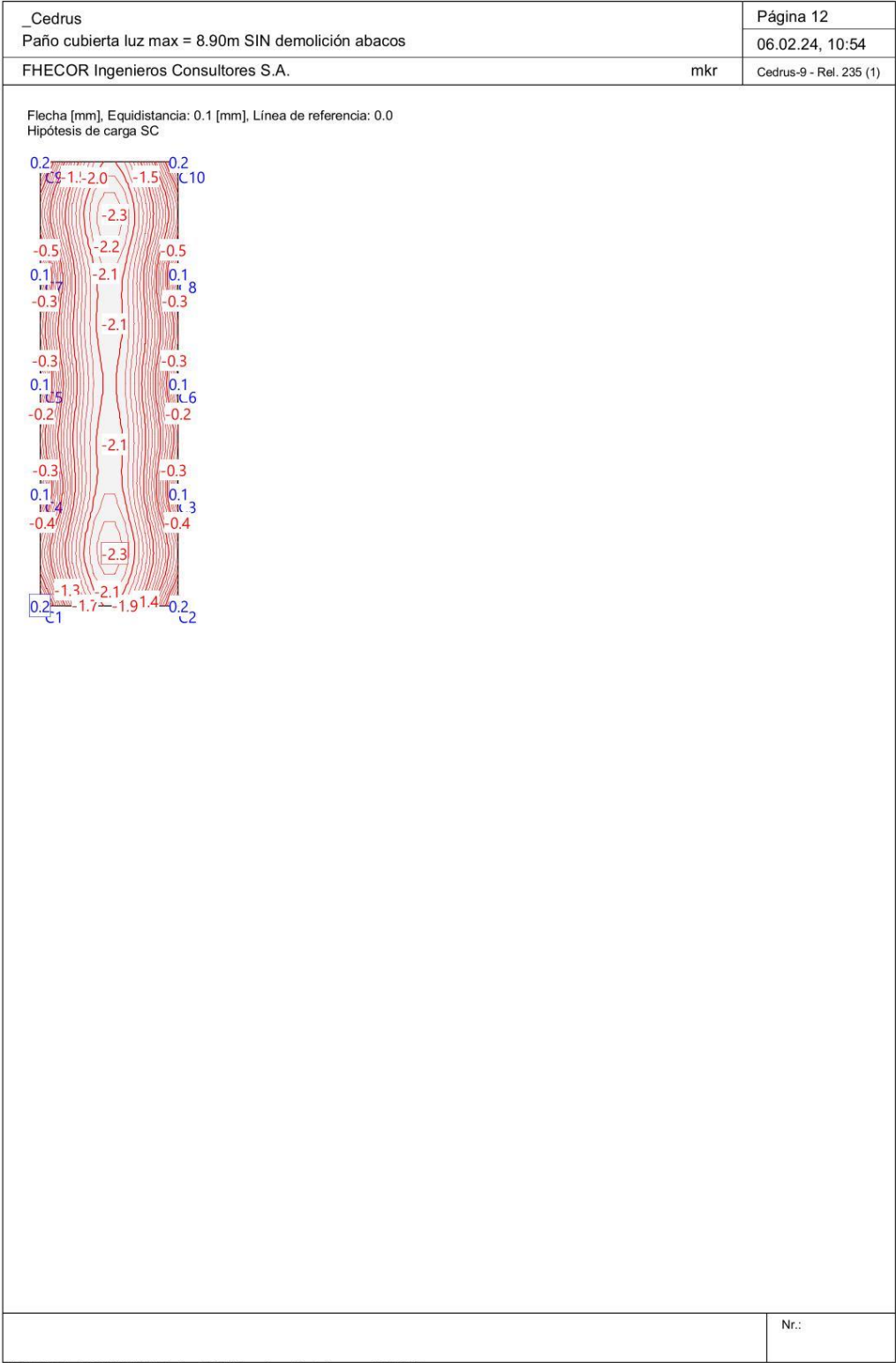












\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240112_paño cubierta luz max 8.90.C9P

2.2 CALCULOS CON DEMOLICIÓN DE ÁBACOS

2.2.1 Paño inferior luz < 7.30m CON demolición ábacos

Cedrus	Página 1	
Paño inferior luz < 7.30m CON demolición abacos	06.02.24, 11:07	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.	mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Estructura

Escala 1 :390.8 (-29.39,-1.50,,36.99,31.00)

DATOS de la ESTRUCTURA

MATERIALES Código: Código Estructural 2021

ID	Tipo	Elemento	E [kN/mm²]	v	ρ [t/m³]	α [%]	Clase
CC	Hormigón	Columna	33.60	0.17	2.50	0.010	HA30
CS	Hormigón	Losa	28.58	0.17	2.50	0.010	HA30
R	Acero para armadu	(general)	205.00	0.30	8.00	0.012	B500S

MATERIAL Hormigón

ID	Clase	-f _{ck,cyl} [N/mm²]	E _{cm} [kN/mm²]	f _{ctm} [N/mm²]	τ _{Rd} [N/mm²]	f _{ck,cube} [N/mm²]
CC	HA30	~30.0	28.58	2.9	0.3	30.0
CS	HA30	~30.0	28.58	2.9	0.3	30.0

MATERIAL Acero para armadura

ID	Clase	-f _{yk} [N/mm²]	E _s [kN/mm²]	f _{yk} [N/mm²]	ε _{uk} [%]	f _{tk} [N/mm²]
R	B500S	-500.0	210.00	500.0	20.0	500.0

CAJAS DE MATERIALES: Isótropo

ID	Geometría		Materiales	
	Espesor de la losa de la cara superior f _E [m]	f _E [m]	Cuerpo	Armaduras
I1	0.30	0	1.000	CS R

CAJAS DE MATERIALES: Recubrimiento de la armadura base

ID	Recubrimiento de la armadura				Armadura base			
	u _{xT} [cm]	u _{yT} [cm]	u _{xB} [cm]	u _{yB} [cm]	a _{sxT} [cm²/m]	a _{syT} [cm²/m]	a _{sxB} [cm²/m]	a _{syB} [cm²/m]
I1	5.0	5.0	5.0	5.0	-	-	-	-

Nr.:

_Cedrus							Página 2	
Paño inferior luz < 7.30m CON demolición abacos							06.02.24, 11:07	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.							mkr	
							Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	
PILARES - Estructura								
ID	Tipo	Sección	Geometría		Posición		wx [°]	
			dx [m]	dy [m]	X [m]	Y [m]		
C1	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	0.15	0	
C2	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	0.15	0	
C3	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	7.45	0	
C4	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	7.45	0	
C5	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	14.75	0	
C6	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	14.75	0	
C7	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	22.05	0	
C8	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	22.05	0	
C9	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	29.35	0	
C10	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	29.35	0	
C11	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	0.15	0	
C12	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	7.45	0	
C13	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	14.75	0	
C14	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	22.05	0	
C15	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	29.35	0	
C16	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	0.15	0	
C17	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	7.45	0	
C18	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	14.75	0	
C19	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	22.05	0	
C20	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	29.35	0	
C21	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	0.15	0	
C22	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	7.45	0	
C23	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	14.75	0	
C24	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	22.05	0	
C25	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	29.35	0	
							Nr.:	
\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA_Cedrus\240115_Abaco paño inferior generico luz 7.30m.C9P								

_Cedrus						Página 3	
Paño inferior luz < 7.30m CON demolición abacos						06.02.24, 11:07	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio

Peso propio (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Masa [t]		Subtotal Carga Z [kN]
R1	261.08	30.0	870.25		652.688		-6526.9

HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio

Suma Z

		Total Carga Z [kN]
Total		-6526.9

Hipótesis de carga PP: Peso propio

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\led-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño inferior generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus						Página 4	
Paño inferior luz < 7.30m CON demolición abacos						06.02.24, 11:07	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga Muerta

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	261.08	30.0	870.25		-0.5		-435.1

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga Muerta

Suma Z

						Total Carga Z [kN]
Total						-435.1

Hipótesis de carga CM: Carga Muerta

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\ _Cedrus\240115_Abaco paño inferior generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus						Página 5	
Paño inferior luz < 7.30m CON demolición abacos						06.02.24, 11:07	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga de proyecto original

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	261.08	30.0	870.25		-4.0		-3481.0

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga de proyecto original

Suma Z

		Total Carga Z [kN]
Total		-3481.0

Hipótesis de carga SC: Sobrecarga de proyecto original

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCAI_Cedrus\240115_Abaco paño inferior generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus		Página 6	
Paño inferior luz < 7.30m CON demolición abacos		06.02.24, 11:07	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Especificación de envolventes: !ELU

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	0.8	
2	Cargas Muertas	1	1.35	0.8	
3	Sobrecargas general	1	1.5	1.5	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones
para la especificación de envolventes !ELU

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM Carga Muerta	1.000	
Sobrecargas general		si es crítico		SC Sobrecarga de proyecto original	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Dimensionamiento As

Dimensionamiento	Análisis	Parámetros de Análisis
!Standard	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU
!Standard+	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU Armadura mínima : Sup. y Inf.

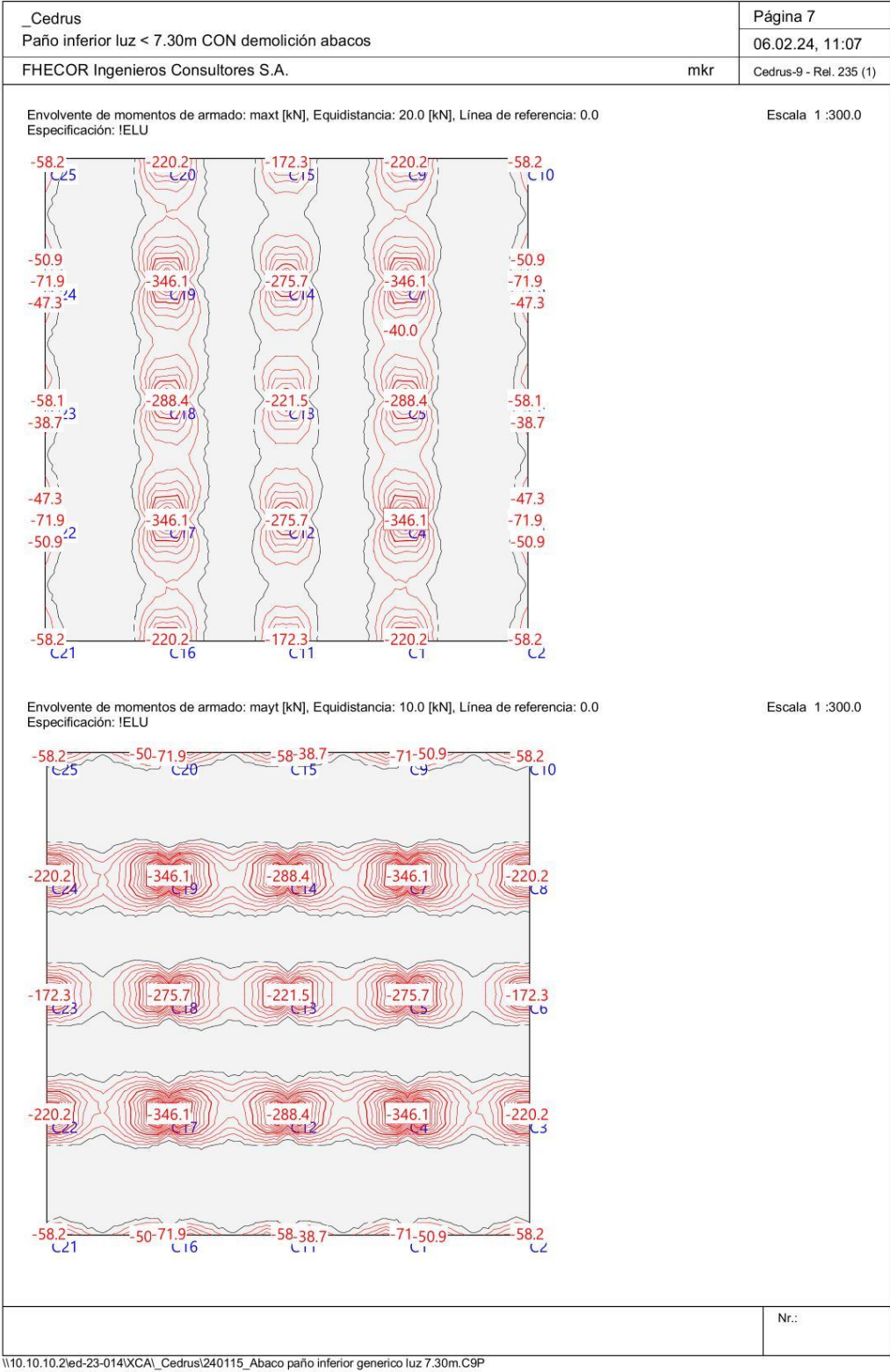
Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

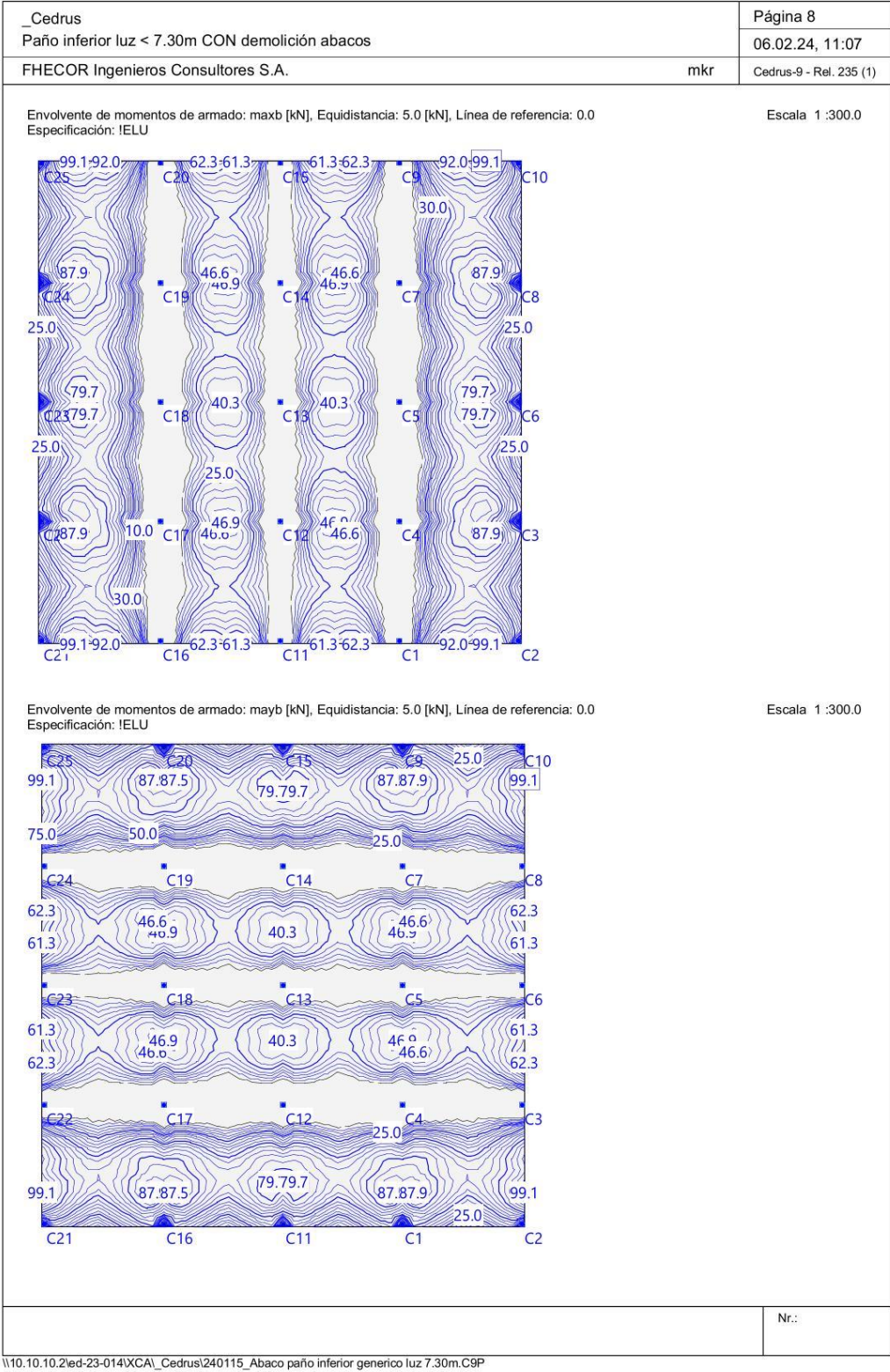
ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia								
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]		α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]				
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1				
!ELS	1/0	1	1	1				σ _s *	0.85	1.	1.	1.	1.				

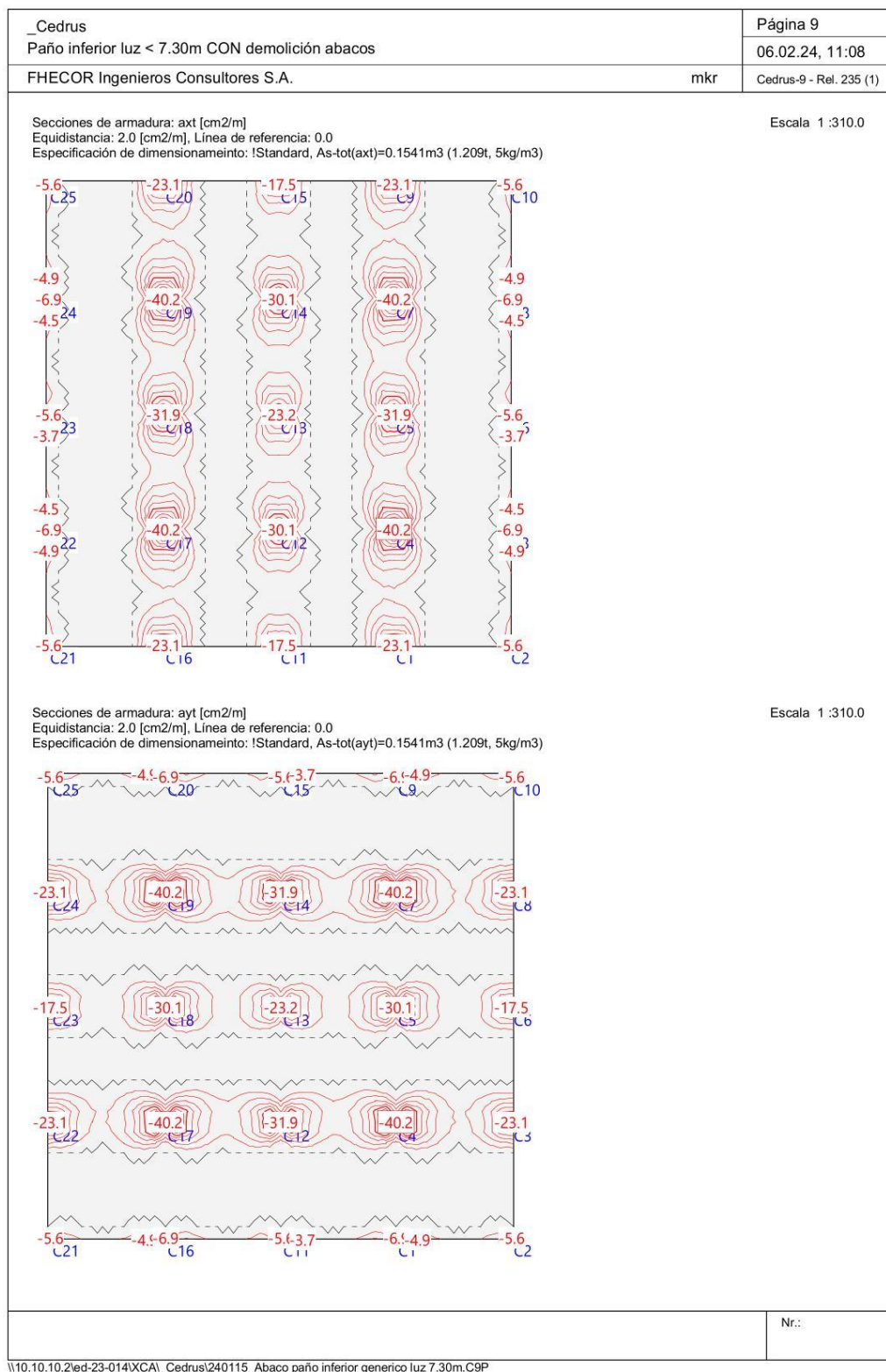
σ_s : de una armadura dada o de un valor definido por el usuario

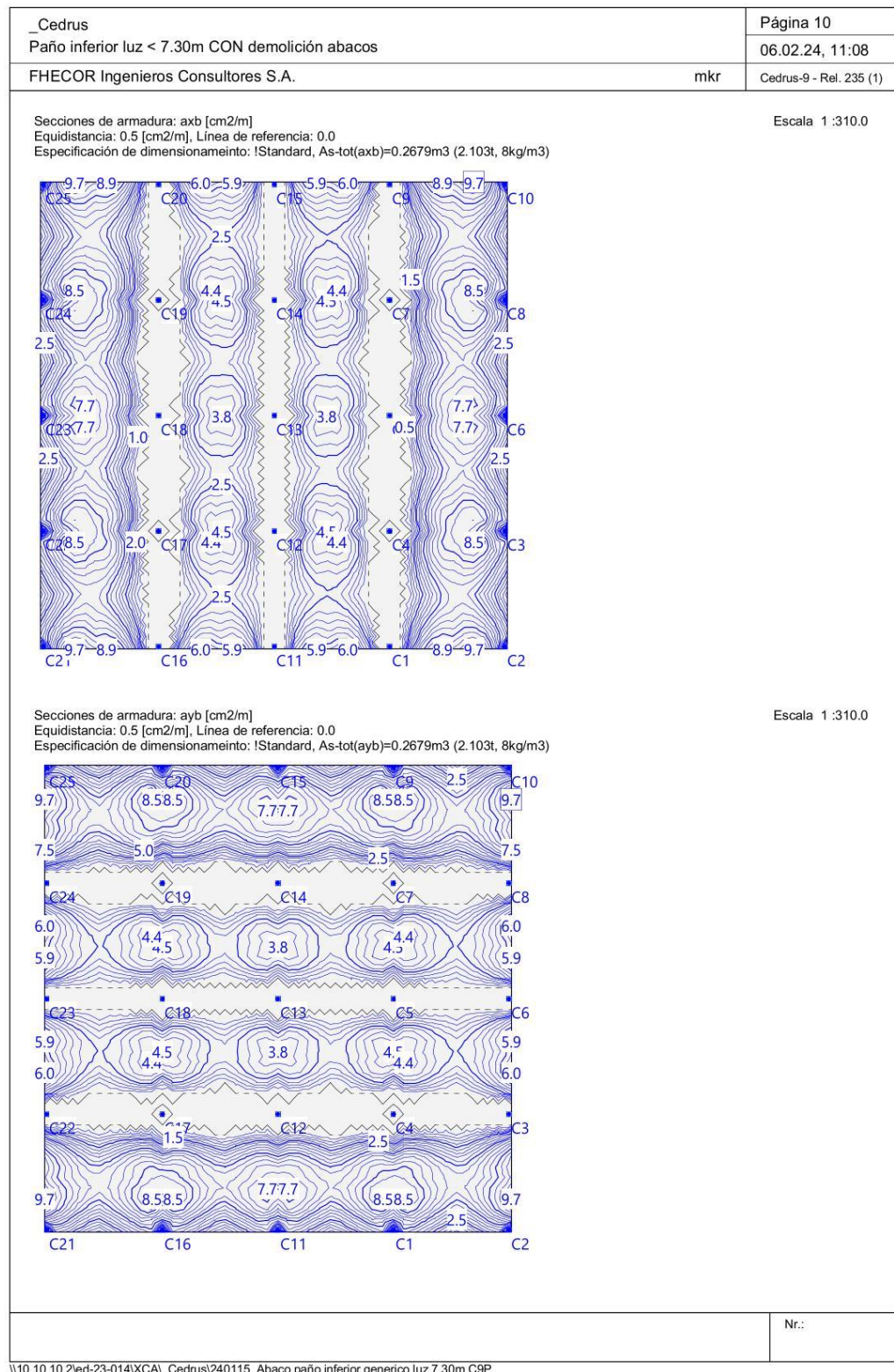
Nr.:

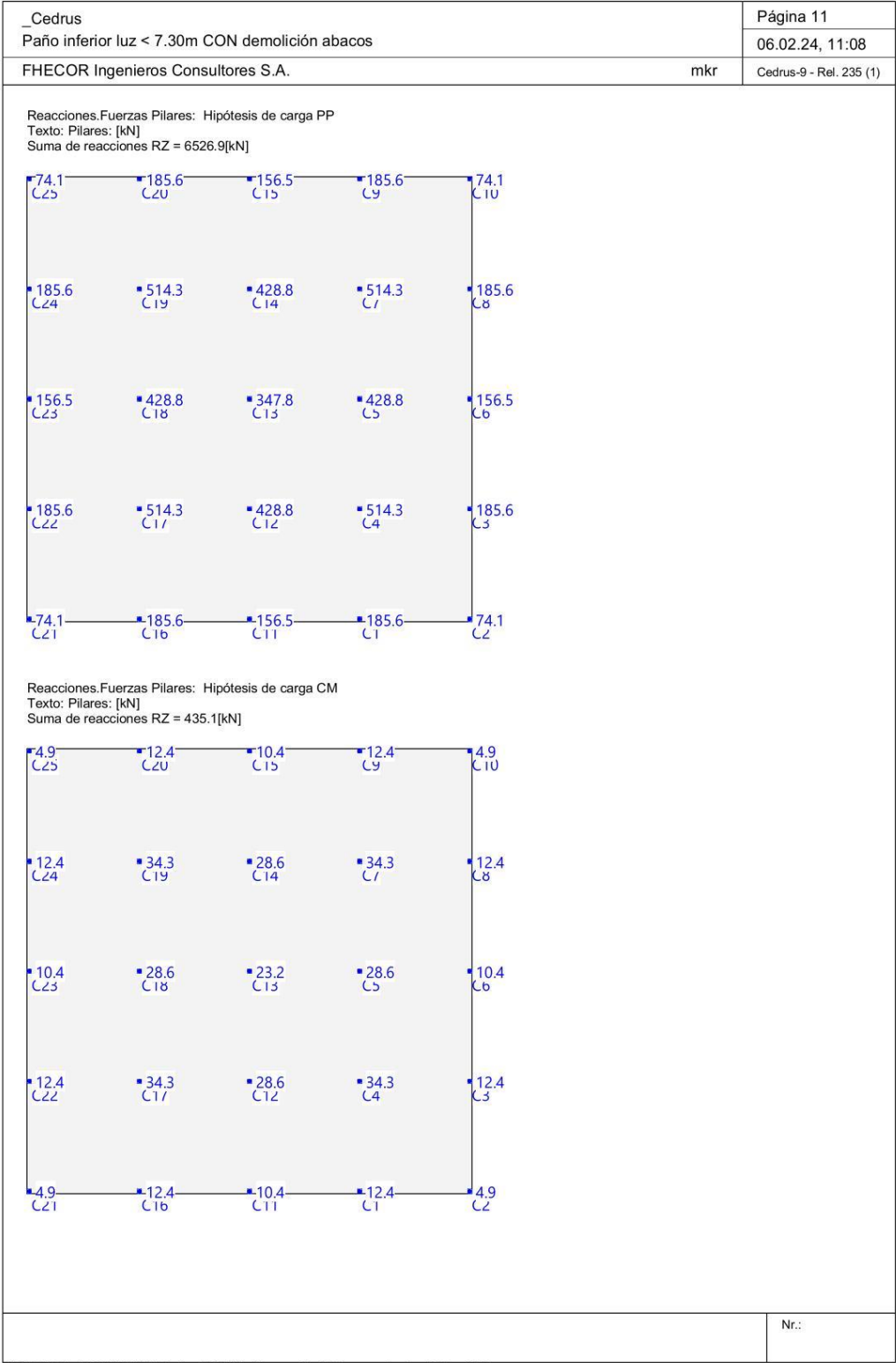
\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño inferior generico luz 7.30m.C9P





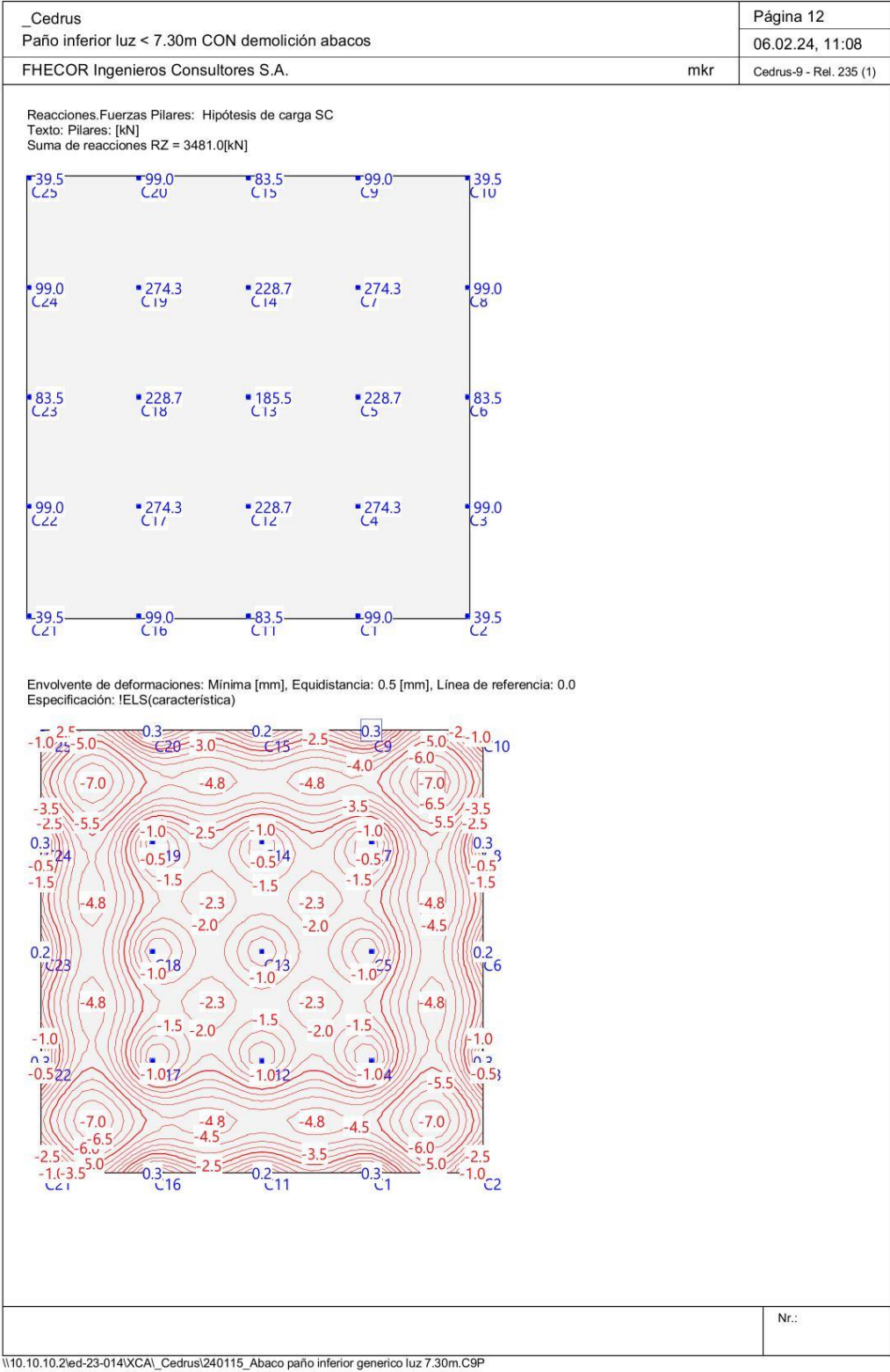


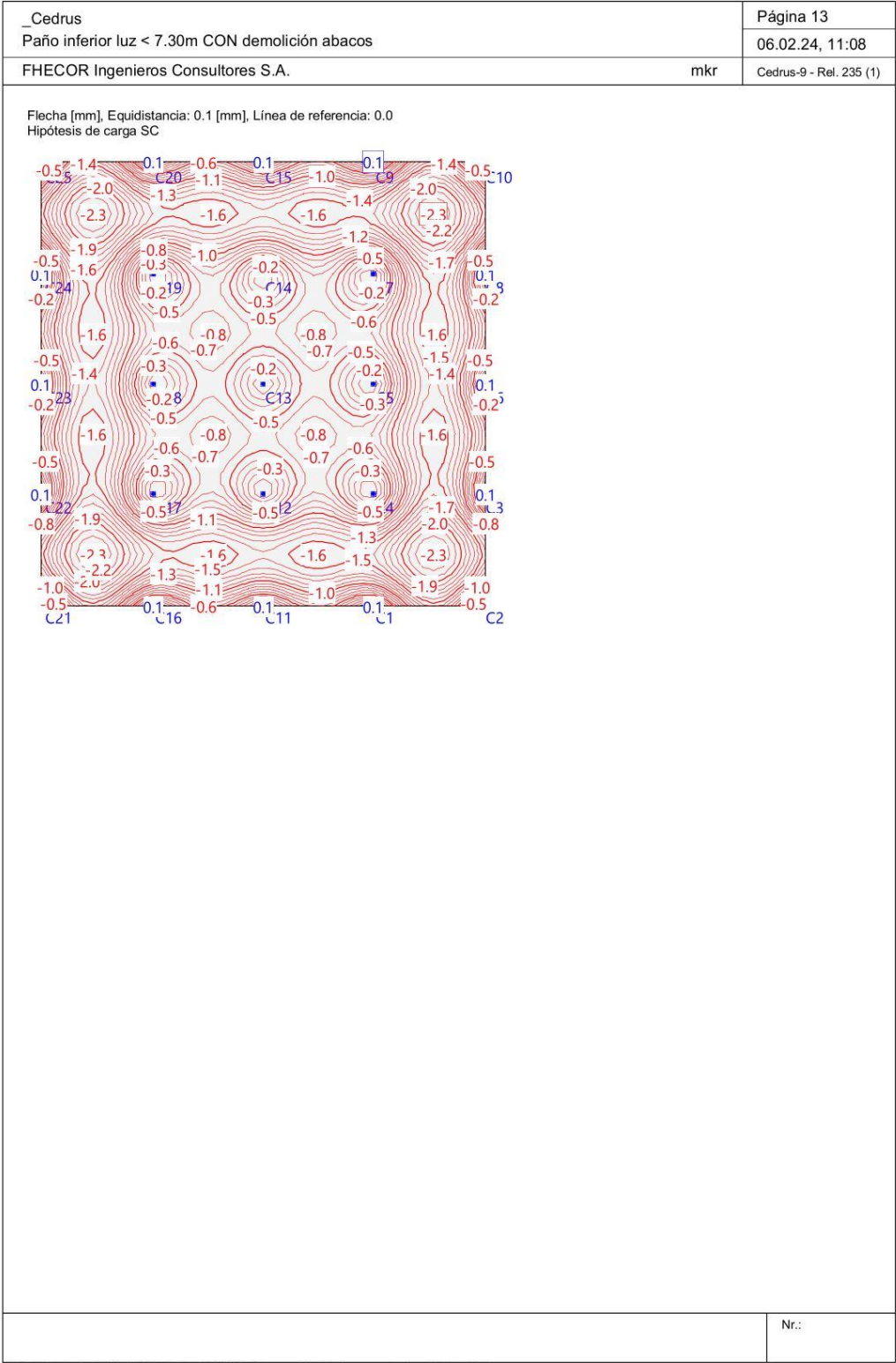




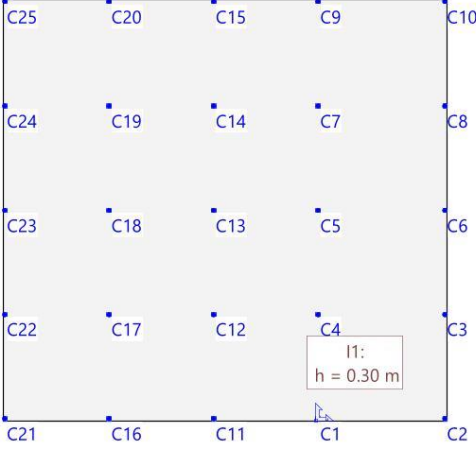
\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCA_Cedrus\\240115_Abaco paño inferior generico luz 7.30m.C9P





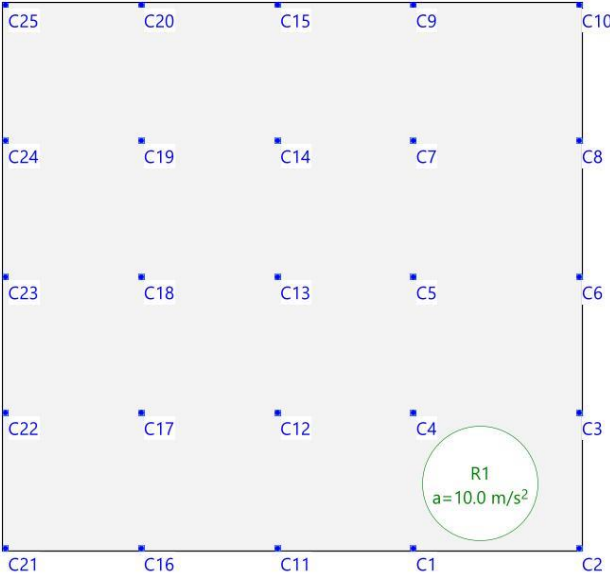


2.2.2 Paño inferior luz max = 8.90m CON demolición ábacos

_Cedrus						Página 1	
Paño inferior luz max = 8.90m CON demolición abacos						06.02.24, 11:14	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
Estructura						Escala 1 :390.8 (-29.39,-1.50..36.99,31.00)	
<div></div>							
DATOS de la ESTRUCTURA							
MATERIALES Código: Codigo Estructural 2021							
ID	Tipo	Elemento	E [kN/mm²]	v	ρ [t/m³]	α [%]	Clase
CC	Hormigón	Columna	33.60	0.17	2.50	0.010	HA30
CS	Hormigón	Losa	28.58	0.17	2.50	0.010	HA30
R	Acero para armadu	(general)	205.00	0.30	8.00	0.012	B500S
MATERIAL Hormigón							
ID	Clase	-f _{ck,cyl} [N/mm²]	E _{cm} [kN/mm²]	f _{ctm} [N/mm²]	τ _{Rd} [N/mm²]	f _{ck,cubg} [N/mm²]	
CC	HA30	-30.0	28.58	2.9	0.3	30.0	
CS	HA30	-30.0	28.58	2.9	0.3	30.0	
MATERIAL Acero para armadura							
ID	Clase	-f _{yk} [N/mm²]	E _s [kN/mm²]	f _{yk} [N/mm²]	ε _{uk} [‰]	f _{tk} [N/mm²]	
R	B500S	-500.0	210.00	500.0	20.0	500.0	
CAJAS DE MATERIALES: Isótropo							
ID	Geometría			Materiales			
	Espesor de la losa de la cara superior f _E			Cuerpo		Armaduras	
I1	0.30			0 1.000		CS R	
CAJAS DE MATERIALES: Recubrimiento de la armadura base							
ID	Recubrimiento de la armadura				Armadura base		
	u _{xT} [cm]	u _{yT} [cm]	u _{xB} [cm]	u _{yB} [cm]	as _{xT} [cm²/m]	as _{yT} [cm²/m]	as _{yB} [cm²/m]
I1	5.0	5.0	5.0	5.0	-	-	-
						Nr.:	

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño inferior luz max 8.90x7.30m.C9P

_Cedrus							Página 2	
Paño inferior luz max = 8.90m CON demolición abacos							06.02.24, 11:14	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.							mkr	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
PILARES - Estructura								
ID	Tipo	Sección	Geometría		Posición		wx [°]	
			dx [m]	dy [m]	X [m]	Y [m]		
C1	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	0.15	0	
C2	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	0.15	0	
C3	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	7.45	0	
C4	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	7.45	0	
C5	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	14.75	0	
C6	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	14.75	0	
C7	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	22.05	0	
C8	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	22.05	0	
C9	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	29.35	0	
C10	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	29.35	0	
C11	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	0.15	0	
C12	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	7.45	0	
C13	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	14.75	0	
C14	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	22.05	0	
C15	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	29.35	0	
C16	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	0.15	0	
C17	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	7.45	0	
C18	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	14.75	0	
C19	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	22.05	0	
C20	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	29.35	0	
C21	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	0.15	0	
C22	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	7.45	0	
C23	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	14.75	0	
C24	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	22.05	0	
C25	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	29.35	0	
							Nr.:	
\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA_Cedrus\240115_Abaco paño inferior luz max 8.90x7.30m.C9P								

_Cedrus						Página 3	
Paño inferior luz max = 8.90m CON demolición abacos						06.02.24, 11:14	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio							
Peso propio (Toda la estructura)							
ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Masa [t]		Subtotal Carga Z [kN]
R1	275.24	30.0	917.45		688.088		-6880.9
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio							
Suma Z							
							Total Carga [kN]
Total							-6880.9
Hipótesis de carga PP: Peso propio							
						Escala 1 :300.0	
						Nr.:	

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño inferior luz max 8.90x7.30m.C9P

_Cedrus Paño inferior luz max = 8.90m CON demolición abacos						Página 4	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						06.02.24, 11:14	
mkr						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	
HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga Muerta							
Carga repartida (Toda la estructura)							
ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	275.24	30.0	917.45		-0.5		-458.7
HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga Muerta							
Suma Z							
							Total Carga Z [kN]
Total							-458.7
Hipótesis de carga CM: Carga Muerta							
Escala 1 :300.0							
						Nr.:	

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCAI_Cedrus\240115_Abaco paño inferior luz max 8.90x7.30m.C9P

_Cedrus						Página 5	
Paño inferior luz max = 8.90m CON demolición abacos						06.02.24, 11:14	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga de proyecto original

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	275.24	30.0	917.45		-4.0		-3669.8

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga de proyecto original

Suma Z

		Total Carga Z [kN]
Total		-3669.8

Hipótesis de carga SC: Sobrecarga de proyecto original

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCAI_Cedrus\240115_Abaco paño inferior luz max 8.90x7.30m.C9P

_Cedrus		Página 6	
Paño inferior luz max = 8.90m CON demolición abacos		06.02.24, 11:14	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Especificación de envolventes: !ELU

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	0.8	
2	Cargas Muertas	1	1.35	0.8	
3	Sobrecargas general	1	1.5	1.5	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones
para la especificación de envolventes !ELU

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM Carga Muerta	1.000	
Sobrecargas general		si es crítico		SC Sobrecarga de proyecto original	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Dimensionamiento As

Dimensionamiento	Análisis	Parámetros de Análisis
!Standard	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU
!Standard+	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU Armadura mínima : Sup. y Inf.

Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

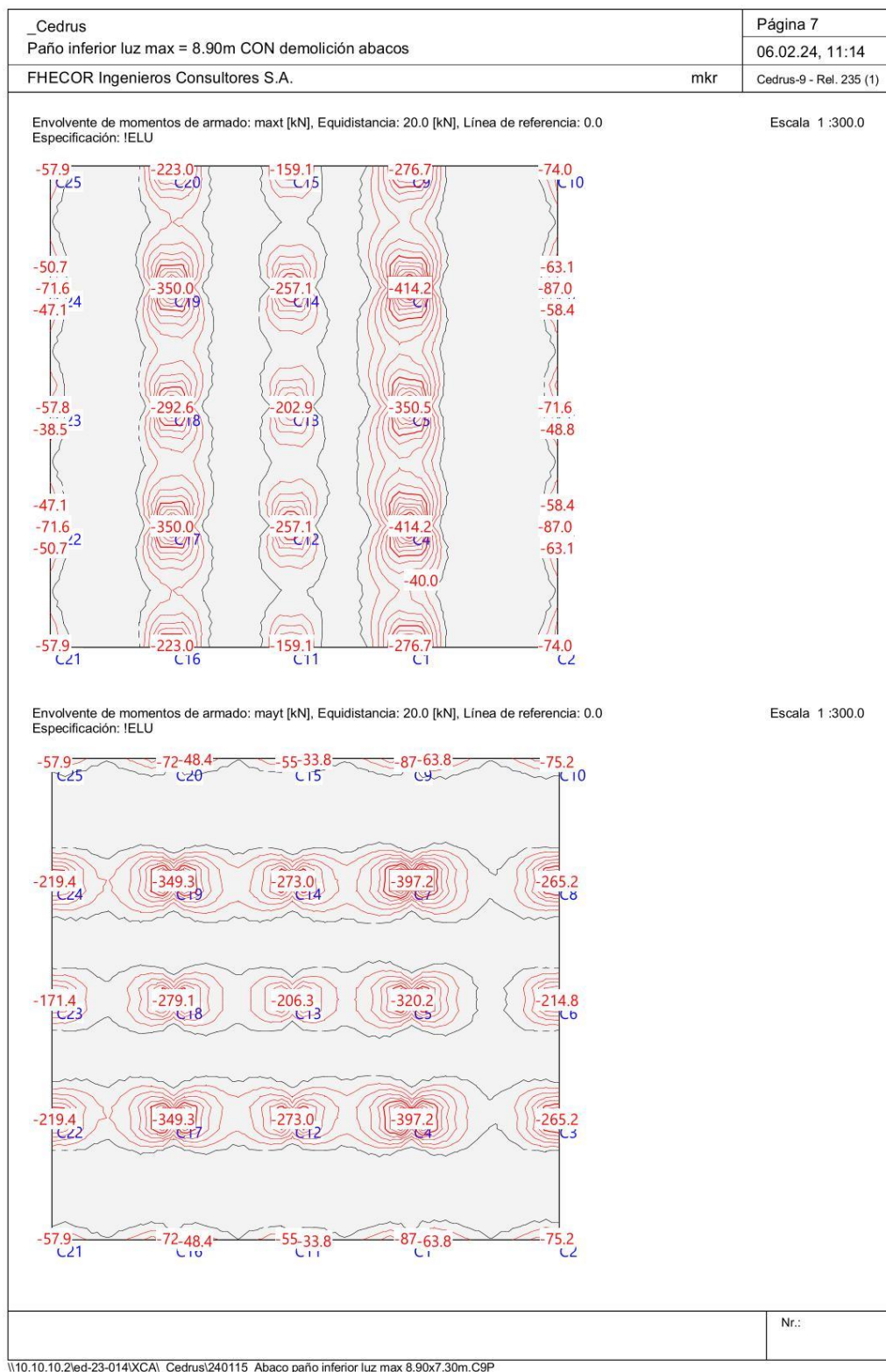
ID	σ-ε-Diagrama	Límites de deformación			Factores de la resistencia												
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]				
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1				
!ELS	1/0	1	1	1				σ _s *	0.85	1.	1.	1.	1.				

σ_s : de una armadura dada o de un valor definido por el usuario

Nr.:

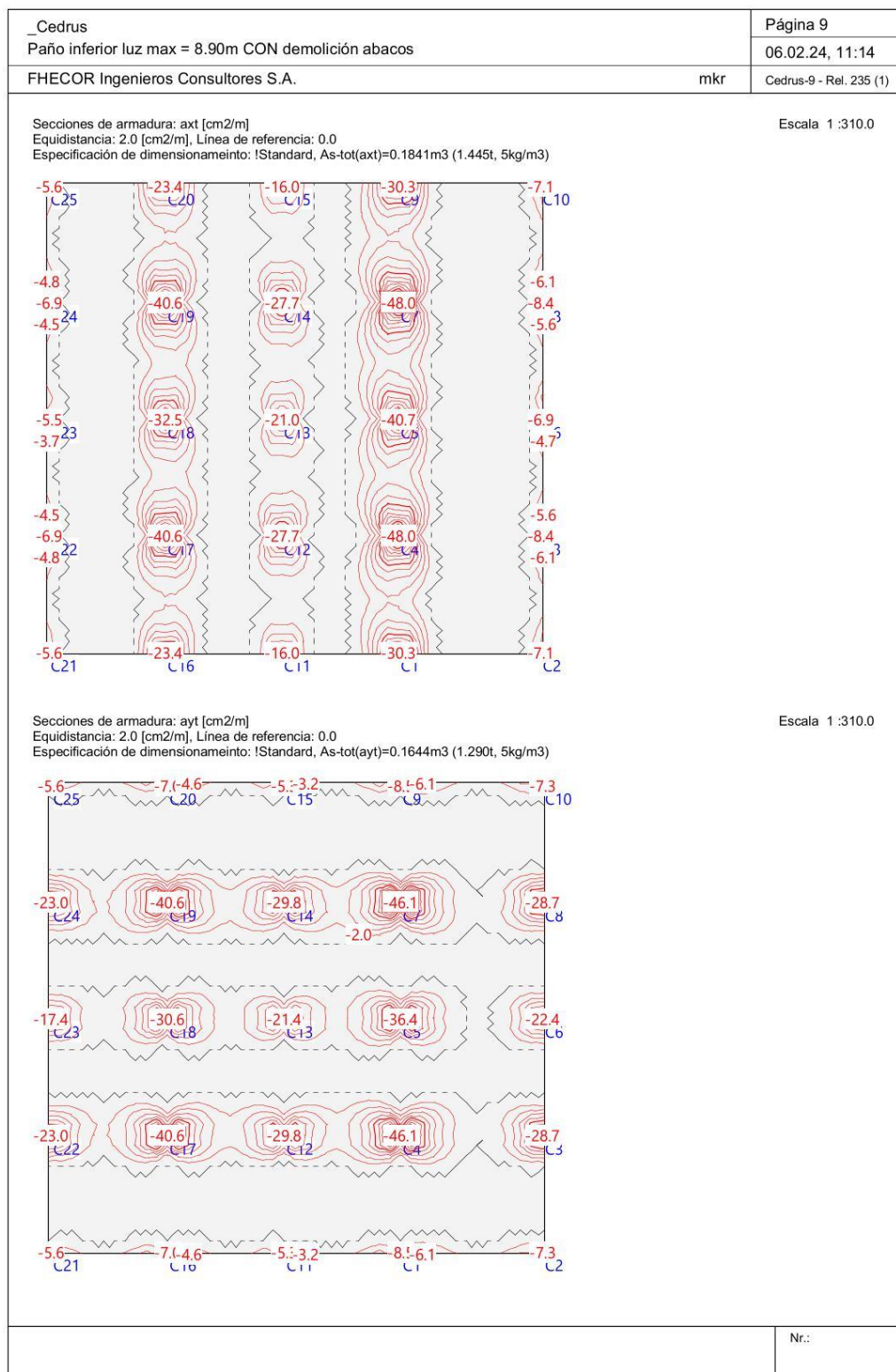
\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCA_Cedrus\\240115_Abaco paño inferior luz max 8.90x7.30m.C9P

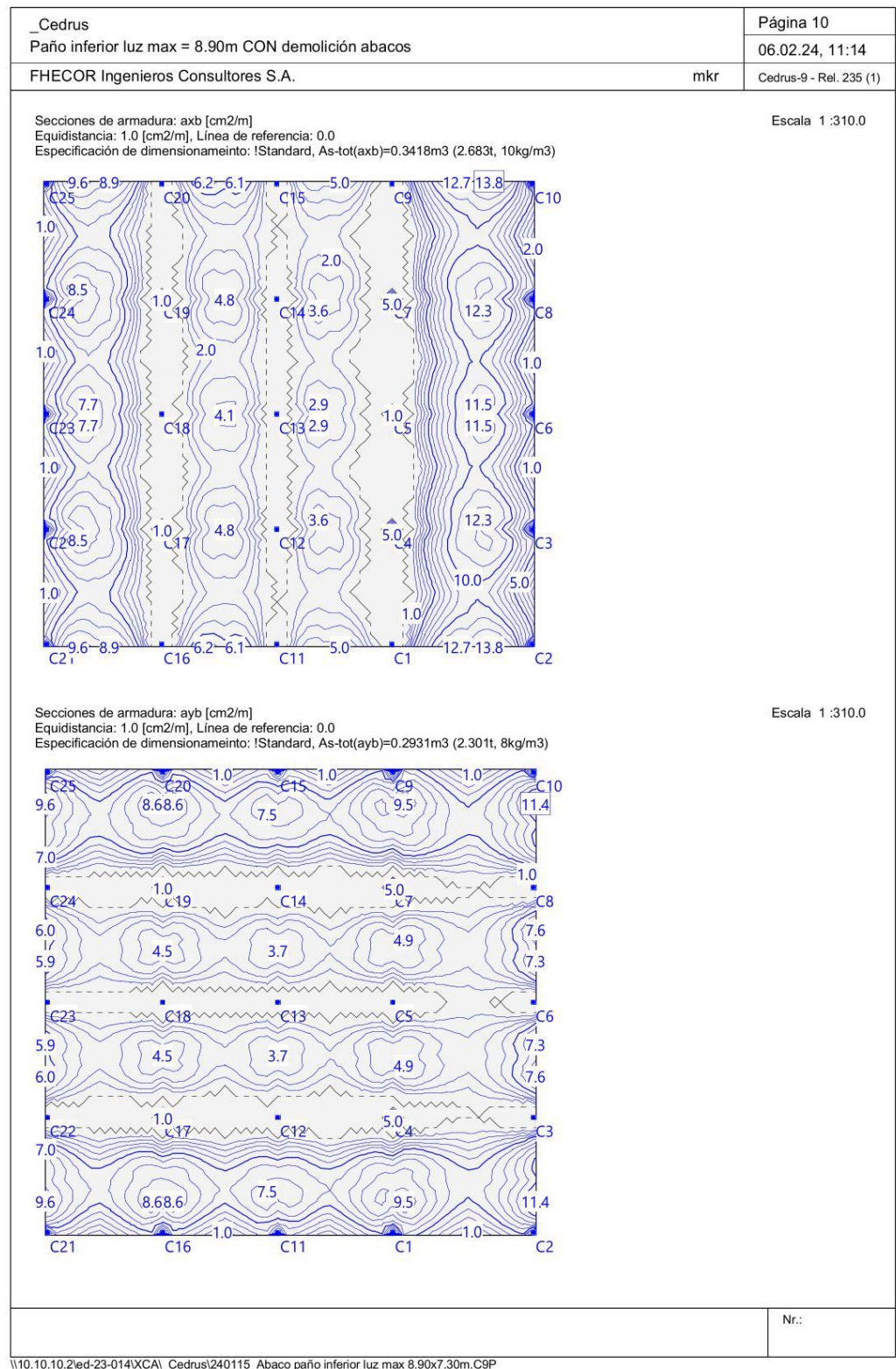


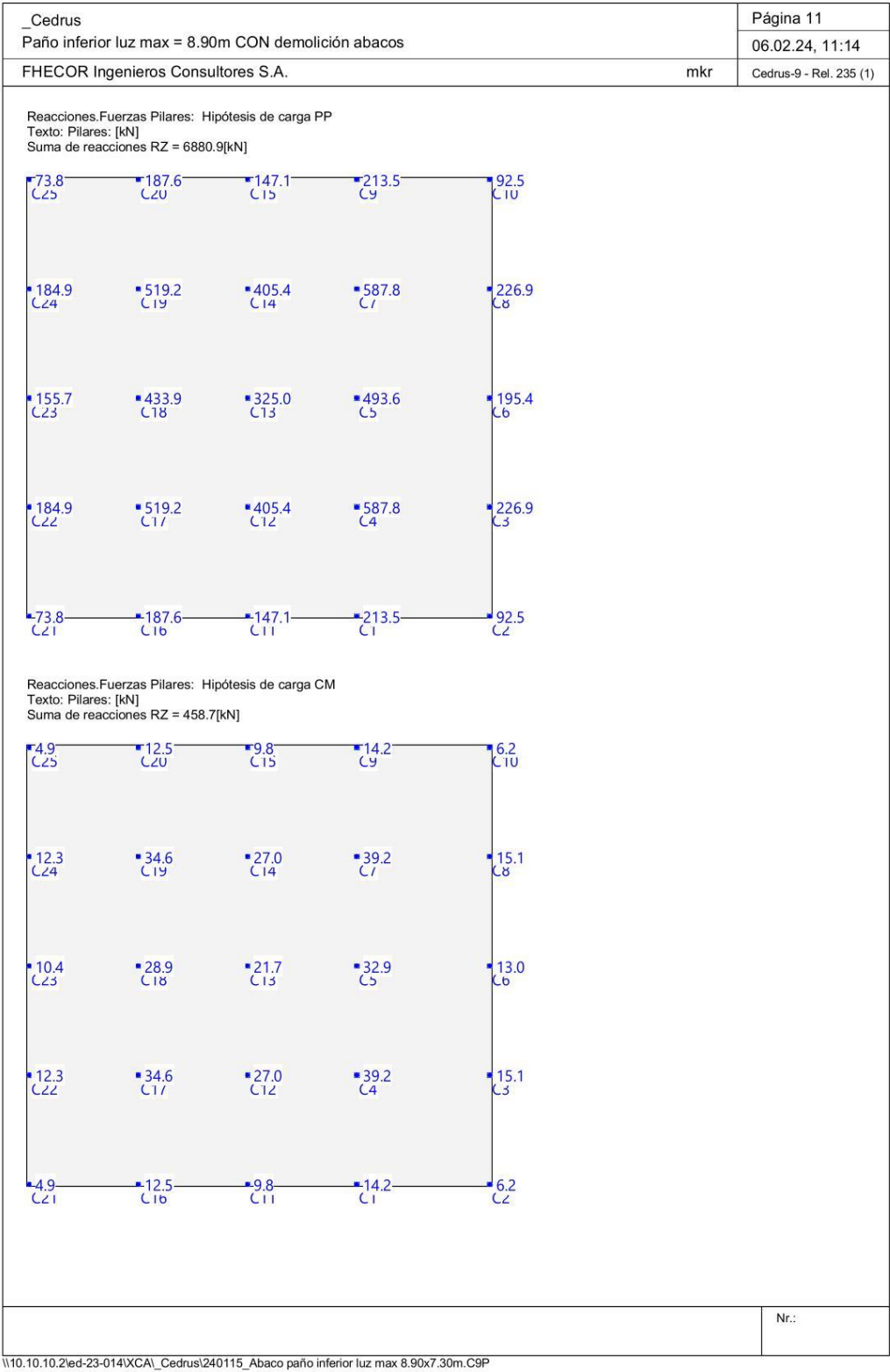


_Cedrus		Página 8
Paño inferior luz max = 8.90m CON demolición abacos		06.02.24, 11:14
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.	mkr	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

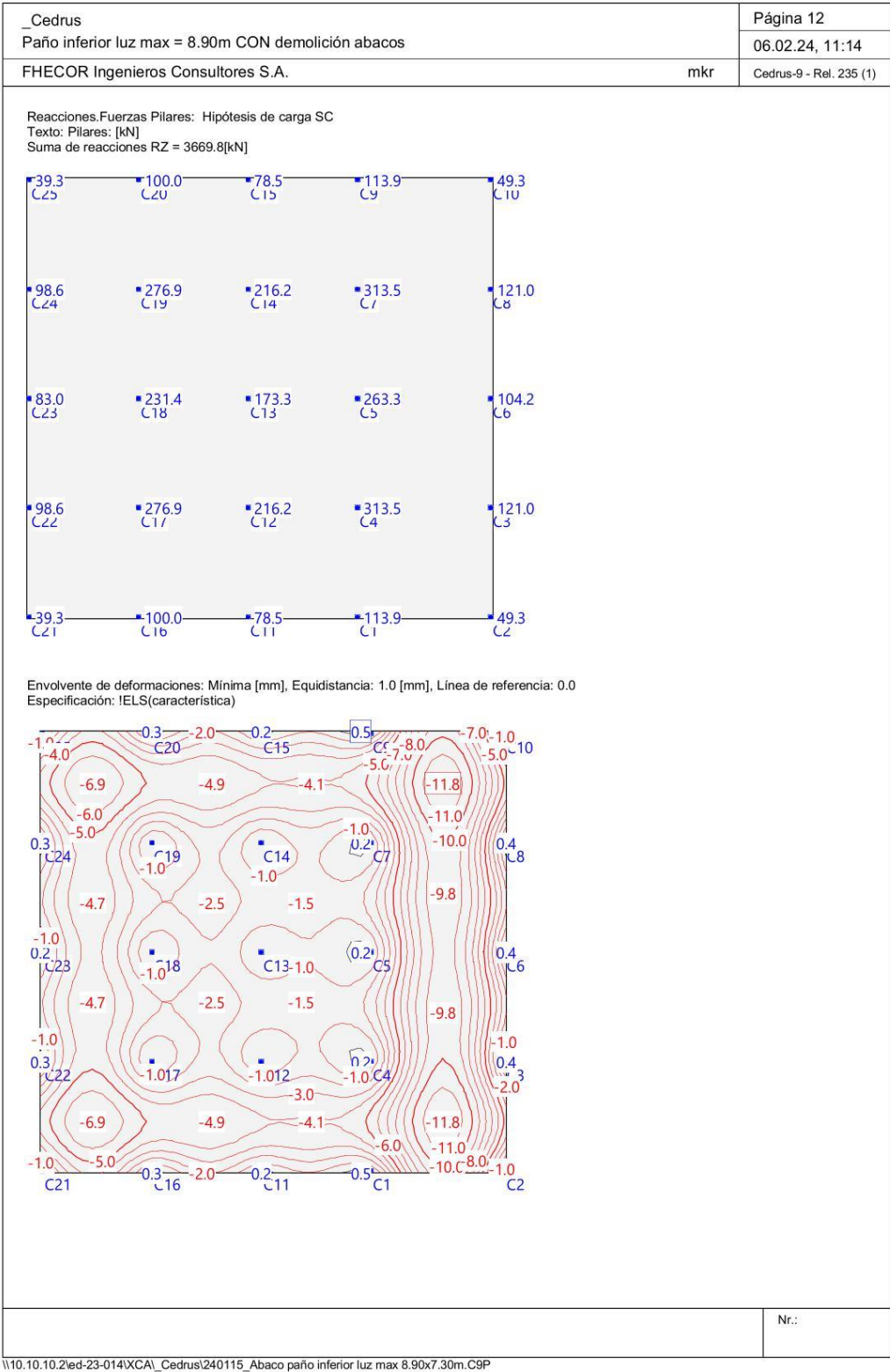
Envolvente de momentos de armado: maxb [kN], Equidistancia: 10.0 [kN], Línea de referencia: 0.0
Especificación: IELU

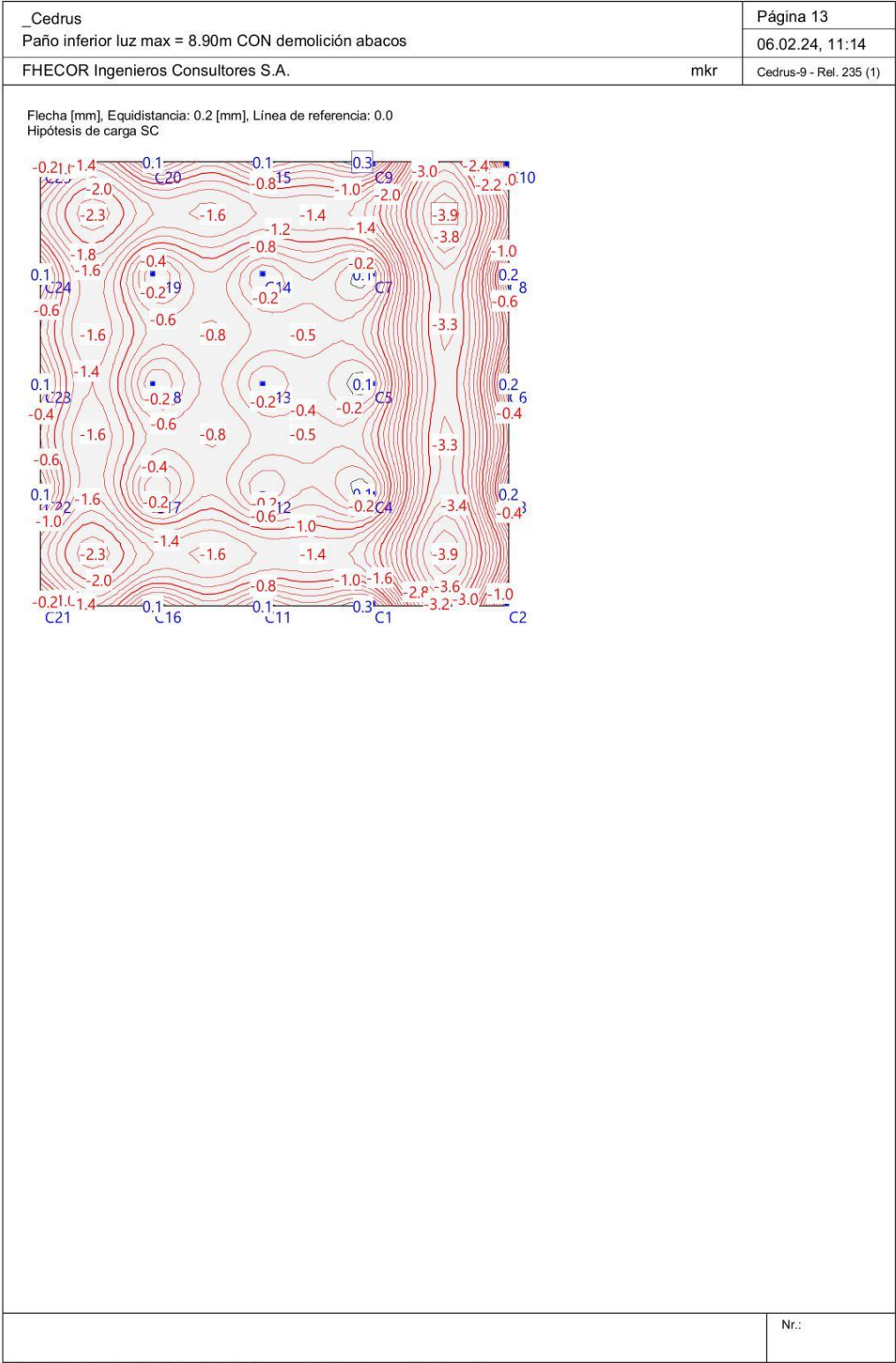






\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño inferior luz max 8.90x7.30m.C9P





2.2.3 Paño cubierta luz < 7.30m CON demolición ábacos

Cedrus

Paño cubierta luz < 7.30m CON demolición abacos

FHECOR Ingenieros Consultores S.A.

mkr

Página 1

06.02.24, 11:02

Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Estructura

Escala 1 :390.8 (-29.39,-1.50..36.99,31.00)

DATOS de la ESTRUCTURA

MATERIALES Código: Codigo Estructural 2021

ID	Tipo	Elemento	E [kN/mm²]	ν	ρ [t/m³]	α [%]	Clase
CC	Hormigón	Columna	33.60	0.17	2.50	0.010	HA30
CS	Hormigón	Losa	28.58	0.17	2.50	0.010	HA30
R	Acero para armadu	(general)	205.00	0.30	8.00	0.012	B500S

MATERIAL Hormigón

ID	Clase	-f _{ck,cyl} [N/mm²]	E _{cm} [kN/mm²]	f _{ctm} [N/mm²]	τ _{Rd} [N/mm²]	f _{ck,cube} [N/mm²]
CC	HA30	~30.0	28.58	2.9	0.3	30.0
CS	HA30	~30.0	28.58	2.9	0.3	30.0

MATERIAL Acero para armadura

ID	Clase	-f _{yk} [N/mm²]	E _s [kN/mm²]	f _{yk} [N/mm²]	ε _{uk} [%]	f _{tk} [N/mm²]
R	B500S	-500.0	210.00	500.0	20.0	500.0

CAJAS DE MATERIALES: Isótopo

ID	Geometría		Materiales	
	Espesor de la losa [m]	Ala de la cara superior f _E [m]	Cuerpo	Armaduras
I1	0.45	0	1.000	CS R

CAJAS DE MATERIALES: Recubrimiento de la armadura base

ID	Recubrimiento de la armadura				Armadura base			
	u _{XT} [cm]	u _{YT} [cm]	u _{XB} [cm]	u _{YB} [cm]	as _{XT} [cm²/m]	as _{YT} [cm²/m]	as _{XB} [cm²/m]	as _{YB} [cm²/m]
I1	5.0	5.0	5.0	5.0	-	-	-	-

Nr.:

V10.10.10.2led-23-014\XCAL Cedrus\240115_Abaco paño cubierta generico luz 7.30m C9P

_Cedrus							Página 2	
Paño cubierta luz < 7.30m CON demolición abacos							06.02.24, 11:02	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.							mkr	
							Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	
PILARES - Estructura								
ID	Tipo	Sección	Geometría		Posición		wx [°]	
			dx [m]	dy [m]	X [m]	Y [m]		
C1	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	0.15	0	
C2	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	0.15	0	
C3	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	7.45	0	
C4	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	7.45	0	
C5	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	14.75	0	
C6	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	14.75	0	
C7	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	22.05	0	
C8	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	22.05	0	
C9	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	29.35	0	
C10	Pilar	QS	0.30	0.30	7.45	29.35	0	
C11	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	0.15	0	
C12	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	7.45	0	
C13	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	14.75	0	
C14	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	22.05	0	
C15	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	29.35	0	
C16	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	0.15	0	
C17	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	7.45	0	
C18	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	14.75	0	
C19	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	22.05	0	
C20	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	29.35	0	
C21	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	0.15	0	
C22	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	7.45	0	
C23	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	14.75	0	
C24	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	22.05	0	
C25	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	29.35	0	
							Nr.:	
\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA_Cedrus\240115_Abaco paño cubierta generico luz 7.30m.C9P								

_Cedrus						Página 3	
Paño cubierta luz < 7.30m CON demolición abacos						06.02.24, 11:02	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio

Peso propio (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Masa [t]		Subtotal Carga Z [kN]
R1	391.61	45.0	870.25		979.031		-9790.3

HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio

Suma Z

		Total Carga Z [kN]
Total		-9790.3

Hipótesis de carga PP: Peso propio

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño cubierta generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus						Página 4	
Paño cubierta luz < 7.30m CON demolición abacos						06.02.24, 11:02	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	391.61	45.0	870.25		-29.0		-25237.3

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Suma Z

		Total Carga Z [kN]
Total		-25237.3

Hipótesis de carga CM: Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño cubierta generico luz 7.30m.C9P

_Cedrus						Página 5	
Paño cubierta luz < 7.30m CON demolición abacos						06.02.24, 11:02	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	391.61	45.0	870.25		-5.0		-4351.3

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga

Suma Z

		Total Carga [kN]
Total		-4351.3

Hipótesis de carga SC: Sobrecarga

Escala 1 :300.0

Nr.:

_Cedrus		Página 6	
Paño cubierta luz < 7.30m CON demolición abacos		06.02.24, 11:02	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Especificación de envolventes: !ELU

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	0.8	
2	Cargas Muertas	1	1.35	0.8	
3	Sobrecargas general	1	1.5	1.5	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones
para la especificación de envolventes !ELU

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM Carga muerta 25jardin + 4pavimie	1.000	
Sobrecargas general		si es crítico		SC Sobrecarga	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Dimensionamiento As

Dimensionamiento	Análisis	Parámetros de Análisis
!Standard	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU
!Standard+	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU Armadura mínima : Sup. y Inf.

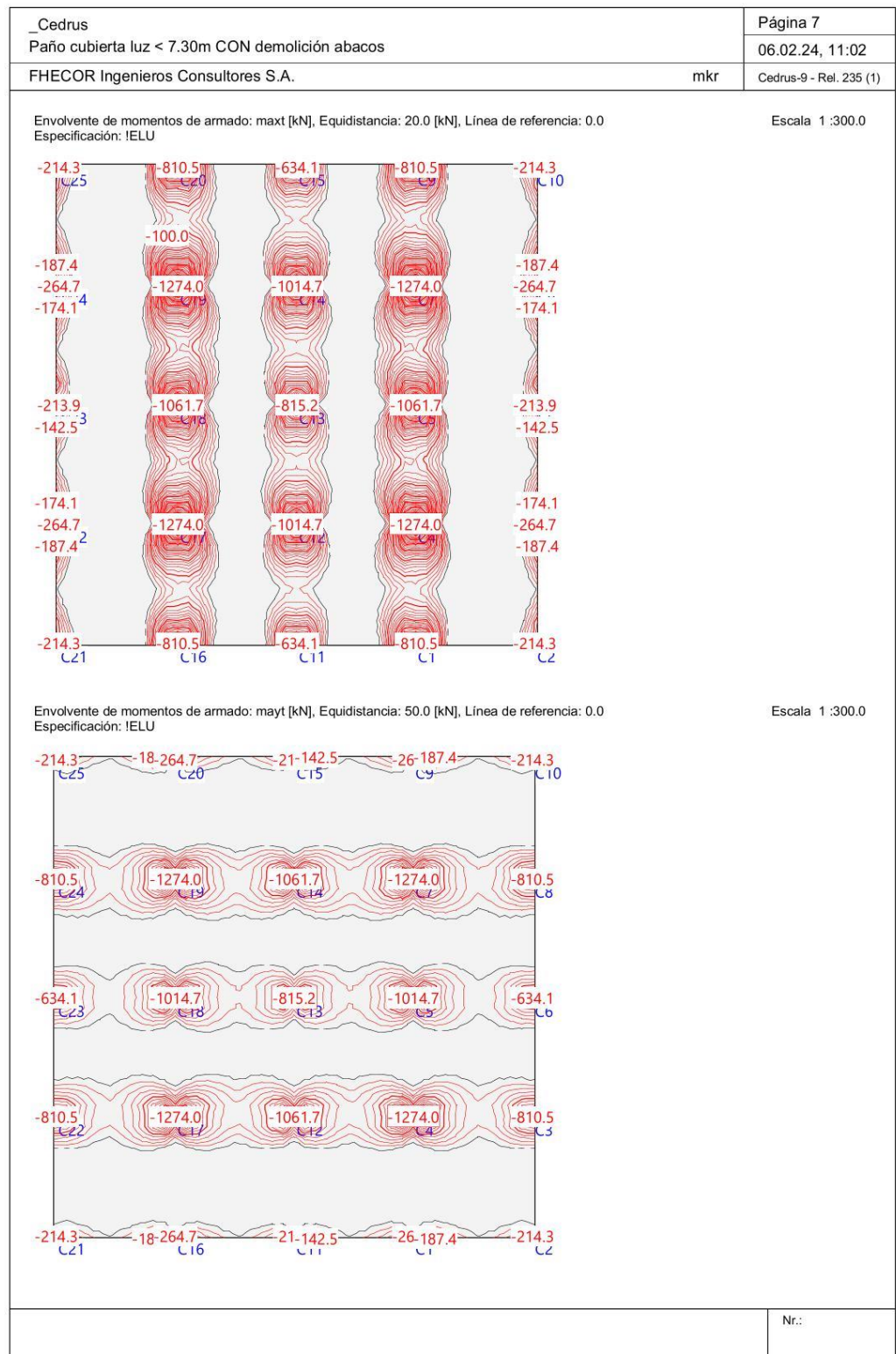
Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

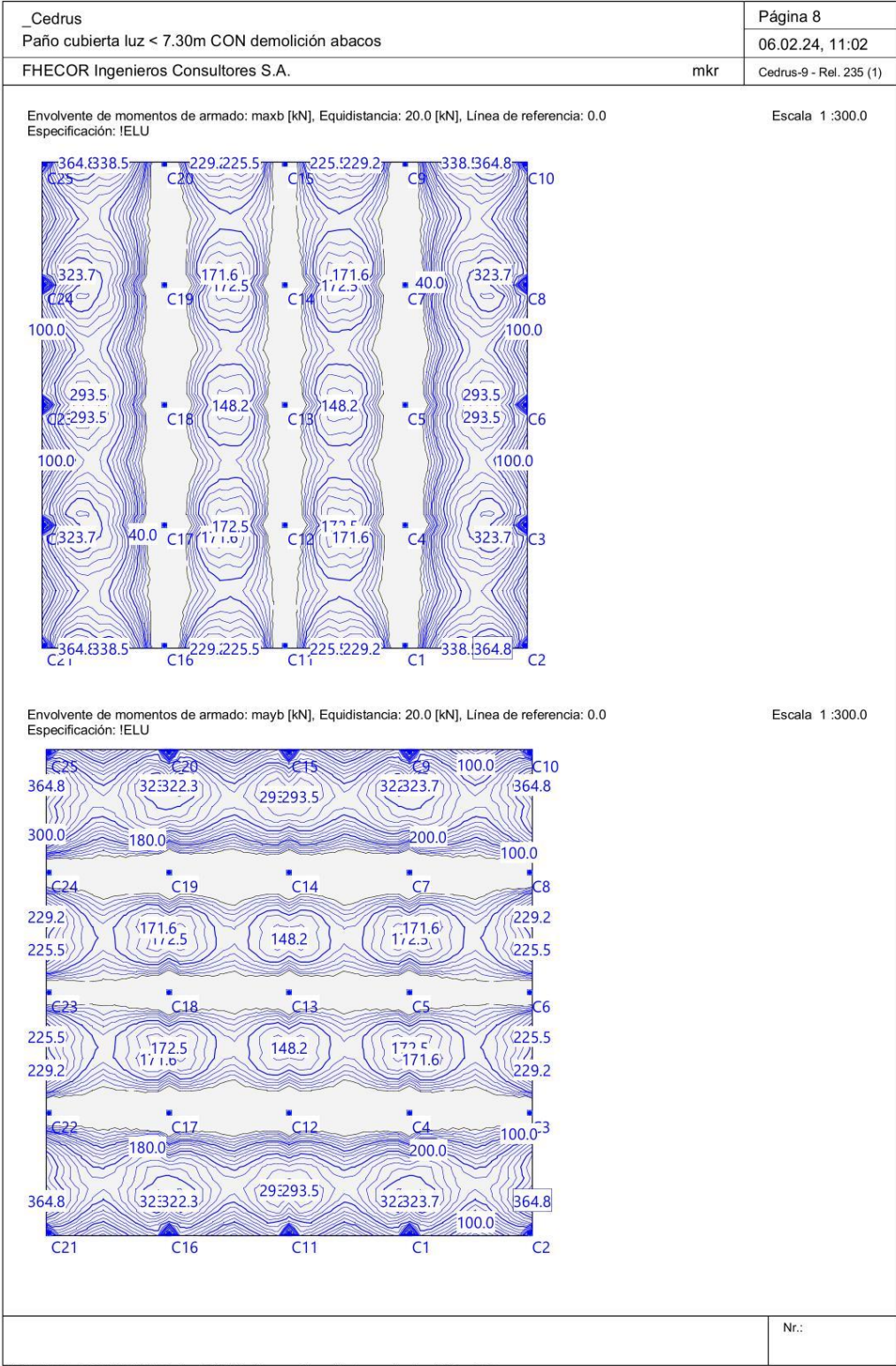
ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			Factores de la resistencia									
	c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	σ _s [N/mm ²]	α _{cc} [-]	γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]				
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1				
!ELS	1/0	1	1	1				σ _s *	0.85	1.	1.	1.	1.				

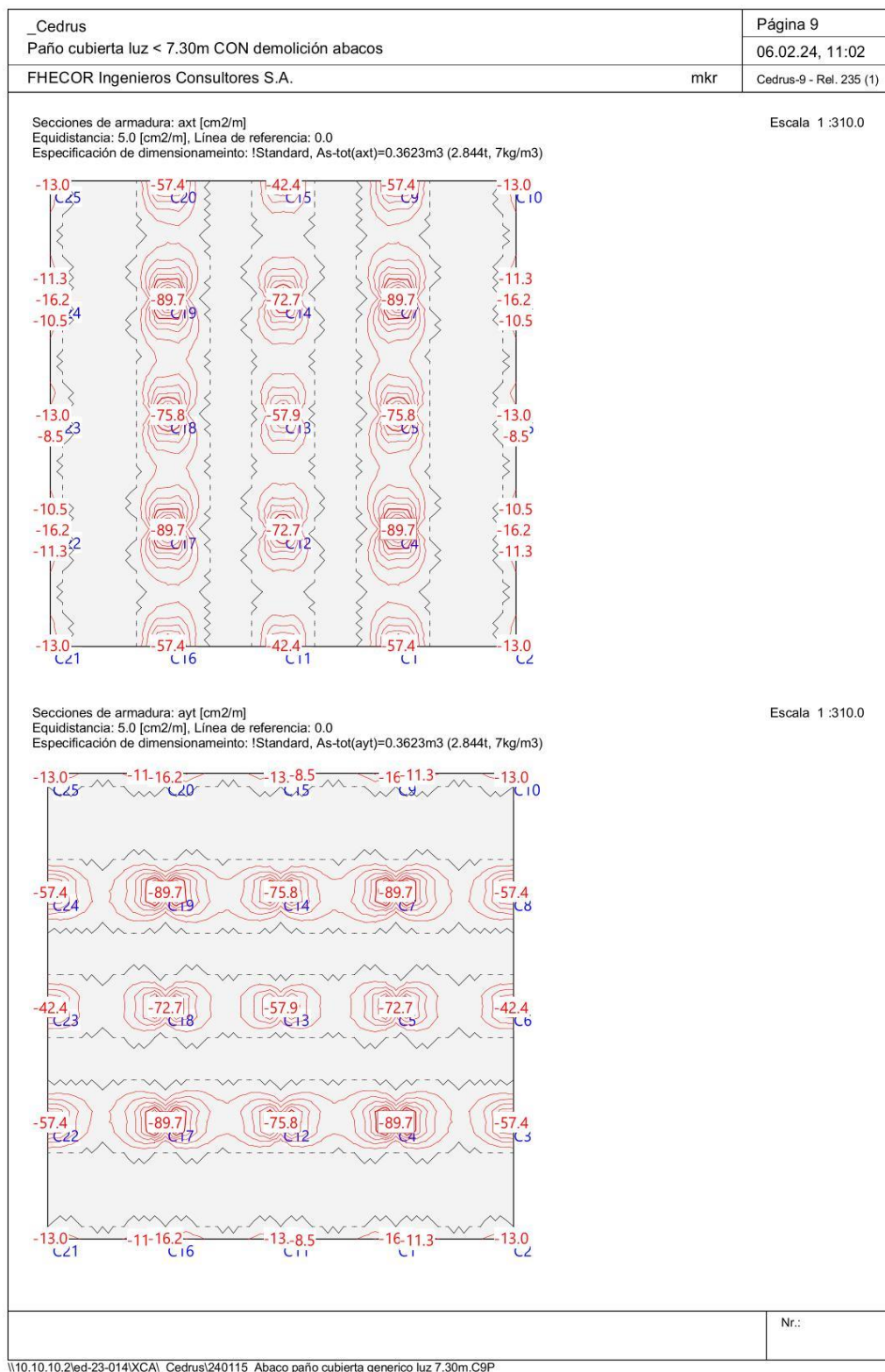
σ_s : de una armadura dada o de un valor definido por el usuario

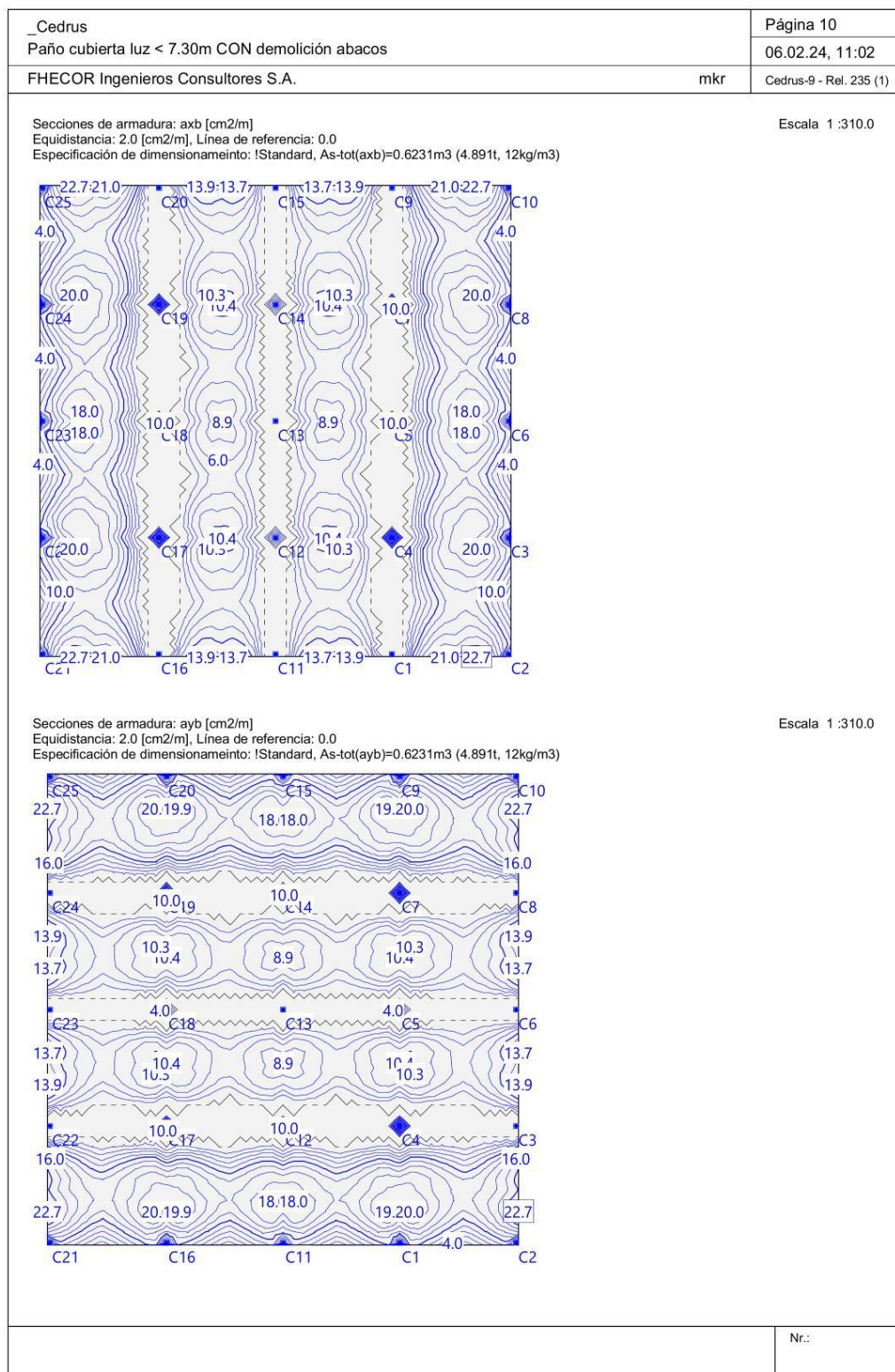
Nr.:

\\\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCA_Cedrus\\240115_Abaco paño cubierta generico luz 7.30m.C9P



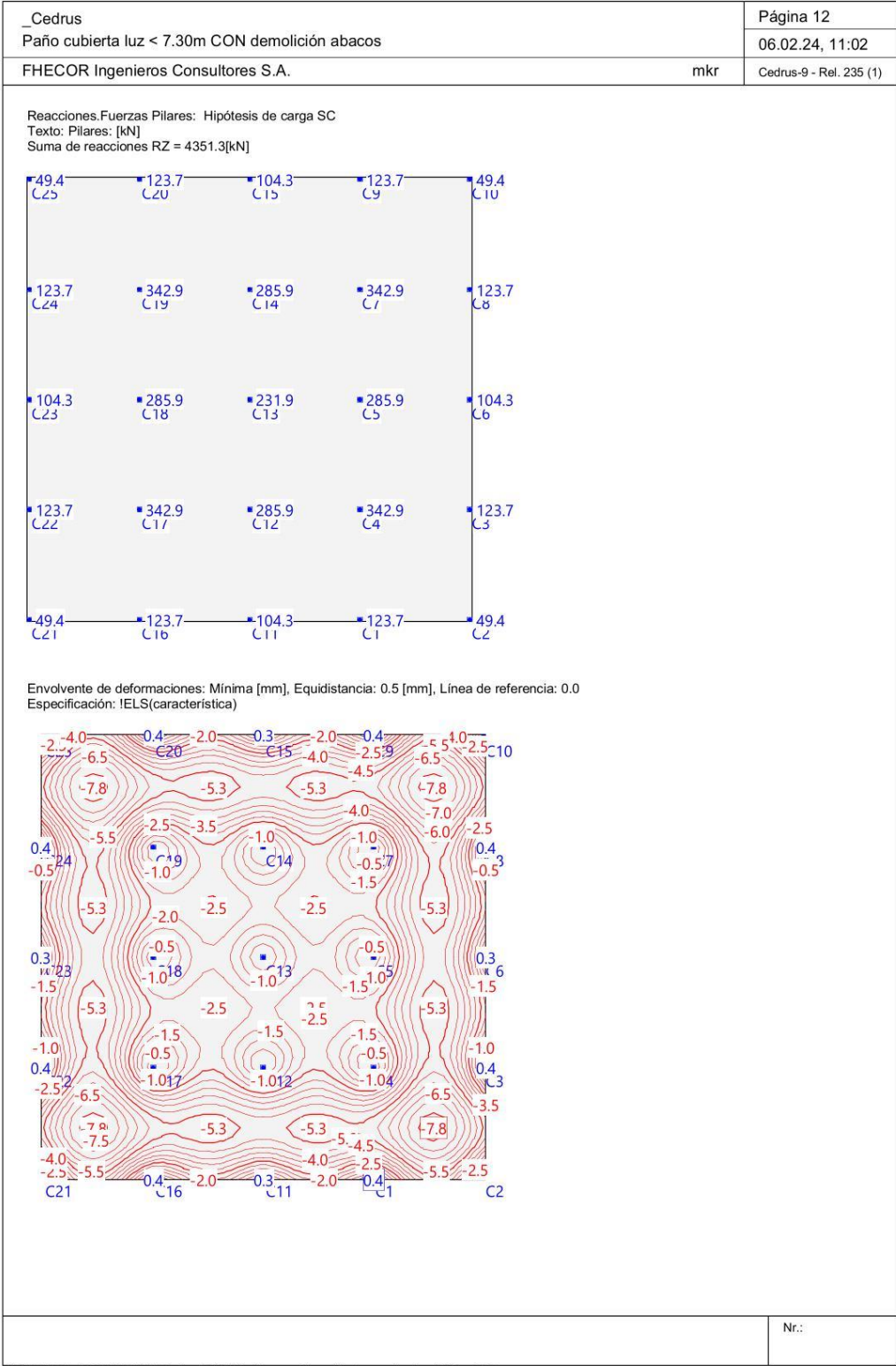




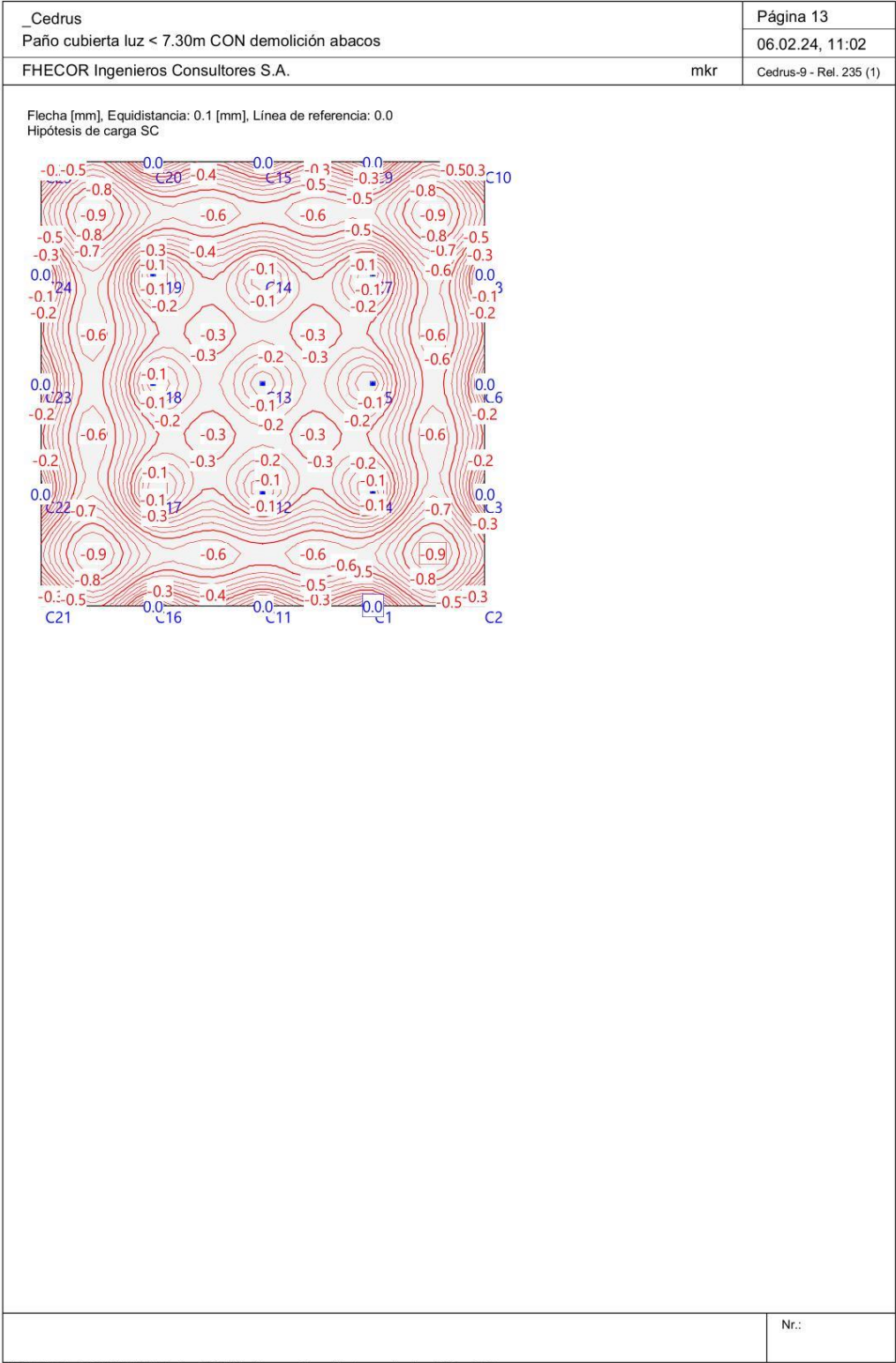


_Cedrus		Página 11																																																		
Paño cubierta luz < 7.30m CON demolición abacos		06.02.24, 11:02																																																		
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.	mkr	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)																																																		
<div>Reacciones.Fuerzas Pilares: Hipótesis de carga PP Texto: Pilares: [kN] Suma de reacciones RZ = 9790.3[kN]</div> <div><table><tr><td>111.1 C25</td><td>278.3 C20</td><td>234.7 C15</td><td>278.3 C9</td><td>111.1 C10</td></tr><tr><td>278.3 C24</td><td>771.5 C19</td><td>643.2 C14</td><td>771.5 C7</td><td>278.3 C8</td></tr><tr><td>234.7 C23</td><td>643.2 C18</td><td>521.7 C13</td><td>643.2 C5</td><td>234.7 C6</td></tr><tr><td>278.3 C22</td><td>771.5 C17</td><td>643.2 C12</td><td>771.5 C4</td><td>278.3 C3</td></tr><tr><td>111.1 C21</td><td>278.3 C16</td><td>234.7 C11</td><td>278.3 C1</td><td>111.1 C2</td></tr></table></div> <div>Reacciones.Fuerzas Pilares: Hipótesis de carga CM Texto: Pilares: [kN] Suma de reacciones RZ = 25237.3[kN]</div> <div><table><tr><td>286.5 C25</td><td>717.5 C20</td><td>605.0 C15</td><td>717.5 C9</td><td>286.5 C10</td></tr><tr><td>717.5 C24</td><td>1988.7 C19</td><td>1658.0 C14</td><td>1988.7 C7</td><td>717.5 C8</td></tr><tr><td>605.0 C23</td><td>1658.0 C18</td><td>1344.8 C13</td><td>1658.0 C5</td><td>605.0 C6</td></tr><tr><td>717.5 C22</td><td>1988.7 C17</td><td>1658.0 C12</td><td>1988.7 C4</td><td>717.5 C3</td></tr><tr><td>286.5 C21</td><td>717.5 C16</td><td>605.0 C11</td><td>717.5 C1</td><td>286.5 C2</td></tr></table></div>			111.1 C25	278.3 C20	234.7 C15	278.3 C9	111.1 C10	278.3 C24	771.5 C19	643.2 C14	771.5 C7	278.3 C8	234.7 C23	643.2 C18	521.7 C13	643.2 C5	234.7 C6	278.3 C22	771.5 C17	643.2 C12	771.5 C4	278.3 C3	111.1 C21	278.3 C16	234.7 C11	278.3 C1	111.1 C2	286.5 C25	717.5 C20	605.0 C15	717.5 C9	286.5 C10	717.5 C24	1988.7 C19	1658.0 C14	1988.7 C7	717.5 C8	605.0 C23	1658.0 C18	1344.8 C13	1658.0 C5	605.0 C6	717.5 C22	1988.7 C17	1658.0 C12	1988.7 C4	717.5 C3	286.5 C21	717.5 C16	605.0 C11	717.5 C1	286.5 C2
111.1 C25	278.3 C20	234.7 C15	278.3 C9	111.1 C10																																																
278.3 C24	771.5 C19	643.2 C14	771.5 C7	278.3 C8																																																
234.7 C23	643.2 C18	521.7 C13	643.2 C5	234.7 C6																																																
278.3 C22	771.5 C17	643.2 C12	771.5 C4	278.3 C3																																																
111.1 C21	278.3 C16	234.7 C11	278.3 C1	111.1 C2																																																
286.5 C25	717.5 C20	605.0 C15	717.5 C9	286.5 C10																																																
717.5 C24	1988.7 C19	1658.0 C14	1988.7 C7	717.5 C8																																																
605.0 C23	1658.0 C18	1344.8 C13	1658.0 C5	605.0 C6																																																
717.5 C22	1988.7 C17	1658.0 C12	1988.7 C4	717.5 C3																																																
286.5 C21	717.5 C16	605.0 C11	717.5 C1	286.5 C2																																																
		Nr.:																																																		

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño cubierta generico luz 7.30m.C9P



\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCA\\Cedrus\\240115_Abaco paño cubierta generico luz 7.30m.C9P



2.2.4 Paño cubierta luz max = 8.90m CON demolición ábacos

_Cedrus		Página 1	
Paño cubierta luz max = 8.90m CON demolición abacos		06.02.24, 11:09	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Estructura

Escala 1 :390.8 (-29.39,-1.50..36.99,31.00)

I1:
h = 0.45 m

DATOS de la ESTRUCTURA

MATERIALES Código: Codigo Estructural 2021

ID	Tipo	Elemento	E [kN/mm²]	v	ρ [t/m³]	α [%]	Clase
CC	Hormigón	Columna	33.60	0.17	2.50	0.010	HA30
CS	Hormigón	Losa	28.58	0.17	2.50	0.010	HA30
R	Acero para armadura	(general)	205.00	0.30	8.00	0.012	B500S

MATERIAL Hormigón

ID	Clase	-f _{ck,cyl} [N/mm²]	E _{cm} [kN/mm²]	f _{ctm} [N/mm²]	τ _{Rd} [N/mm²]	f _{ck,cubg} [N/mm²]
CC	HA30	-30.0	28.58	2.9	0.3	30.0
CS	HA30	-30.0	28.58	2.9	0.3	30.0

MATERIAL Acero para armadura

ID	Clase	-f _{yk} [N/mm²]	E _s [kN/mm²]	f _{yk} [N/mm²]	ε _{uk} [%]	f _{tk} [N/mm²]
R	B500S	-500.0	210.00	500.0	20.0	500.0

CAJAS DE MATERIALES: Isótropo

ID	Geometría		Materiales	
	Espesor de la losa [m]	Costa de la cara superior [m]	f _E	Cuerpo
I1	0.45	0	1.000	CS

CAJAS DE MATERIALES: Recubrimiento de la armadura base

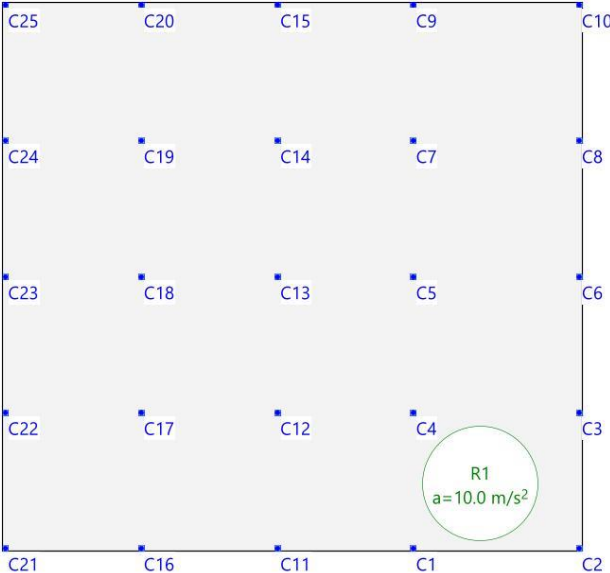
ID	Recubrimiento de la armadura				Armadura base			
	u _{xT} [cm]	u _{yT} [cm]	u _{xB} [cm]	u _{yB} [cm]	as _{xT} [cm²/m]	as _{yT} [cm²/m]	as _{yB} [cm²/m]	as _{yB} [cm²/m]
I1	5.0	5.0	5.0	5.0	-	-	-	-

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\YCA\ Cedrus\240115_Abaco paño cubierta luz max 8.90.C9P

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño cubierta luz max 8.90.C9P

_Cedrus							Página 2	
Paño cubierta luz max = 8.90m CON demolición abacos							06.02.24, 11:09	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.							mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)
PILARES - Estructura								
ID	Tipo	Sección	Geometría		X [m]	Y [m]	wx [°]	
			dx [m]	dy [m]				
C1	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	0.15	0	
C2	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	0.15	0	
C3	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	7.45	0	
C4	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	7.45	0	
C5	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	14.75	0	
C6	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	14.75	0	
C7	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	22.05	0	
C8	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	22.05	0	
C9	Pilar	QS	0.30	0.30	0.15	29.35	0	
C10	Pilar	QS	0.30	0.30	9.05	29.35	0	
C11	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	0.15	0	
C12	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	7.45	0	
C13	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	14.75	0	
C14	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	22.05	0	
C15	Pilar	QS	0.30	0.30	-7.15	29.35	0	
C16	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	0.15	0	
C17	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	7.45	0	
C18	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	14.75	0	
C19	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	22.05	0	
C20	Pilar	QS	0.30	0.30	-14.45	29.35	0	
C21	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	0.15	0	
C22	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	7.45	0	
C23	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	14.75	0	
C24	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	22.05	0	
C25	Pilar	QS	0.30	0.30	-21.75	29.35	0	
							Nr.:	
\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño cubierta luz max 8.90.C9P								

_Cedrus					Página 3	
Paño cubierta luz max = 8.90m CON demolición abacos					06.02.24, 11:09	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.					mkr Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio						
Peso propio (Toda la estructura)						
ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Masa [t]	Subtotal Carga Z [kN]
R1	412.85	45.0	917.45		1032.131	-10321.3
HIPÓTESIS DE CARGA PP : Peso propio						
Suma Z						
						Total Carga Z [kN]
Total						-10321.3
Hipótesis de carga PP: Peso propio						
					Escala 1 :300.0	
					Nr.:	

\\10.10.10.2\\ed-23-014\\XCAI_Cedrus\\240115_Abaco paño cubierta luz max 8.90.C9P

_Cedrus						Página 4	
Paño cubierta luz max = 8.90m CON demolición abacos						06.02.24, 11:09	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	412.85	45.0	917.45		-29.0		-26606.1

HIPÓTESIS DE CARGA CM : Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Suma Z

		Total Carga Z [kN]
Total		-26606.1

Hipótesis de carga CM: Carga muerta 25jardin + 4pavimiento

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCAI_Cedrus\240115_Abaco paño cubierta luz max 8.90.C9P

_Cedrus Paño cubierta luz max = 8.90m CON demolición abacos						Página 5	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.						06.02.24, 11:09	
						mkr	
						Cedrus-9 - Rel. 235 (1)	

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga

Carga repartida (Toda la estructura)

ID	Volumen [m³]	Geometría Espesor [cm]	Area [m²]		Carga Valor [kN/m²]		Subtotal Carga Z [kN]
F1	412.85	45.0	917.45		-5.0		-4587.3

HIPÓTESIS DE CARGA SC : Sobrecarga

Suma Z

						Total Carga Z [kN]	
Total						-4587.3	

Hipótesis de carga SC: Sobrecarga

Escala 1 :300.0

Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCAI_Cedrus\240115_Abaco paño cubierta luz max 8.90.C9P

_Cedrus		Página 6	
Paño cubierta luz max = 8.90m CON demolición abacos		06.02.24, 11:09	
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.		mkf	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

Especificación de envolventes: !ELU

Especificación de envolventes

No	Acción Nombre	Fac	1	2	Combinaciones de acciones
1	Peso propio	1	1.35	0.8	
2	Cargas Muertas	1	1.35	0.8	
3	Sobrecargas general	1	1.5	1.5	

Fac : todos los factores de combinación son multiplicados por este factor

Superposiciones de hipótesis de carga para las acciones
para la especificación de envolventes !ELU

Acción	Alt	aditivo	excluyente	Hipótesis de carga	Factor	Comb.
Peso propio		Permanente		PP Peso propio	1.000	
Cargas Muertas		Permanente		CM Carga muerta 25jardin + 4pavimie	1.000	
Sobrecargas general		si es crítico		SC Sobrecarga	1.000	

Alt : Superposición alternativa

Dimensionamiento As

Dimensionamiento	Análisis	Parámetros de Análisis
!Standard	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU
!Standard+	Est. lím. último (ELU)	Hipótesis de carga : !ELU Parámetros de análisis : !ELU Armadura mínima : Sup. y Inf.

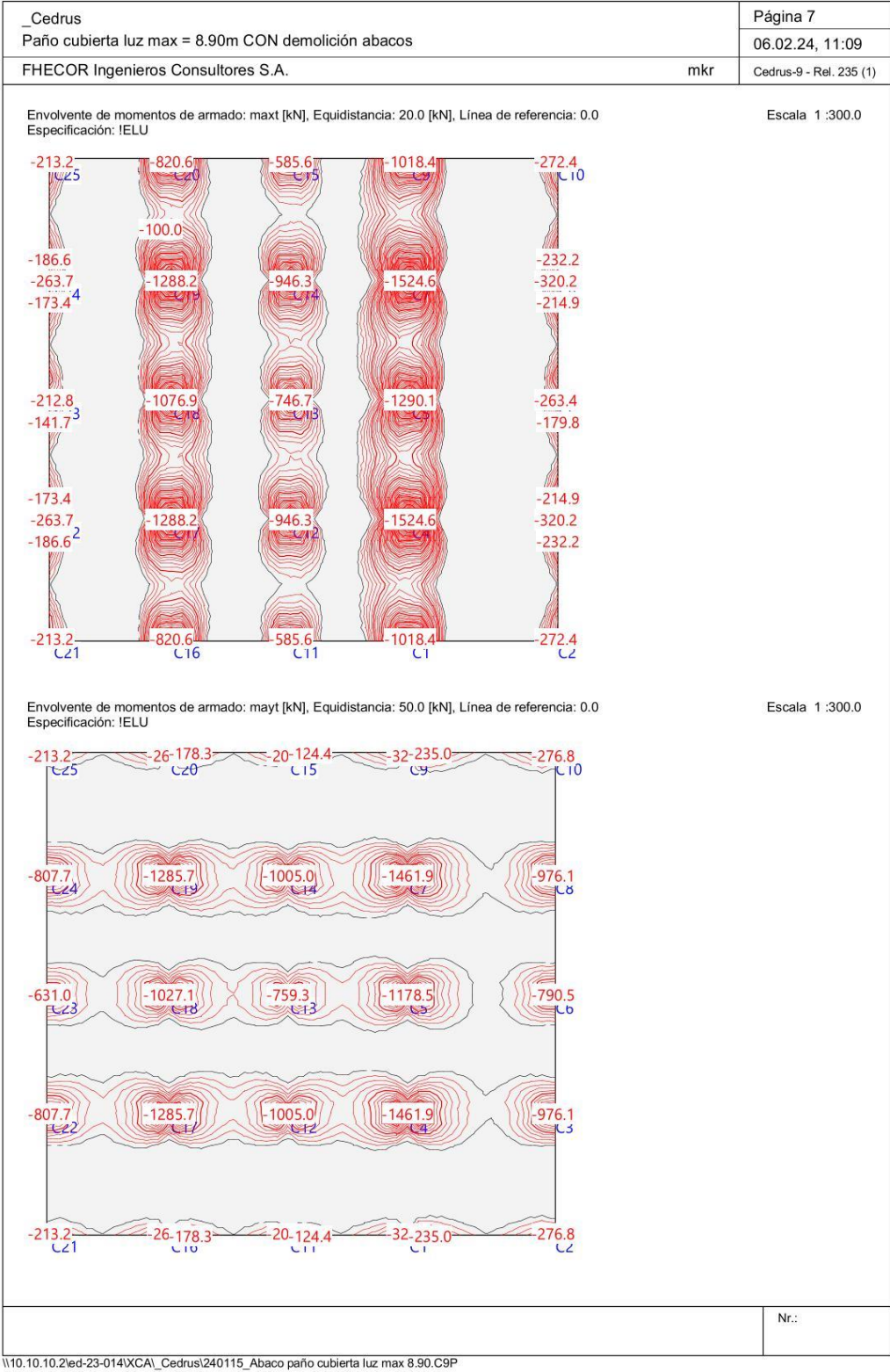
Parámetros de análisis Código: Codigo Estructural 2021

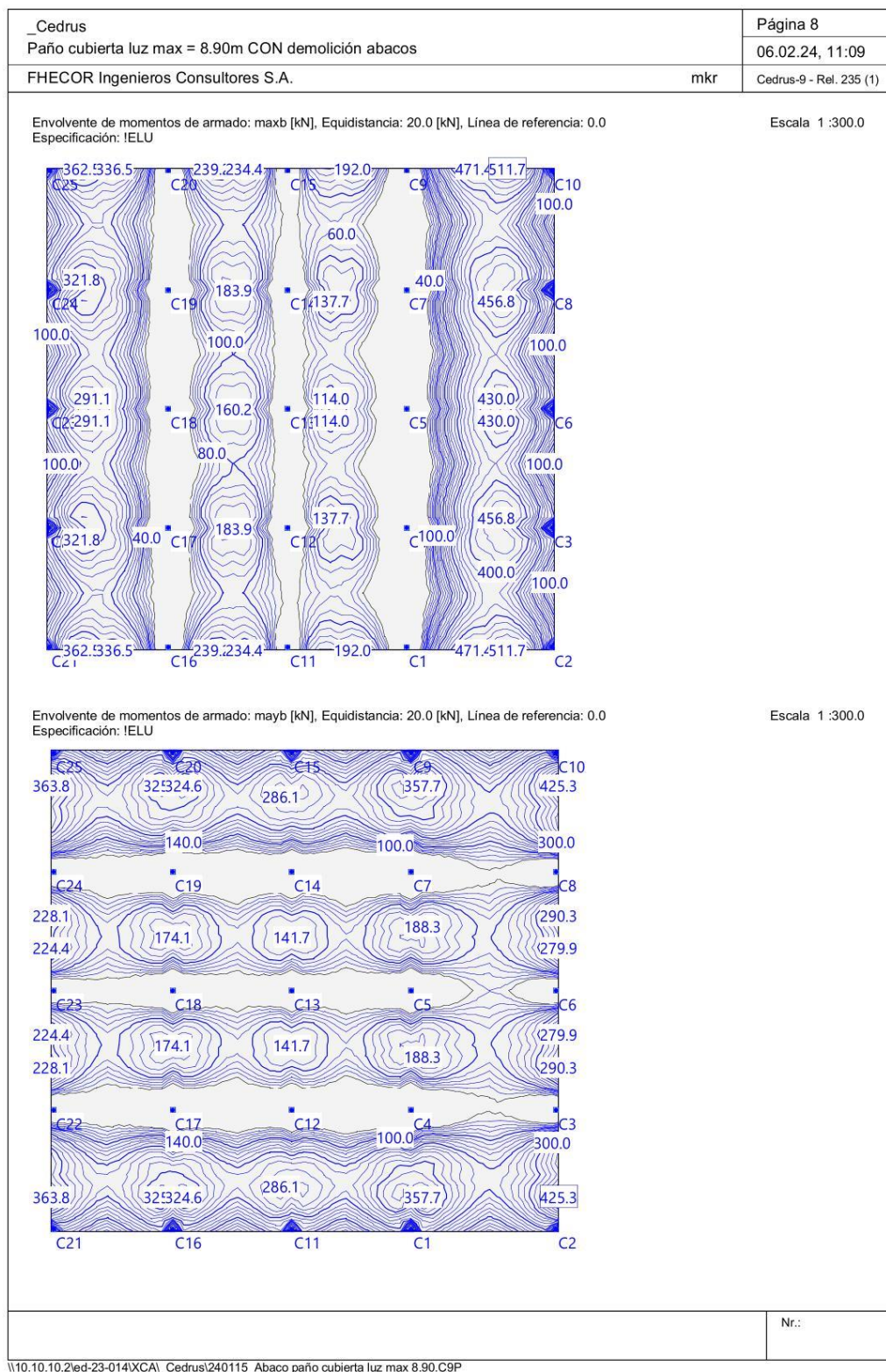
ID	σ-ε-Diagrama				Límites de deformación			σ _s [N/mm ²]	Factores de la resistencia								
c	s	p	M	ε _{c2} [‰]	ε _{cu3} [‰]	ε _{ud} [‰]	α _{cc} [-]		γ _c [-]	γ _s [-]	γ _p [-]	γ _M [-]					
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		0.85	1.5	1.15	1.15	1.1				
!ELS	1/0	1	1	1				σ _s *	0.85	1.	1.	1.	1.				

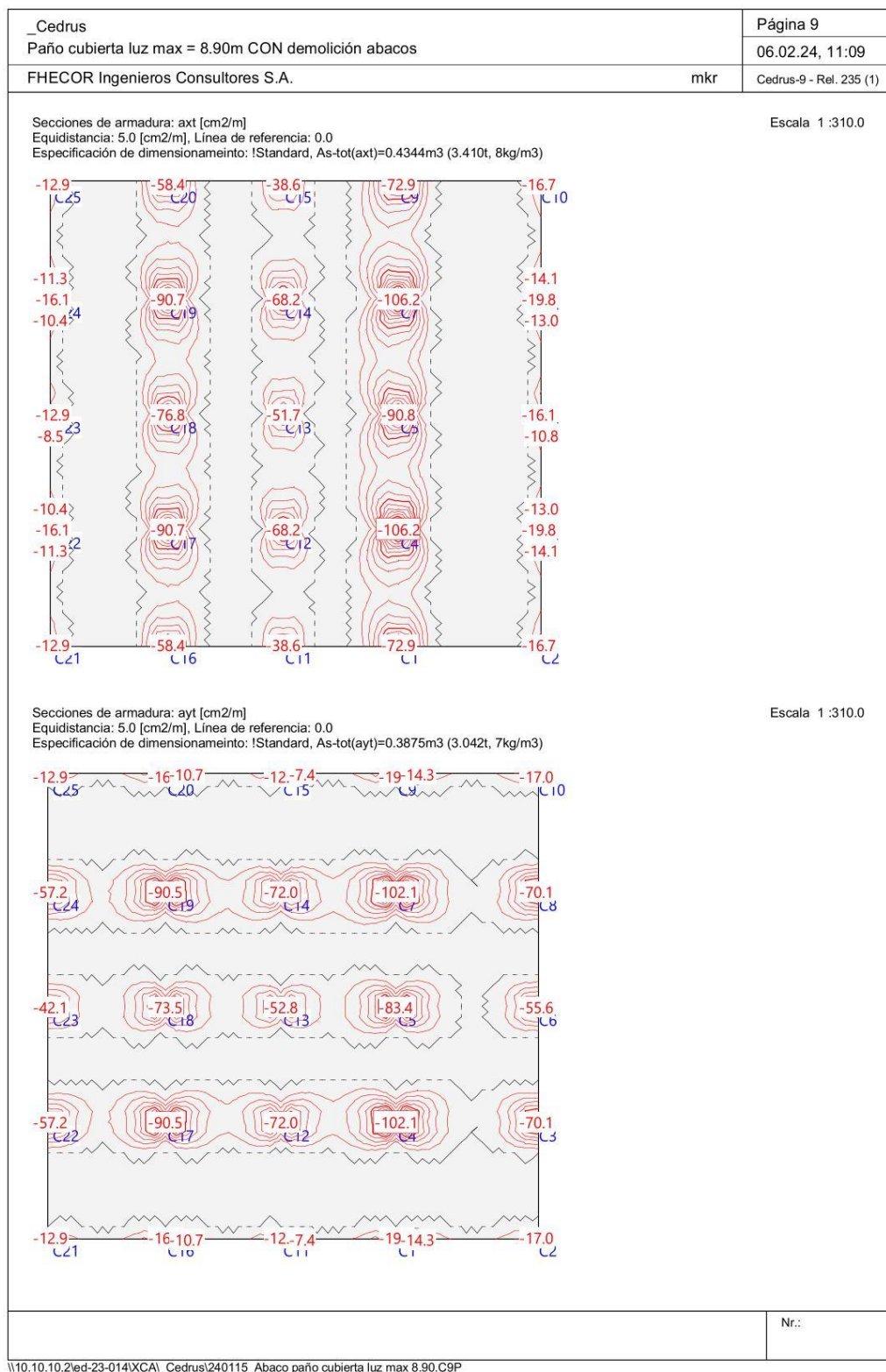
σ_s : de una armadura dada o de un valor definido por el usuario

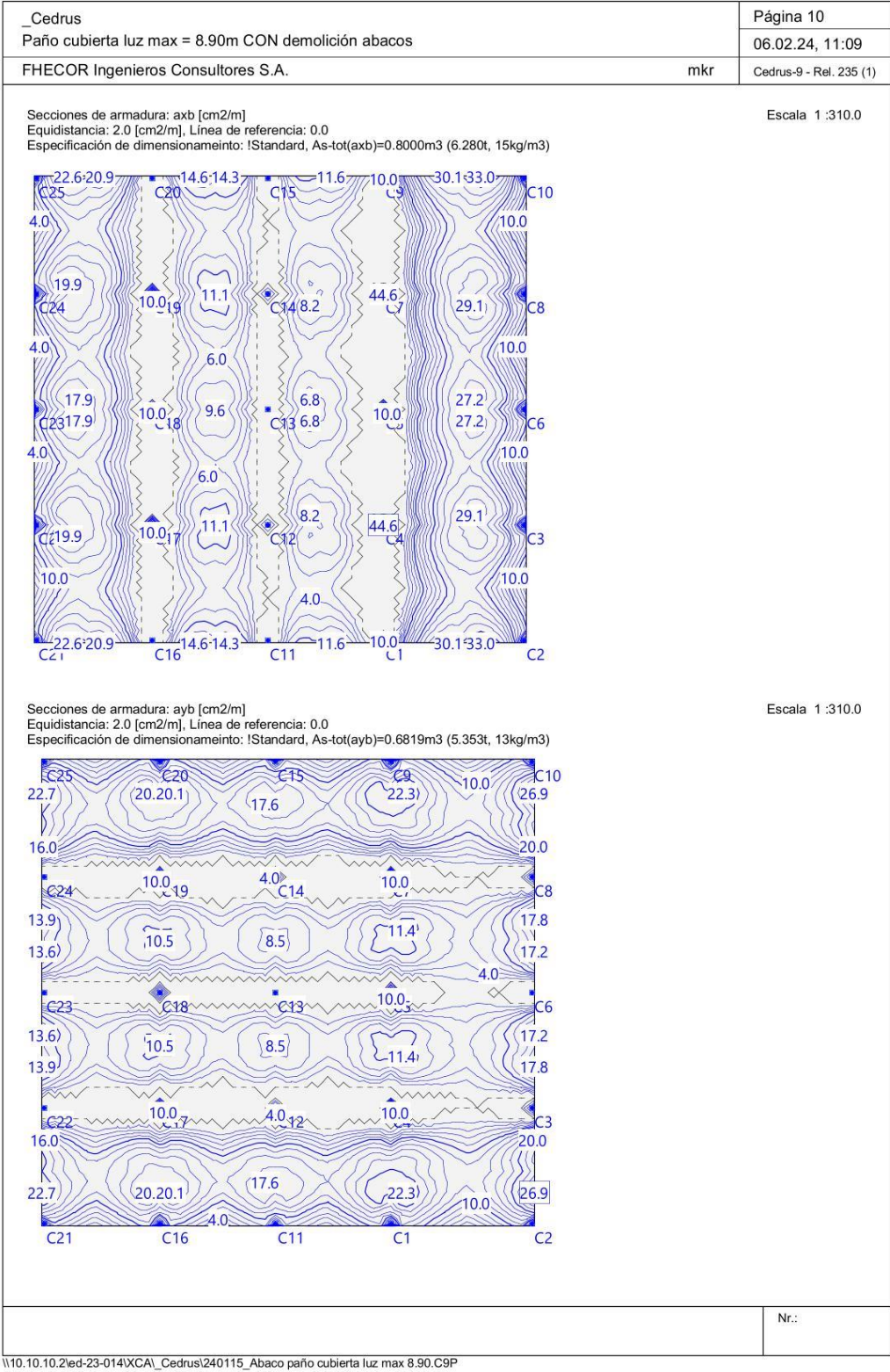
Nr.:

\\10.10.10.2\ed-23-014\XCAI_Cedrus\240115_Abaco paño cubierta luz max 8.90.C9P









\\10.10.10.2\ed-23-014\XCA\Cedrus\240115_Abaco paño cubierta luz max 8.90.C9P



_Cedrus		Página 12
Paño cubierta luz max = 8.90m CON demolición abacos		06.02.24, 11:09
FHECOR Ingenieros Consultores S.A.	mkr	Cedrus-9 - Rel. 235 (1)

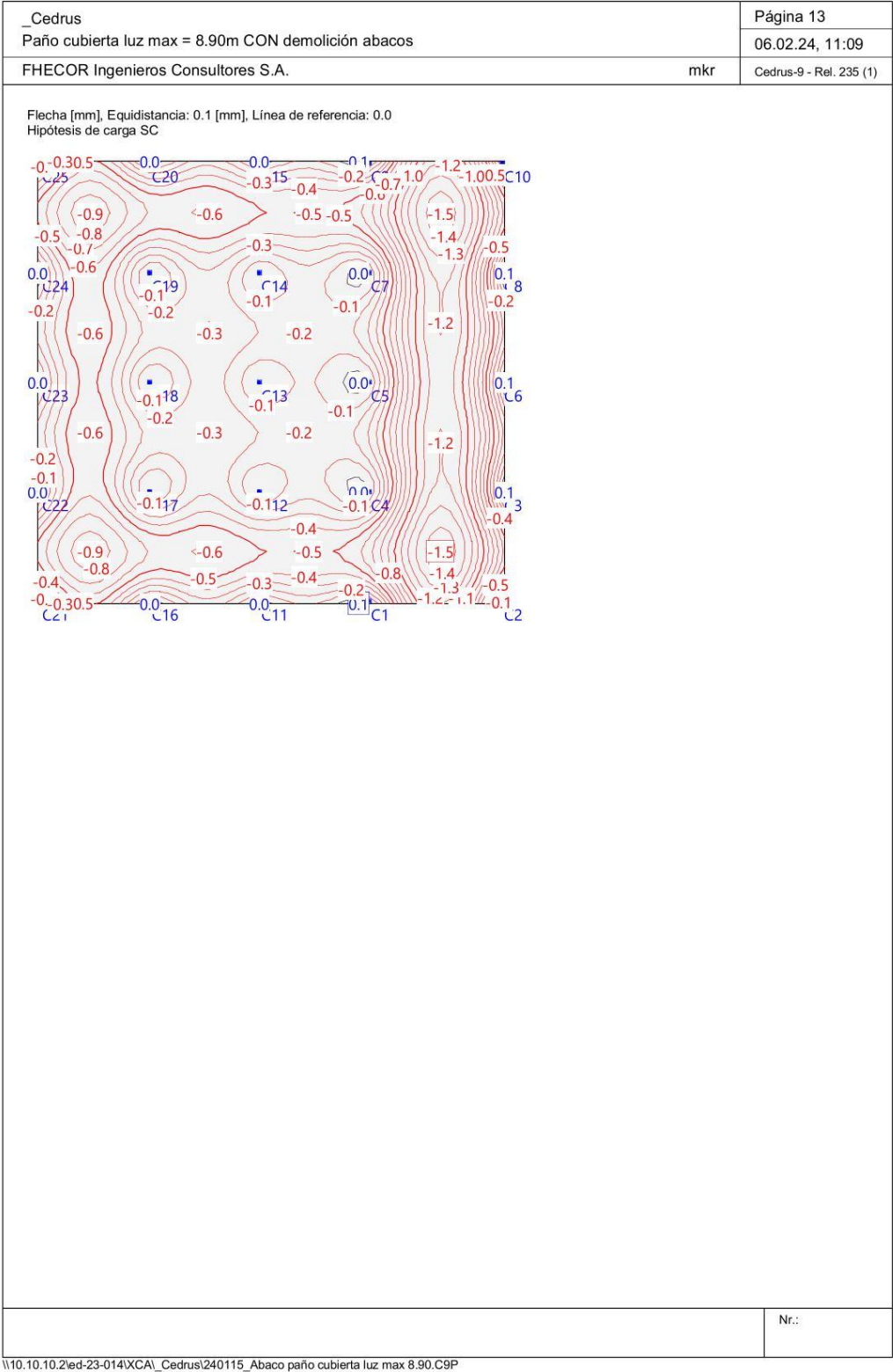
Reacciones,Fuerzas Pilares: Hipótesis de carga SC

Texto: Pilares: [kN]

Suma de reacciones RZ = 4587.3[kN]

Envolverte de deformaciones: Mínima [mm], Equidistancia: 1.0 [mm], Línea de referencia: 0.0

Especificación: IELS(característica)



3 ARMADO A CORTANTE

El armado inferior y superior calculado con Cedrus se considera solo para resistir la flexión. Se necesita armado adicional para resistir el cortante en 3 casos:

- Conexión muro perimetral existente con losa maciza reconstruida
- Conexión ábaco existentes con losa maciza reconstruida en forjados inferiores
- Conexión ábaco existentes con losa maciza reconstruida en forjado de cubierta

Las conexiones se realizan con taladros en la estructura existente y barras fijadas con resina. A continuación, se calculan los diámetros y las cuantías de las barras de conexión.

Nota: en los cálculos siguientes se limita la resistencia del acero a 125 MPa para tener en cuenta del efecto pasador.

3.1 CONEXIÓN MURO PERIMETRAL EXISTENTE CON LOSA MACIZA RECONSTRUIDA

El la siguiente figura sacada de la hoja de calculo interna se observa que el armado necesario para resistir el cortante de diseño es $\Phi 20/0.40$

Cortante en conexión muro/losa

Forjados inferiores

PP	7.5 kN/m ²
CM	0.5 kN/m ²
SC	4 kN/m ²
!ELU	16.8 kN/m ²

Efeto pasador

limite σ	125 MPa
-----------------	---------

a (luz)	b (muro)	A	R	D	paso	V _{Rd}
m	m	m ²	kN/m	mm	mm	kN/m
7.30	7.30	53.29	61.3	20	400	98.2
9.80	7.30	71.54	82.3	20	400	98.2

Figura 3-1 Resumen dimensionamiento armado a cortante en conexión muro/losa.

3.2 CONEXIÓN LOSA MACIZA RECONSTRUIDA CON PAÑOS EXISTENTES, EN FORJADOS INFERIORES

3.2.1 Caso 1: SIN demolición de ábacos

Cuando se demuele y reconstruye un paño dañado, SIN demoler los abacos, los conectores a cortante se han dimensionado con hoja de calculo interna. El la siguiente figura sacada de la hoja de calculo se observa que el armado necesario para resistir el cortante de diseño es 8 $\Phi 20$ por cara de abaco, en losas de luz hasta 7.30m y 6 $\Phi 25$ por cara de abaco, en losas de luz hasta 8.90m.

Cortante en conexión abaco/losa

Forjados inferiores

PP	7.5 kN/m ²
CM	0.5 kN/m ²
SC	4 kN/m ²
!ELU	16.8 kN/m ²

Efeto pasador

limite σ 125 MPa

ancho abaco 1.80 m
coeficiente R 1.25

luz en x	luz en y	A	R	R/m
m	m	m ²	kN	kN/m
7.30	7.30	53.3	279.8	155.4
8.90	7.30	65.0	341.1	189.5

D	As	n. barras
mm	cm ²	-
20	22.4	7.1
25	27.3	5.6

coeficiente R

tomado por el peor caso, cuando hay solo dos vanos (mira screenshot)

Continuous Beam Bending Tables

Notes:

- All spans have equal length = L
- Moment of inertia is constant
- W is a load on one span (in kN) therefore $W = UDL \times L$ or $W = PL$
- Point Loads are applied either in 1/2 or 1/3 and 2/3 of a span L

Reaction = coefficient \times W

Moment = coefficient \times W \times L

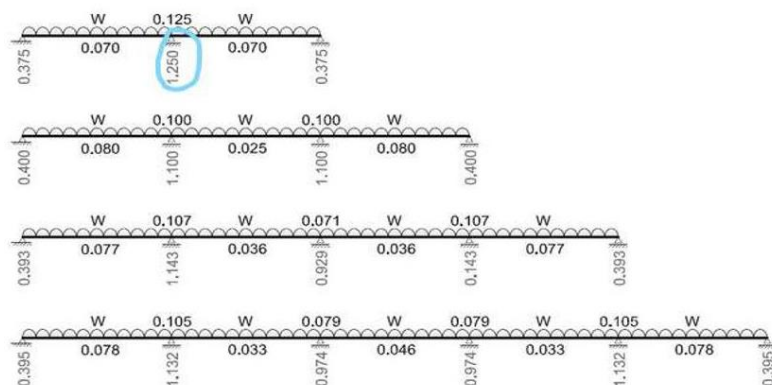


Figura 3-2 Resumen dimensionamiento armado a cortante en conexión ábaco/losa en los forjados inferiores.

3.2.2 Caso 2: CON demolición de ábacos

Cuando se demuele y reconstruye un paño dañado de luz hasta 7.30m, CON demolición de ábacos incluida, se ponen 3 $\Phi 25$ en los nervios existentes en zona de abaco (1 cada nervio), y 1 $\Phi 20$ cada nervio en zona de banda central.

Por luces hasta 8.90m, se adopta la misma solución pasando todos los conectores a $\Phi 25$.

Los esquemas constructivos se encuentran en los planos adjuntos.

3.3 CONEXIÓN LOSA MACIZA RECONSTRUIDA CON PAÑOS EXISTENTES, EN FORJADO DE CUBIERTA

3.3.1 Caso 1: SIN demolición de ábacos

Cuando se demuele y reconstruiye un paño dañado, SIN demoler los abacos, los conectores a cortante se han dimensionado con hoja de calculo interna. En la siguiente figura sacada de la hoja de calculo se observa que el armado necesario para resistir el cortante de diseño es 10 $\Phi 32$ por cara de abaco. Las barras se reparten en 2 filas de 5.

Cortante en conexión abaco/losa

Cubierta

PP	11.25 kN/m ²
CM	29 kN/m ²
SC	5 kN/m ²
IELU	61.8 kN/m ²

Efeto pasador

limite σ 125 MPa

ancho abaco 1.80 m
coeficiente R 1.25

luz en x	luz en y	A	R	R/m
m	m	m ²	kN	kN/m
7.30	7.30	53.3	975.0	541.7
8.90	7.30	65.0	994.3	552.4

D	As	n. barras
mm	cm ²	-
32	78.0	9.7
32	79.5	9.9

carga sacada del Cedrus global

coeficiente R

tomado por el peor caso, cuando hay solo dos vanos (mira screenshot)

Continuous Beam Bending Tables

Notes:

- All spans have equal length = L
- Moment of inertia is constant
- W is a load on one span (in kN) therefore $W = UDL \times L$ or $W = PL$
- Point Loads are applied either in 1/2 or 1/3 and 2/3 of a span L

Reaction = coefficient \times W

Moment = coefficient \times W \times L

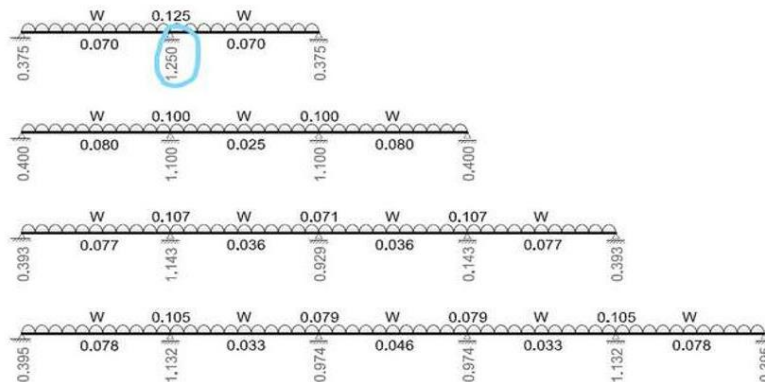


Figura 3-3 Resumen dimensionamiento armado a cortante en conexión muro/losa.

3.3.2 Caso 2: CON demolición de ábacos

Cuando se demuele y reconstruye un paño dañado, CON demolición de ábacos incluida, se ponen 6 $\Phi 32$ en los nervios existentes en zona de abaco (2 cada nervio), y 2 $\Phi 32$ cada nervio en zona de banda central.

Los esquemas constructivos se encuentran en los planos adjuntos.

4 PUNZONAMIENTO

El armado necesario a resistir el punzonamiento en los paños reconstruidos donde se ejecuta también la demolición de los ábacos se calcula de manera diferente, según si los paños están en los forjados inferiores o en la cubierta.

4.1 PUNZONAMIENTO EN FORJADOS INFERIORES

En los tres forjados inferiores, la solución es armar a punzonamiento con horquillas tradicionales.

Se disponen horquillas de manera distinta si el pilar está en zona:

- INTERNA
- DE BORDE
- DE ESQUINA

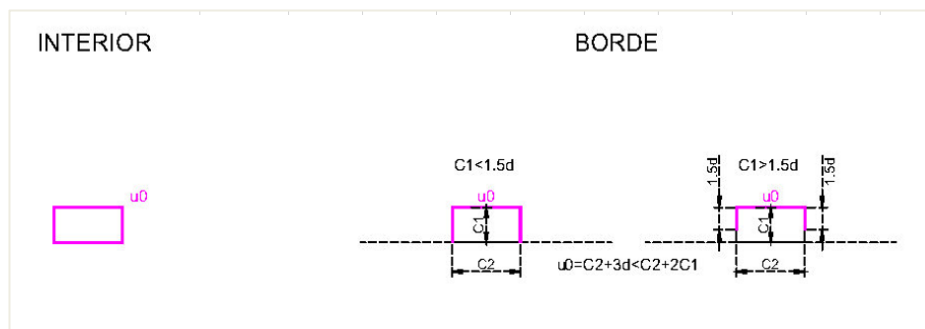


Figura 4-1 Esquema pilares interiores y de borde.

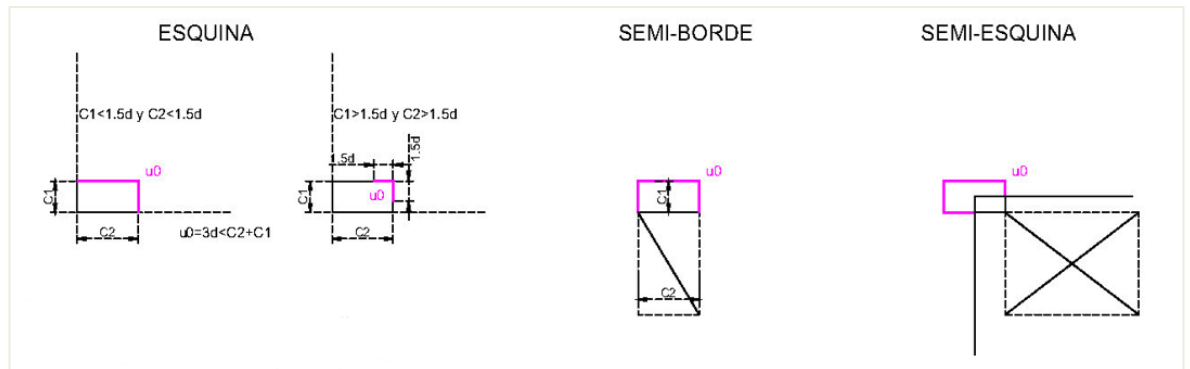


Figura 4-2 Esquema pilares de esquina, semi-borde y semi-esquina.

4.1.1 Pilar INTERNO

En la siguiente figura sacada de la hoja de calculo se observa que el armado necesario para resistir el punzonamiento de diseño se cumple con 8 horquillas $\Phi 12$ en 3 perimetros, con $s_0 = s = 0.15m$.

PROYECTO	Estandarización punzonamiento	OBJETO	EJEMPLO	FECHA	06/02/2024
				OPERADOR	

Preparado: ERR, ILP, DBM
Validado: ERR, ILP, APC
Aprobado: ERR
Nombre Proyecto: Estandarización punzonamiento
Id. Proyecto: #####
Edición Hoja: 3

Solo se introducen datos en las casillas marcadas en este color

NOTA IMPORTANTE:
Hoja solo válida para estructuras donde la estabilidad lateral no depende del funcionamiento como pórtico entre losas y pilares y donde los vanos contiguos no difieren en longitud en más de 25 %.

NOTA: El procedimiento de cálculo de punzonamiento se basa en las siguientes consideraciones: la reacción de apoyo no es excéntrico y en el hormigón no se consideran las tensiones normales debidas a las fuerzas longitudinales.

PUNZONAMIENTO EN LOSAS

CODIGO ESTRUCTURAL VALORES RECOMENDADOS EN1992

β	1.15	1.15	
C rel,c	0.12	0.12	
V min	0.50	0.50	N/mm2
f ywd,ef	312.5	312.5	N/mm2
v	0.528	0.528	
V Rd,max	4.224	5.28	N/mm2
k	1.5	1.5	
k max	1.5	1.5	

"Coeficiente relacionado con la posición de la columna en la losa"
"Factor utilizado en el cálculo de v Rd, c determinado por el factor parcial para hormigón"
"Resistencia mínima a cortante"
"Resistencia de diseño eficaz de la armadura de punzonamiento, el valor límite superior se determina por la resistencia a la fluencia de diseño de la armadura de cortante f ywd"
"Factor de reducción para hormigón agrietado en cizalladura, utilizado en el cálculo de v Rd, max"
"Resistencia de punzonamiento adyacente a la columna se limita a un máximo de v Rd, max"
"El perímetro exterior de refuerzo de corte debe ser colocado a una distancia no mayor que kd dentro de u out"
"Factor que limita la capacidad máxima que puede alcanzarse con armadura de punzonamiento"

d [m]	0.25	ϕ	c/	+	ϕ	c/	+	n	ϕ	Ax sup
V Ed [kN]	1317	25	0.15	+			+	0	16	Ay sup
CAPITEL	NO	25	0.15	+			+	0	16	

$\rho = 0.01309$ $\rho = 0.01309$

fck [MPa]	30	γ_c	1.50
fyk [MPa]	500	γ_s	1.15
Tipo de pilar		RECTANGULAR	
Situación del Pilar		INTERNO	

RECTANGULAR

0 / 1	c2 [m]	c1 [m]
1	0.61	0.61

ϕ [m]

0	0.30
---	------

CIRCULAR

0 / 1	u o	u 1 int	u 1 ext	β
1	2.44	5.58	5.58	1.15
0	1.36	3.40	3.40	1.40
0	0.75	2.01	2.01	1.50
0	1.83	4.19	4.19	1.40
0	2.44	4.19	4.19	1.40

NECESITA REFUERZO

Carga máxima en el perímetro exterior [kN]: 1365.0

Capacidad maxima con armadura punzonamiento [kN]: 1406.4

Refuerzo de Punzonamiento

TIPO	REFUERZO EN BANDAS	REFUERZO EN BANDAS	1
		REFUERZO CUADRADO	0
		REFUERZO CON STUDS	0

a nec [m] 0.30

A90 [cm²/m]	So,min [m]	So aplicado [m]	S max [m]	S aplicado [m]	Asw [cm²/perímetro]
60.2	0.075	0.15	0.188	0.15	9.0

ϕ	Número de perimetros	Número de cercos por perímetro en todas las ramas
12	Necesaria 2	Necesaria 3.99
	Sugerida 3	Sugerida 4

¡ tener en cuenta que los estribos externos no son activos

Figura 4-3 Resumen dimensionamiento armado a cortante en conexión muro/losa.

4.1.2 Pilar de BORDE

En la siguiente figura sacada de la hoja de calculo se observa que el armado necesario para resistir el punzonamiento de diseño se cumple con 6 horquillas $\Phi 12$ en 3 perimetros, con $s_0 = s = 0.15m$.

PROYECTO	Estandarización punzonamiento	OBJETO	EJEMPLO	FECHA	06/02/2024
Preparado: ERR, ILP, DBM Validado: ERR, ILP, APC Aprobado: ERR Nombre Proyecto: Estandarización punzonamiento Id. Proyecto: ##### Edición Hoja: 3	Solo se introducen datos en las casillas marcadas en este color				
<p>NOTA IMPORTANTE: Hoja solo válida para estructuras donde la estabilidad lateral no depende del funcionamiento como pórtico entre losas y pilares y donde los vanos contiguos no difieren en longitud en más de 25 %.</p> <p>NOTA: El procedimiento de cálculo de punzonamiento se basa en las siguientes consideraciones: la reacción de apoyo no es excéntrico y en el hormigón no se consideran las tensiones normales debidas a las fuerzas longitudinales.</p>					
PUNZONAMIENTO EN LOSAS					
CODIGO ESTRUCTURAL VALORES RECOMENDADOS EN1992					
β	1.4	β	1.4		
$C_{rd,c}$	0.12	$C_{rd,c}$	0.12		
v_{min}	0.50	v_{min}	0.50	N/mm2	
$f_{ywd,ef}$	312.5	$f_{ywd,ef}$	312.5	N/mm2	
v	0.528	v	0.528		
$v_{Rd,max}$	4.224	$v_{Rd,max}$	5.28	N/mm2	
k	1.5	k	1.5		
k_{max}	1.5	k_{max}	1.5		
<p>*Coeficiente relacionado con la posición de la columna en la losa"</p> <p>*Factor utilizado en el cálculo de v_{Rd}, c determinado por el factor parcial para hormigón"</p> <p>*Resistencia mínima a cortante"</p> <p>*Resistencia de diseño eficaz de la armadura de punzonamiento, el valor límite superior se determina por la resistencia a la fluencia de diseño de la armadura de cortante f_{yw}</p> <p>*Factor de reducción para hormigón agrietado en cizalladura, utilizado en el cálculo de $v_{Rd, max}$"</p> <p>*Resistencia de punzonamiento adyacente a la columna se limita a un máximo de $v_{Rd, max}$"</p> <p>*El perímetro exterior de refuerzo de corte debe ser colocado a una distancia no mayor que $k d$ dentro de u_{out}"</p> <p>*Factor que limita la capacidad máxima que puede alcanzarse con armadura de punzonamiento"</p>					
d [m]	0.25	ϕ	25	$c/$	0.15
V_{Ed} [kN]	658.5	ϕ	25	$c/$	0.15
CAPITEL	NO	n	0	ϕ	16
<p>$A_{x\ sup}$</p> <p>$A_{y\ sup}$</p>					
f_{ck} [MPa]	30	γ_c	1.50		
f_{yk} [MPa]	500	γ_s	1.15		
Tipo de pilar		RECTANGULAR			
Situación del Pilar		BORDE			
<p>$\rho = 0.01309$</p> <p>$\rho = 0.01309$</p>					
<p>RECTANGULAR</p> <p>$0/1$</p> <p>$c2$ [m]</p> <p>$c1$ [m]</p> <p>1 0.61 0.61</p>					
<p>CIRCULAR</p> <p>ϕ [m]</p> <p>0 0.30</p>					
<p>$0/1$</p> <p>u_o</p> <p>$u_{1\ int}$</p> <p>$u_{1\ ext}$</p> <p>β</p>					
INTERNO	0	2.44	5.58	5.58	1.15
BORDE	1	1.36	3.40	3.40	1.40
ESQUINA	0	0.75	2.01	2.01	1.50
SEMI BORDE	0	1.83	4.19	4.19	1.40
SEMI ESQUINA	0	2.44	4.19	4.19	1.40
<p>Factor de corrección: (≤ 1)</p> <p>($F_{sd} = F_{sd,ef} / \beta$)</p>					
u_o [m]	1.36	$u_{1\ int}$ [m]	3.40	$u_{out\ ef}$ [m]	3.41
β	1.40	$F_{sd\ max}$ (kN)	1025.8	$F_{sd\ sin\ Asw}$ (kN)	469.3
<p>si un hueco reduce u_o, $u_{1\ int}$ o $u_{out\ ef}$, aplicar un factor de corrección y el valor adoptado aparecerá en rojo</p> <p>NECESITA REFUERZO</p>					
Carga máxima en el perímetro exterior [kN]:					800.4
Capacidad maxima con armadura punzonamiento [kN]:					703.9
Refuerzo de Punzonamiento					
TIPO	REFUERZO EN BANDAS	REFUERZO EN BANDAS	1		
		REFUERZO CUADRADO	0		
		REFUERZO CON STUDS	0		
a_{nec} [m]	0.30				
A_{90} [cm ² /m]	36.6	$S_{o\ min}$ [m]	0.075	S_o aplicado [m]	0.15
S_{max} [m]	0.188	S aplicado [m]	0.15	Asw [cm ² /perímetro]	5.5
ϕ	12	Número de perimetros	2	Número de cercos por perímetro en todas las ramas	2.43
		Necesaria	2	Necesaria	2.43
		Sugerida	3	Sugerida	3
<p>¡ tener en cuenta que los estribos externos no son activos</p>					

Figura 4-4 Resumen dimensionamiento armado a cortante en conexión muro/losa.

4.1.4 Caso especial: Pilar en arranque de rampas

En lo casos en que se demuele el ábaco de un pilar donde hay arranques de rampas, además del armado de punzonamiento descrito en los casos anteriores, se recomienda disponer un zuncho 0.30x0.30m entre el paño de forjado demolido y el arranque de la rampa, de pilar a pilar, como en la figura siguiente. El zuncho se arma con 2 $\Phi 16$ superiores, 2 $\Phi 16$ inferiores, y cercos $\Phi 12/0.15$.

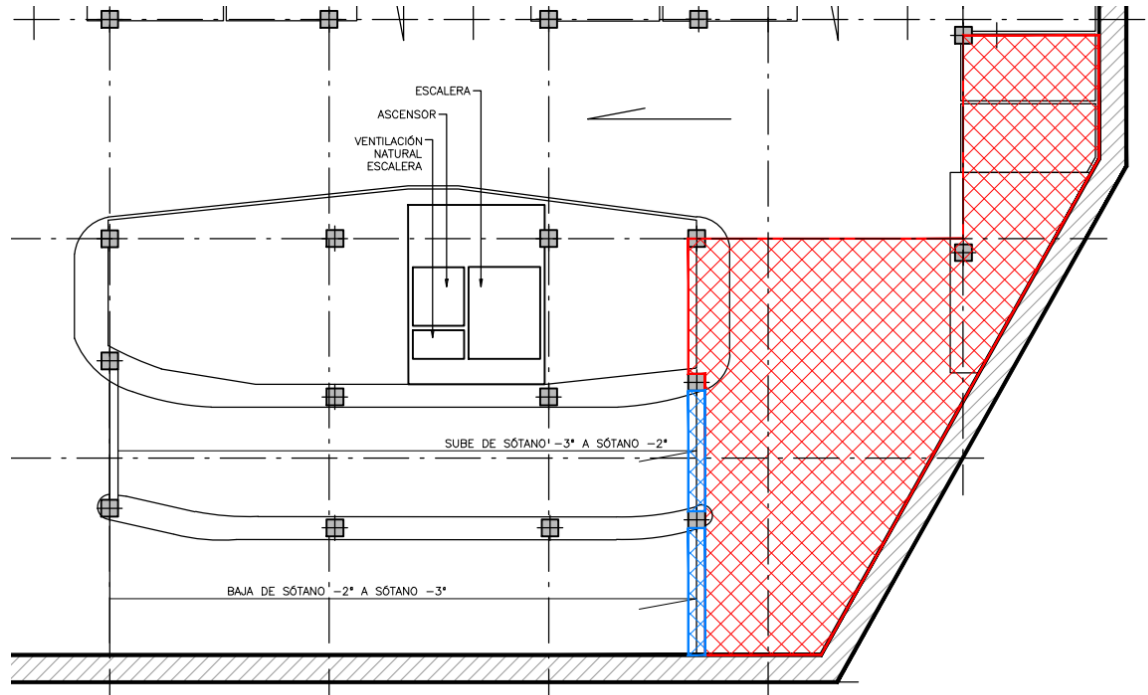


Figura 4-6 Ejemplo de zuncho entre arranque rampas y paños o demoler.

4.2 PUNZONAMIENTO EN CUBIERTA

En la propuesta de reconstrucción de forjados de cubierta se define un nuevo detalle de apoyo mediante capiteles metálicos. El capitel se realiza mediante soldadura de una placa de acero estructural de 1m x 1m, espesor 30mm, que aumentará la superficie de apoyo de la losa de cubierta reconstruida.

Además, debido a cargas mayores en comparación con los forjados interiores, se recomienda usar studs para resistir los esfuerzos de punzonamiento. El diseño y dimensionamiento de estos elementos estructurales queda a cargo del proveedor de los studs.

Fhecor proporciona la carga del pilar más cargado para cada caso. Las cargas se han calculado según el Estado Límite Último y se resumen en la tabla siguiente.

Tabla 4-1. Reacciones en ELU.

Caso	Carga [kN]
Pilar INTERNO	4010
Pilar de BORDE	2005
Pilar de ESQUINA	1003

4.2.1 Comprobación capitel metálico

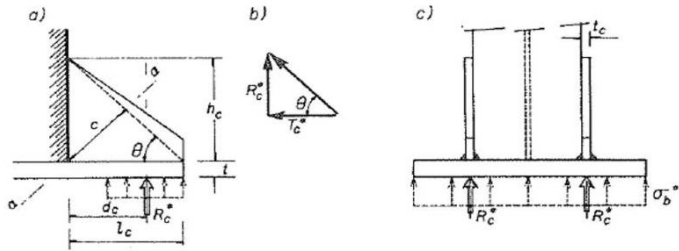
Primero, se define una basa metálica de 1x1m de superficie y 30mm de canto. La solución se comprueba con hoja de cálculo interna, los resultados se muestran en la siguiente figura.

ancho 1	ancho 2	Area placa	canto	ancho banda Cedrus	Area seccion banda Cedrus	steel	Y _{M0}
m	m	m ²	m	m	m ²	MPa	
1	1	1	0.03	0.06	0.0018	275	1.05
		kN					
CM peso forjado		730					
CM sobre el forjado		1881					
SC		324					
tot		2935					
tot ELU		4010.85					
Datos entrada sacados con Cedrus							
VEd		21.5	kN				
MEd		2.9	kNm				
Cortante							
(6.18)	Vpl,Rd	272.18	kN				
(6.17)	VEd < Vpl,Rd	OK					
Reducir flexión?							
6.2.8 (2)	VEd < 0.5Vpl,Rd	OK	No se necesita reducir el momento Mpl,Rd				
6.2.8 (3)	factor reduccion, p	0					
Flexión							
Mpl,Rd		3.54	kNm				
MEd < Mpl,Rd		OK					

Figura 4-7 Comprobación basa metálica del capitel.

En segundo lugar, se definen las cartelas para soportar la basa de 1m x 1m. La solución se comprueba con hoja de cálculo interna, los resultados se muestran en las siguientes figuras.

1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA, MATERIALES Y ACCIONES:



1.1 Geometría Cartela:

Ho [m]:	0.05	Altura mínima cartela.
Hc [m]:	0.2	Altura máxima de la cartela
Lc [m]:	0.33	Longitud de la cartela
tw [m]:	0.03	Espesor de la cartela
theta [°]:	31.22	
c [m]:	0.171	

1.2 Características del Material:

fy [N/mm²]:	275	Límite elástico del acero de la cartela
E [kN/mm²]:	2.10E+08	Módulo de elasticidad.
G [kN/mm²]:	8.08E+07	Módulo de elasticidad transversal.

1.3 Esfuerzos de Cálculo:

Rc* [kN]	500	Resultante de acciones sobre la cartela.
dc [m]	0.22	Distancia del punto de aplicación de la carga.

Figura 4-8 Geometría cartelas.

2. COMPROBACIÓN DE LA CARTELA:

Para que no se produzca el agotamiento de la cartela debe cumplirse la siguiente ecuación:

$$R_c^* \cdot d_c < c_E \cdot M_p$$

$$\bar{\lambda} = 2.53 \cdot \frac{c}{\pi \cdot t_c \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}} = 0.166$$

$$c_E = 0.14 \cdot \bar{\lambda}^2 - 1.07 \cdot \bar{\lambda} + 2.3 = 2.13$$

Coefficiente de escuadra

$$M_p = t_c \cdot c^2 \cdot f_y / 4 = 60.34$$

Momento de agotamiento de la sección [kN·m]

$$R_c^* \cdot d_c = 110.00$$

$$< c_E \cdot M_p = 128.28 \text{ O.K.}$$

Figura 4-9 Comprobación cartelas.

5 PILARES

Se ha verificado que la capacidad resistente (N_{Rd}) de los pilares es suficiente para soportar las reacciones máximas (N_{Ed}) resultantes de los modelos de cálculo en Cedrus. Sin embargo, la información sobre la sección de los pilares utilizada en la construcción del proyecto no es clara a partir de los datos de partida de 1970. En los planos de marzo de 1970 se observan dos tipos de pilares, con sección A-A y con sección B-B. Por otro lado, en los planos de noviembre de 1970, los pilares son diferentes a los de marzo de 1970, denominados Tipo I y Tipo II, con secciones y distribuciones en planta distintas a los anteriores.

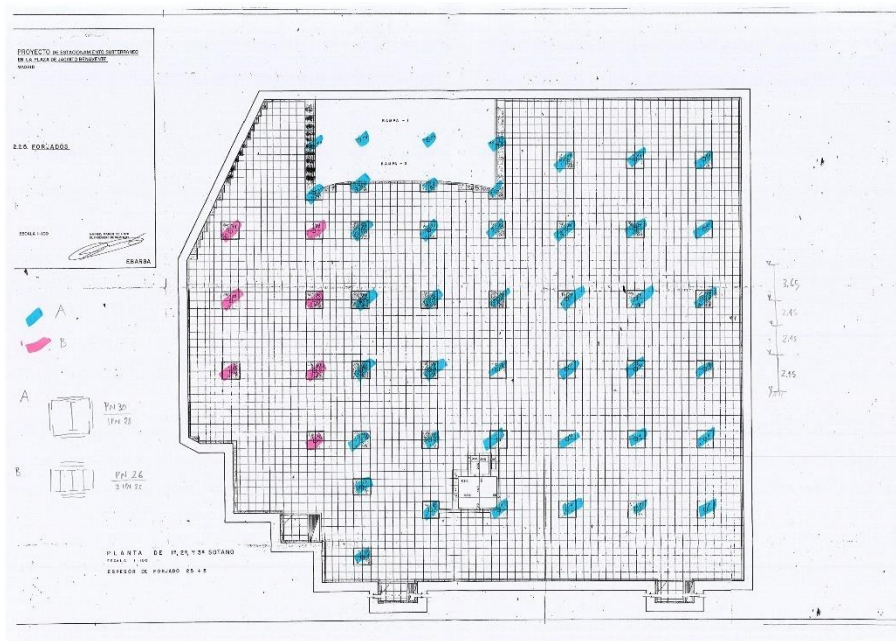


Figura 5-1 Marzo 1970. Sección A-A en azul, sección B-B en rosa.

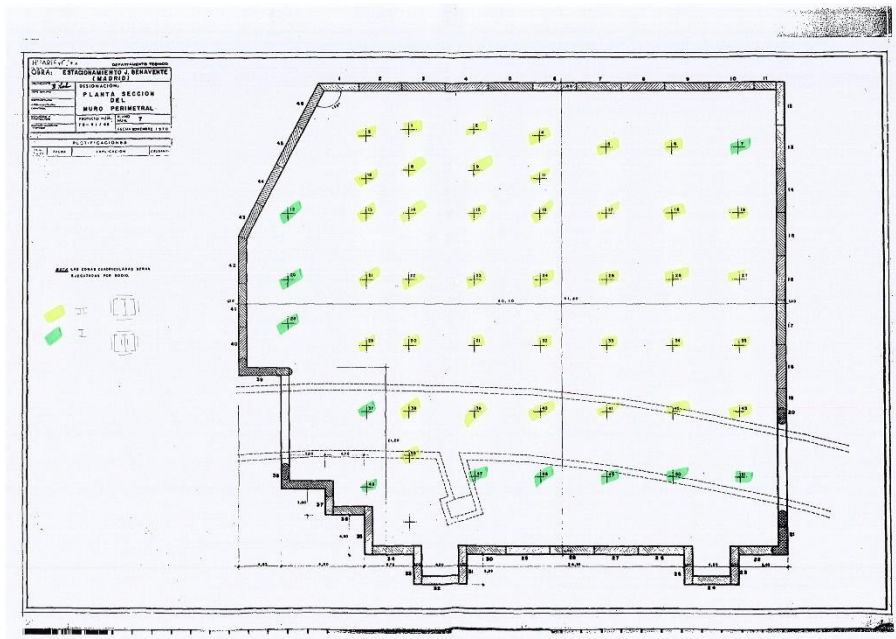


Figura 5-2 Noviembre 1970. Tipo I en verde, tipo II en amarillo.

Debido a esta incertidumbre, se ha realizado un análisis considerando el caso más desfavorable para cada tipo de sección, ya sea basándose en los planos de marzo o en los de noviembre. Como resultado de este análisis, se ha elaborado un modelo completo en Cedrus de toda la planta de cubierta y otro modelo completo de toda la planta de forjado interior. La carga máxima en cada pilar se calcula como la suma de la reacción máxima en la cubierta más tres veces la reacción máxima en el forjado interior.

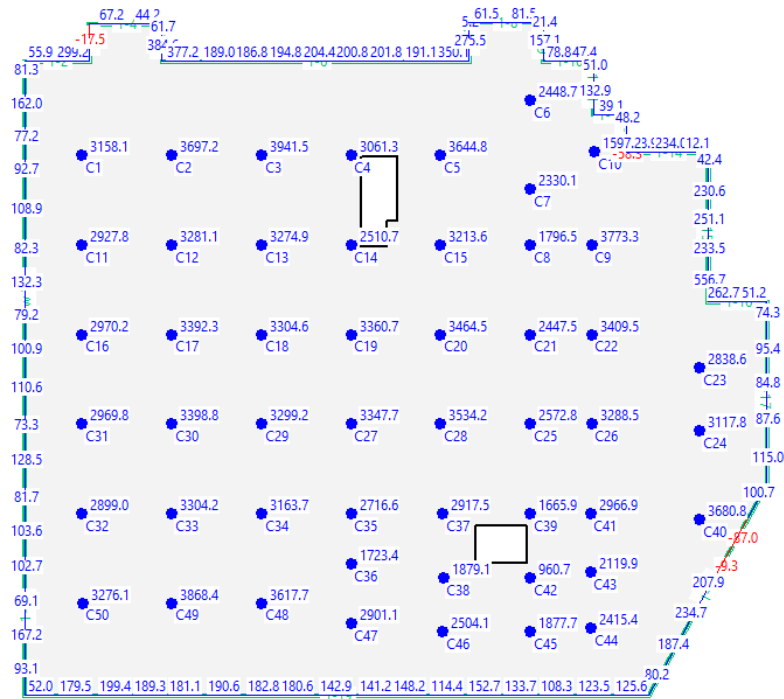


Figura 5-3 Reacciones en cubierta, planta completa.

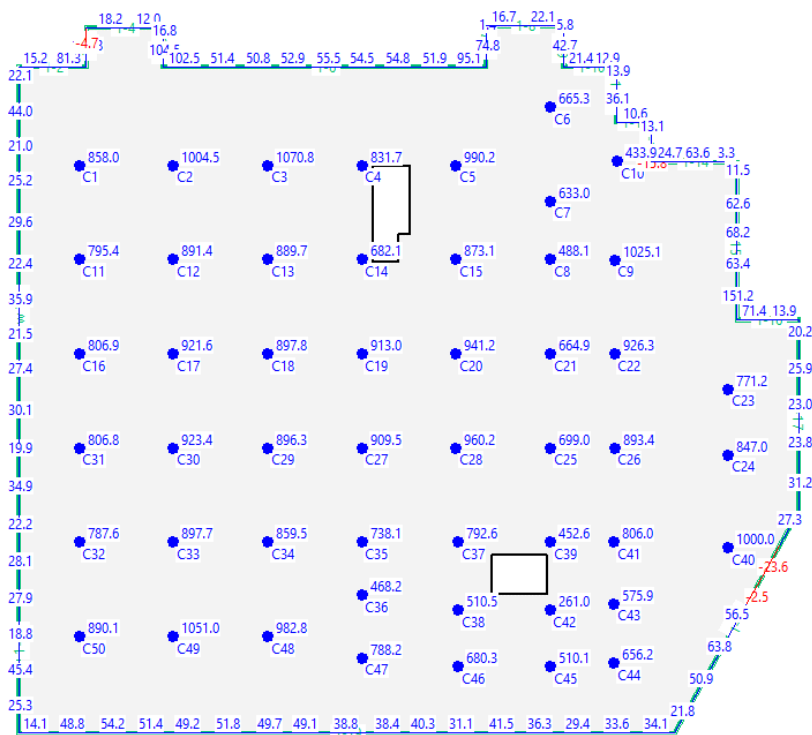


Figura 5-4 Reacciones en un forjado interior, planta completa.

A continuación, se incluyen los resultados de la comprobación. Como se puede observar, todos los factores de aprovechamiento están por debajo del 90%.

f.y 235 MPa
gamma M0 1.10

Sección Tipo I

Elemento	b mm	h mm	Area mm ²
C-30		300	5880
C-30		300	5880
I-30		300	6900
placa ext	20	270	5400
placa ext	20	270	5400
placa ext	20	270	5400
placa ext	20	270	5400
placa int	20	240	4800
placa int	20	240	4800

A.tot 49860 mm²
N.Rd 10652 kN

Pilar mas cargado en Cedrus C3
Cubierta 3941.5 kN
Forjados 1070.8 kN
N.Ed 7153.9 kN

N.Ed < N.Rd

aprovechamiento 67%

Sección Tipo II

Elemento	b mm	h mm	Area mm ²
C-30		300	5880
C-30		300	5880
I-30		300	6900
placa ext	20	270	5400
placa ext	20	270	5400
placa ext	20	275	5500
placa ext	20	275	5500

A.tot 40460 mm²
N.Rd 8644 kN

Pilar mas cargado en Cedrus C49
Cubierta 3868.4 kN
Forjados 1051 kN
N.Ed 7021.4 kN

N.Ed < N.Rd

aprovechamiento 81%

Sección A-A

Elemento	b mm	h mm	Area mm ²
UPN 30		300	5880
UPN 30		300	5880
IPN 28		280	6100
placa ext	20	280	5600
placa ext	20	280	5600
placa ext	20	260	5200
placa ext	20	260	5200

A.tot 39460 mm²
N.Rd 8430 kN

Pilar mas cargado en Cedrus C3
Cubierta 3941.5 kN
Forjados 1070.8 kN
N.Ed 7153.9 kN

N.Ed < N.Rd

aprovechamiento 85%

Sección B-B

Elemento	b mm	h mm	Area mm ²
IPN 26		260	5330
IPN 26		260	5330
IPN 26		260	5330
placa ext	20	300	6000
placa ext	20	300	6000
placa ext	20	300	6000
placa ext	20	300	6000
placa ext	20	260	5200
placa ext	20	260	5200

A.tot 50390 mm²
N.Rd 10765 kN

Pilar mas cargado en Cedrus C9
Cubierta 3773.3 kN
Forjados 1025.1 kN
N.Ed 6848.6 kN

N.Ed < N.Rd

aprovechamiento 64%

Figura 5-5 Comprobación carga pilares.

6 APEOS Y ENCOFRADOS

6.1 APEOS

Antes de empezar a demoler un paño, es necesario apuntalar por 1 nivel todos los paños alrededor de dicho paño, como se explica en la memoria de cálculo y en los planos. La capacidad de los apeos de los paños aledaños será, en servicio, la misma que la de la zona que se va a reconstruir:

Carga total por m² en servicio en forjado de cubierta: 13.78 kN/m²

Carga total por m² en servicio en resto de forjados: 9.65 kN/m²

6.2 ENCOFRADOS – PAÑOS A DEMOLER EN CUBIERTA

Cargas:

Peso propio hormigón fresco: $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.45\text{m} = 11.25 \text{ kN/m}^2$

Carga muerta encofrado: 0.65 kN/m²

Sobrecarga debida a montoneras: 10% PP hormigón = 1.125 kN/m²

Sobrecarga de trabajo: 0.75 kN/m²

Carga total: 13.78 kN/m²

Los forjados están diseñados para soportar una sobrecarga de 4 kN/m². Al ser la carga de ejecución conocida resulta suficiente con apuntalar los tres niveles inferiores bajo el forjado de cubierta (puntales en sótano -1, -2 y -3)

6.3 ENCOFRADOS – PAÑOS A DEMOLER EN FORJADOS INTERIORES

Cargas:

Peso propio hormigón fresco: $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.30\text{m} = 7.5 \text{ kN/m}^2$

Carga muerta encofrado: 0.65 kN/m²

Sobrecarga debida a montoneras: 10% PP hormigón = 0.75 kN/m²

Sobrecarga de trabajo: 0.75 kN/m²

Carga total: 9.65 kN/m²

Los forjados están diseñados para soportar una sobrecarga de 4 kN/m². Al ser la carga de ejecución conocida resulta suficiente con apuntalar los dos niveles inferiores bajo el forjado que se esté reconstruyendo (salvo el forjado de techo de sótano -4 que se apuntalará directamente sobre la solera)

ANEJO N° 3. INFORME PREVIO



INFORME SOBRE EL ESTADO ACTUAL Y PROPUESTAS DE REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y PROPUESTAS DE
REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL
APARCAMIENTO SITUADO EN LA PLAZA DE
JACINTO BENAVENTE, EN MADRID



Elaborado por:

Mirko Russo / Álvaro Hernandez

*Ingenieros de Proyecto***Revisado por:**

Daniel Jiménez Nuero

*Jefe de Proyecto***Aprobado por:**

Eduardo Romero Rey

*Director de Departamento de Edificación***Registro de ediciones**

ED.	FECHA	GEN.	REV.	AUT.	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN
0	30.10.2023	MRK/ AHL	DJN	ERR	Emisión del Informe
1	15.11.2023	MRK/ AHL	DJN	ERR	Actualización tras comentarios EMT

NOTAS:

- La copia original firmada de este documento se conserva en SAP.
- Para permitir la mejora continua, se alienta a los integrantes de FHECOR Ingenieros Consultores a notificar al autor de errores, omisiones o cualquier otra oportunidad de mejora.

Contenido

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	4
2	DATOS DE PARTIDA	4
3	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	4
4	INSPECCIONES VISUALES.....	5
4.1	MUROS	5
4.2	PILARES.....	5
4.3	SOLERA.....	5
4.4	FORJADOS.....	5
5	CAMPAÑA DE ENSAYOS.....	8
5.1	TRABAJOS REALIZADOS	8
5.2	RESULTADOS DE ENSAYOS.....	8
6	ANÁLISIS DE LA VIDA ÚTIL RESIDUAL	10
7	VALORACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA.....	11
8	PROPUESTAS DE REPARACIÓN.....	12
8.1	ACTUACIONES DE REPARACIÓN.....	12
8.1.1	ACTUACIÓN 1: ZONAS INTERMEDIAS	12
8.1.2	ACTUACIÓN 2: ZONAS HÚMEDAS.....	14
8.2	ACTUACIONES DE DURABILIDAD.....	14
8.3	VALORACIÓN ECONÓMICA	15
9	CONCLUSIONES.....	17

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En mayo de 2023, EMT encarga la redacción de un informe sobre el estado de la estructura del aparcamiento de Jacinto Benavente. Fhecor propone realizar el informe en tres fases:

1. Primeramente se realizarán varias visitas al aparcamiento para mediante inspecciones visuales realizar una propuesta sobre la campaña de catas y ensayos a realizar.
2. Tras recibir los resultados se procederá a redactar un informe con los resultados de la campaña de ensayos que determine el estado en que se encuentra la estructura del edificio.
3. Con posterioridad se desarrollará una propuesta de reparación de la estructura.

Las inspecciones iniciales y la propuesta de caracterización se realizan durante los meses de mayo y junio comenzándose a realizar las catas a principios de julio. Los resultados completos de la campaña de ensayos ejecutada por Adamas se reciben el 06 septiembre de 2023.

El objeto de este informe es, una vez analizado el resultado de los ensayos, determinar de forma generalizada el estado en el que se encuentra los diferentes elementos estructurales del edificio, y proponer la reparación necesaria y una valoración aproximada.

2 DATOS DE PARTIDA

Para la redacción de este informe se ha dispuesto de la siguiente documentación:

- Planos arquitectónicos de 1969-1970, recibidos el 17/05/2023
- Planos y detalles actualizados de 1997, recibidos el 17/05/2023
- Planos estructurales y memoria de cálculo del proyecto original de 1970, recibido el 07/05/2023
- Informe de ADAMAS CONTROL Y GEOTECNICA S.L.L con resultados de profundidad de carbonatación, recubrimiento, diámetro de armadura y extracción de testigos, recibido el 09/06/2023

3 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Se trata de un aparcamiento de 4 plantas y una superficie construida de 12 962 m2

La estructura de la obra consta de los siguientes elementos:

- Muro-pantalla perimetral, de hormigón armado, excavado a mano, de 0,90 m. de espesor.
- Serie de pilares, modulados en general, ocupando los vértices de un cuadrado de 7,50 m de lado, de acero laminado, cimentados sobre zapatas de hormigón armado de dimensiones variables en la zona no afectada por el Ferrocarril Metropolitano y sobre pórticos de hormigón armado en la zona afectada. Los citados pórticos salvan la bóveda del túnel del Ferrocarril. Los pilares cuentan con protección ignífuga que no permite comprobar el estado de los mismos.
- Forjado reticular en cubierta, con nervios de hormigón armado, de 0,45 m de espesor, y bovedillas de hormigón, apoyado en los muros y pilares.
- En los otros tres forjados entre plantas, reticular del mismo tipo que la cubierta, de 0,30 m de espesor para planta primera, segunda y tercera. Los forjados van empotrados en el muro mediante roza y apoyados en los pilares.
- Rampas exteriores de hormigón armado de 0,30 m de espesor, apoyadas en vigas sobre pilares y con empotramiento en el muro perimetral correspondiente.
- Rampas interiores con la misma tipología de los forjados intermedios.
- Tanto en los forjados de las plantas como en los de las rampas existen recubrimiento de mortero y pintura que no permiten ver con claridad el estado de conservación de los mismos salvo en zonas puntuales en las que se manifiestan determinadas patologías.
- Solera de hormigón en masa.

4 INSPECCIONES VISUALES

Las inspecciones visuales iniciales permiten vislumbrar un buen estado general de los muros y pilares y una serie de patologías en los forjados de la estructura, aparentemente ocasionadas por el bajo recubrimiento que posee la armadura, la pérdida de protección que produce el paso del tiempo y por la filtración de agua en el aparcamiento, principalmente.

Como ya se mencionaba en el punto anterior, los forjados reticulares de hormigón cuentan con una capa de mortero inferior y una pintura aparentemente impermeable. Del mismo modo, los pilares se encuentran cubiertos con una capa de protección al fuego y, salvo en zonas localizadas, impedian la inspección.

En consecuencia, en este informe, quedan reflejados aquellos daños que se identifican a simple vista o en las catas realizadas, es decir, se desconoce aquellos daños que hayan podido quedar ocultos, si bien parece lógico pensar que no serán especialmente críticos.

En los siguientes apartados se definen aquellos daños más relevantes encontrados en cada uno de los elementos estructurales:

4.1 MUROS

Se dispone de poca información sobre los muros perimetrales, aparte de un plano general de 1970.

Se han realizado dos catas, una en el sótano -3 y otra en el sótano -4. De éstas se pudo observar que las barras de armadura se encuentran en buen estado debido fundamentalmente a que cuentan con un alto recubrimiento. En base a ello y dado que no se han visualizado patologías importantes que se hubieran manifestado en la cara del muro vista, se puede considerar que el estado de conservación de estos elementos es bueno.

4.2 PILARES

Todos los pilares están recubiertos con una protección intumescente que impide una correcta inspección visual. Sin embargo, sobre un pilar ha caído parte de esta protección permitiendo una inspección visual local. El ancho medido del pilar es 27cm, confirmando lo que dicen los planos de 1970. En este pilar se ha comprobado que la oxidación que se observa es superficial.

Adicionalmente se ha solicitado una cata (cata de ADAMA S4-P1) en otro pilar en el que se ha podido comprobar que la protección ignífuga ha protegido bien el acero del pilar como es habitual. No se considera necesario descubrir más pilares para no perder la protección ignífuga.

4.3 SOLERA

Se ha realizado una cata en la solera confirmándose que las bases de los pilares se encuentran en buen estado. Se confirma que la solera se trata de un elemento de hormigón en masa, no observándose patologías sobre la misma.

4.4 FORJADOS

Durante las inspecciones de los forjados se observaron manchas de humedad de forma generalizada y con una mayor concentración cerca de los muros. En estas zonas, es posible encontrar pérdidas de recubrimiento de hormigón que dejan al descubierto las barras de refuerzo. En algunos casos, las manchas de humedad se encuentran activas, con agua que gotea.

Otro de los daños detectados durante la inspección es la fisuración. En la mayoría de los casos, se trata de fisuras localizadas que coincide generalmente con zonas con humedad.

Para facilitar el análisis, y poder extrapolar conclusiones de los paños en los que se ha podido realizar catas a los que no, los forjados se subdividieron en cuadrantes tomando como referencia los pilares. Cada cuadrante se clasificó como zona HÚMEDA, en la que la mayor parte del paño se encuentra con humedades, INTERMEDIA, con variabilidad en el porcentaje de zonas con humedades pero son puntuales en la mayoría de los casos o SECA sin humedad en las inspecciones visuales realizadas.

En los siguientes planos es posible ver codificadas por colores las tres zonas diferenciadas: húmeda en naranja, intermedia en azul y seca en verde.

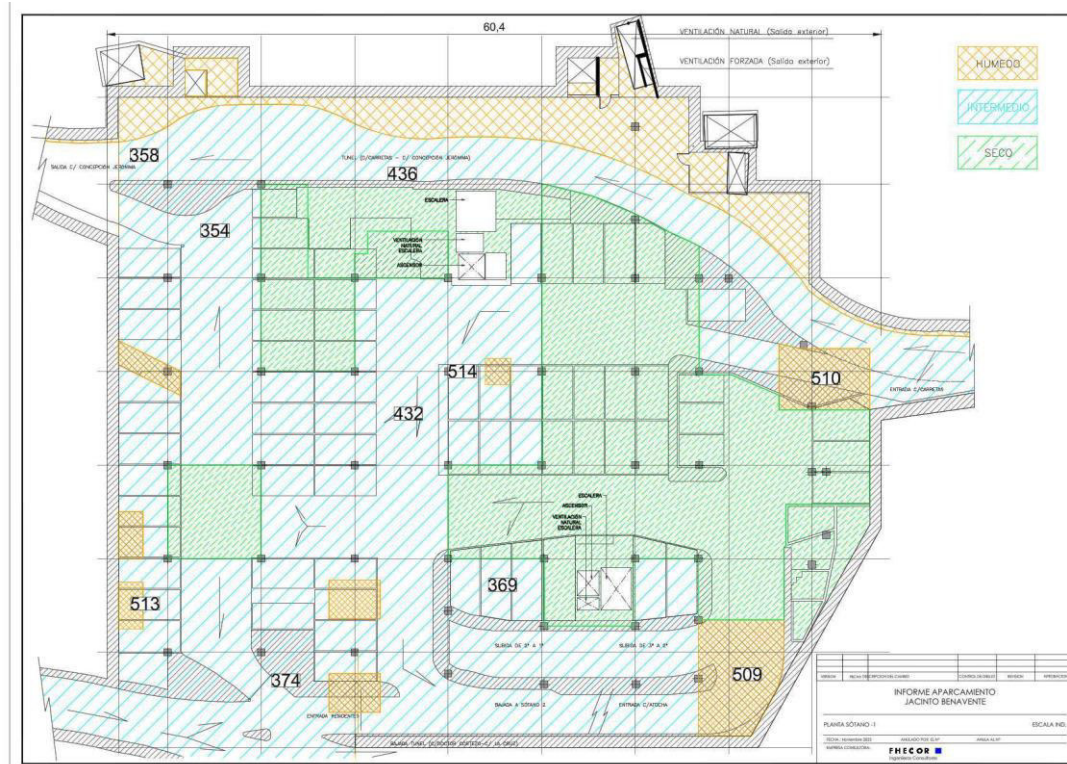


Figura 4-1 Plano que muestra las diferentes zonas por colores (sótano -1)



Figura 4-2 Plano que muestra las diferentes zonas por colores (sótano -2)



231115_Informe reparacion Jacinto Benavente_V1
15 de noviembre 2023

5 CAMPAÑA DE ENSAYOS

5.1 TRABAJOS REALIZADOS

Durante los trabajos realizados entre los días 25/07/2023 y 11/08/2023, ADAMAS ha procedido a la realización de ensayos tanto destructivos (catas, taladros y testigos) como no destructivos (inspección con pachómetro) para obtener información de la estructura existente en el Aparcamiento Jacinto Benavente.

- 25 catas en estructura de hormigón (losas, muros y forjados) para descubrir las armaduras existentes y poder medir dimensiones de estas (diámetros, separaciones, recubrimientos y profundidad de carbonatación).
- 40 taladros en estructura de hormigón (forjados) para medir in situ la profundidad de carbonatación.
- 64 inspecciones con pachómetro para determinar la localización de la armadura y espesor de recubrimiento en elementos de hormigón armado.
- 2 medidas del espesor de un pilar metálico existente mediante ultrasonidos.
- 10 medidas espesores de forjado.
- 3 extracciones de testigos de hormigón para comprobar su resistencia a compresión y medida de profundidad de carbonatación.
- 3 extracción de testigos para cálculo de módulo de elasticidad.

5.2 RESULTADOS DE ENSAYOS

ESPESOR DE RECUBRIMIENTO DE LA ARMADURA EN LOS FORJADOS

El espesor del recubrimiento se registró de dos formas diferentes. Mediante una medición manual en cada cata y mediante el pachómetro. El recubrimiento promedio por cada plan se resume en la siguiente tabla. Las mediciones individuales se incluyen en el Anejo 2.

Tabla 5-1. Recubrimiento promedio en los forjados, en mm

Planta	Recubrimiento promedio [mm]	
	Pachómetro	Cata
-1	21	18
-2	18	19
-3	22	18
-4	23	17

Como puede observarse el valor del recubrimiento con ambos sistemas de medición es pequeño.

PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN EN LOS FORJADOS

La profundidad de carbonatación se registró de dos formas diferentes: mediante una medición manual en cada cata y mediante los taladros en el hormigón. La profundidad de carbonatación promedio por para ambos métodos se resume en la siguiente tabla. Las mediciones individuales se incluyen en el Anejo 2

Tabla 5-2. Carbonatación promedia en los forjados, en mm

Carbonatación promedia [mm]		
Planta	Taladros	Catas
-1	21	55
-2	7	47
-3	14	33
-4	2	42

Dada la disparidad de resultados entre ambos métodos de medición, se solicita a ADAMAS una explicación de tales discrepancias, respondiendo éstos que, al haberse abierto las catas unos días antes de realizar los ensayos, es posible que la profundidad de carbonatación haya avanzado. Para comprobar si es así se solicitan unas mediciones de contraste.

Con fecha 11/10/2023 se realizan dos catas adicionales de contraste y los resultados confirman profundidades de carbonatación más similares a las vistas en los taladros. Esto confirma la hipótesis de ADAMAS de que las catas anteriores pudieron haber estado abiertas demasiado tiempo y la profundidad de carbonatación no es fiable.

Por esta razón se descartan los valores de profundidad de carbonatación de las catas iniciales y se emplea únicamente la carbonatación promedio de cada planta medida con taladros para las estimaciones de vida útil.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN Y MÓDULO DE ELASTICIDAD

Se han extraído seis testigos de hormigón para comprobar su resistencia a compresión.

Tabla 5-3 Resistencia a compresión del hormigón, en N/mm²

Testigo	Resistencia a compresión en laboratorio	Resistencia a compresión de proyecto
	[N/mm ²]	[N/mm ²]
TC1/S1	16	22.5
TC2/S2	22.4	22.5
TC3/S3	15.2	22.5
T1	18.7	22.5
T2	15.8	22.5
T3	18	22.5
Promedio	17.7	22.5

Las resistencias a compresión obtenidas concuerdan con el valor de resistencia a compresión de proyecto y con los valores habituales en la época de construcción del edificio.

En las zonas de testigos T1-T2-T3 de la losa de cubierta se solicitó también obtener el módulo de elasticidad del hormigón, ya que es un buen indicador para confirmar o descartar la presencia de árido-álcali, posible por el tipo de árido silíceo que se utilizaba habitualmente en Madrid en los años de construcción del edificio. Las reacciones árido-álcali son un proceso químico entre agua externa y áridos con alta cantidad de sílice que produce gel de silicato y resulta en expansión y fisuración del hormigón. A consecuencia de esta fisuración, el módulo de elasticidad se ve reducido.

Tabla 5-4 Módulo secante de elasticidad en compresión, en GPa

Testigo	Resistencia a compresión tras módulo [MPa]	Módulo secante de elasticidad estabilizado [GPa]
T1	35.2	24.4
T2	38.1	26.7
T3	33.3	22.6
Promedio	35.5	24.6

El valor promedio de resistencia a compresión (35.5Mpa) obtenido en T1-T2-T3 durante las pruebas para evaluar el módulo de elasticidad es muy superior al valor promedio de los ensayos de resistencia a compresión (17.7Mpa) y el valor de proyecto (22.5Mpa). Al no obtener explicación a esta discrepancia por parte de ADAMAS, se solicitan tres ensayos adicionales de contraste. Los testigos se extraen con fecha 14.11.2023 y se está a la espera de los resultados de los ensayos a fecha del presente informe.

6 ANÁLISIS DE LA VIDA ÚTIL RESIDUAL

Se ha llevado a cabo una estimación de la vida útil residual de la estructura basado en la profundidad de carbonatación medida y considerando la vida útil actual de 53 años. Para ello, se aplican los criterios del Anejo 12 del Código Estructural, Volumen 2.

La estimación de la vida útil de la estructura por carbonatación del hormigón puede obtenerse a partir de la siguiente expresión:

$$t_{est} = t_{inic} + t_{prop}$$

Donde:

t_{inic} período de iniciación, definido como el tiempo transcurrido hasta que se inicia el daño

t_{prop} período de propagación, definido como el tiempo desde que se inicia el daño hasta que se alcanza el umbral inadmisibles

Se detalla en tres columnas adicionales la vida útil residual al cabo de 15, 30 y 50 años, marcándose en color en aquellos casos en los que la vida útil se vea superada para una mejor comprensión visual.

Para estimar la vida útil residual se han utilizado los valores promedio de la profundidad de carbonatación obtenida mediante taladro en cada planta.

En la siguiente tabla se reflejan las distintas estimaciones para la armadura más expuesta, es decir la que menor valor de recubrimiento presenta.

Tabla 6-1. Estimación de la vida útil residual por medio de taladros, en años

Cata	Zona (puntual en la cata)	Carbonatación media taladros [mm]	P. Inic.	P. Prop.	Vida residual	En 15 años	En 30 años	En 50 años
S1-C2	Intermedia	21.00	33.92	24.89	5.81	-9.19	-24.19	-44.19
S1-C2-1	Intermedia	21.00	51.55	31.86	30.41	15.41	0.41	-19.59
S1-C3	Seca	21.00	125.77	36.32	109.10	94.10	79.10	59.10
S2-C2	Intermedia	7.00	547.58	42.86	537.43	522.43	507.43	487.43
S2-C2-1	Intermedia	7.00	528.76	53.60	529.36	514.36	499.36	479.36
S2-C2-2	Intermedia	7.00	313.70	41.28	301.98	286.98	271.98	251.98

Cata	Zona (puntual en la cata)	Carbonatación media taladros [mm]	P. Inic.	P. Prop.	Vida residual	En 15 años	En 30 años	En 50 años
S2-C3	Seca	7.00	401.23	28.53	376.76	361.76	346.76	326.76
S3-C2	Intermedia	14.00	72.91	23.46	43.36	28.36	13.36	-6.64
S3-C2-1	Intermedia	14.00	105.37	37.60	89.97	74.97	59.97	39.97
S3-C2-2	Intermedia	14.00	48.12	31.39	26.51	11.51	-3.49	-23.49
S3-C3	Seca	14.00	94.26	35.56	76.82	61.82	46.82	26.82
S4-C2	Intermedia	2.00	11066.53	52.55	11066.08	11051.08	11036.08	11016.08
S4-C2-1	Intermedia	2.00	630.83	18.40	596.23	581.23	566.23	546.23
S4-C3	Seca	2.00	3753.05	30.60	3730.65	3715.65	3700.65	3680.65

*Nota: se han eliminado de la Tabla 6-1 los resultados de zonas húmeda, como se justifica en apartados sucesivos.

Se observa que:

- En la mayoría de los casos la vida residual de los forjados, atendiendo a criterios de análisis de profundidad de carbonatación, tiene un valor positivo.
- En general, el avance del estado de carbonatación parece muy lento. Esto puede deberse a la capa de acabado y pintura aplicada en la parte inferior de los forjados que actuaba como barrera.
- Sin embargo, de las fotografías tomadas durante las inspecciones se desprende claramente que en todas las catas de la zona húmeda y en buena parte de las catas de la zona intermedia hechas donde claramente ha existido presencia de agua, la corrosión de las barras de refuerzo ya ha comenzado, al contrario de lo que se predice en del análisis realizado.

7 VALORACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

Los muros estructurales, los pilares y la solera no presentan signos de daños significativos que puedan requerir acción inmediata. Deberá realizarse un seguimiento periódico (3-5 años) para confirmar que no aparecen patologías en años sucesivos.

Las inspecciones visuales iniciales sugirieron que una parte de los forjados presentaban signos de daño causado por la humedad. La siguiente investigación con catas, pachómetro, taladros y pruebas de laboratorio muestran que en la mayor parte de las zonas de los forjados analizadas la profundidad de carbonatación es baja y no ha llegado al armado.

El estudio adicional sobre la vida residual de los forjados realizado según el Código Estructural confirma que, desde un punto de vista teórico, la mayor parte de los forjados no ha superado la vida útil prevista. Parece ser que las capas bajo el hormigón han actuado de barrera de protección contra la carbonatación por lo que es importante mantener en buen estado esta protección que ha conseguido mantener la armadura en buen estado en las zonas donde no ha llegado el agua.

Sin embargo, en las inspecciones visuales sí se aprecia corrosión de la armadura en algunas zonas. Esta corrosión no es debida a la pérdida de la protección de la armadura por la carbonatación del hormigón, sino al contacto directo con el agua que se ha filtrado al aparcamiento. Por este motivo se recomienda implementar medidas que eviten la entrada de agua a la estructura, como la impermeabilización de la cubierta o la adecuada canalización del agua en las rampas de acceso.

Analizado el estado de la estructura, se proponen a continuación algunas medidas de prevención/repación de los forjados para cada una de las tres zonas identificadas.

8 PROPUESTAS DE REPARACIÓN

En líneas generales se definen las siguientes propuestas de **reparación** para cada una de las zonas de forjado identificadas:

- En las zonas clasificadas como “zona HÚMEDA”, en las que la pérdida de sección de la armadura por corrosión es alta y generalizada en toda la zona, se demolerá el forjado y se reconstruirá con losa maciza
- En las zonas identificadas como de “humedad INTERMEDIA”, en las que la pérdida de sección de la armadura por corrosión es media y localizada en puntos concretos, se repondrá el armado dañado soldando barras nuevas a las existentes.
- En las zonas identificadas como de “humedad SECA”, en las que la pérdida de sección del armado es nula o baja, no será necesario actuar.

La clasificación de las distintas zonas del presente informe se basa en la campaña de catas preliminar que se ha realizado. En fases posteriores se requerirá una campaña exhaustiva de apertura de catas e inspección del estado de la armadura para identificar las zonas con daños y acotar las distintas actuaciones.

Adicionalmente a estas medidas de reparación se hacen necesarias actuaciones de **durabilidad** para garantizar la protección de la armadura y prolongar así la vida útil de la estructura que se mantiene. Puesto que la carbonatación no ha llegado a la armadura, las medidas propuestas se centran en impedir el avance del frente de carbonatación, no considerándose en este caso necesario el empleo de productos para la pasivación de la armadura como inhibidores de corrosión. Se proponen las siguientes actuaciones:

- Aplicación de pintura anticarbonatación
- Aplicación de revestimiento de membrana cementosa

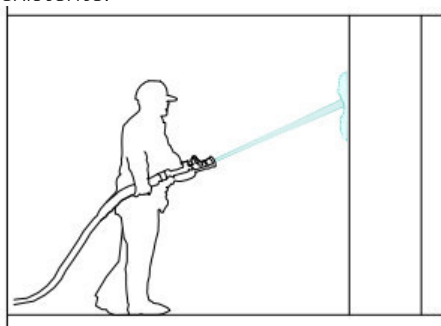
Se describen a continuación las actuaciones en detalle.

8.1 ACTUACIONES DE REPARACIÓN

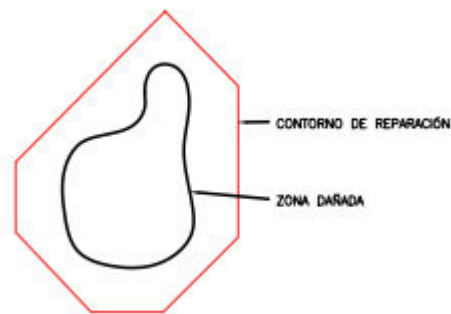
8.1.1 ACTUACIÓN 1: ZONAS INTERMEDIAS

Es necesario hacer las siguientes operaciones en todas las zonas marcadas como “intermedias”:

- Chorreado y limpieza de superficies con agua y arena a presión para retirar el recubrimiento existente.



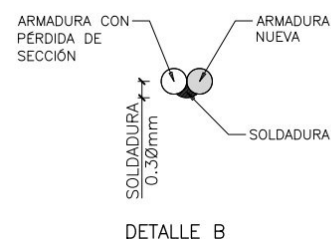
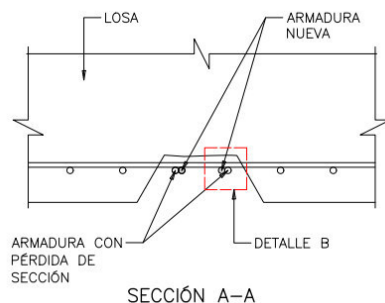
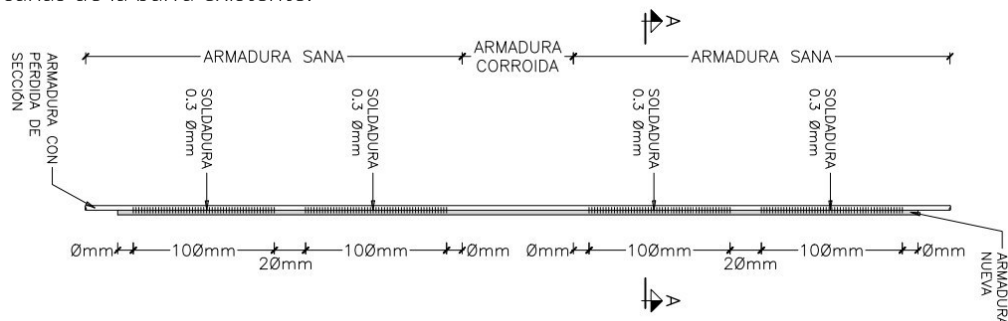
- Comprobación de la superficie de hormigón con martillo para detectar posibles zonas delaminadas.
- Corte con radial del perímetro de las zonas dañadas con resguardo de 5cm.



- Saneado con martillo neumático pequeño de la superficie de hormigón y mortero de protección
- Eliminación dentro del perímetro cajeado con picado mecánico hasta ángulo saliente de 60°. En los casos donde haya armadura vista, se dejará exenta la armadura una distancia de al menos 2 veces el diámetro y libre de productos de corrosión.



- Donde las barras de refuerzo muestran corrosión con pérdida de sección, es necesario descubrir la armadura hasta encontrar tramos sanos en ambo lados de la barra.
- Restaurar la sección original agregando una barra de igual diámetro y soldándolo a las zonas sanas de la barra existente.



- Reposición de la sección con mortero de reparación

8.1.2 ACTUACIÓN 2: ZONAS HÚMEDAS

Donde sea necesario, se demolerán los paños de forjados afectados y se reconstruirán como losas macizas mediante el siguiente procedimiento.

- Corte con disco de las zonas afectadas
- Demolición del forjado por medios mecánicos.
- Ejecución de losa maciza de igual canto en la zona demolida, conectando la armadura nueva a la existente mediante soldadura.

8.2 ACTUACIONES DE DURABILIDAD

Se proponen las siguientes opciones orientadas a frenar el avance de la carbonatación. Estas actuaciones son necesarias desde el punto de vista estructural en los tramos de forjado que se mantienen, no así en las zonas húmedas que se demuelen y reconstruyen.

Opción 1: aplicación de pintura anticarbonatación elástica (Elastocolor Pittura SP o equivalente)

Se propone la aplicación de un revestimiento anticarbonatación para pintado de estructuras de hormigón o superficies cementosas en general con una película de pintura elástica cubriente, capaz de protegerlas contra los daños causados por el CO₂.

Se aplica en espesores de 150µm, que equivalen aproximadamente a 83.9cm de hormigón de buena calidad en cuanto a protección frente a la carbonatación.

Procedimiento:

- Desmontaje de instalaciones en el forjado y retirada de la pintura de recubrimiento con agua y arena a presión
- Regularización de la superficie en zonas puntuales en las que el revestimiento esté dañado.
- Aplicación de pintura anticarbonatación
- Montaje de instalaciones

Opción 2: aplicación de membrana cementosa deformable (Mapelastic Guard o equivalente)

Se propone la aplicación de una membrana cementosa bicomponente para la protección de infraestructuras de hormigón, a fin de mejorar la protección anticarbonatación y reducir la entrada de cloruros.

Se aplica en espesores de 2mm, que equivalen aproximadamente a 100cm de hormigón de buena calidad en cuanto a protección frente a la carbonatación.

Procedimiento:

- Desmontaje de instalaciones en el forjado y retirada de la pintura de recubrimiento con agua y arena a presión
- Aplicación de membrana cementosa deformable Mapelastic Guard
- Opcionalmente: si no se quiere dejar como acabado esta membrana, se deberá pintar con pintura anticarbonatación,
- Montaje de instalaciones

Opción 3: revisiones periódicas de mantenimiento para garantizar el buen estado de la armadura

Se definirá en el plan de mantenimiento una campaña de inspecciones para monitorizar el estado de la armadura en los forjados que se mantienen.

Las opciones 1 y 2 generan una protección anticarbonatación equivalente. El mortero tiene la ventaja de regularizar la superficie, aportando un mejor acabado. La pintura anticarbonatación tiene como ventaja su coste más bajo.

8.3 VALORACIÓN ECONÓMICA

Se estiman los costes en base a otros proyectos de rehabilitación similares y empleando la base de precios del Ayuntamiento de Madrid. Se valoran aquí únicamente las actuaciones estructurales. Se separan además las actuaciones de durabilidad, ya que se dan varias opciones. Aunque desde el punto de vista estructural no serían necesarias en las zonas con reconstrucción de forjado, se valoran en toda la superficie por la necesidad de dejar un acabado uniforme.

Se subdivide el presupuesto entre el forjado de cubierta y el resto de plantas.

La justificación de los precios considerados se incluye en el anejo nº3.

Tabla 8-1. Valoración económica para el forjado de cubierta

<u>CUBIERTA</u>			
ACTUACIONES DE REPARACIÓN	Coste/m2 (€)	Superficie (m2)	Coste total (€)
Actuación 1. Zonas intermedias	16.43	1,561.70	25,658.73
Actuación 2. Zonas húmedas	319.06	339.72	108,391.06
Campaña de catas	3.30	2,752.33	9,082.69
ACTUACIONES DE DURABILIDAD	Coste/m2 (€)	Superficie (m2)	Coste total (€)
Opción 1: pintura anticarbonatación	19.67	2,752.33	53,973.19
Opción 2: membrana cementosa	41.54	2,752.33	114,331.79
TOTAL SIN ACTUACIONES DE DURABILIDAD			143,132.48
TOTAL CON ACTUACIÓN DE DURABILIDAD 1			197,105.67
TOTAL CON ACTUACIÓN DE DURABILIDAD 2			257,464.27

Tabla 8-2. Valoración económica para el resto de forjados

<u>RESTO DE FORJADOS</u>			
ACTUACIONES DE REPARACIÓN	Coste/m2 (€)	Superficie (m2)	Coste total (€)
Actuación 1. Zonas intermedias	16.43	6,516.60	107,067.74
Actuación 2. Zonas húmedas	319.06	991.51	316,351.18
Campaña de catas	3.30	8,292.04	27,111.11
ACTUACIONES DE DURABILIDAD	Coste/m2 (€)	Superficie (m2)	Coste total (€)
Opción 1: pintura anticarbonatación	19.67	8,292.04	162,606.90
Opción 2: membrana cementosa	41.54	8,292.04	344,451.34

TOTAL SIN ACTUACIONES DE DURABILIDAD	450,782.65
TOTAL CON ACTUACIÓN DE DURABILIDAD 1	613,389.56
TOTAL CON ACTUACIÓN DE DURABILIDAD 2	795,233.99

Antes de proceder a la demolición de las zonas identificadas como zonas húmedas, debe procederse a realizar una campaña exhaustiva de catas que permita delimitar claramente las zonas a demoler y las que habría que reparar. también en las zonas intermedias debe precederse a realizar una campaña de catas complementaria que permita concretar las zonas a reparar. Se han estimado una serie de catas en cada una de las zonas cuyo importe se encuentra incluido en la estimación.

No se incluye en la valoración de las medidas a adoptar para minimizar la entrada de agua, ni los costes de levantamiento y reposición de las instalaciones.

9 CONCLUSIONES

De las inspecciones visuales y la campaña de catas realizadas se obtienen las siguientes conclusiones principales:

- Los muros estructurales, los pilares y la solera no presentan signos de daños significativos que puedan requerir acción inmediata
- En los forjados sí se observa corrosión por contacto directo con el agua que se filtra en el aparcamiento. Se clasifican los forjados en tres zonas en función del grado de daño observado y se propone una solución de reparación para estas tres zonas:
 - Zonas húmedas: corrosión alta y generalizada. Se demolerá el forjado y se reconstruirá con losa maciza
 - Zonas intermedias: corrosión media y local. Se repondrá el armado dañado soldando barras nuevas a las existentes.
 - Zonas secas: corrosión inexistente o baja. No será necesario actuar.
- Del estudio sobre la vida residual de los forjados, atendiendo a criterios de análisis de profundidad de carbonatación, se concluye que en la mayoría de los casos no se ha superado la vida útil de la estructura. Se comprueba que el frente de carbonatación no ha llegado hasta a la armadura. En base a esto se proponen tres opciones para frenar el avance de la carbonatación y aumentar así la vida útil futura:
 - Aplicación de pintura anticarbonatación
 - Aplicación de revestimiento de tipo membrana cementosa
 - Revisiones periódicas de mantenimiento para monitorizar el avance de la corrosión en la armadura

Adicionalmente, y dado que los daños observados en la estructura han sido provocados por la entrada de agua, se recomiendan medidas para evitar su entrada en el aparcamiento, fundamentalmente la impermeabilización de la cubierta y la canalización del agua que entra por las rampas.



ANEJO Nº 1. DESCRIPCIÓN DE LA INSPECCIÓN VISUAL

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y PROPUESTAS DE REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL APARCAMIENTO SITUADO EN LA PLAZA DE JACINTO BENAVENTE, EN MADRID



Elaborado por:

Mirko Russo / Álvaro Hernandez

*Ingeniero de Proyecto***Revisado por:**

Daniel Jiménez Nuero

*Jefe de Proyecto***Aprobado por:**

Eduardo Romero

*Director División de Edificación***Registro de ediciones**

ED.	FECHA	GEN.	REV.	AUT.	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN
0	02.10.2023	MKR	DJN	ERR	Emisión para comentar
1	05.10.2023	MKR	DJN	ERR	Actualización tras comentarios EMT
2	09.10.2023	MKR	DJN	ERR	Modificación planos sótano -1
3	15.11.2023	MKR/AHL	DJN	ERR	Actualización tras comentarios EMT

NOTAS:

- La copia original firmada de este documento se conserva en SAP.
- Para permitir la mejora continua, se alienta a los integrantes de FHECOR Ingenieros Consultores a notificar al autor de errores, omisiones o cualquier otra oportunidad de mejora.

Contenido

1	DAÑOS OBSERVADOS DURANTE LA INSPECCIÓN	4
1.1	MUROS	4
1.2	PILARES.....	5
1.3	SOLERA.....	6
1.4	FORJADOS.....	7

1 DAÑOS OBSERVADOS DURANTE LA INSPECCIÓN

Las inspecciones visuales iniciales permiten vislumbrar un buen estado general de los muros y pilares y una serie de patologías en los forjados de la estructura, aparentemente ocasionadas por el bajo recubrimiento que posee la armadura, la pérdida de protección que produce el paso del tiempo y por la filtración de agua en el aparcamiento, principalmente.

Como ya se mencionaba en el punto anterior, los forjados reticulares de hormigón cuentan con una capa de mortero inferior y una pintura aparentemente impermeable. Del mismo modo, los pilares se encuentran cubiertos con una capa de protección al fuego y, salvo en zonas localizadas, impedian la inspección.

En consecuencia, en este informe, quedan reflejados aquellos daños que se identifican a simple vista o en las catas realizadas, es decir, se desconoce aquellos daños que hayan podido quedar ocultos, si bien parece lógico pensar que no serán especialmente críticos.

En los siguientes apartados se definen aquellos daños más relevantes encontrados en cada uno de los elementos estructurales:

1.1 MUROS

No tenemos mucha información sobre los muros perimetrales, aparte de un plano general de 1970 (ver figura).

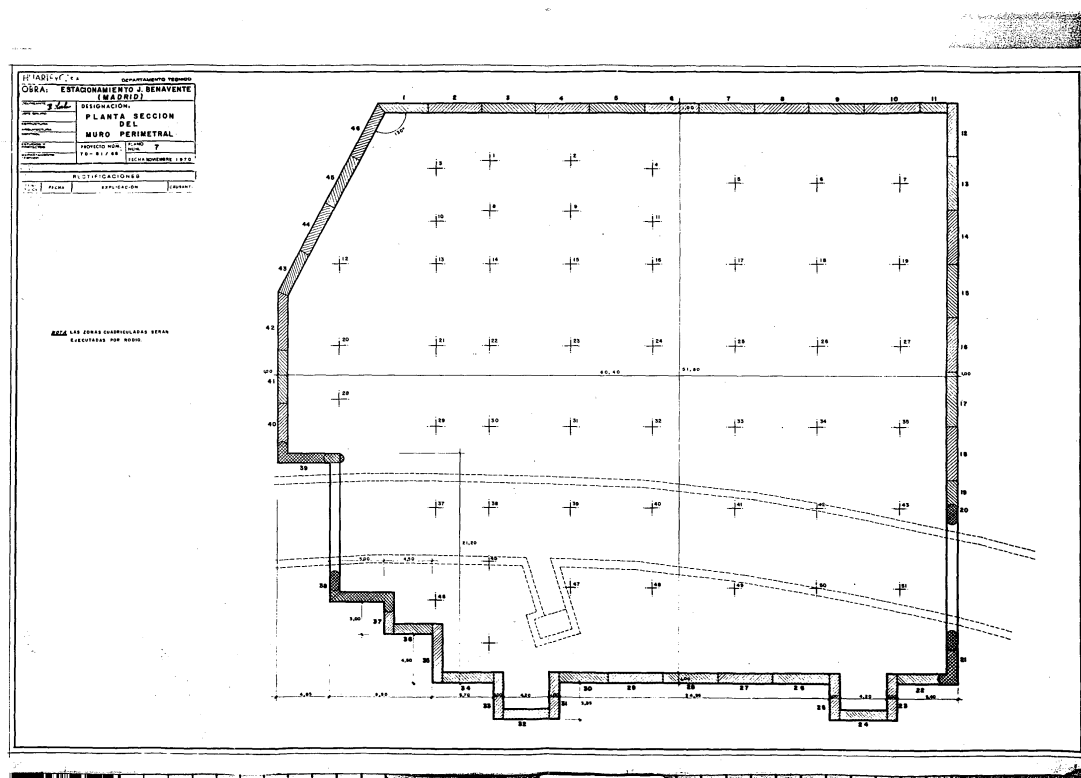


Figura 1-1. Plano muros perimetrales (1970)

Se han realizado dos catas, una en el sótano -3 y otra en el sótano -4. De éstas se pudo observar que las barras de armadura se encuentran en buen estado debido fundamentalmente a que cuentan con un alto recubrimiento. En base a ello y dado que no se han visualizado patologías importantes que se hubieran manifestado en la cara del muro vista, se puede considerar que el estado de conservación de estos elementos es bueno.



Figura 1-2. Catas en muro sótano -3 (izquierda) y muro sótano -4 (derecha)

1.2 PILARES

Todos los pilares están recubiertos con una protección intumescente que impide una correcta inspección visual. Sin embargo, sobre un pilar ha caído parte de esta protección permitiendo una inspección visual local. El ancho medido del pilar es 27cm, confirmando lo que dicen los planos de 1970. En este pilar se ha comprobado que la oxidación que se observa es superficial.



Figura 1-3. Pilar metálico sin protección (izquierda) y medida del ancho (derecha)

Adicionalmente se ha solicitado una cata (cata de ADAMA S4-P1) en otro pilar en el que se ha podido comprobar que la protección ignífuga ha protegido bien el acero del pilar como es habitual. No se considera necesario descubrir más pilares para no perder la protección ignífuga.



Figura 1-4. Cata S4-P1

1.3 SOLERA

Se ha realizado una cata en la solera confirmándose que las basas de los pilares se encuentran en buen estado. Se confirma que la solera se trata de un elemento de hormigón en masa, no observándose patologías sobre la misma.



Figura 1-5. Cata en solera

1.4 FORJADOS

Durante las inspecciones de los forjados se observaron manchas de humedad de forma generalizada y con una mayor concentración cerca de los muros. En estas zonas, es posible encontrar pérdidas de recubrimiento de hormigón que dejan al descubierto las barras de refuerzo. En algunos casos, las manchas de humedad se encuentran activas, con agua que gotea.

Otro de los daños detectados durante la inspección es la fisuración. En la mayoría de los casos, se trata de fisuras localizadas que coincide generalmente con zonas con humedad.

Para facilitar el análisis, y poder extrapolar conclusiones de los paños en los que se ha podido realizar catas a los que no, los forjados se subdividieron en cuadrantes tomando como referencia los pilares. Cada cuadrante se clasificó como zona HÚMEDA, en la que la mayor parte del paño se encuentra con humedades, INTERMEDIA, con variabilidad en el porcentaje de zonas con humedades pero son puntuales en la mayoría de los casos o SECA sin humedad en las inspecciones visuales realizadas.

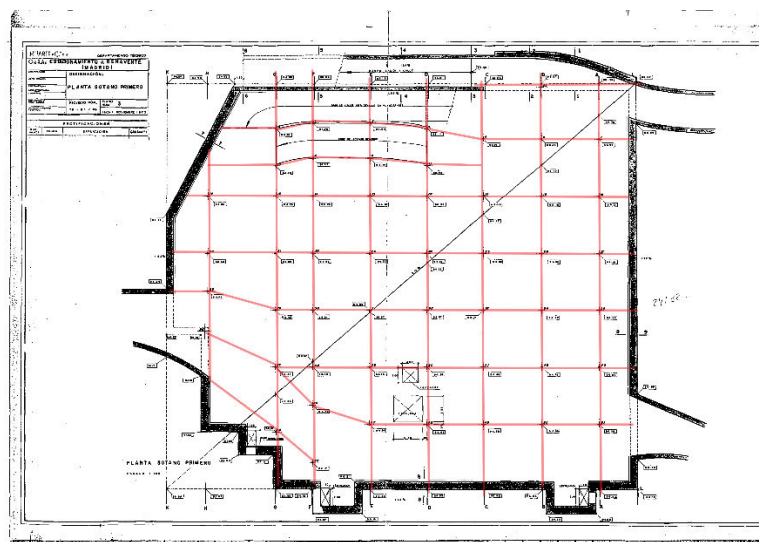


Figura 1-6. Sótano -1: ejemplo de subdivisión en cuadrantes para la identificación de zonas húmedas, intermedias y secas

1.4.1 Zonas Húmedas

Estas son las zonas con daños más graves o con manchas de humedad muy extendidas.

En las rampas se puede observar que en ocasiones falta el revestimiento de hormigón mostrando el refuerzo. En algunos lugares también se observaron grietas de longitud preocupante.



Figura 1-7. Pérdidas de recubrimiento en la rampa al sótano -1 (izquierda) y manchas de humedad con fisuración (derecha)

Las mayores manchas de humedad se observaban normalmente cerca de las paredes, especialmente en las esquinas.

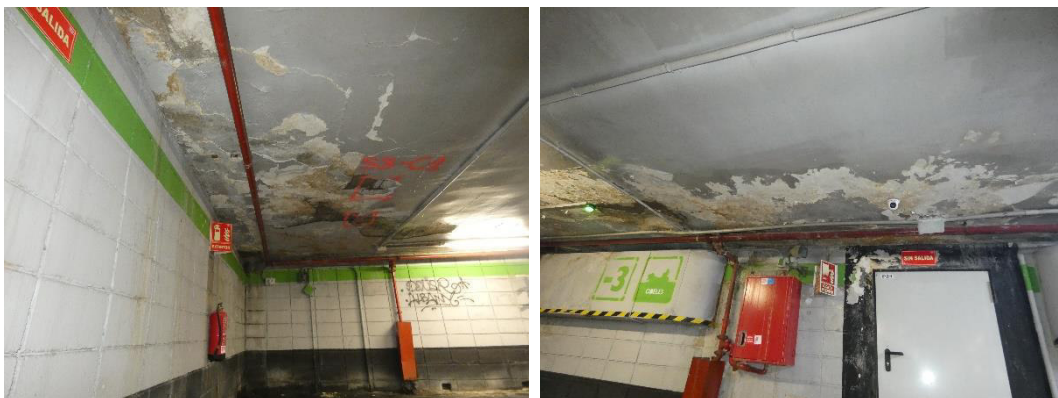


Figura 1-8. Manchas de humedad muy extendidas en el sótano -3

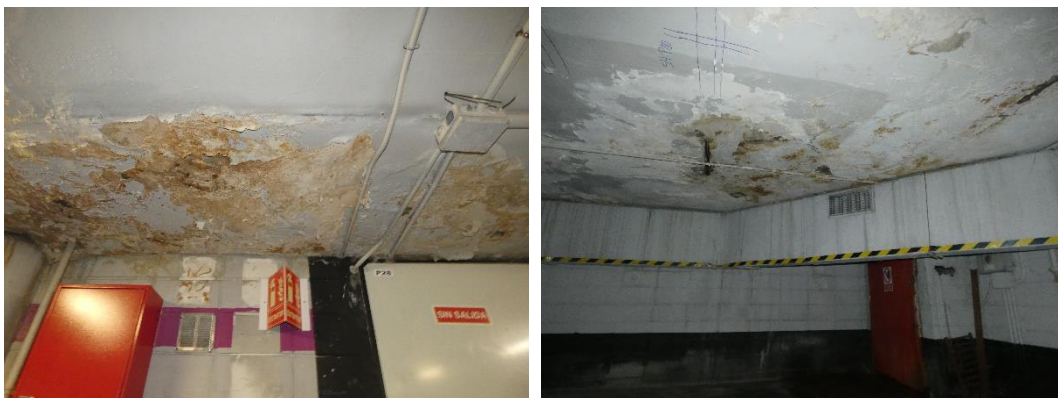


Figura 1-9. Manchas de humedad muy extendidas en el sótano -4

En la escalera cercana al túnel con la calle de Carretas también se observaron importantes daños por humedad.



Figura 1-10. Humedad en la escalera al sótano -2 (izquierda) y refuerzo descubierto cerca de la escalera al sótano -3 (derecha)

Otros ejemplos de zonas clasificadas como húmedas son áreas con burbujas visibles en la cubierta de pintura y áreas donde la pintura se está pelando por completo.



Figura 1-11. burbujas visibles en la cubierta de pintura (izquierda) y pintura que se está pelando (derecha)

Finalmente, hay algunas zonas donde los daños son tan importantes que ya se han instalado paneles temporales para evitar daños a los coches.



Figura 1-12. Paneles de protección para los coches

1.4.2 Zonas Intermedias

Estas son zonas donde los signos de humedad son puntuales o apenas empiezan a aparecer.



Figura 1-13. Ejemplos zonas intermedias en el sótano -1



Figura 1-14. Ejemplos zonas intermedias en el sótano -2



Figura 1-15. Ejemplos zonas intermedias en el sótano -3



Figura 1-16. Ejemplos zonas intermedias en el sótano -4

Apéndice N° 1.1.

Zonas húmedas, intermedias, y secas

En este apéndice se puede ver cómo se ha subdividido cada sótano en cuadrantes, siguiendo los ejes de los pilares. A cada cuadrante se le ha asignado un color en función de la cantidad de humedad observada durante las inspecciones visuales, de la siguiente manera:

- naranja: zona húmeda
- azul: zona intermedia
- verde: zona seca

Este apéndice muestra también 40 fotos adicionales de zonas húmedas y zonas intermedias, 10 cada sótano. El lugar donde se tomaron las fotos se muestra en los planos adjuntos.

SOTANO -1

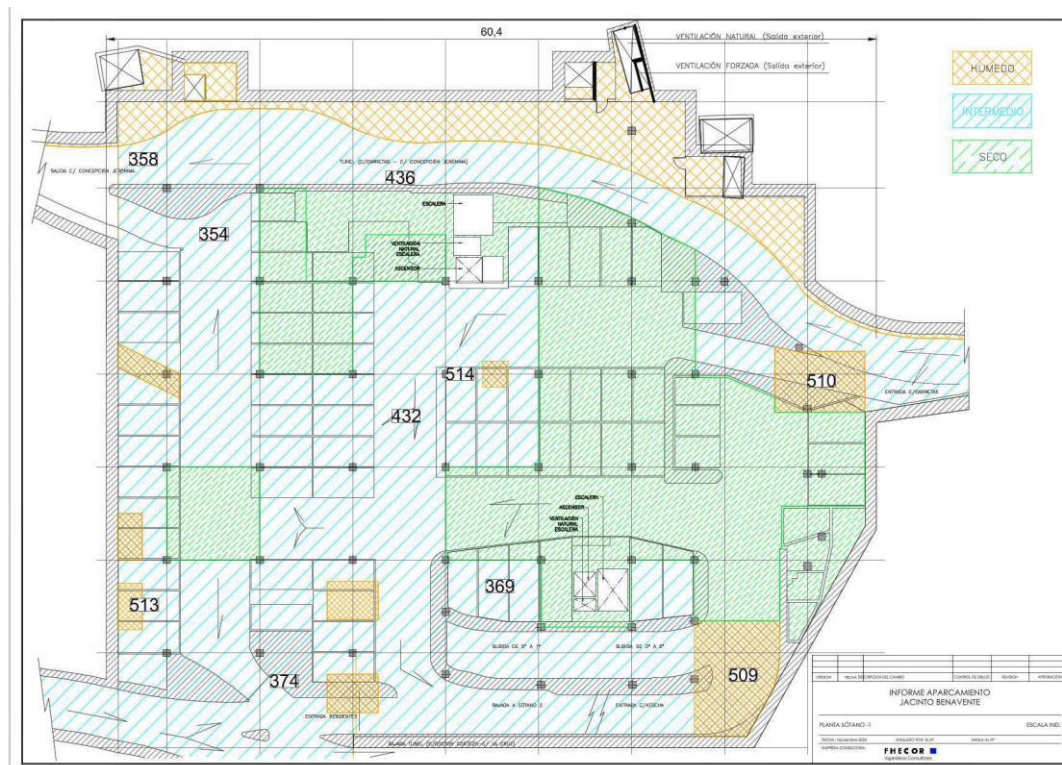


Figura 1-17 Plano que muestra las diferentes zonas por colores y la ubicación de las fotografías tomadas (sótano -1)



Foto 374

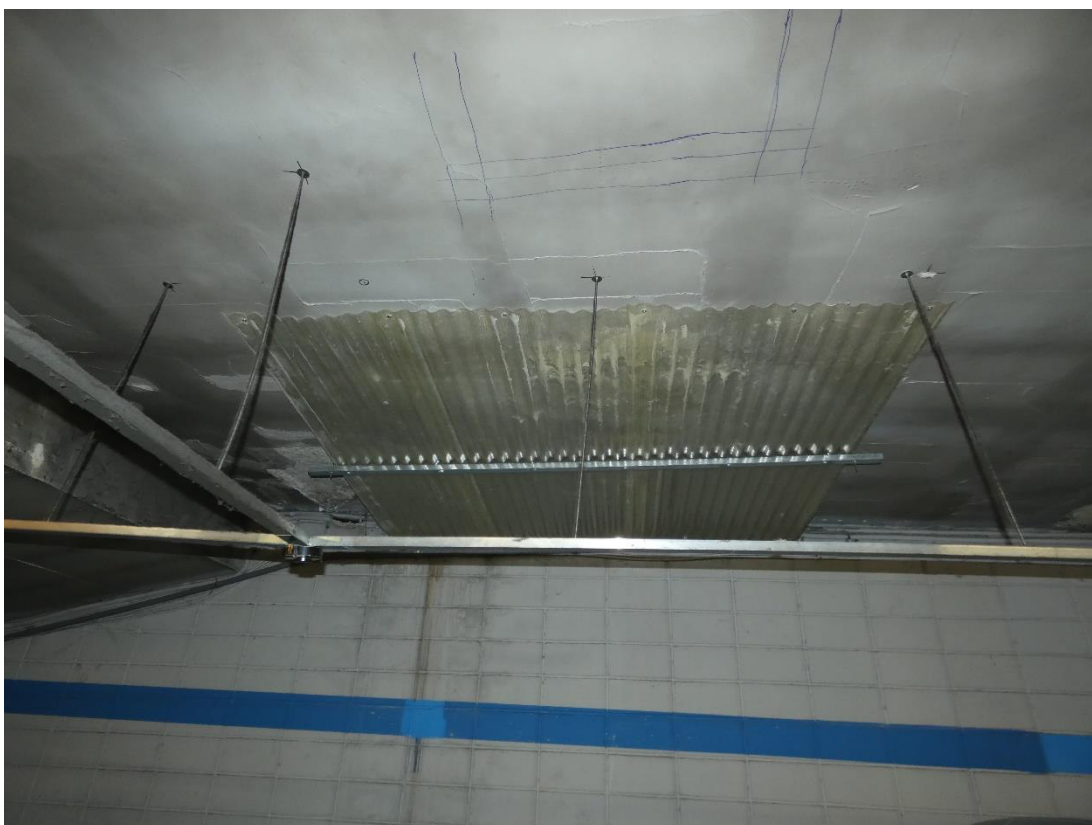


Foto 513



Foto 432



Foto 354



Foto 358



Foto 369



Foto 510



Foto 509



Foto 514



Foto 436

SOTANO -2



Figura 1-18 Plano que muestra las diferentes zonas por colores y la ubicación de las fotografías tomadas (sótano -2)



Foto 454



Foto 455

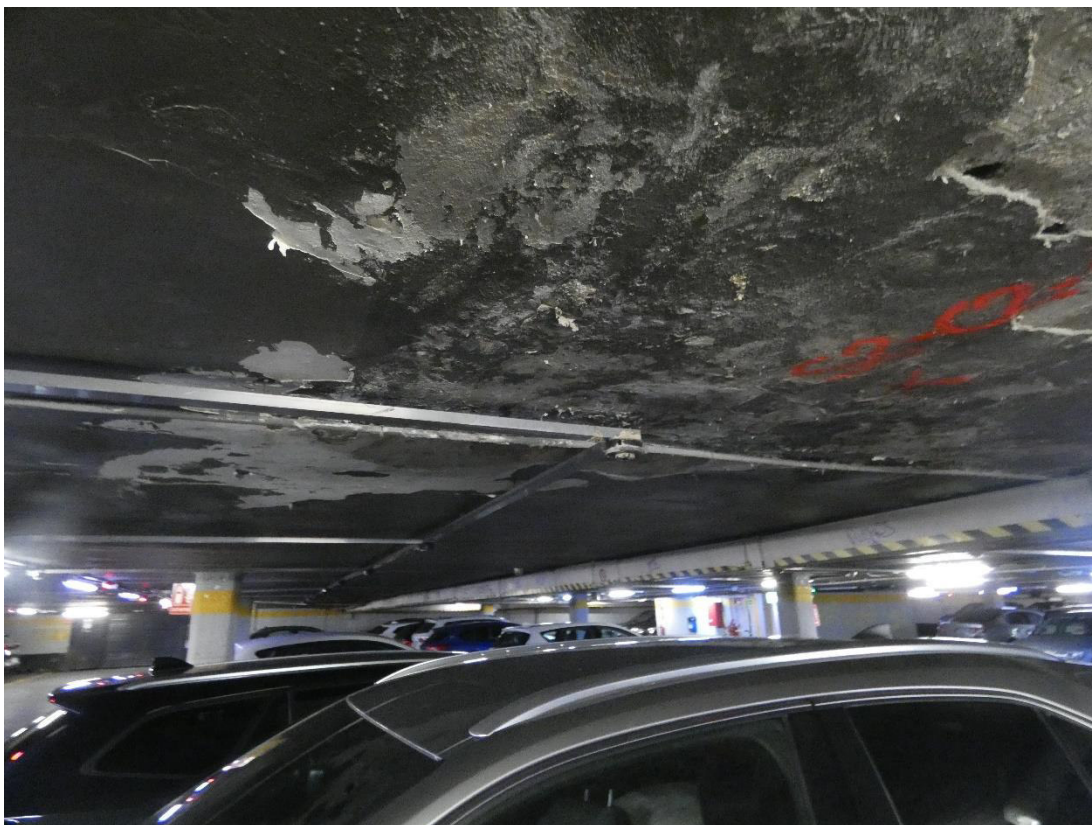


Foto 389



Foto 518



Foto 392



Foto 517



Foto 442



Foto 516



Foto 515



Foto 451

SOTANO -3



Figura 1-19 Plano que muestra las diferentes zonas por colores y la ubicación de las fotografías tomadas (sótano -3)



Foto 463



Foto 461



Foto 459



Foto 520



Foto 429



Foto 468

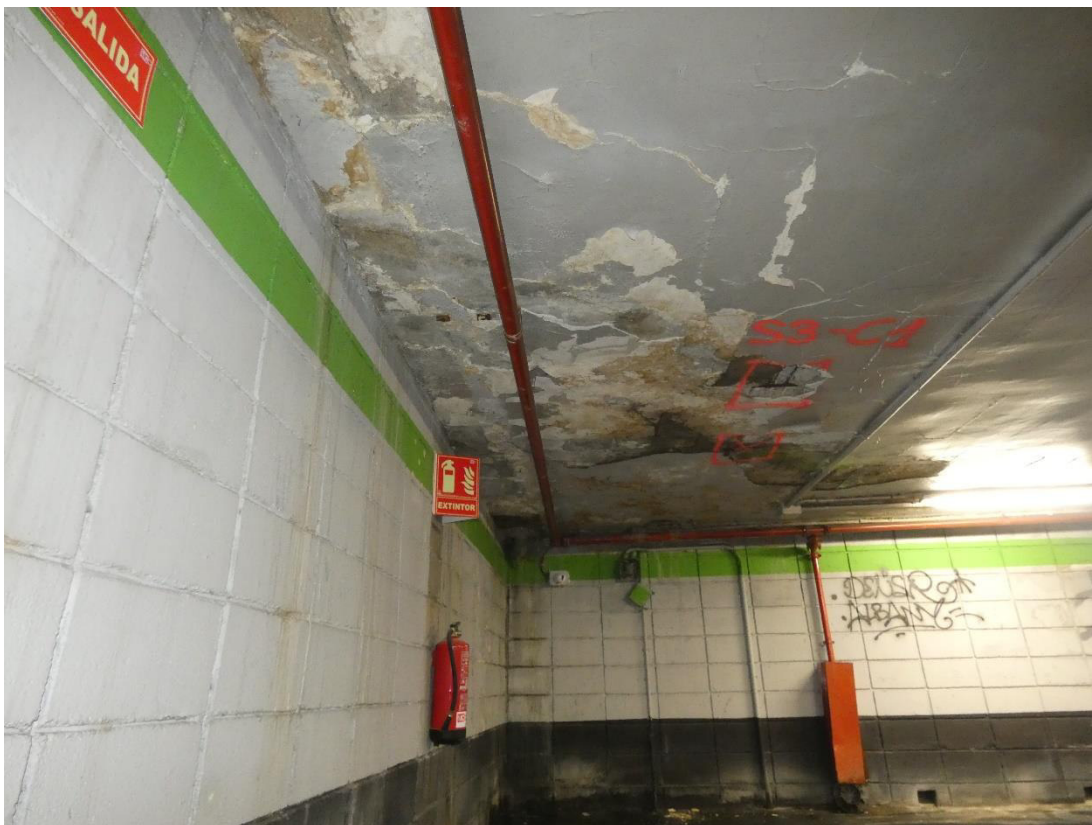


Foto 524



Foto 525



Foto 526

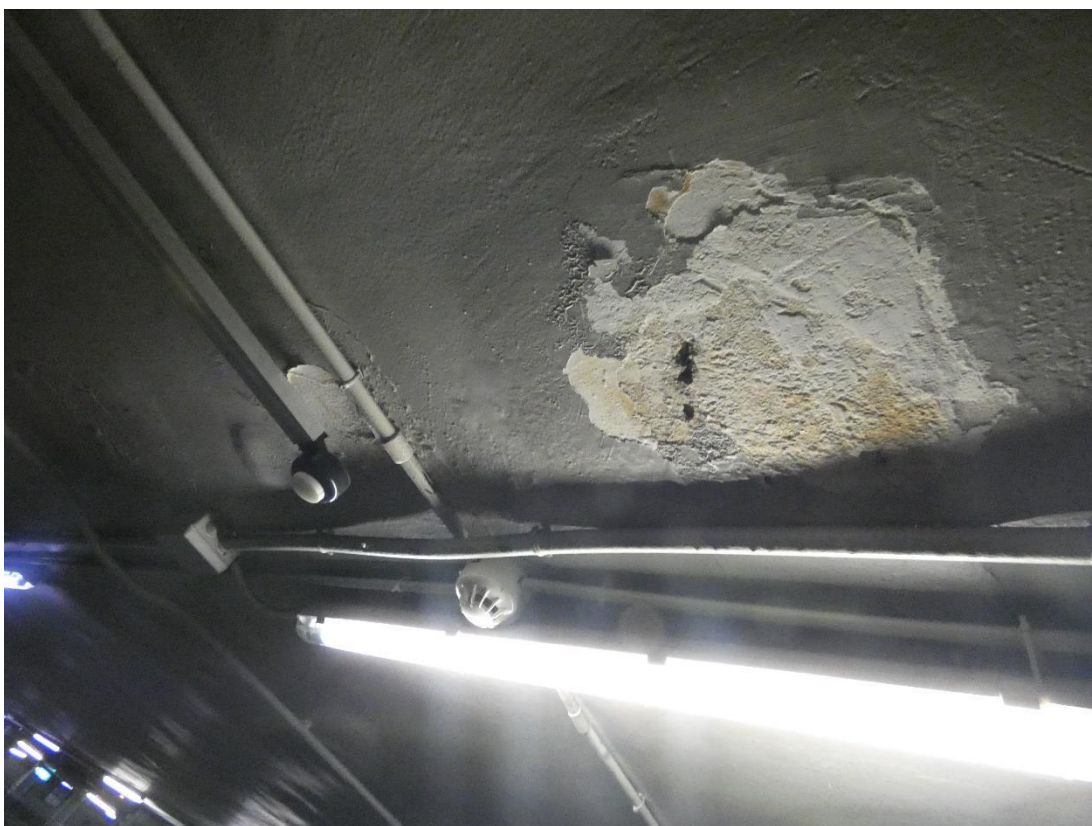


Foto 413

SOTANO -4

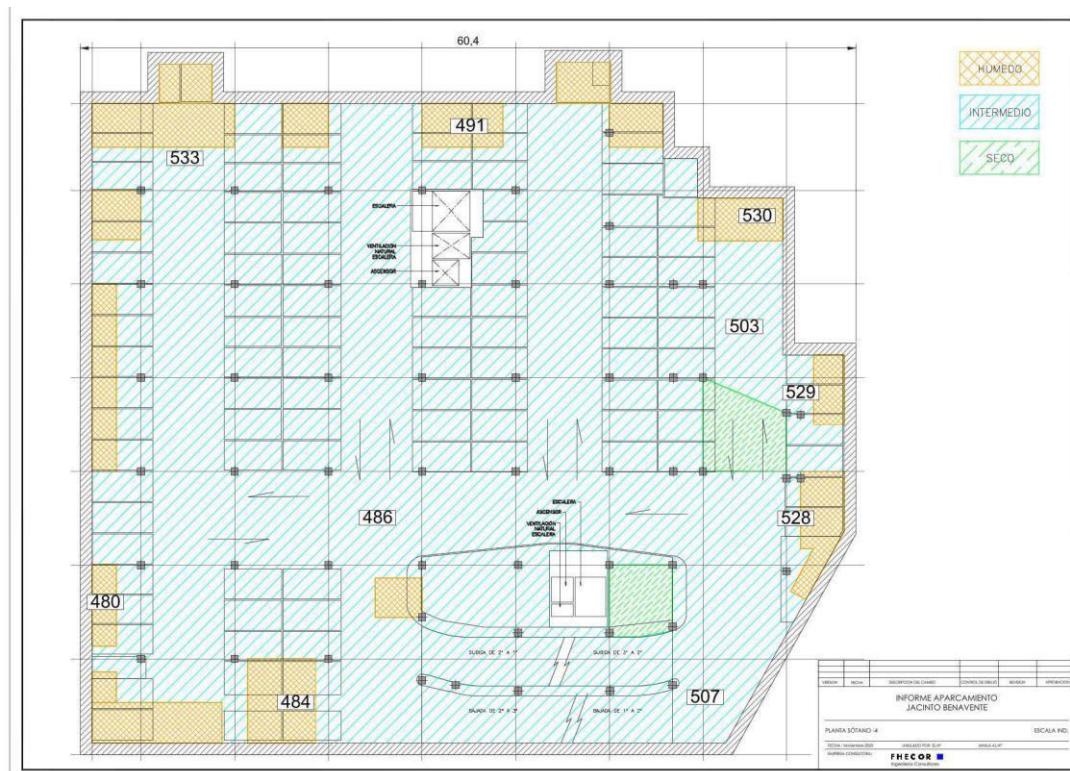


Figura 1-20 Plano que muestra las diferentes zonas por colores y la ubicación de las fotografías tomadas (sótano -4)



Foto 484



Foto 480



Foto 486

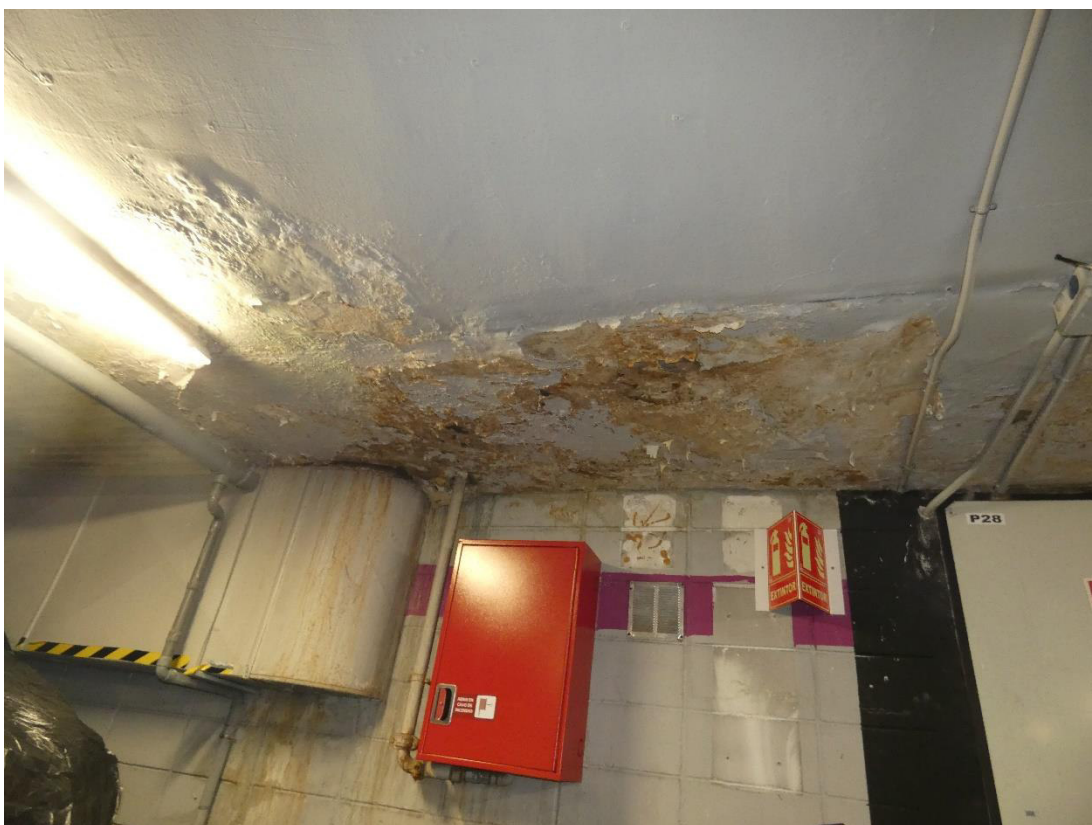


Foto 533



Foto 491



Foto 503



Foto 530



Foto 529



Foto 528



Foto 507



ANEJO Nº 2. ESTUDIO DE DURABILIDAD

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y PROPUESTAS DE REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL APARCAMIENTO SITUADO EN LA PLAZA DE JACINTO BENAVENTE, EN MADRID



Elaborado por:

Mirko Russo / Álvaro Hernandez

*Ingeniero de Proyecto***Revisado por:**

Daniel Jiménez Nuero

*Jefe de Proyecto***Aprobado por:**

Eduardo Romero

*Director División de Edificación***Registro de ediciones**

ED.	FECHA	GEN.	REV.	AUT.	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN
0	02.10.2023	MKR	DJN	ERR	Emisión para comentar
1	05.10.2023	MKR	DJN	ERR	Actualización tras comentarios EMT
2	09.10.2023	MKR	DJN	ERR	Modificación planos sótano -1
3	15.11.2023	MKR/AHL	DJN	ERR	Actualización tras comentarios EMT

NOTAS:

- La copia original firmada de este documento se conserva en SAP.
- Para permitir la mejora continua, se alienta a los integrantes de FHECOR Ingenieros Consultores a notificar al autor de errores, omisiones o cualquier otra oportunidad de mejora.

Contenido

1	TRABAJOS REALIZADOS.....	4
2	RESULTADOS DE ENSAYO	5
	2.1 INSPECCIÓN CON PACHÓMETRO	5
	2.2 REALIZACIÓN DE CATAS	7
	2.3 TALADROS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN	9
	2.4 CATAS DE CONTRASTE	11
	2.5 EXTRACCIÓN DE TESTIGOS DE HORMIGÓN.....	11
3	ANÁLISIS DE LA VIDA ÚTIL RESIDUAL.....	13

1 TRABAJOS REALIZADOS

Durante los trabajos realizados entre los días 25/07/2023 y 11/08/2023, ADAMAS ha procedido a la realización de ensayos tanto destructivos (catas, taladros y testigos) como no destructivos (inspección con pachómetro) para obtener información de la estructura existente en el Aparcamiento Jacinto Benavente.

- 25 catas en estructura de hormigón (losas, muros y forjados) para descubrir las armaduras existentes y poder medir dimensiones de estas (diámetros, separaciones, recubrimientos y profundidad de carbonatación).
- 40 taladros en estructura de hormigón (forjados) para medir in situ la profundidad de carbonatación.
- 64 inspecciones con pachómetro para determinar la localización de la armadura y espesor de recubrimiento en elementos de hormigón armado.
- 2 medidas del espesor de un pilar metálico existente mediante ultrasonidos.
- 10 medidas espesores de forjado.
- 3 extracciones de testigos de hormigón para comprobar su resistencia a compresión y medida de profundidad de carbonatación.
- 3 extracción de testigos para cálculo de módulo de elasticidad.

2 RESULTADOS DE ENSAYO

2.1 INSPECCIÓN CON PACHÓMETRO

Se ha realizado una inspección con el pachómetro en 64 zonas repartidas por las plantas del aparcamiento, con el fin de determinar la localización de la armadura y su espesor de recubrimiento, por aplicación de técnicas no destructivas.

El ensayo se realiza por desplazamiento manual de un cabezal de exploración, de tipo electromagnético, sobre la superficie de los elementos de hormigón estudiados.

Los resultados de los ensayos realizados se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 2-1 Recubrimientos en forjados de techos y rampas, en mm

Planta	Pachómetro	Recubrimiento [mm]
Sótano -1	S1-P1	12
	S1-P2	24
	S1-P3 (C2-1)	22
	S1-P4	12
	S1-P5	20
	S1-P6	30
	S1-P7	19
	S1-P8	28
	S1-P9	19
	S1-P10	28
	P-S1-C1	13
	P-S1-C2	23
	P-S1-C3	25
Rampa de bajada S1-S2	PR-1	21
	PR-2	24
Sótano -2	S2-P1	13
	S2-P2	14
	S2-P3	29
	S2-P4	8
	S2-P5	22
	S2-P6	22
	S2-P7	25
	S2-P8	14
	S2-P9	6
	S2-P10	17

	P-S2-C1	14
	P-S2-C2	23
	P-S2-C2-1	39
	P-S2-C2-2	13
	P-S2-C3	18
Rampa de bajada S2-S3	PR-3	16
	PR-4	12
Sótano -3	S3-P1	19
	S3-P2	23
	S3-P3	20
	S3-P4	30
	S3-P5	19
	S3-P6	25
	S3-P7	20
	S3-P8	25
	S3-P9	17
	S3-P10	22
	P-S3-C1	18
	P-S3-C2	20
	P-S3-C2-1	22
	P-S3-C2-2	26
	P-S3-C3	18
Rampa de bajada S3-S4	TR5	16
	TR6	12
Sótano -4	S4-P1	32
	S4-P2	24
	S4-P3	18
	S4-P4	20
	S4-P5	20
	S4-P6	27
	S4-P7	23
	S4-P8	25
	S4-P9	25
	S4-P10	23
	P-S4-C1	21
	P-S4-C2	20

	P-S4-C3	23
Rampa de subida S4-S3	TR7	8,10
	TR8	2,06

2.2 REALIZACIÓN DE CATAS

Al objeto de contrastar la precisión de las medidas de recubrimiento efectuadas con el pachómetro, se procedió a la apertura de una serie de catas en el hormigón. Se aprovechó también para comprobar el diámetro de las armaduras, así como la profundidad de carbonatación.

Se han realizado 25 catas en la estructura de hormigón hasta descubrir nudo de armaduras (longitudinal y transversal). Los resultados de las medidas y ensayos realizados en cada una de las catas se muestran a continuación.

DETERMINACIÓN DEL ESPESOR DE RECUBRIMIENTO

En primer lugar, se efectuó un barrido con pachómetro deslizándolo por la superficie de hormigón para localizar las posiciones de las armaduras. Una vez detectadas, se fue marcando la correspondiente cuadrícula sobre el hormigón y se procedió al registro de los espesores de recubrimiento. Realizada la cata, se midió el espesor de recubrimiento con el pie de rey.

Los resultados que se obtuvieron de recubrimiento según elemento estructural y posición se representan en las siguientes tablas.

Tabla 2-2 Recubrimientos en forjados de techos, en mm

Cata	Localización	Armadura Longitudinal		Armadura Transversal	
		Recubrimiento [mm]		Recubrimiento [mm]	
		In situ	Pachómetro	In situ	Pachómetro
S1-C1	Sótano 1 - Forjado de techo	1.79	13		
S1-C2	Sótano 1 - Forjado de techo			16.8	23
S1-C2-1	Sótano 1 - Forjado de techo	20.71	22		
S1-C3	Sótano 1 - Forjado de techo	32.35	25		
S2-C1	Sótano 2 - Forjado de techo			15.7	14
S2-C2	Sótano 2 - Forjado de techo	22.5	23		
S2-C2-1	Sótano 2 - Forjado de techo			22.11	39
S2-C2-2	Sótano 2 - Forjado de techo			17.03	13
S2-C3	Sótano 2 - Forjado de techo	19.26	18		
S3-C1	Sótano 3 - Forjado de techo			19.82	18
S3-C2	Sótano 3 - Forjado de techo	16.42	20		

S3-C2-1	Sótano 3 - Forjado de techo	19.74	21		
S3-C2-2	Sótano 3 - Forjado de techo			13.34	26
S3-C3	Sótano 3 - Forjado de techo	18.67	18		
S4-C1	Sótano 4 - Forjado de techo	15.55	21		
S4-C2	Sótano 4 - Forjado de techo	28.9	20		
S4-C2-1	Sótano 4 - Forjado de techo			6.9	
S4-C3	Sótano 4 - Forjado de techo	16.83	23		

Tabla 4-3. Recubrimientos en forjados de suelo y solera, en mm

Cata	Localización	Armadura Longitudinal		Armadura Transversal	
		Recubrimiento [mm]		Recubrimiento [mm]	
		In situ	Pachómetro	In situ	Pachómetro
S2-S1	Sótano 2 - Forjado de suelo			18.8	
S3-S1	Sótano 3 - Forjado de suelo			31.22	
S4-S1	Sótano 4 - Solera	36.32			

Tabla 2-3 Recubrimientos en muros, en mm

Cata	Localización	Armadura Longitudinal		Armadura Transversal	
		Recubrimiento [mm]		Recubrimiento [mm]	
		In situ	Pachómetro	In situ	Pachómetro
S3-M1	Sótano 3 - Muro	85.12			
S4-M1	Sótano 4 - Muro	86.4			

DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Los resultados de carbonatación que se obtuvieron aparecen en las siguientes tablas:

Tabla 2-4 Profundidad de carbonatación en forjados de techo, en mm

Cata	Localización	Carbonatación [mm]
S1-C1	Sótano 1 - Forjado de techo	21
S1-C2	Sótano 1 - Forjado de techo	51.18
S1-C2-1	Sótano 1 - Forjado de techo	75.53
S1-C3	Sótano 1 - Forjado de techo	totalidad de la cata
S2-C1	Sótano 2 - Forjado de techo	totalidad de la cata

S2-C2	Sótano 2 - Forjado de techo	31.22
S2-C2-1	Sótano 2 - Forjado de techo	41.45
S2-C2-2	Sótano 2 - Forjado de techo	71.23
S2-C3	Sótano 2 - Forjado de techo	totalidad de la cata
S3-C1	Sótano 3 - Forjado de techo	43.21
S3-C2	Sótano 3 - Forjado de techo	35.06
S3-C2-1	Sótano 3 - Forjado de techo	27.7
S3-C2-2	Sótano 3 - Forjado de techo	23.14
S3-C3	Sótano 3 - Forjado de techo	17.21
S4-C1	Sótano 4 - Forjado de techo	54.18
S4-C2	Sótano 4 - Forjado de techo	totalidad de la cata
S4-C2-1	Sótano 4 - Forjado de techo	19.09
S4-C3	Sótano 4 - Forjado de techo	totalidad de la cata

Tabla 2-5 Profundidad de carbonatación en forjados de suelo y solera, en mm

Cata	Localización	Carbonatación [mm]
S2-S1	Sótano 2 - Forjado de suelo	13.6
S3-S1	Sótano 3 - Forjado de suelo	totalidad de la cata
S4-S1	Sótano 4 - Solera	totalidad de la cata

Tabla 2-6 Profundidad de carbonatación en muros, en mm

Cata	Localización	Carbonatación [mm]
S3-M1	Sótano 3 - Muro	32.43
S4-M1	Sótano 4 - Muro	76.41

2.3 TALADROS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

Para obtener más resultados de profundidad de carbonatación y realizar un análisis más preciso, se realizaron taladros sobre el hormigón. A medida que se avanzaba con el taladro, se iba pulverizando con fenolftaleína hasta que se observa el cambio de color, de incoloro a magenta.

Tabla 2-7 Profundidad de carbonatación, en mm

Planta	Taladro	Carbonatación [mm]
Sótano -1	T1	25,00

	T2	11,90
	T3	10,03
	T4	5,10
	T5	11,00
	T6	7,17
	T7	9,50
	T8	89,00
Rampa de bajada S1-S2	TR1	15,00
	TR2	0,00
Sótano -2	T1	0,00
	T2	13,15
	T3	9,90
	T4	0,00
	T5	0,00
	T6	1,15
	T7	6,17
	T8	4,90
Rampa de bajada S2-S3	TR3	10,50
	TR4	19,20
Sótano -3	T1	0,00
	T2	4,60
	T3	0,00
	T4	26,00
	T5	8,80
	T6	35,00
	T7	5,70
	T8	2,00
Rampa de bajada S3-S4	TR5	4,70
	TR6	7,30
Sótano -4	T1	2,00
	T2	0,00
	T3	1,80
	T4	1,85
	T5	2,50
	T6	4,10
	T7	2,20

	T8	0,20
	TR7	8,10
Rampa de subida S4-S3	TR8	2,06

2.4 CATAS DE CONTRASTE

Dada la disparidad de resultados entre la profundidad media de carbonatación de catas y la de los taladros, se solicita a ADAMAS una explicación de tales discrepancias, respondiendo éstos que, al haberse abierto las catas unos días antes de realizar los ensayos, es posible que la profundidad de carbonatación haya avanzado. Para comprobar si es así se solicitan unas mediciones de contraste.

Con fecha 11/10/2023 se realizan dos catas adicionales de contraste y los resultados confirman profundidades de carbonatación más similares con las profundidades vistas en los taladros. Esto confirma la hipótesis de ADAMAS de que las catas anteriores pudieron haber estado abiertas por demasiado tiempo y la profundidad de carbonatación medida no fue confiable.

Por esta razón se descartan los valores de profundidad de carbonatación de las catas iniciales y se emplea únicamente la carbonatación promedio de cada planta medida con taladros para las estimaciones de vida útil.

Tabla 4-3. Profundidad de carbonatación en catas de contraste, en mm

Cata de Contraste	Localización	Recubrimiento [mm]
1	Sótano 3	10-12
2	Sótano 1	7-8

2.5 EXTRACCIÓN DE TESTIGOS DE HORMIGÓN

Se extraen seis testigos de hormigón para comprobar su resistencia a compresión y carbonatación. En tres testigos se calcula también el módulo de elasticidad en compresión.

Tabla 2-8 Resistencia a compresión del hormigón, en N/mm², y profundidad de carbonatación, en mm

Testigo	Longitud tallada [cm]	Diámetro [cm]	Resistencia a compresión [N/mm ²]	Carbonatación [mm]
TC1/S1	11	7.4	16	26
TC2/S2	15.2	7.4	22.4	20
TC3/S3	9.2	7.4	15.2	29
T1	7.3	6.8	18.7	0
T2	9.4	6.8	15.8	22
T3	6.3	6.8	18	15

Tabla 2-9 Módulo secante de elasticidad en compresión, en GPa

Testigo	Resistencia a compresión tras módulo [MPa]	Módulo secante de elasticidad inicial [GPa]	Módulo secante de elasticidad estabilizado [GPa]
T1	35.2	17.2	24.4
T2	38.1	15.4	26.7
T3	33.3	12.4	22.6

3 ANÁLISIS DE LA VIDA ÚTIL RESIDUAL

Se ha llevado a cabo una estimación de la vida útil residual de la estructura basado en la profundidad de carbonatación medida y considerando la vida útil actual de 53 años. Para ello, se aplican los criterios del Anejo 12 del Código Estructural, Volumen 2.

La estimación de la vida útil de la estructura por carbonatación del hormigón puede obtenerse a partir de la siguiente expresión:

$$t_{est} = t_{inic} + t_{prop}$$

Donde:

t_{inic} período de iniciación, definido como el tiempo transcurrido hasta que se inicia el daño

t_{prop} período de propagación, definido como el tiempo desde que se inicia el daño hasta que se alcanza el umbral inadmisibles

Se detalla en tres columnas adicionales la vida útil residual al cabo de 15, 30 y 50 años, marcándose en color en aquellos casos en los que la vida útil se vea superada para una mejor comprensión visual.

Para estimar la vida útil residual se han utilizado los valores promedio de la profundidad de carbonatación obtenida mediante taladro en cada planta.

En la siguiente tabla se reflejan las distintas estimaciones para la armadura más expuesta, es decir la que menor valor de recubrimiento presenta.

Tabla 3-1. Estimación de la vida útil residual por medio de taladros, en años

Cata	Zona (puntual en la cata)	Carbonatación media taladros [mm]	P. Inic.	P. Prop.	Vida residual	En 15 años	En 30 años	En 50 años
S1-C2	Intermedia	21.00	33.92	24.89	5.81	-9.19	-24.19	-44.19
S1-C2-1	Intermedia	21.00	51.55	31.86	30.41	15.41	0.41	-19.59
S1-C3	Seca	21.00	125.77	36.32	109.10	94.10	79.10	59.10
S2-C2	Intermedia	7.00	547.58	42.86	537.43	522.43	507.43	487.43
S2-C2-1	Intermedia	7.00	528.76	53.60	529.36	514.36	499.36	479.36
S2-C2-2	Intermedia	7.00	313.70	41.28	301.98	286.98	271.98	251.98
S2-C3	Seca	7.00	401.23	28.53	376.76	361.76	346.76	326.76
S3-C2	Intermedia	14.00	72.91	23.46	43.36	28.36	13.36	-6.64
S3-C2-1	Intermedia	14.00	105.37	37.60	89.97	74.97	59.97	39.97
S3-C2-2	Intermedia	14.00	48.12	31.39	26.51	11.51	-3.49	-23.49
S3-C3	Seca	14.00	94.26	35.56	76.82	61.82	46.82	26.82
S4-C2	Intermedia	2.00	11066.53	52.55	11066.08	11051.08	11036.08	11016.08
S4-C2-1	Intermedia	2.00	630.83	18.40	596.23	581.23	566.23	546.23
S4-C3	Seca	2.00	3753.05	30.60	3730.65	3715.65	3700.65	3680.65

*Nota: se han eliminado de la Tabla 3-1 los resultados de zonas húmeda, como se justifica en apartados sucesivos.

Se observa que:

- En la mayoría de los casos la vida residual de los forjados, atendiendo a criterios de análisis de profundidad de carbonatación, tiene un valor positivo.

- En general, el avance del estado de carbonatación parece muy lento. Esto puede deberse a la capa de acabado y pintura aplicada en la parte inferior de los forjados que actuaba como barrera.
- Sin embargo, de las fotografías tomadas durante las inspecciones se desprende claramente que en todas las catas de la zona húmeda y en buena parte de las catas de la zona intermedia hechas donde claramente ha existido presencia de agua, la corrosión de las barras de refuerzo ya ha comenzado, al contrario de lo que se predice en del análisis realizado.

PRINCIPIOS APLICADOS A LA ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL

La garantía de la seguridad en un proyecto se fundamenta en la relación existente entre las solicitaciones (S) a las que está sometida la estructura y la respuesta (R) que experimenta ésta. La diferencia entre S y R se conoce como la “fiabilidad” que presenta la estructura frente a dicha solicitación, Figura 3-1.

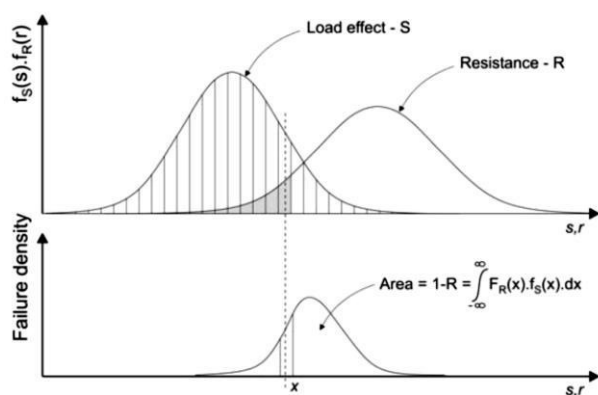


Figura 3-1 Fiabilidad

Normalmente, se admite que tanto la solicitación como la respuesta se comportan como variables aleatorias, cuyo tipo depende del parámetro del que se trate. Esto es válido para el proyecto mecánico-estructural, pero también lo es para el planteamiento del proyecto de durabilidad, en cuyo caso:

- las solicitaciones representan la agresividad del ambiente a la que está sometido un elemento concreto y
- la respuesta es la resistencia que opone el elemento a que se produzca una situación inadmisibles, que se identifica previamente como su “estado límite”.

A diferencia del planteamiento tradicional de la seguridad, la fiabilidad en el proyecto de durabilidad se basa en la hipótesis de que las variables aleatorias que representan (S) y (R) no son constantes a lo largo del tiempo, sino que experimentan una evolución con el mismo, tal y como refleja la Figura 3-2.

La diferencia entre la agresividad y la respuesta evoluciona a lo largo del tiempo, dando origen a distintas fiabilidades para diversas edades de la estructura. Por lo tanto, la vida útil de la misma vendrá definida por el momento en el que se alcanza la fiabilidad admisible establecida para cualquiera de los estados límite definidos.

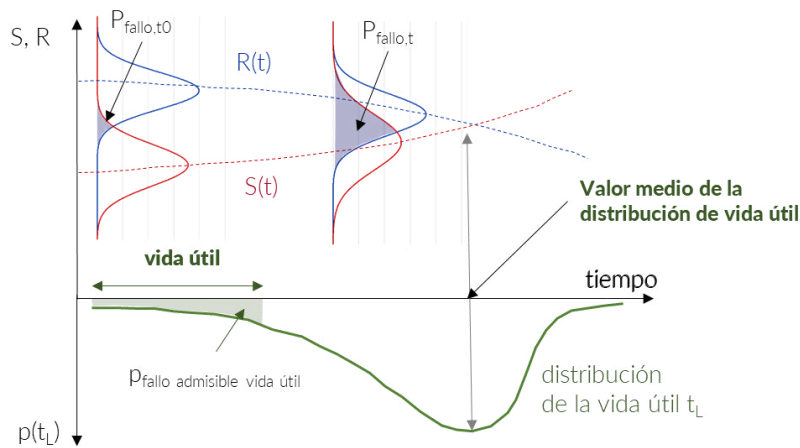


Figura 3-2 Evolución de las solicitaciones y las prestaciones con el tiempo

Como (S) y (R) varían con el tiempo, en cada momento de la vida de servicio de la estructura puede definirse una “probabilidad de fallo” (pf) de que no se cumpla un determinado estado límite.

Como ya se ha comentado, a los efectos de este proyecto, se ha considerado como Estado Límite únicamente el de fisuración del recubrimiento debido a la corrosión de las armaduras, que se trata como un estado límite de servicio (ELS) de acuerdo con los criterios de tratamiento de la fisuración en la Instrucción de hormigón estructural vigente, así como en los Eurocódigos EN 1992-1-1 y EN 1992-2.

El estado límite definido se “agotará” cuando se alcance una determinada probabilidad de fallo, P_f , cuyo valor depende de las consecuencias que el referido fallo puede acarrear para el usuario. Para facilitar el manejo de las probabilidades de fallo, normalmente de valor muy pequeño (en el rango de 10^{-1} a 10^{-4}), se emplea el llamado “índice de fiabilidad” (β), relacionado con P_f a través de la siguiente expresión:

$$\beta = \frac{\mu_z}{\sigma_z} \Rightarrow P_f = \Phi\left(\frac{\mu_z}{\sigma_z}\right) = \Phi(-\beta)$$

donde $\Phi(-\beta)$ representa la probabilidad asociada al valor $-\beta$ en la función de distribución normal $N[0,1]$.

Los valores de β o los de pf vienen definidos por la normativa estructural, en este caso por los Eurocódigos estructurales. Así, la tabla B.2 del Eurocódigo EN 1990, establece las siguientes probabilidades de fallo e índices de fiabilidad, para un período de referencia de 50 años, en función de que se trate de un estado límite último (ELU) o estado límite de servicio (ELS).

Tabla 3-2 Índices de fiabilidad β según EN 1990

Estado límite	Índice objetivo de fiabilidad	
	1 año	50 años
último	4,7	3,8
de fatiga	–	1,5 a 3,8 ²⁾
de servicio (irreversible)	2,9	1,5

1) Véase el anexo B.
2) Depende del grado de aptitud a la inspección, a la reparación y de la tolerancia a los daños.

ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS ELEMENTOS DE HORMIGÓN

La estimación de la vida útil de la estructura puede obtenerse a partir de la siguiente expresión:

$$t_{est} = t_{inic} + t_{prop}$$

Donde:

t_{inic} período de iniciación, definido como el tiempo transcurrido hasta que se inicia el daño

t_{prop} período de propagación, definido como el tiempo desde que se inicia el daño hasta que se alcanza el umbral inadmisibles

$$t_{inic} = \left(\frac{c}{k_{ap \text{ carb}}} \right)^2$$

Donde:

c recubrimiento mínimo, en mm

$k_{ap \text{ carb}}$ coeficiente de carbonatación aparente, expresado en $\text{mm/año}^{1/2}$

$$t_{prop} = \frac{80 \cdot c}{\phi \cdot v_{corr}}$$

donde:

t_{prop} tiempo desde el inicio de la corrosión hasta la fisuración de recubrimiento, en años

c espesor del recubrimiento de hormigón, expresado en mm

ϕ diámetro de la armadura, expresado en mm

v_{corr} velocidad de corrosión, expresado en $\mu\text{m/año}$



ANEJO Nº 3. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y PROPUESTAS DE
REPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL
APARCAMIENTO SITUADO EN LA PLAZA DE
JACINTO BENAVENTE, EN MADRID



Elaborado por:

Mirko Russo / Álvaro Hernandez
Ingenieros de Proyecto

Revisado por:

Daniel Jiménez Nuero
Jefe de Proyecto

Aprobado por:

Eduardo Romero
Director División de Edificación

Registro de ediciones

ED.	FECHA	GEN.	REV.	AUT.	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN
0	15.11.2023	MKR/AHL	DJN	ERR	Emisión para comentar

NOTAS:

- La copia original firmada de este documento se conserva en SAP.
- Para permitir la mejora continua, se alienta a los integrantes de FHECOR Ingenieros Consultores a notificar al autor de errores, omisiones o cualquier otra oportunidad de mejora.

Contenido

1	DETALLES DE VALORACIÓN ECONOMICA.....	4
---	---------------------------------------	---

1 DETALLES DE VALORACIÓN ECONOMICA

En el presente anejo se incluye la justificación de los precios considerados para cada actuación.

La validación económica se realiza considerando un paño genérico entre 4 pilares, con lados de 7,3m x 7,3m y un área total de 53,29m.

PRESUPUESTO

REPARACIÓN ESTRUCTURAL DEL APARCAMIENTO DEL PASEO DE RECOLETOS, MADRID

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C2	ACTUACIÓN 1 - REPOSICIÓN DE ARMADO			
m21E01DEC060	m2 PICADO ENFOSCADOS CEMENTO PARAMENTOS HORIZONTALES C/MARTILLO ELÉCTRICO Picado de enfoscados de cemento en paramentos horizontales, con martillo eléctrico, eliminándolos en su totalidad y dejando la fábrica soporte al descubierto, para su posterior revestimiento, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares, sin medidas de protección colectivas. Según RD 105/2008. Medición de superficie realmente ejecutada.	3.50	22.90	80.15
m21U01D140	m2 PICADO Y SANEADO DEL HORMIGÓN EN SECCIONES CORROIDAS Picado y saneado de hormigón en secciones corroídas, hasta liberar las armaduras en todo su contorno, incluida la reposición de armadura cuando la pérdida de sección sea superior al 20%, el cepillado y limpieza de armaduras, p.p. de pasivación de armaduras vistas mediante pintura específica a base de cemento y resina epoxi y la carga y transporte a lugar autorizado del producto picado. Según RD 105/2008.	3.50	34.19	119.67
APUI.0000	h INCREMENTO SOLDADURA DE ACERO CORRUGADO B500S	2.00	54.38	108.76
m21U04WBB300	m2 RECONSTRUCCIÓN VIGA FRATASADO 4 cm MORTERO R3 Reconstrucción de viga con mortero R3 sulfurresistente de reparación estructural, tixotrópico, reforzado con fibras y de retracción compensada, con marcado CE según la Norma UNE-EN 1504-3, en un espesor medio de 4 cm, incluye saturación con agua del paramento y acabado fratasado manual con las aristas perfiladas.	3.50	120.00	420.00
m21E08PKC020	m2 REVESTIMIENTO DECORATIVO CAL AÉREA Revestimiento decorativo para paramentos verticales con mortero de cal aérea de 10 mm de espesor medio. Color según carta, aplicado manualmente y regleado, aplicado directamente sobre enfoscado. Varios acabados, raspado medio, fratasado y liso, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPR-07, se descontarán huecos mayores de 3 m2 y se medirán mochetas. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	3.50	37.05	129.68
mE01DTW030	ud ALQUILER CONTENEDOR 4 m3. Servicio de entrega y recogida de contenedor de 4 m3. de capacidad, colocado a pie de carga y considerando una distancia no superior a 10 km.	0.12	54.98	6.60
mG02B140	ud TRAN.PLAN.<50km.CONTENEDOR RCD 4m3 Servicio de entrega y recogida por transportista autorizado, de contenedor de RCD de 4 m3, colocado a pie de carga y considerando una distancia de transporte al centro de reciclaje o de transferencia no superior a 50 km. No incluye alquiler del contenedor ni el canon de la planta.	0.12	72.15	8.66
mG02B250	m3 CANON DE RCD A VERTEDERO Descarga en vertedero de los productos resultantes de excavación y demolición (RCD), incluyendo el canon y el extendido.	0.15	13.39	2.01
TOTAL C2				875.53

PRESUPUESTO**REPARACIÓN ESTRUCTURAL DEL APARCAMIENTO DEL PASEO DE RECOLETOS, MADRID**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C1	ACTUACIÓN 2 - DEMOLICIÓN Y RECONSTRUCCIÓN			
R04ROD010	m CORTE HORMIGÓN CON DISCO e=30 cm Corte en hormigón mediante equipo de corte de disco diamantado, para un espesor máximo de corte de 30 cm, con refrigeración de disco con agua; válido para soportes en vertical o inclinados; incluyendo replanteo de corte, implantación del equipo, preparación de la zona de trabajo y ejecución del corte; i/p.p. de transporte de maquinaria, desmontaje y limpieza del tajo y retirada de escombros a pie de carga.	29.20	110.78	3,234.78
m21E01DSH030	m2 DEMOLICIÓN FORJADO RETICULAR <35cm. C/COMPRESOR Demolición de forjados reticulares, de hasta 35 cm. de espesor, realizado por medios manuales y mecánicos con martillo neumático, incluso limpieza y retirada de escombros a pie de carga, sin transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares, sin medidas de protección colectivas. Según RD 105/2008 y NTE-ADD. Medición de superficie realmente ejecutada.	53.29	78.89	4,204.05
m21E05HLE030	m2 ENCOFRADO MADERA LOSAS VISTO Encofrado y desencofrado de losa armada con tablero formado por tabla machihembrada de madera de pino de 22 mm., confeccionados previamente, considerando una postura. Conforme EHE-08 y NTE-EME. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	53.29	50.33	2,682.09
m21E05HLM030	m3 HORMIGÓN PARA ARMAR HA-30/B/20/IIa LOSAS PLANAS Hormigón para armar HA-30/B/20/IIa, elaborado en central, en losas planas, incluso vertido con grúa, vibrado y colocado. Según normas EHE-08 y CTE DB-SE. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	15.99	124.58	1,992.03
AV03VT070	M3 VERTIDO DE HORMIGÓN EN TUBERÍA EN FORJADOS Vertido de hormigón suministrado de planta de fabricación, realizado por medio de camión-bomba con tubería (hasta 80 m) en forjados. Totalmente realizado; i/p.p. de vibrado y colocación. Conforme a CTE DB SE, EHE-08, NTE-EAF y EFHE si procede	15.99	40.45	646.80
m21E04AB020	kg ACERO CORRUGADO B 500 S Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE-08 y CTE-SE-A. Barras de acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.	1,332.25	1.93	2,571.24
mE05AM050	ud ANCL.QUÍMICO D=12 L=110 HIT-RE 500 Anclaje químico diseñado para transmitir grandes cargas al hormigón como material base. En primer lugar se realizará un taladro, con martillo a rotopercusión, de 115 mm. de profundidad y 14 mm. de diámetro en el elemento de hormigón de espesor mínimo 140 mm. A continuación se procederá a la correcta limpieza del taladro para, seguidamente, inyectar la resina HIT-RE 500 hasta los 2/3 de la profundidad del taladro. Posteriormente se introducirá la varilla roscada de 12 mm de diámetro y 110 mm de longitud con un leve movimiento de rotación. Se esperará el tiempo de fraguado correspondiente. Para finalizar se colocará la pieza a fijar y se dará el par de apriete correspondiente según la ficha técnica del producto. Este anclaje se calcula según la normativa europea ETAG, en su anexo C.	58.40	6.71	391.86
APUI.0000	h INCREMENTO SOLDADURA DE ACERO CORRUGADO B500S	4.00	54.38	217.52
mE01DTW030	ud ALQUILER CONTENEDOR 4 m3. Servicio de entrega y recogida de contenedor de 4 m3. de capacidad, colocado a pie de carga y considerando una distancia no superior a 10 km.	6.00	54.98	329.88
mG02B140	ud TRAN.PLAN.<50km.CONTENEDOR RCD 4m3 Servicio de entrega y recogida por transportista autorizado, de contenedor de RCD de 4 m3, colocado a pie de carga y considerando una distancia de transporte al centro de reciclaje o de transferencia no superior a 50 km. No incluye alquiler del contenedor ni el canon de la planta.	6.00	72.15	432.90
mG02B250	m3 CANON DE RCD A VERTEDERO Descarga en vertedero de los productos resultantes de excavación y demolición (RCD), incluyendo el canon y el extendido.	22.38	13.39	299.67
TOTAL C1				17,002.82

PRESUPUESTO**REPARACIÓN ESTRUCTURAL DEL APARCAMIENTO DEL PASEO DE RECOLETOS, MADRID**

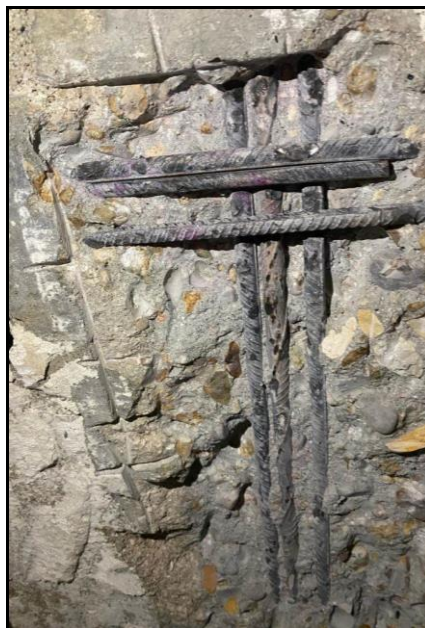
CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C5	ACTUACIÓN 3 - PINTURA ANTICARBONATACIÓN			
m21U01D050	m2 CHORREADO PARAMENTOS HORMIGÓN CON ARENA Chorreado y limpieza con arena de paramentos de hormigón y protección ambiental precisa contra la contaminación de polvo. Arena con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	53.29	7.08	377.29
m21E08PKC010	m2 REVESTIMIENTO C/MORTERO CAL ÁREA ENFOSCADO Revestimiento de paramentos verticales con mortero de cal aérea, espesor según soporte, mínimo 10 mm. Color gris, aplicado manualmente y regleado, directamente sobre el soporte, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE, se descontarán huecos mayores de 3 m2 y se medirán moquetas. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	5.33	34.46	183.67
m21E27SH010	m2 PINTURA ANTICARBONATACIÓN PROTECCIÓN HORMIGÓN Tratamiento anticarbonatación y anticloruros para elementos de hormigón expuestos a la intemperie o al ataque de gases ácidos, iones cloruros, oxígeno y agua; formado por revestimiento de pintura en base agua aplicado en 2 manos. Revestimiento resistente al hielo, a la polución y los rayos ultravioleta. Transpirable, permite el paso del vapor del agua del interior al exterior; y flexible (con capacidad de absorber pequeñas fisuras). Totalmente aplicado; i/p.p. de preparación superficial del soporte (sin imprimación) y medios auxiliares (excepto elevación y/o transporte). Producto certificado según UNE-EN 1504-2:2005 con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	53.29	9.14	487.07
TOTAL C5				1,048.03

PRESUPUESTO**REPARACIÓN ESTRUCTURAL DEL APARCAMIENTO DEL PASEO DE RECOLETOS, MADRID**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
C6	ACTUACIÓN 4 - MEMBRANA CEMENTOSA			
m21U01D050	m2 CHORREADO PARAMENTOS HORMIGÓN CON ARENA Chorreado y limpieza con arena de paramentos de hormigón y protección ambiental precisa contra la contaminación de polvo. Arena con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	53.29	7.08	377.29
m21E08PKC010	m2 REVESTIMIENTO C/MORTERO CAL ÁREA ENFOSCADO Revestimiento de paramentos verticales con mortero de cal aérea, espesor según soporte, mínimo 10 mm. Color gris, aplicado manualmente y regleado, directamente sobre el soporte, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE, se descontarán huecos mayores de 3 m2 y se medirán mochetas. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	53.29	34.46	1,836.37
m21E27SH010	m2 PINTURA ANTICARBONATACIÓN PROTECCIÓN HORMIGÓN Tratamiento anticarbonatación y anticloruros para elementos de hormigón expuestos a la intemperie o al ataque de gases ácidos, iones cloruros, oxígeno y agua; formado por revestimiento de pintura en base agua aplicado en 2 manos. Revestimiento resistente al hielo, a la polución y los rayos ultravioleta. Transpirable, permite el paso del vapor del agua del interior al exterior; y flexible (con capacidad de absorber pequeñas fisuras). Totalmente aplicado; i/p.p. de preparación superficial del soporte (sin imprimación) y medios auxiliares (excepto elevación y/o transporte). Producto certificado según UNE-EN 1504-2:2005 con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	53.29	9.14	487.07
TOTAL C6.....				2,700.73
TOTAL.....				21,627.11

ENSAYOS DE INFORMACIÓN DE ESTRUCTURA EXISTENTE

“APARCAMIENTO JACINTO BENAVENTE. MADRID.”



PETICIONARIO: SERANCO, S.A.

VÍA DE LAS DOS CASTILLAS 9A, PORTAL 2
28224 – POZUELO DE ALARCÓN (MADRID)

Nº INFORME: 2686-CC-2023	Referencia ensayo: 8336/2023, 8352/2023, 8722/2023 Y 8877/2023
Nº OBRA: 230727	

ADAMAS, CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. Declaración Responsable incluida en el Registro General de Laboratorios de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación-Lecce, inscripción MAD-L-066 de fecha 19/01/2015, en los grupos de ensayo y pruebas indicados a continuación:

- GT Ensayos de geotecnia
- VS Ensayos de viales
- PS Pruebas de servicio
- EH Ensayos de hormigón estructural
- EA Ensayos de estructuras de acero estructural
- EFA Ensayos de obras de fábrica y albañilería
- EM Ensayos de estructuras de madera
- Otros ensayos de materiales e instalaciones



ADAMAS, CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 9001:2015 por OCA CERT (certificado n.º 34/5200/20/4003 de fecha 08/04/2020) aplicable a la realización de ensayos de construcción en las áreas GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM y otros ensayos de materiales e instalaciones.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- TRABAJOS REALIZADOS

3.- CATAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

3.1.- MEDIDAS Y ENSAYOS REALIZADOS

3.2.- PLANOS DE LOCALIZACIÓN

4.- TALADROS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

4.1.- MEDIDA DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

4.2.- PLANOS DE LOCALIZACIÓN

5.- INSPECCIÓN CON PACHÓMETRO

5.1.- MEDIDAS Y ENSAYOS REALIZADOS

5.2.- PLANOS DE LOCALIZACIÓN

6.- ESPESOR DE PILARES METÁLICOS

6.1.- IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

6.2.- MEDIDAS Y ENSAYOS REALIZADOS

6.3.- PLANO DE LOCALIZACIÓN

7.- ESPESOR DE FORJADOS

7.1.- MEDIDAS Y ENSAYOS REALIZADOS

8.- TESTIGOS DE HORMIGÓN

8.1.- IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

8.2.- ENSAYOS REALIZADOS

8.3.- COMPRESIÓN SIMPLE

8.4.- DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

8.5.- PLANOS DE LOCALIZACIÓN

9.- BARRAS CORRUGADAS

9.1.- IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

9.2.- ENSAYOS REALIZADOS

9.3.- RESULTADO DE LOS ENSAYOS

10.- ANEJO: MÓDULO SECANTE DE ELASTICIDAD

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID		<div><div>ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.</div><div>NIF: B-87002929 adamas@adamascyg.es TEL: 630 626 772 / 635 546 386</div></div>
Nº Informe: 2686-CC-2023	Página 2 de 84	
Nº Obra: 230727		

1.- INTRODUCCIÓN

A solicitud de SERANCO S.A. se ha procedido por parte de ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA S.L.L., entre los días 25/07/2023 y 11/08/2023, a la realización de ensayos tanto destructivos (catas, taladros y testigos) como no destructivos (espesores de pilares metálicos e inspección con pachómetro) para obtener información de la estructura de hormigón y metálica existente en el Aparcamiento Jacinto Benavente situado en la Plaza Jacinto Benavente de Madrid.

2.- TRABAJOS REALIZADOS

25.- Catas en estructura de hormigón (losas, muros y forjados) para descubrir las armaduras existentes y poder medir dimensiones de estas (diámetros, separaciones, recubrimientos y profundidad de carbonatación).

40.- Taladros en estructura de hormigón (forjados) para medir in situ la profundidad de carbonatación.

64.- Inspecciones con pachómetro para determinar la localización de la armadura y espesor de recubrimiento en elementos de hormigón armado.

2.- Medidas del espesor de un pilar metálico existente mediante ultrasonidos.

10.- Medidas espesores de forjado.

3.- Extracciones de testigos de hormigón para comprobar su resistencia a compresión y medida de profundidad de carbonatación.

3.- Extracción de testigos para cálculo de módulo de elasticidad.

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID		<div>ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. NIF: B-87002929 adamas@adamascyg.es TEL: 630 626 772 / 635 546 386</div>
Nº Informe: 2686-CC-2023	Página 3 de 84	
Nº Obra: 230727		

3.- CATAS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

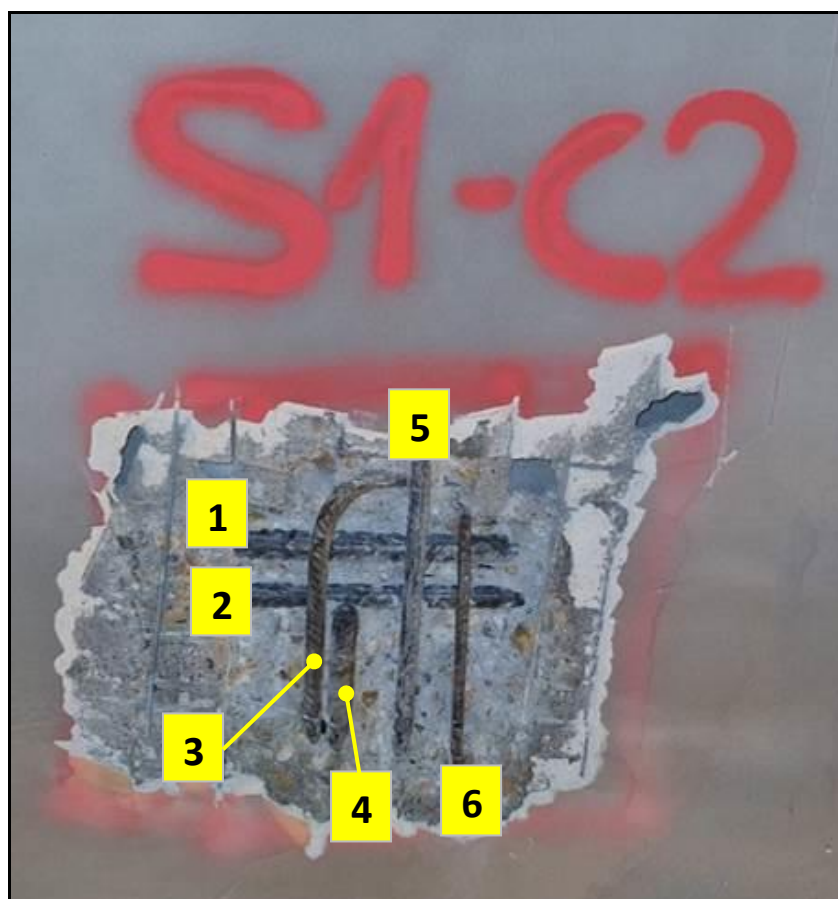
3.1.- MEDIDAS Y ENSAYOS REALIZADOS

Se ha realizado el levantamiento de 25 catas, realizadas por la empresa SERANCO en las zonas de la estructura de hormigón indicadas por FHECOR, hasta descubrir los dos sentidos de las armaduras. Se han realizado ensayos de carbonatación en cada una de las catas así con medida de diámetro de armadura, separación entre las barras y espesor de recubrimiento mínimo. Los resultados de las medidas y ensayos realizados en cada una de las catas son los siguientes:

Cata S1-C1		
Localización: Sótano 1 - Entrada de C/ Carretas - Losa de techo		
Revestimiento: 11 mm		
Carbonatación: 21 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 1,79 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 14	Entre 1 y 2 = 98,52
	Barra 2 = 20	Entre 2 y 3 = 67,54
	Barra 3 = 14	
Armadura Transversal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 16	47,57
	Barra 5 = 20	



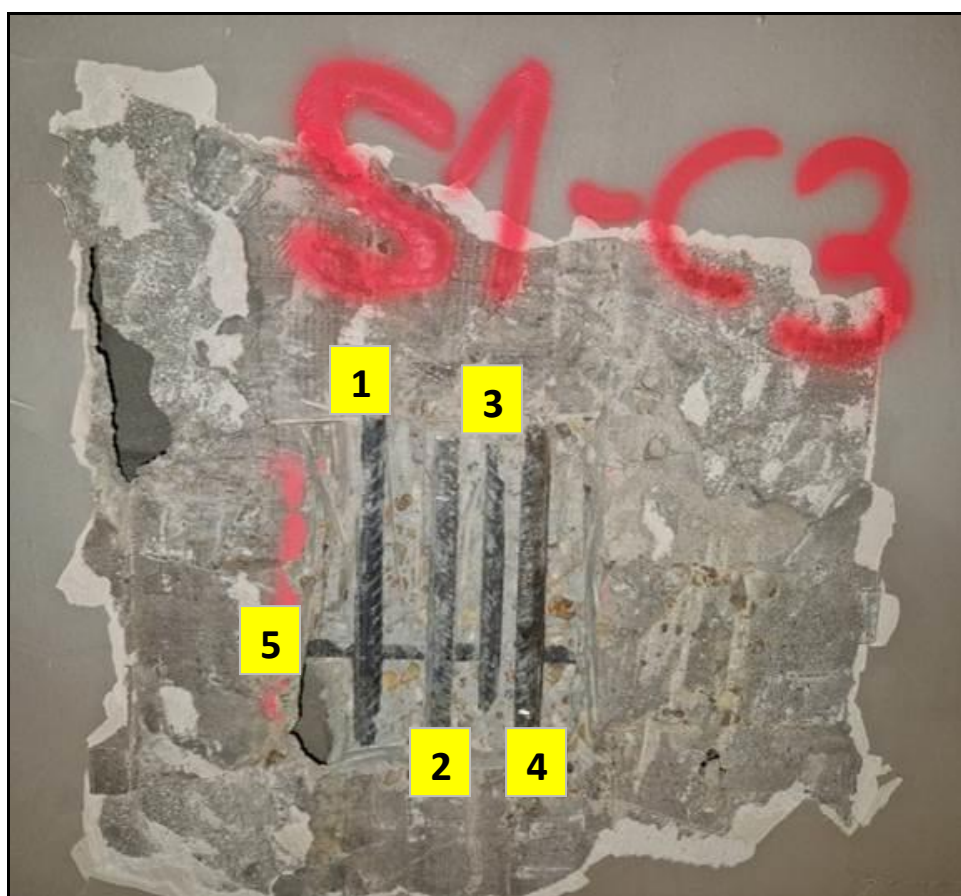
Cata S1-C2		
Localización: Sótano 1 - Plaza 36 - Losa de techo		
Revestimiento: 8 mm		
Carbonatación: 51,18 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento 16,8 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 25	21,86
	Barra 2 = 20	
Armadura Transversal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
4 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 3 = 16	Entre 3 y 4 = 7,75
	Barra 4 = 20	Entre 4 y 5 = 37,70
	Barra 5 = 16	Entre 5 y 6 = 33,20
	Barra 6 = 20	



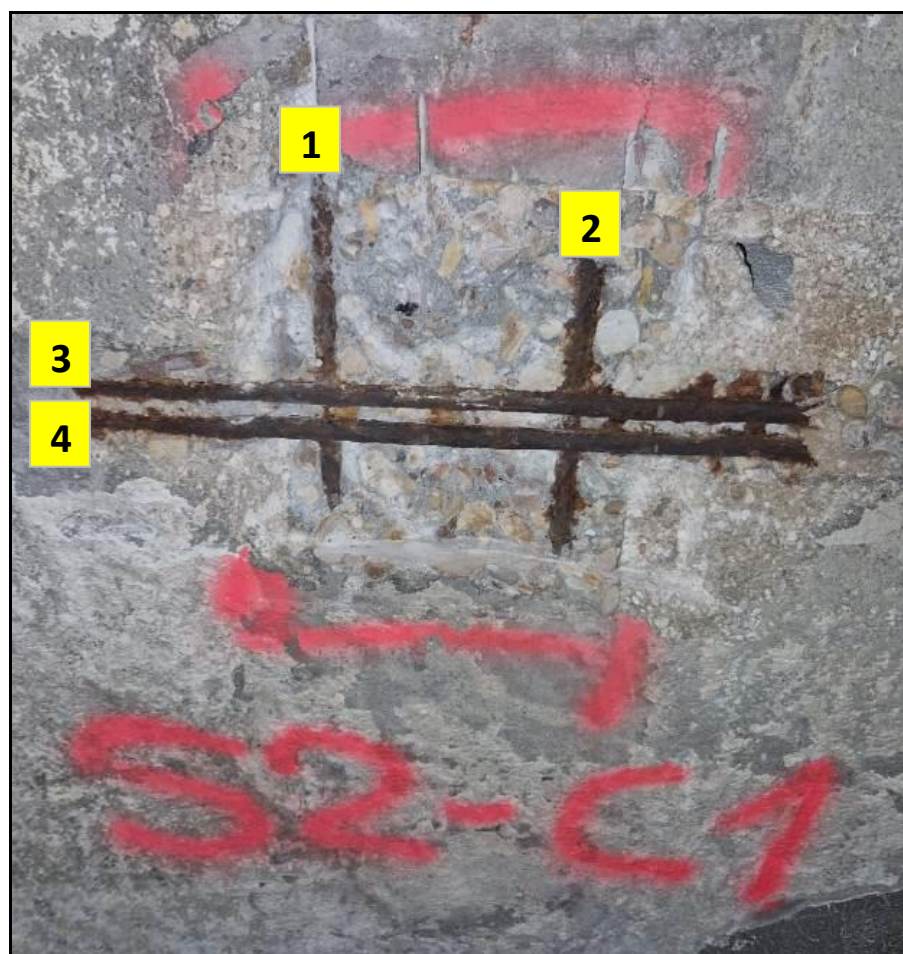
Cata S1-C2-1		
Localización: Sótano 1 - Plaza 5 - Losa de techo		
Revestimiento: 9 mm		
Carbonatación: 75,53 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento 20,71 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 16	Entre 1 y 2 = 45,63
	Barra 2 = 16	Entre 2 y 3 = 31,49
	Barra 3 = 20	
Armadura Transversal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 16	66,4
	Barra 5 = 14	



Cata S1-C3		
Localización: Sótano 1 - Plaza 13 - Losa de techo		
Revestimiento: 6 mm		
Carbonatación: 70,26 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento 32,35 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
4 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 25	Entre 1 y 2 = 40,17
	Barra 2 = 25	Entre 2 y 3 = 23,96
	Barra 3 = 20	Entre 3 y 4 = 14,20
	Barra 4 = 25	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
1 barra de acero con corrugado helicoidal	Barra 5 = 16	66,4



Cata S2-C1		
Localización: Sótano 2 - Plaza 86 - Losa de techo		
Revestimiento: 10 mm		
Carbonatación: totalidad de la cata		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento 15,70 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 14	128
	Barra 2 = 14	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 3 = 12	11,03
	Barra 4 = 12	



Cata S2-C2		
Localización: Sótano 2 - Plaza 58 - Losa de techo		
Revestimiento: 12 mm		
Carbonatación: 31,22 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento 22,55 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 14	Entre 1 y 2 = 13,80
	Barra 2 = 14	Entre 2 y 3 = 38,04
	Barra 3 = 14	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
1 barra de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 10	---



Cata S2-C2-1		
Localización: Sótano 2 - Plaza 26 - Losa de techo		
Revestimiento: 11 mm		
Carbonatación: 41,45 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 22,11 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 16	71,85
	Barra 2 = 14	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 3 = 12	33,59
	Barra 4 = 10	



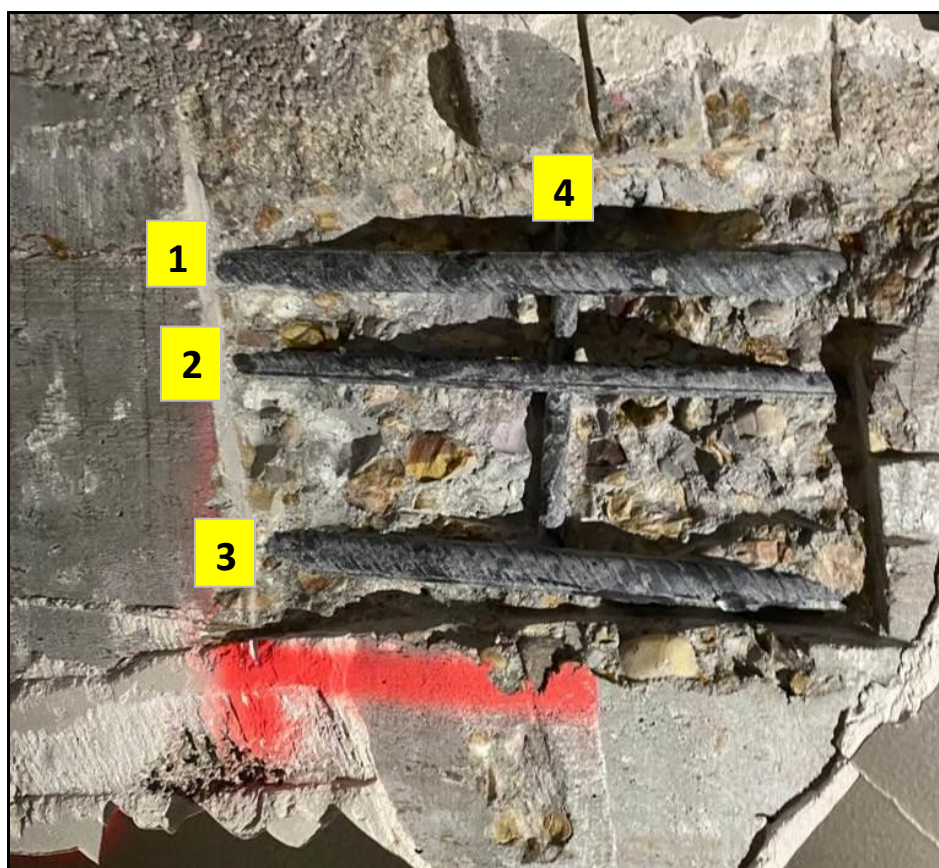
Cata S2-C2-2		
Localización: Sótano 2 - Plaza 9 - Losa de techo		
Revestimiento: 8 mm		
Carbonatación: 71,23 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento 17,03 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 12	110
	Barra 2 = 14	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 3 = 12	44,53
	Barra 4 = 10	



Cata S2-S1		
Localización: Sótano 2 - Plaza 67 - Losa de suelo		
Revestimiento: 22 mm		
Carbonatación: 13,60 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 18,80 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 20	120
	Barra 2 = 20	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 3 = 16	23,40
	Barra 4 = 16	



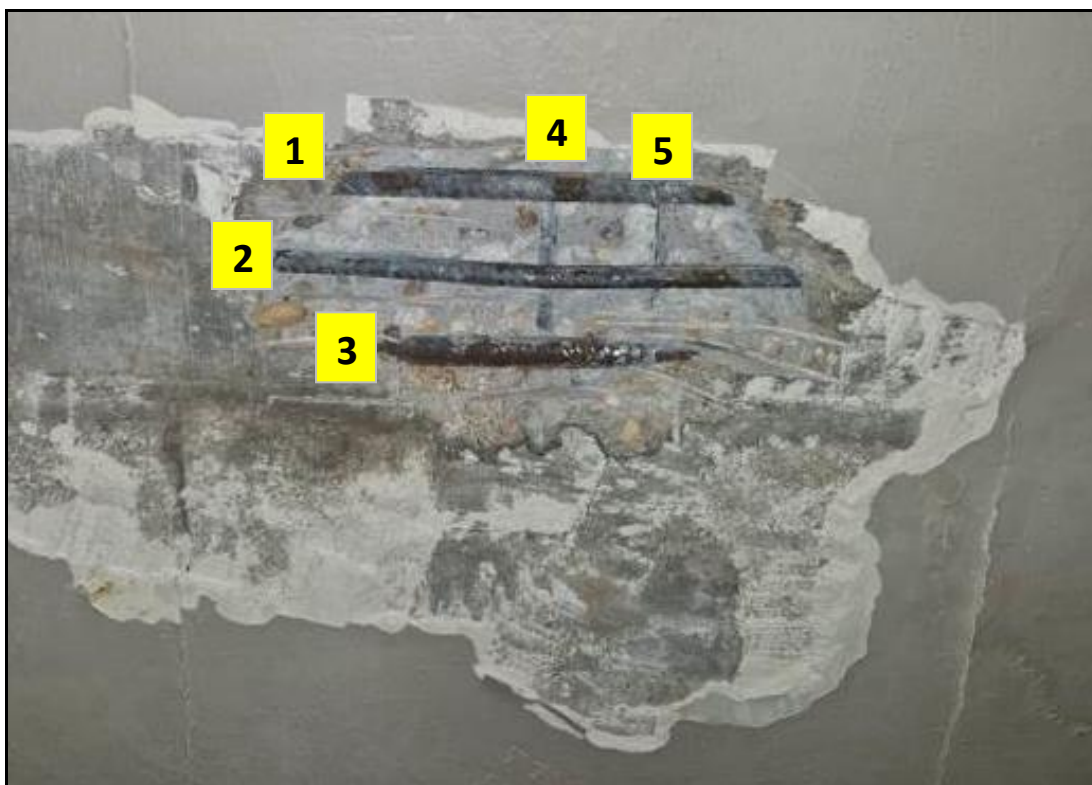
Cata S2-C3		
Localización: Sótano 2 - Plaza 21 - Losa de techo		
Revestimiento: 8 mm		
Carbonatación: totalidad de la cata		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 19,26 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 20	Entre 1 y 2 = 27,38
	Barra 2 = 14	Entre 2 y 3 = 71,32
	Barra 3 = 20	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
1 barra de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 12	---



Cata S3-C1		
Localización: Sótano 3 - Plaza 88 - Losa de techo		
Revestimiento: 6 mm		
Carbonatación: 43,21 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 19,82 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 12	Entre 1 y 2 = 4,09
	Barra 2 = 14	Entre 2 y 3 = 52,04
	Barra 3 = 14	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
1 barra de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 14	---



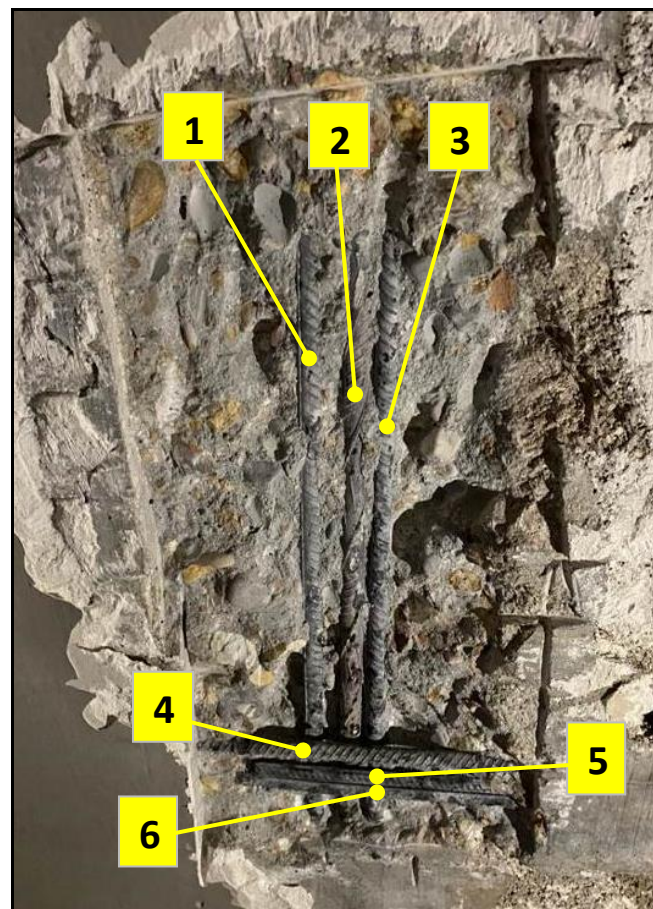
Cata S3-C2		
Localización: Sótano 3 - Plaza 47 - Losa de techo		
Revestimiento: 8 mm		
Carbonatación: 35,06 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 16,42 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 20	Entre 1 y 2 = 43,34
	Barra 2 = 16	Entre 2 y 3 = 45,88
	Barra 3 = 20	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 12	68,76
	Barra 5 = 12	



Cata S3-C2-1		
Localización: Sótano 3 - Plaza 27 - Losa de techo		
Revestimiento: 10 mm		
Carbonatación: 27,70 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 19,74 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 12	Entre 1 y 2 = 58,09
	Barra 2 = 16	Entre 2 y 3 = 31,98
	Barra 3 = 14	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
1 barra de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 10	---



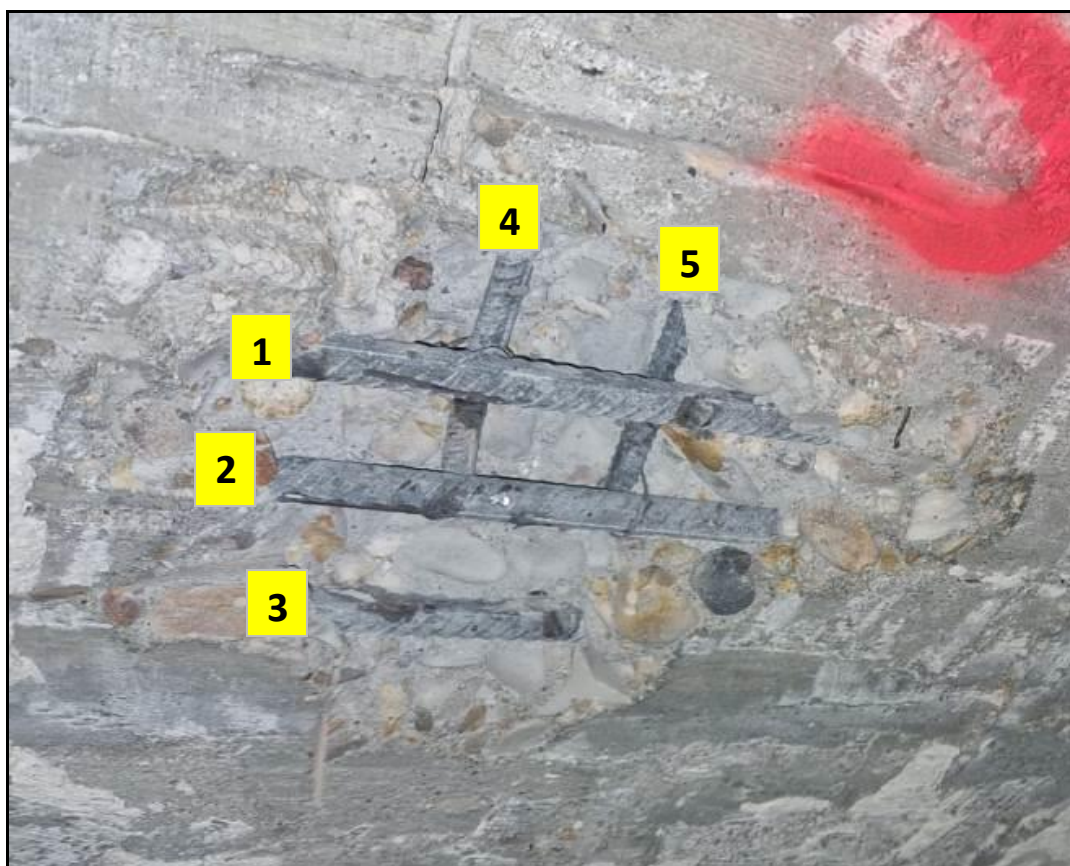
Cata S3-C2-2		
Localización: Sótano 3 - Plaza 72 - Losa de techo		
Revestimiento: 11 mm		
Carbonatación: 23,14 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 13,34 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 16	Entre 1 y 2 = 12,94
	Barra 2 = 16	Entre 2 y 3 = 2,45
	Barra 3 = 16	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 12	Entre 4 y 5 = 18,36
	Barra 5 = 10	Entre 5 y 6 = 0
	Barra 6 = 12	



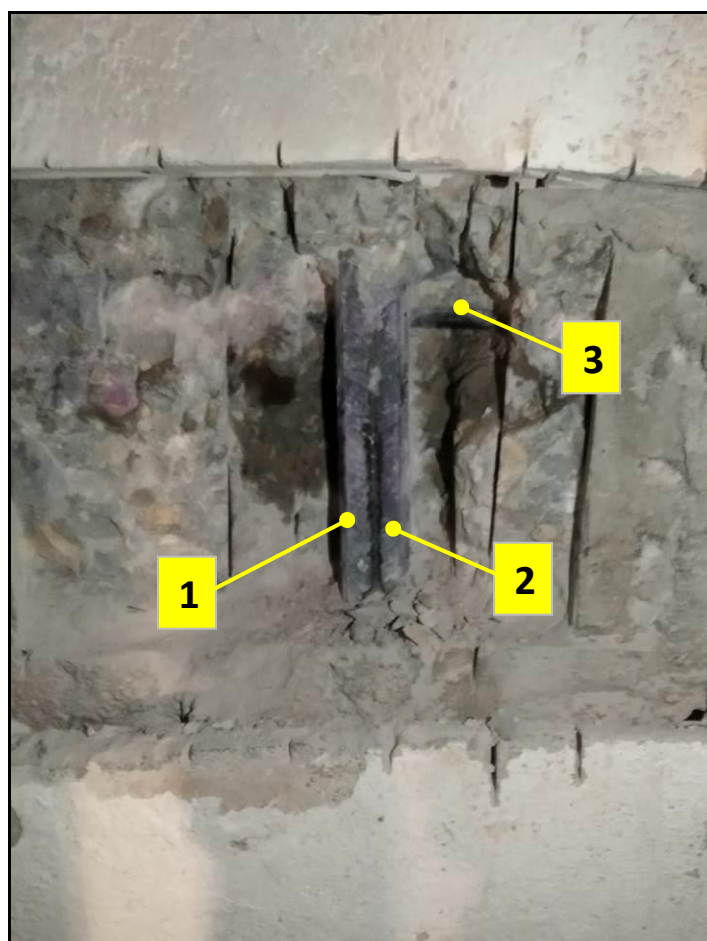
Cata S3-S1		
Localización: Sótano 3 - Plaza 87 - Losa de suelo		
Revestimiento: 22 mm		
Carbonatación: totalidad de la cata		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 31,22 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 16	240
	Barra 2 = 16	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 3 = 16	109
	Barra 4 = 16	



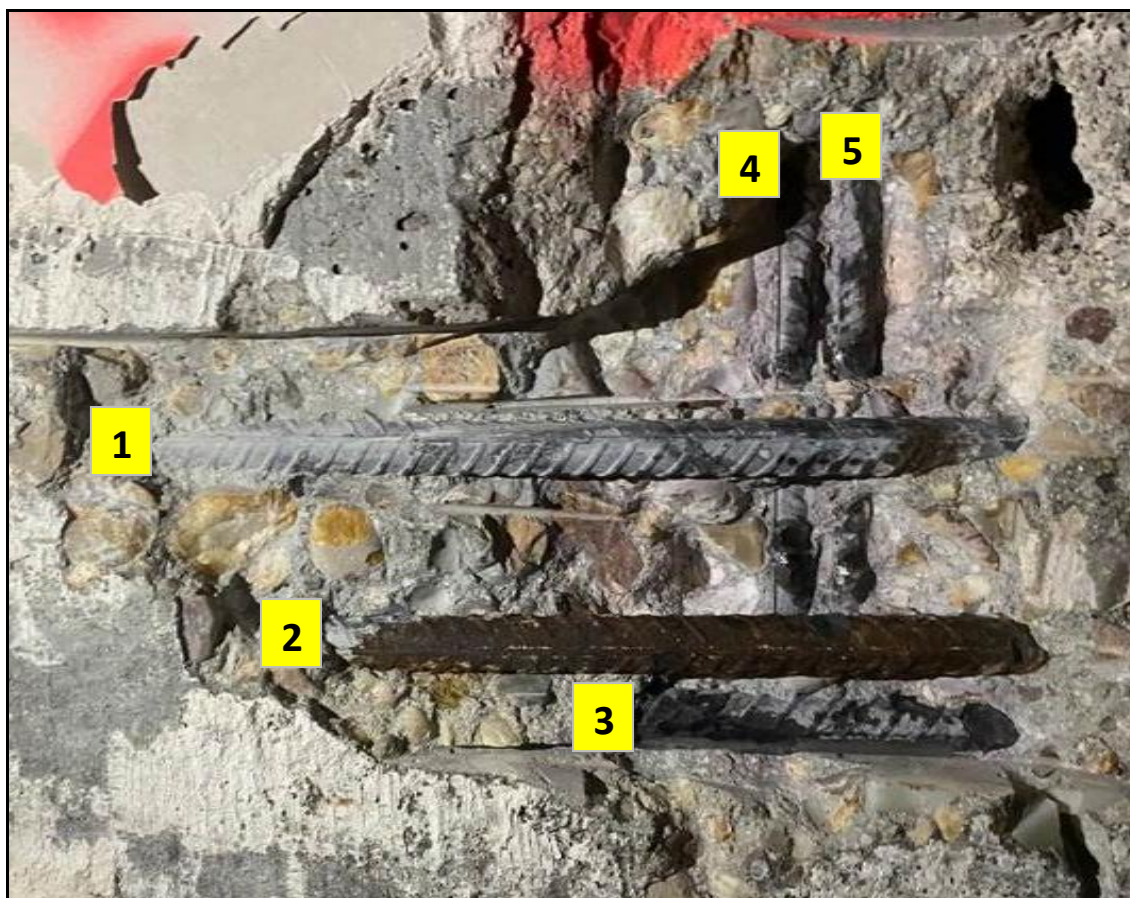
Cata S3-C3		
Localización: Sótano 3 - Plaza 16 - Losa de techo		
Revestimiento: 9 mm		
Carbonatación: 17,21 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 18,67 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 14	Entre 1 y 2 = 44,28
	Barra 2 = 14	Entre 2 y 3 = 34,97
	Barra 3 = 14	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 10	46,60
	Barra 5 = 10	



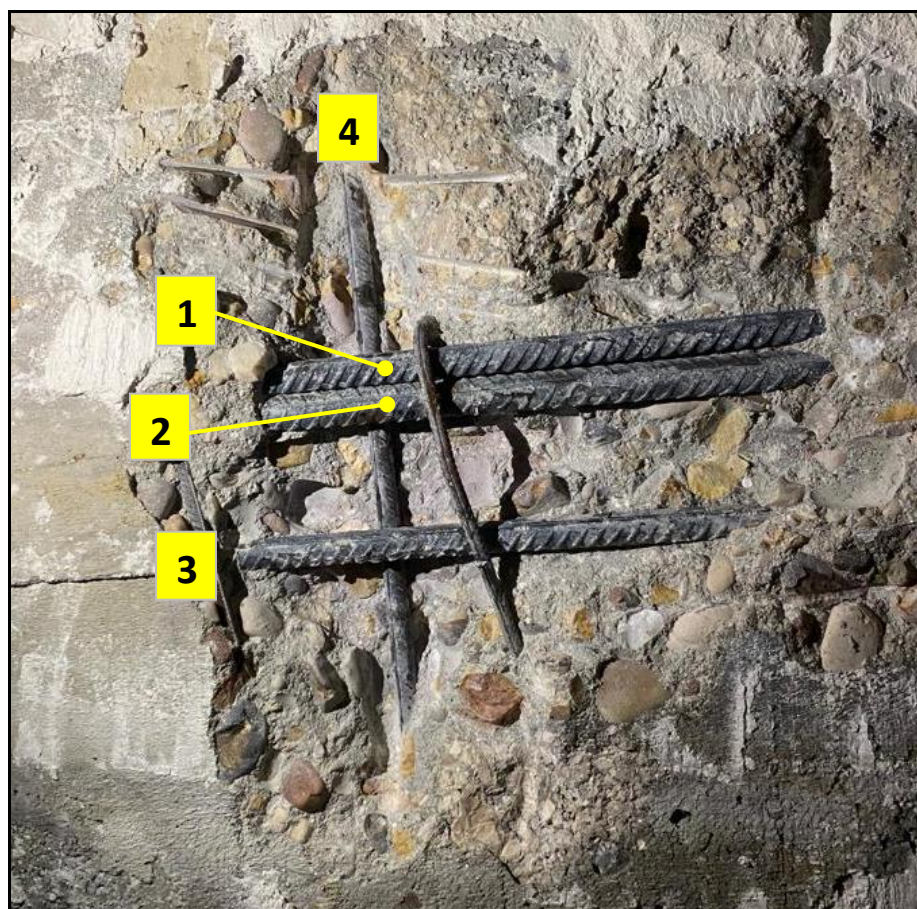
Cata S3-M1		
Localización: Sótano 3 – Patio 2 - Muro		
Revestimiento: 4 mm		
Carbonatación: 32,43 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 85,12 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 32	20,11
	Barra 2 = 32	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
1 barra de acero con corrugado helicoidal	Barra 3 = 16	---



Cata S4-C1		
Localización: Sótano 4 - Plaza 40 - Losa de techo		
Revestimiento: 8 mm		
Carbonatación: 54,18 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento 15,55 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 16	Entre 1 y 2 = 46,92
	Barra 2 = 16	Entre 2 y 3 = 12,12
	Barra 3 = 16	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 12	6,61
	Barra 5 = 10	



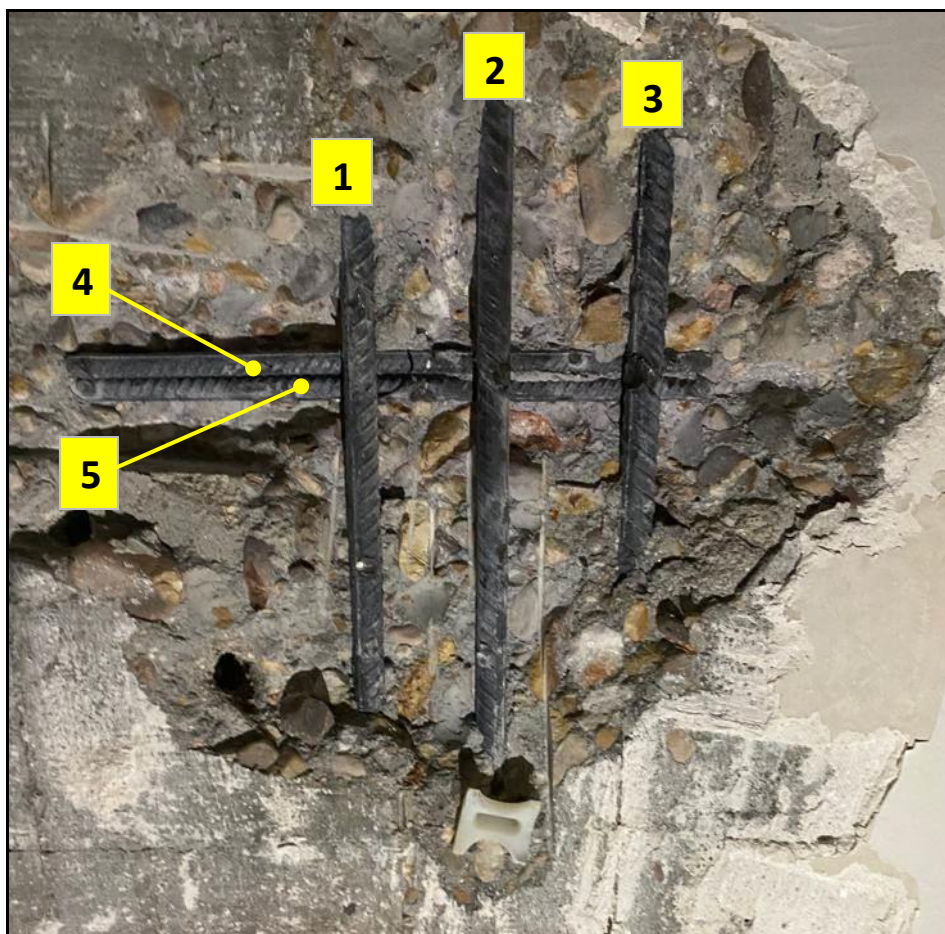
Cata S4-C2		
Localización: Sótano 4 - Plaza 45 - Losa de techo		
Revestimiento: 7 mm		
Carbonatación: totalidad de la cata		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 28,90 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 14	Entre 1 y 2 = 0,00
	Barra 2 = 16	Entre 2 y 3 = 47,47
	Barra 3 = 14	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
1 barra de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 10	---



Cata S4-C2-1		
Localización: Sótano 4 - Plaza 10 - Losa de techo		
Revestimiento: 8 mm		
Carbonatación: 19,09 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 6,90 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 12	120
	Barra 2 = 16	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
1 barra de acero con corrugado helicoidal	Barra 3 = 10	11,75
	Barra 3 = 10	



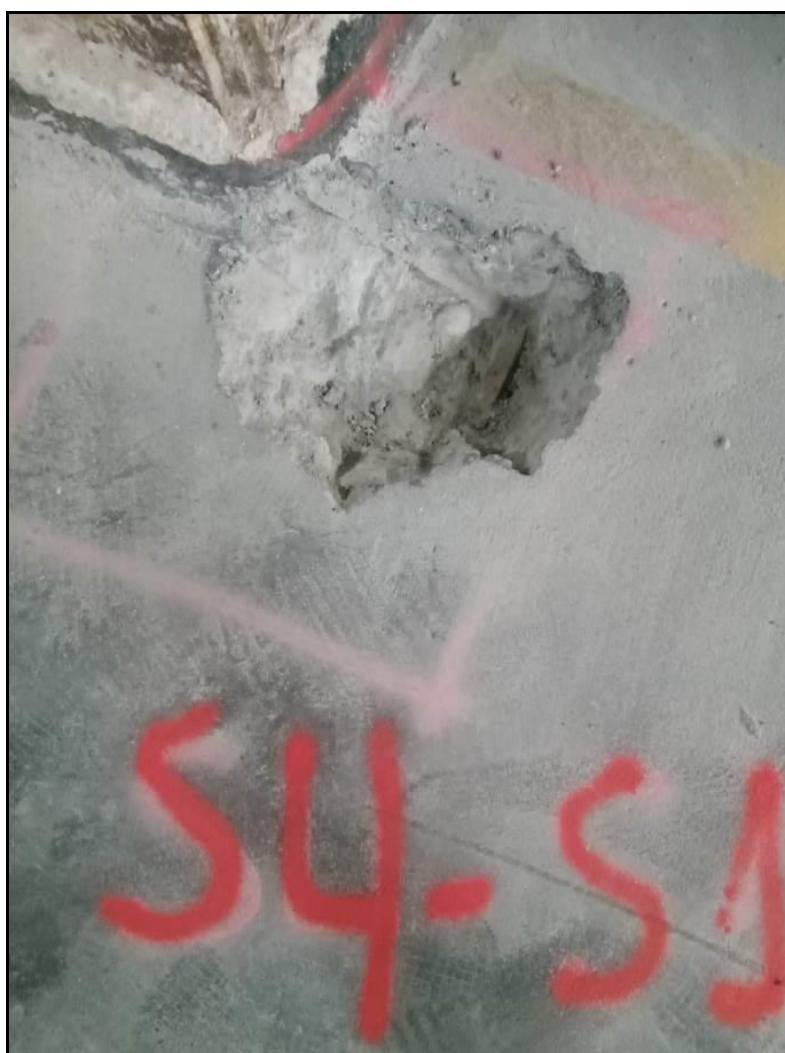
Cata S4-C3		
Localización: Sótano 4 - Plaza 23 - Losa de techo		
Revestimiento: 10 mm		
Carbonatación: totalidad de la cata		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 16,83 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
3 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 14	Entre 1 y 2 = 42,60
	Barra 2 = 14	Entre 2 y 3 = 50,30
	Barra 3 = 16	
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 4 = 10	0,00
	Barra 5 = 10	



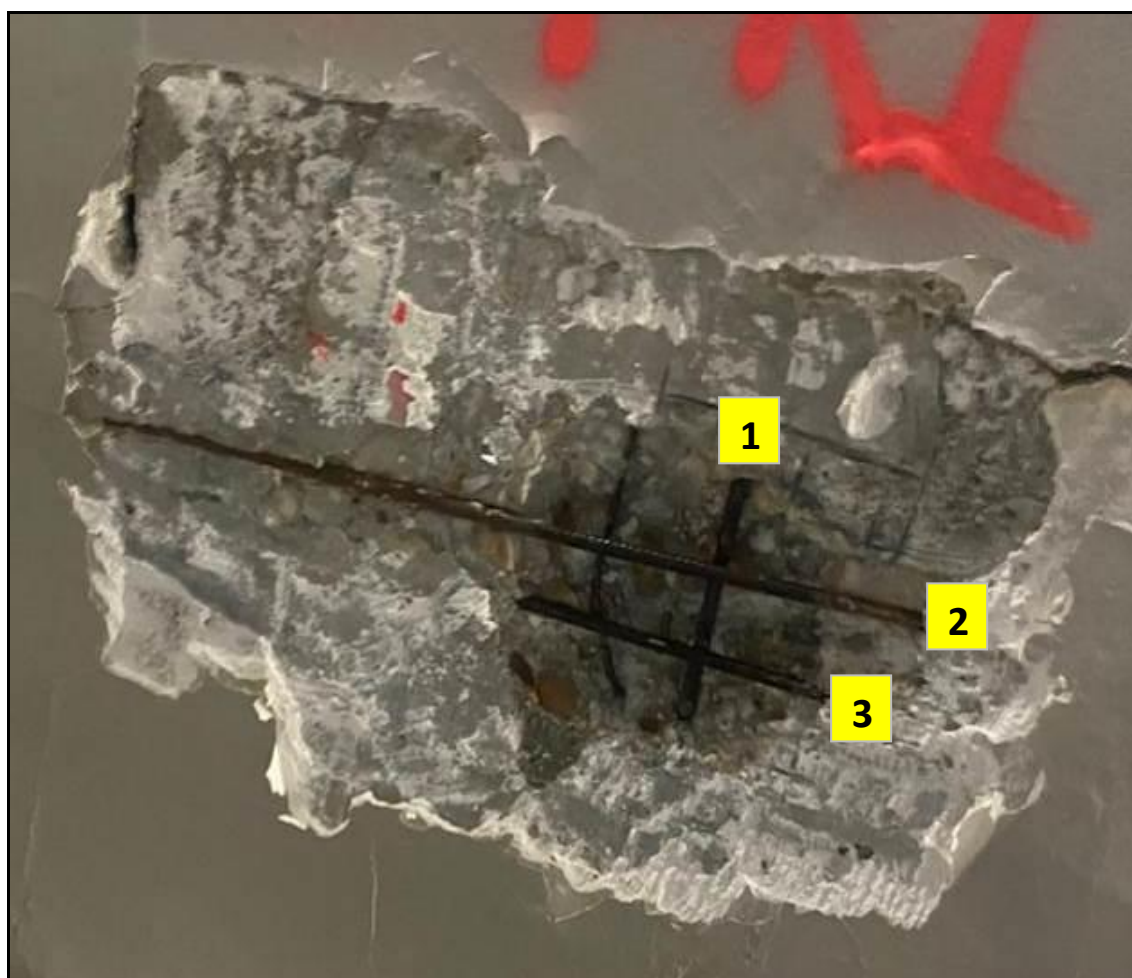
Cata S4-P1
Localización: Sótano 4 - Plaza 91 - Pilar
Revestimiento: 2 mm
Carbonatación: totalidad del recubrimiento
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 16,13 mm
Pilar metálico



Cata S4-S1
Localización: Sótano 4 - Plaza 91 - Losa de suelo
Revestimiento: 22 mm
Carbonatación: totalidad de la cata
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 36,32 mm
No se encuentra armadura en esta cata



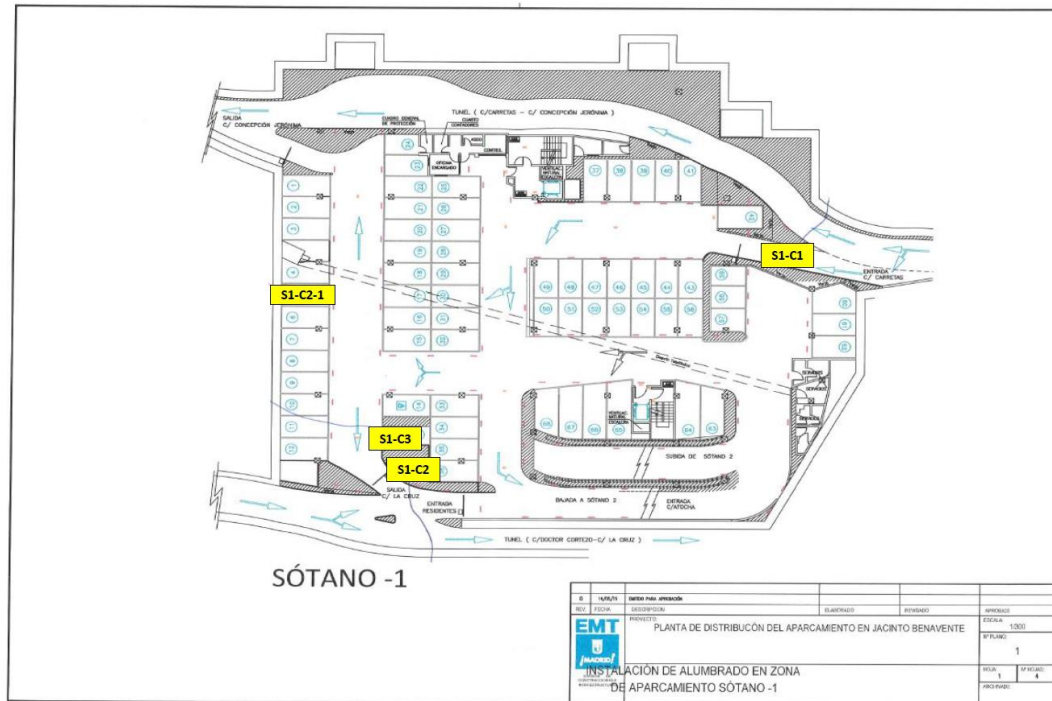
Cata S4-R1		
Localización: Sótano 4 - Rampa de subida de S3 a S2 - Losa de techo		
Revestimiento: 5 mm		
Carbonatación: totalidad de la cata		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 0,00 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
1 barra de acero con corrugado helicoidal	Barra 1 = 10	---
Armadura Transversal		
Tipo	Diámetro (mm)	Separación (mm)
2 barras de acero con corrugado helicoidal	Barra 2 = 10	48,70
	Barra 3 = 10	



Cata S4-M1		
Localización: Sótano 4 – Patio 2 - Muro		
Revestimiento: 5 mm		
Carbonatación: 76,41 mm		
Recubrimiento mínimo sin contar revestimiento: 86,40 mm		
Tipo de acero en armaduras: B 400 SD		
Armadura Longitudinal		
Características	Diámetro (mm)	Separación (mm)
1 barra de acero con corrugado helicoidal	32	---



3.2.- PLANOS DE LOCALIZACIÓN

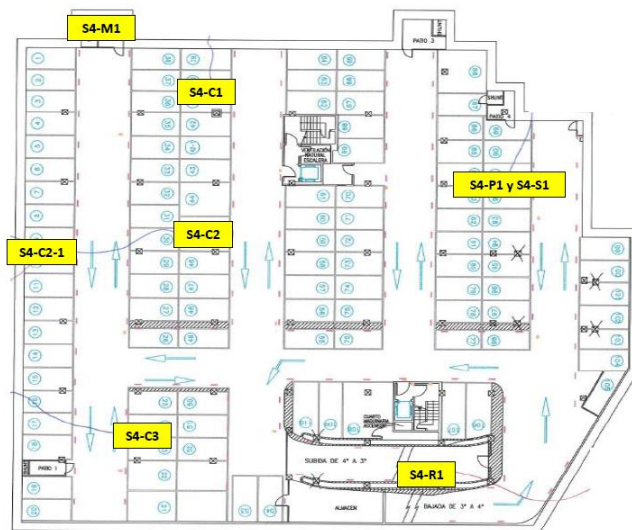




SÓTANO -3

FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
15/06/2023	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DEL APARCAMIENTO EN JACINTO BENAVENTE			
3	3	3	3	3
3	3	3	3	3

INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EN ZONA



SÓTANO -4

FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
15/06/2023	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DEL APARCAMIENTO EN JACINTO BENAVENTE			
4	4	4	4	4
4	4	4	4	4

INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EMERGENCIA EN ZONA DE APARCAMIENTO SÓTANO -4

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID

Nº Informe: 2686-CC-2023

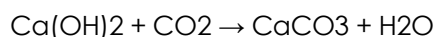
Nº Obra: 230727

Página 31 de 84

4.- TALADROS EN ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

4.1.- MEDIDA DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

La carbonatación del hormigón es un fenómeno derivado de la combinación de CO₂ presente en la atmósfera, con la cal libre del hormigón, para formar carbonato cálcico:



La velocidad con que aparece y se desarrolla esta reacción en las capas más superficiales del hormigón, es dependiente del tipo de atmósfera, tipo de exposición ambiental y condiciones termohigrométricas de la zona donde está ubicada la estructura.

Dado que el Ca(OH)₂ es principalmente el que desarrolla y mantiene el elevado valor del pH del hormigón (12,5 aproximadamente) cuando éste se ha carbonatado el valor del pH desciende por debajo de 9.

El Ca(OH)₂ penetra desde la superficie hacia el interior del hormigón. Por consiguiente, la carbonatación comienza también en la superficie y penetra lentamente hacia el interior. El parámetro decisivo de la calidad del hormigón es la permeabilidad, la cual, para un ambiente dado, depende de la estructura de los poros. La difusión del CO₂ sólo es posible en poros llenos de aire. Por esta razón, el hormigón no se carbonata cuando está totalmente saturado de agua.

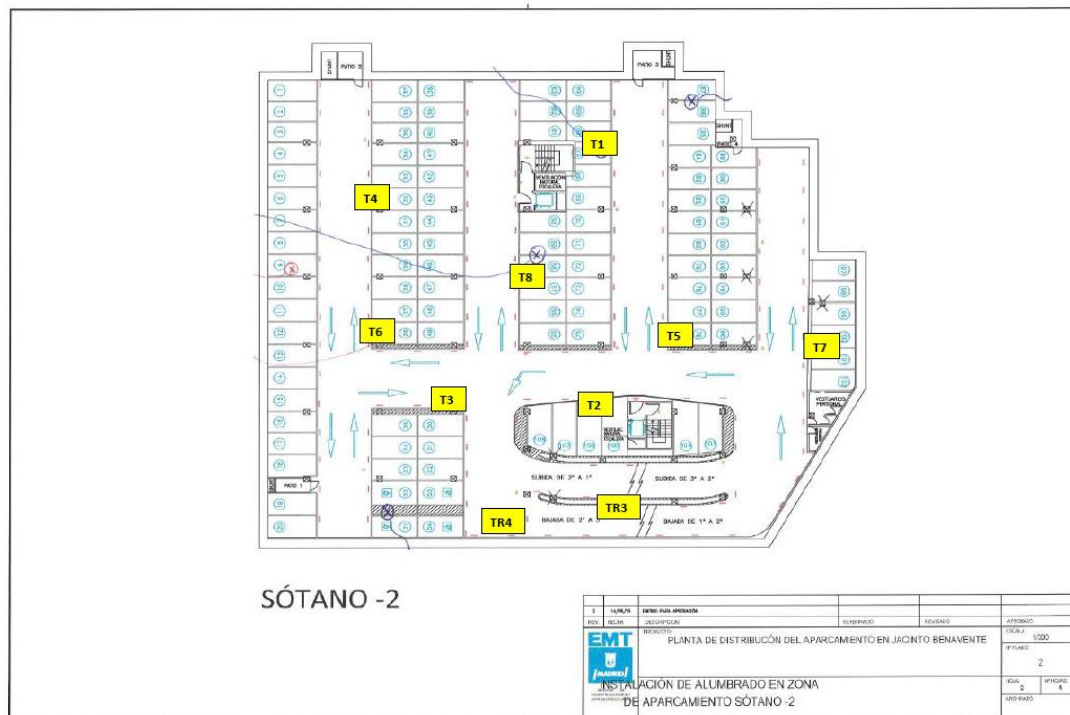
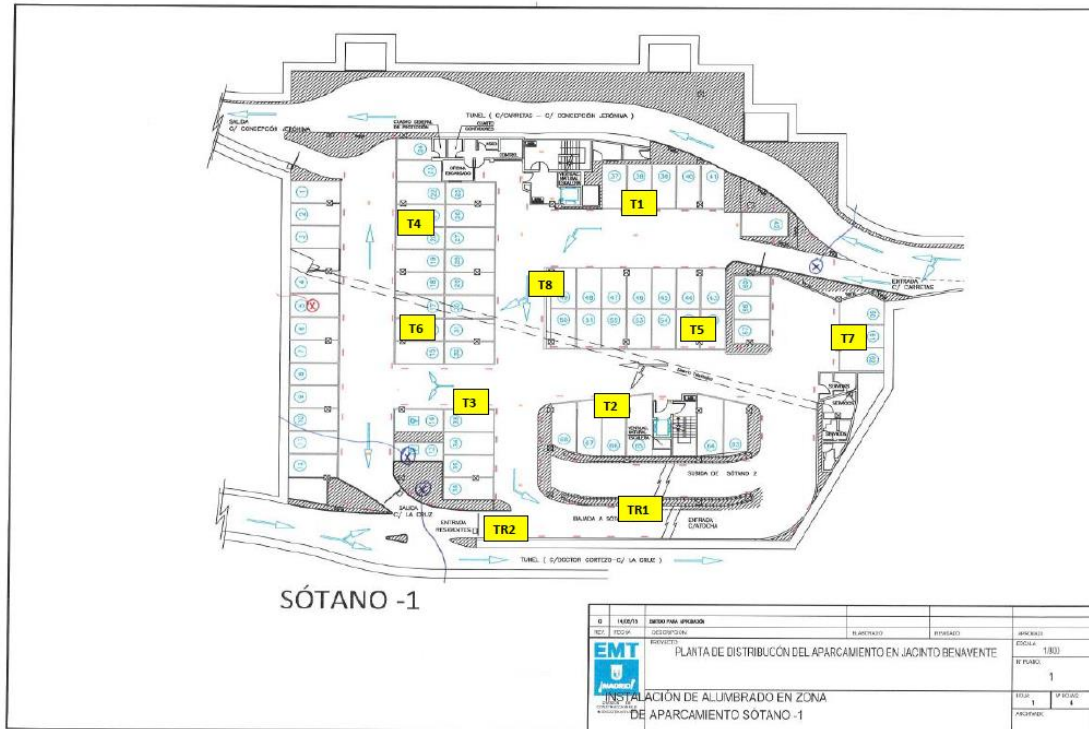
La profundidad de carbonatación puede determinarse con toda precisión mediante tratamiento del hormigón con fenolftaleína, tras cuyo contacto, queda sin colorear la zona carbonatada. Se realiza un primer taladro en el elemento de hormigón objeto de estudio, y al mismo tiempo se rocía de forma permanente con fenolftaleína, hasta el momento en que se observa un viraje a color rosa. Se mide y anota la profundidad del taladro con pie de rey.

Los resultados de los ensayos realizados se recogen en la siguiente tabla:

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID		<div>ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. NIF: B-87002929 adamas@adamascyg.es TEL: 630 626 772 / 635 546 386</div>
Nº Informe: 2686-CC-2023	Página 32 de 84	
Nº Obra: 230727		

Planta	Taladro	Localización	Profundidad de Carbonatación (mm)
Sótano -1	T1	Plaza 38	25,00
	T2	Plaza 66	11,90
	T3	Plaza 33	10,03
	T4	Plaza 22	5,10
	T5	Plaza 55	11,00
	T6	Plaza 16	7,17
	T7	Plaza 61	9,50
	T8	Plaza 49	89,00
Rampa de bajada S1-S2	TR1	Zona Superior	15,00
	TR2	Zona Inferior	0,00
Sótano -2	T1	Plaza 66	0,00
	T2	Plaza 106	13,15
	T3	Plaza 50	9,90
	T4	Plaza 32	0,00
	T5	Plaza 76	0,00
	T6	Plaza 26	1,15
	T7	Plaza 100	6,17
	T8	Plaza 57	4,90
Rampa de bajada S2-S3	TR3	Zona Superior	10,50
	TR4	Zona Inferior	19,20
Sótano -3	T1	Plaza 66	0,00
	T2	Plaza 107	4,60
	T3	Plaza 50	0,00
	T4	Plaza 57	26,00
	T5	Plaza 76	8,80
	T6	Plaza 26	35,00
	T7	Plaza 100	5,70
	T8	Plaza 32	2,00
Rampa de bajada S3-S4	TR5	Zona Superior	4,70
	TR6	Zona Inferior	7,30
Sótano -4	T1	Plaza 103	2,00
	T2	Plaza 78	0,00
	T3	Plaza 108	1,80
	T4	Plaza 50	1,85
	T5	Plaza 27	2,50
	T6	Plaza 33	4,10
	T7	Plaza 17	2,20
	T8	Plaza 67	0,20
Rampa de subida S4-S3	TR7	Zona Inferior	8,10
	TR8	Zona Superior	2,06

4.2.- PLANOS DE LOCALIZACIÓN



APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID

Nº Informe: 2686-CC-2023

Nº Obra: 230727

Página 34 de 84

5.- INSPECCIÓN CON PACHÓMETRO

5.1.- MEDIDAS Y ENSAYOS REALIZADOS

Se ha realizado una inspección con el equipo "Microcubrímeter Profometer 4" (pachómetro), en 64 zonas repartidas por las plantas del aparcamiento, con el fin de determinar la localización de la armadura y su espesor de recubrimiento, por aplicación de técnicas no destructivas.

El ensayo se realiza por desplazamiento manual de un cabezal de exploración, de tipo electromagnético, sobre la superficie de los elementos de hormigón estudiados.

Los resultados de los ensayos realizados se recogen en la siguiente tabla:

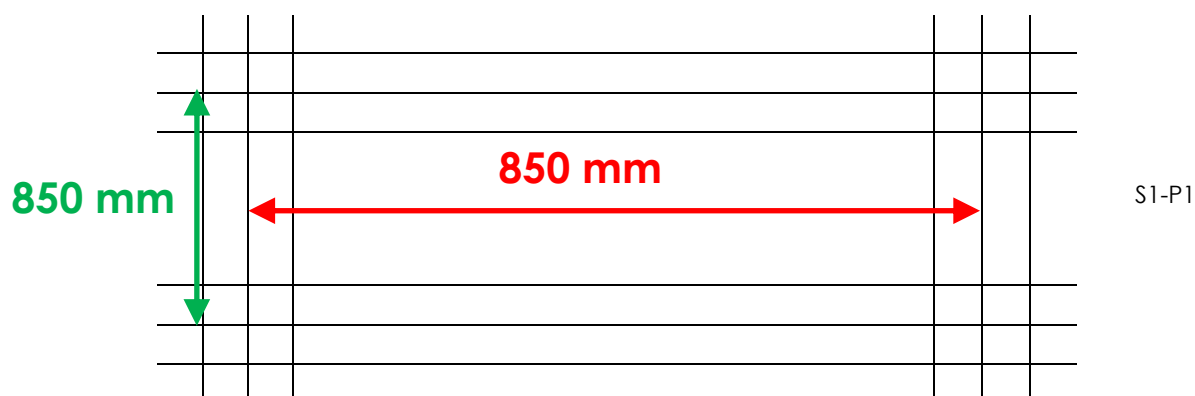
Planta	Medición	Localización	Recubrimiento Mínimo (mm)
Sótano -1	S1-P1	Plaza 55	12
	S1-P2	Plaza 22	24
	S1-P3 (C2-1)	Plaza 5	22
	S1-P4	Plaza 14	10
	S1-P5	Plaza 42	20
	S1-P6	Calle entre plazas 37 y 48	30
	S1-P7	Plaza 45	19
	S1-P8	Plaza 11	28
	S1-P9	Plaza 67	19
	S1-P10	Entrada C/ Carretas próximo a muro de cerramiento	28
	P-S1-C1	Entrada C/ Carretas próximo a plaza 59	13
	P-S1-C2	Plaza 36	23
	P-S1-C3	Plaza 13	25
Rampa de bajada S1-S2	PR-1	Zona Superior	21
	PR-2	Zona Inferior	24

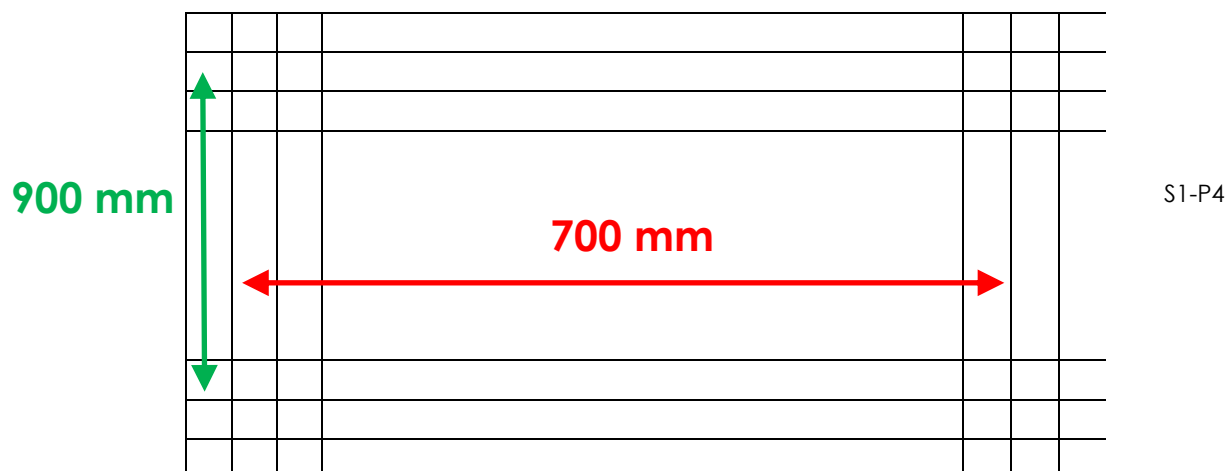
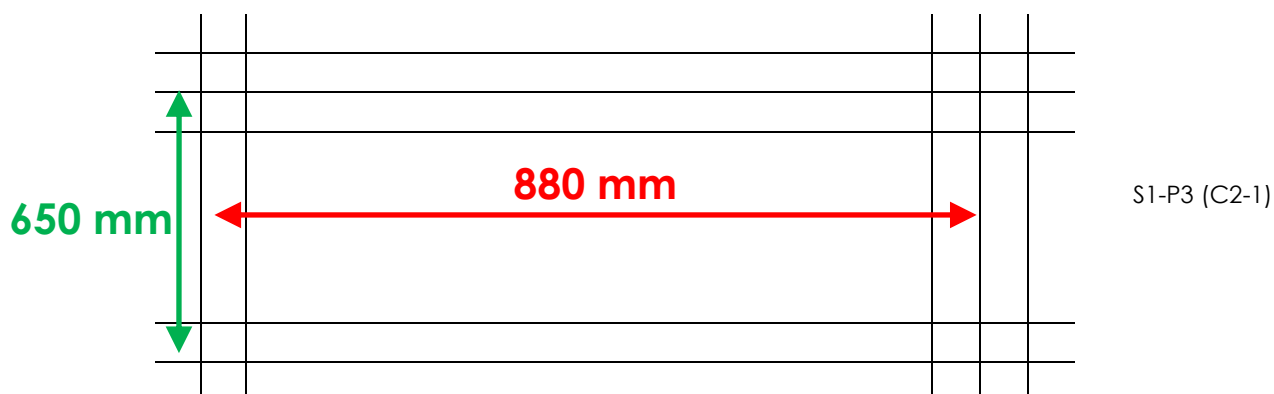
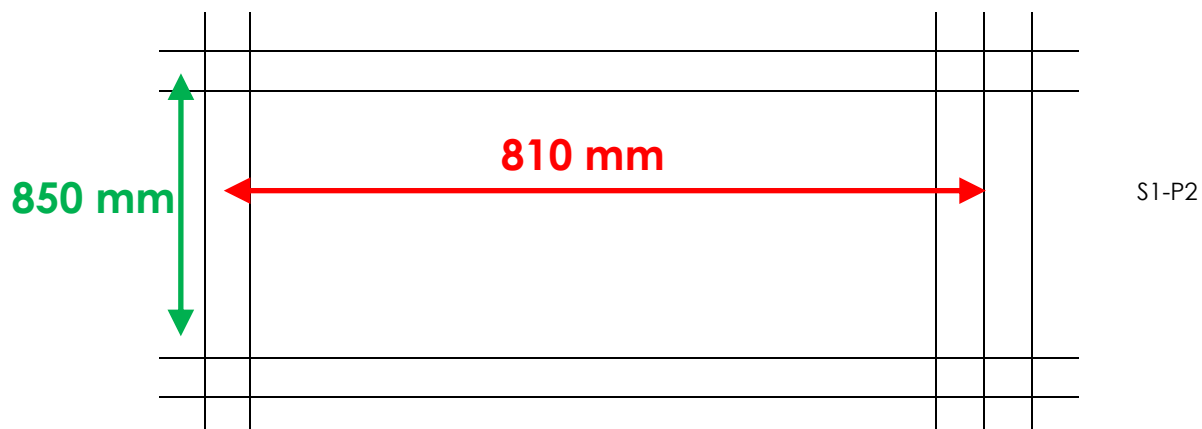
Planta	Medición	Localización	Recubrimiento Mínimo (mm)
Sótano -2	S2-P1	Calle entre plazas 75 y 76	13
	S2-P2	Plaza 32	14
	S2-P3	Plaza 11	29
	S2-P4	Plaza 25	8
	S2-P5	Plaza 92	22
	S2-P6	Plaza 59	22
	S2-P7	Calle entre plazas 72 y 79	25
	S2-P8	Plaza 17	14
	S2-P9	Plaza 107	6
	S2-P10	Calle junto a plaza 88	17
	P-S2-C1	Plaza 86	14
	P-S2-C2	Plaza 58	23
	P-S2-C2-1	Plaza 26	39
	P-S2-C2-2	Plaza 9	13
	P-S2-C3	Plaza 21	18
Rampa de bajada S2-S3	PR-3	Zona Superior	13
	PR-4	Zona Inferior	22
Sótano -3	S3-P1	Calle entre plazas 73 y 78	19
	S3-P2	Plaza 32	23
	S3-P3	Plaza 10	20
	S3-P4	Plaza 25	30
	S3-P5	Plaza 92	19
	S3-P6	Plaza 58	25
	S3-P7	Calle entre plazas 71 y 80	20
	S3-P8	Plaza 18	25
	S3-P9	Plaza 108	17
	S3-P10	Calle junto a plaza 88	22
	P-S3-C1	Plaza 88	18
	P-S3-C2	Plaza 47	20
	P-S3-C2-1	Plaza 27	22
	P-S3-C2-2	Plaza 72	26
	P-S3-C3	Plaza 16	18
Rampa de bajada S2-S3	PR-5	Zona Superior	16
	PR-6	Zona Inferior	12

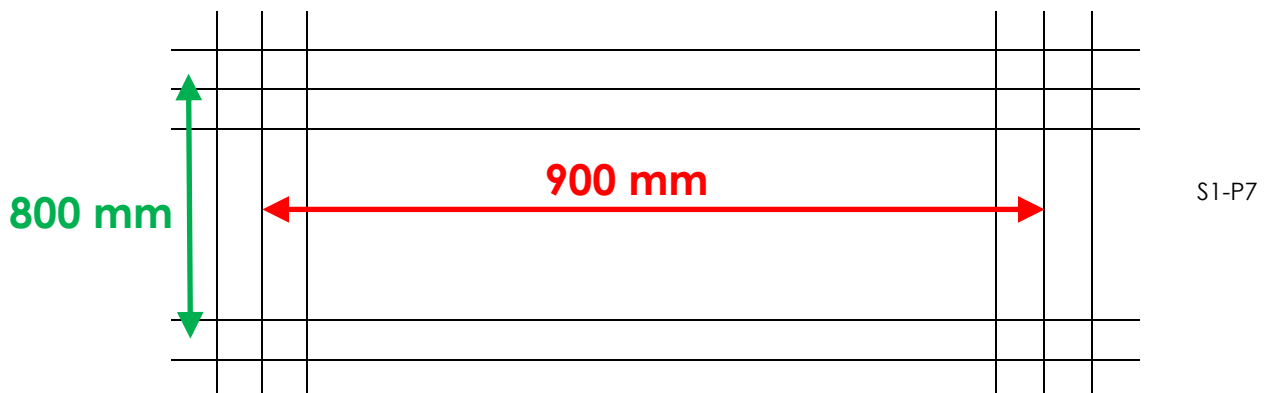
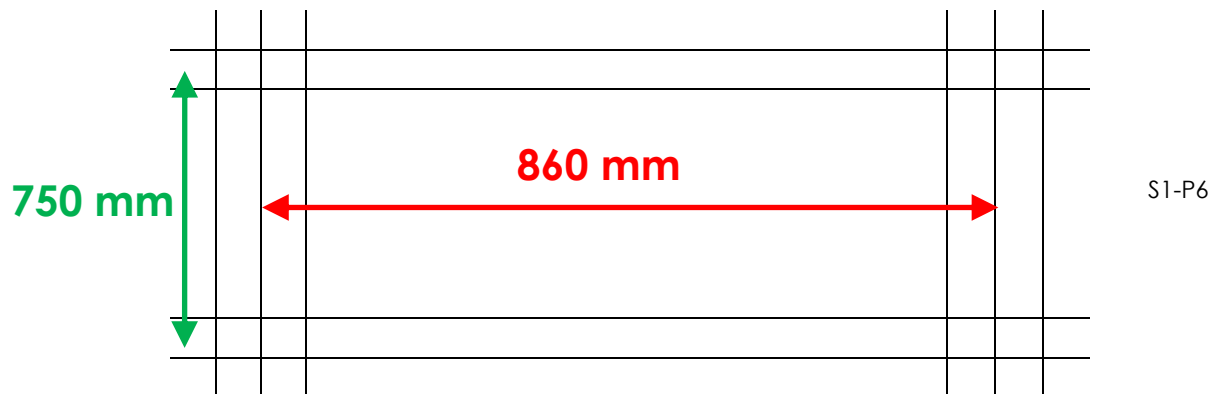
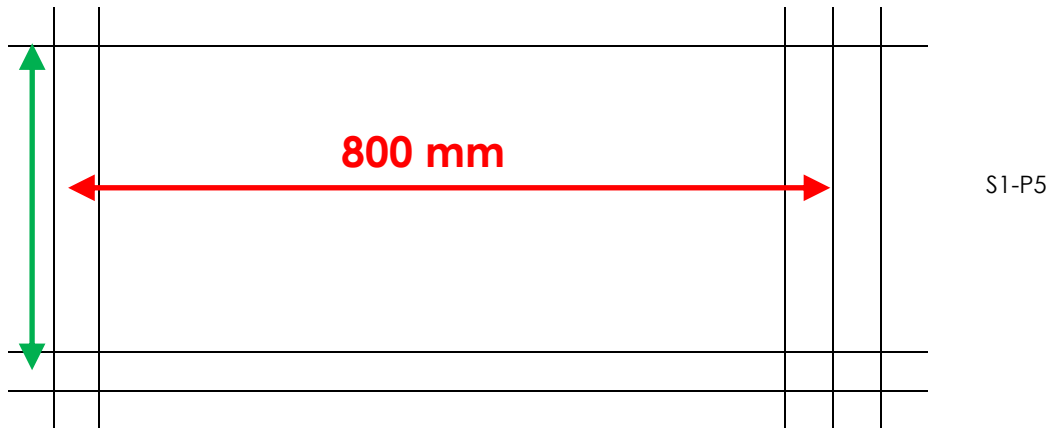
Planta	Medición	Localización	Recubrimiento Mínimo (mm)
Sótano -4	S4-P1	Plaza 109	32
	S4-P2	Plaza 25	24
	S4-P3	Plaza 17	18
	S4-P4	Plaza 11	20
	S4-P5	Plaza 33	20
	S4-P6	Plaza 78	27
	S4-P7	Calle entre plazas 73 y 80	23
	S4-P8	Plaza 60	25
	S4-P9	Plaza 93	25
	S4-P10	Calle junto a plaza 89	23
	P-S4-C1	Plaza 40	21
	P-S4-C2	Plaza 45	20
	P-S4-C3	Plaza 23	23
Rampa de subida S4-S3	PR-7	Zona Inferior	12
	PR-8	Zona Superior	0

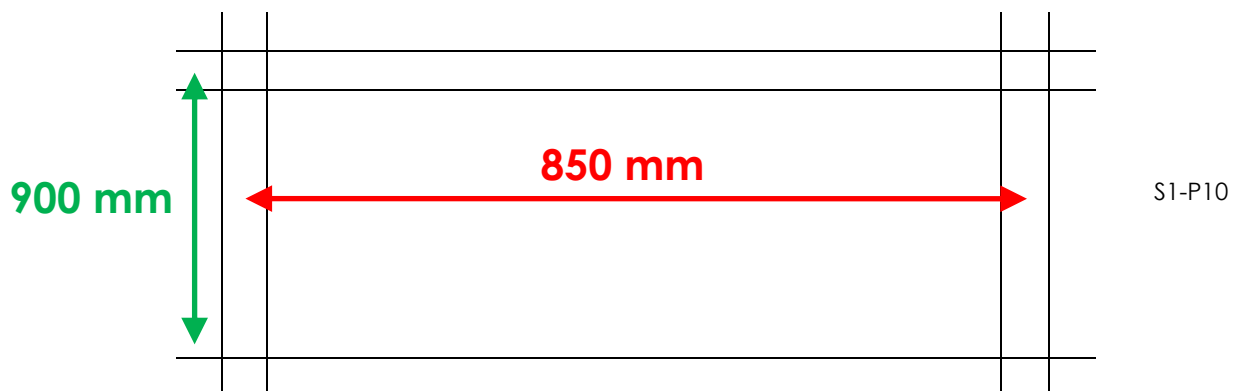
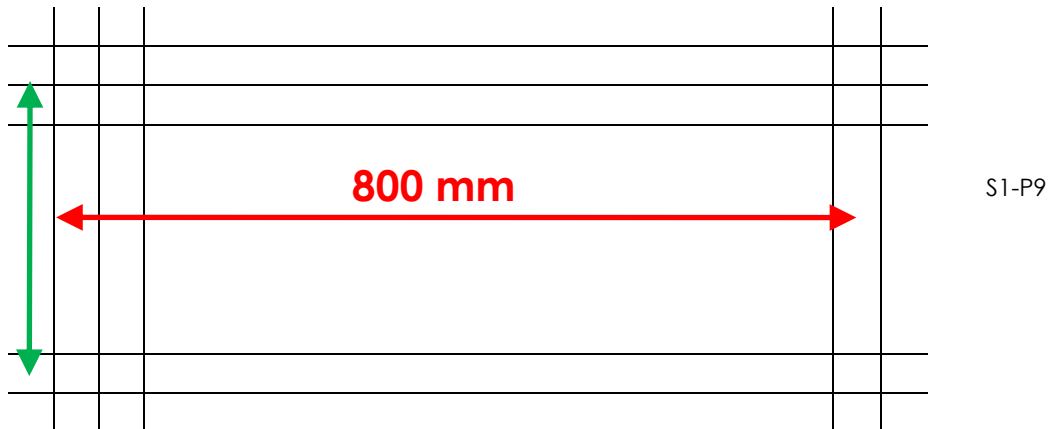
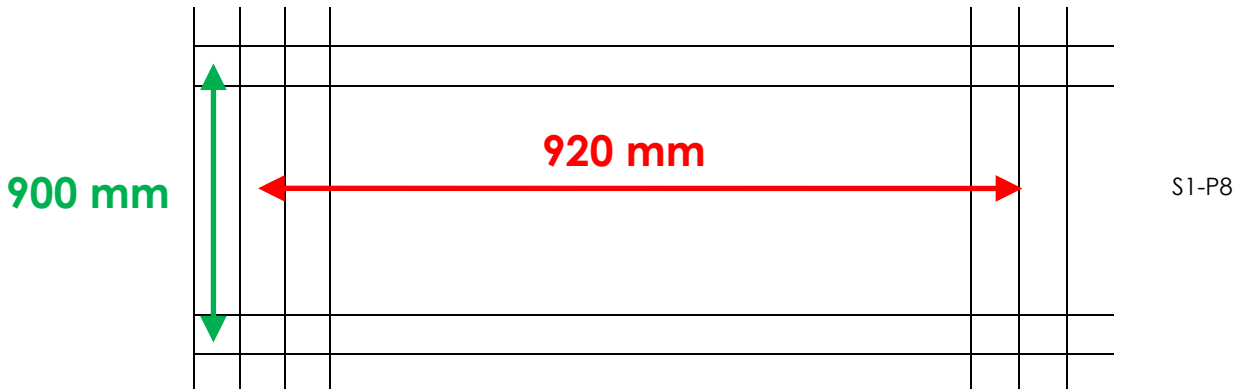
A continuación, y de forma esquemática, se presenta las distribuciones de las barras en cada una de las mediciones:

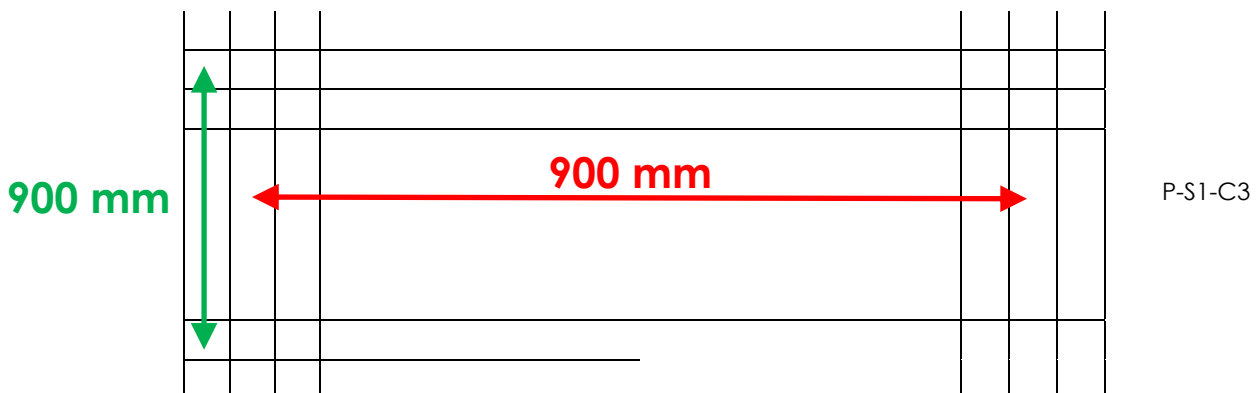
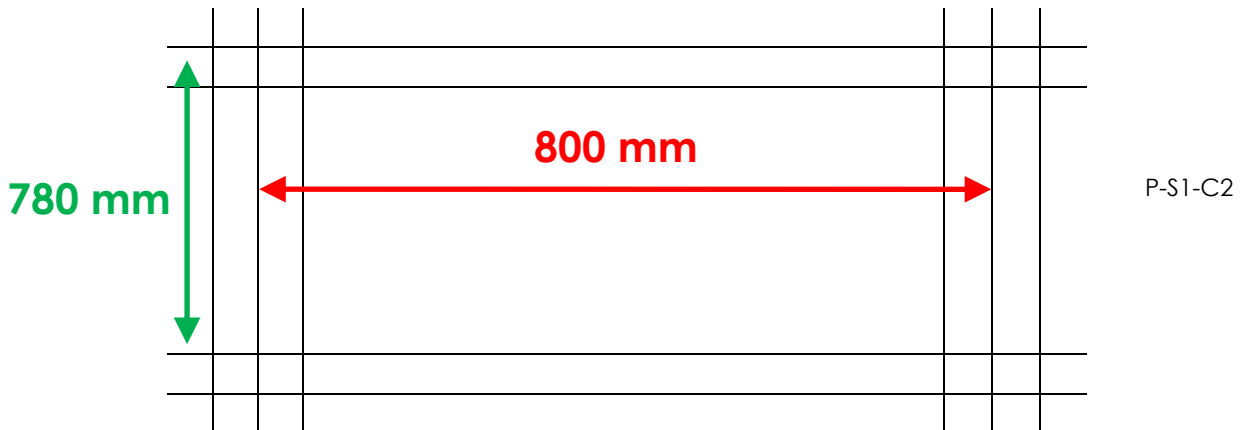
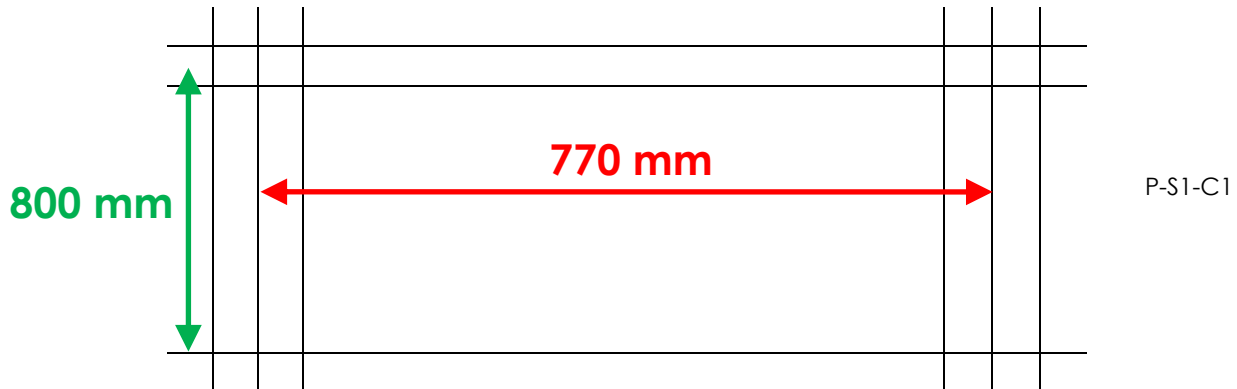
SÓTANO -1



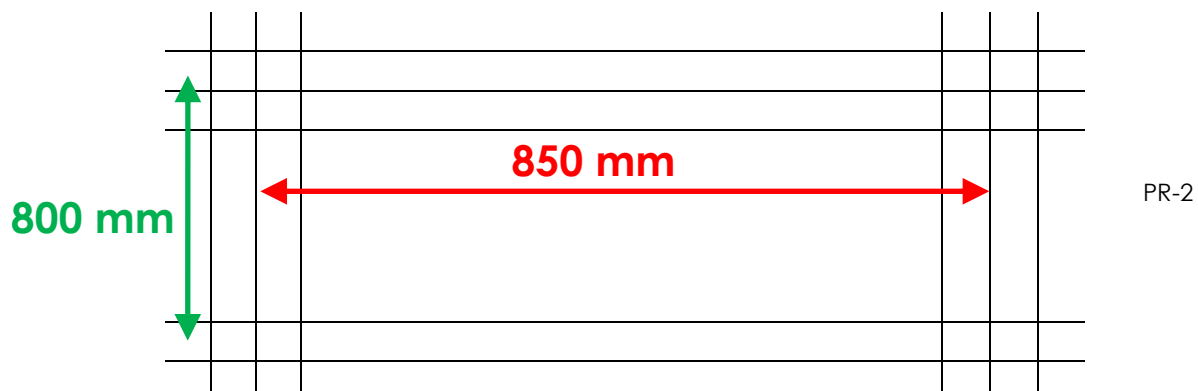
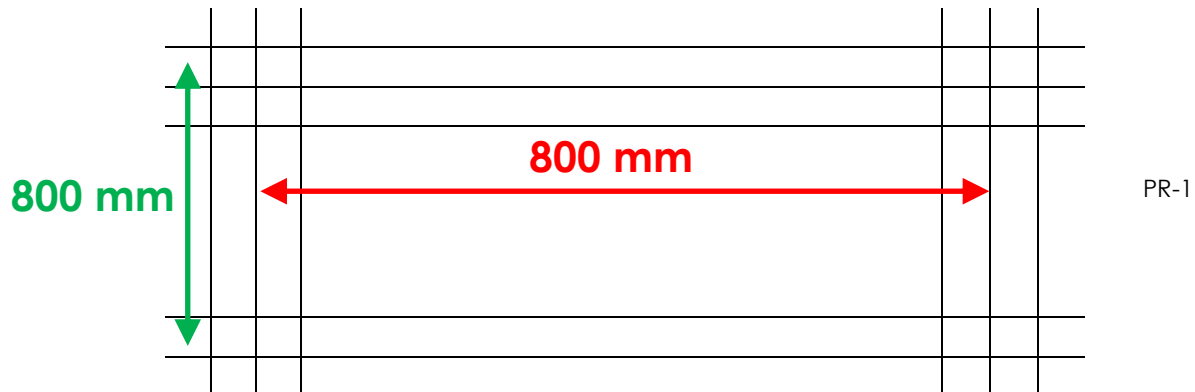




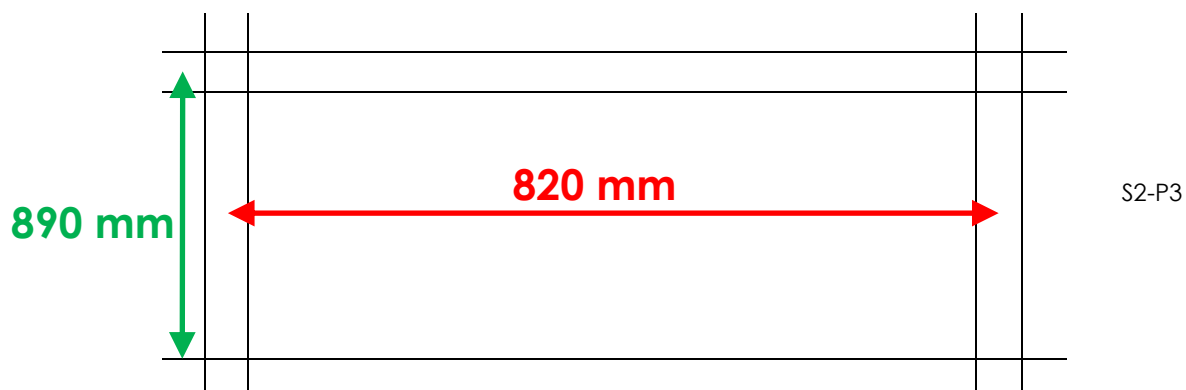
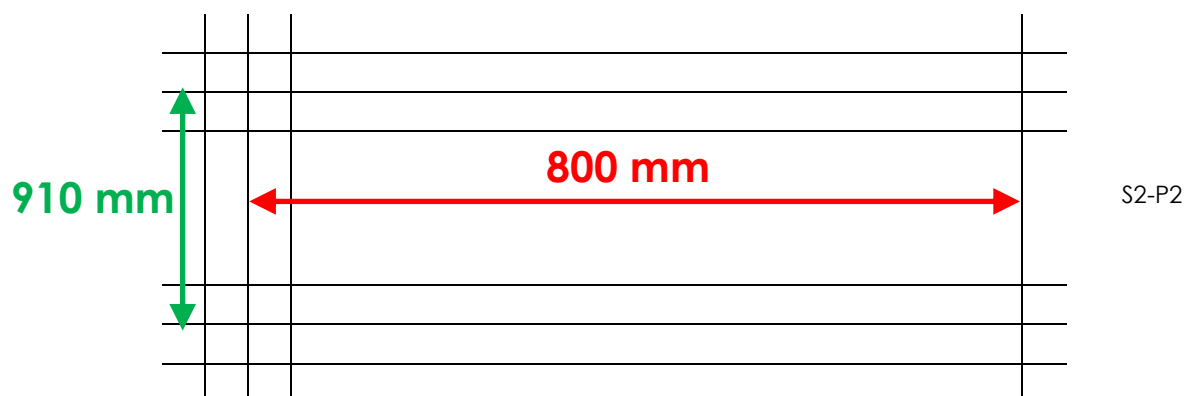
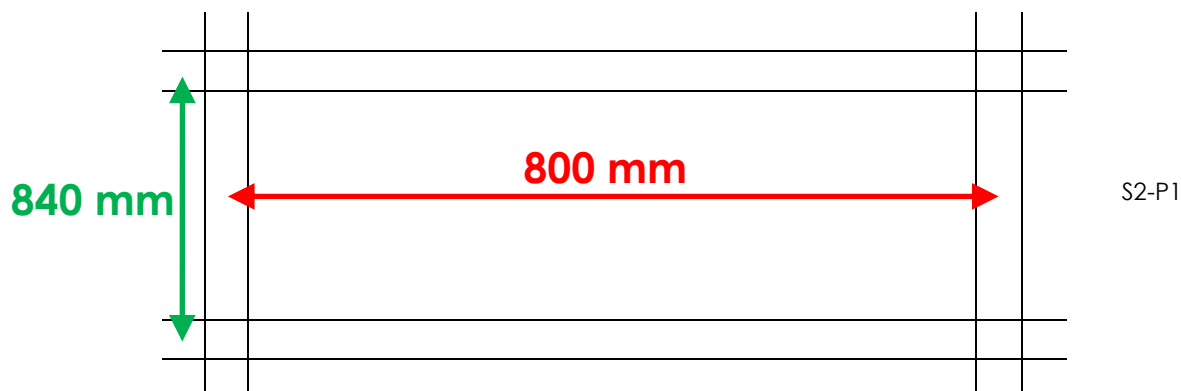


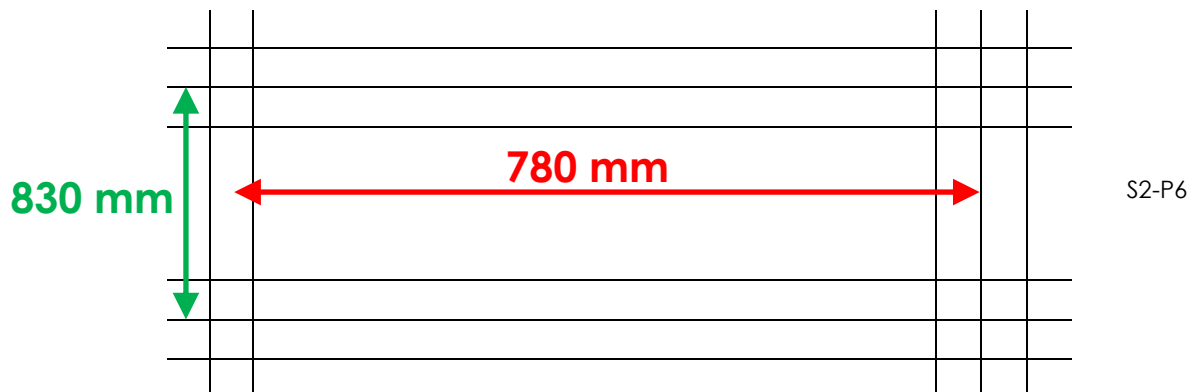
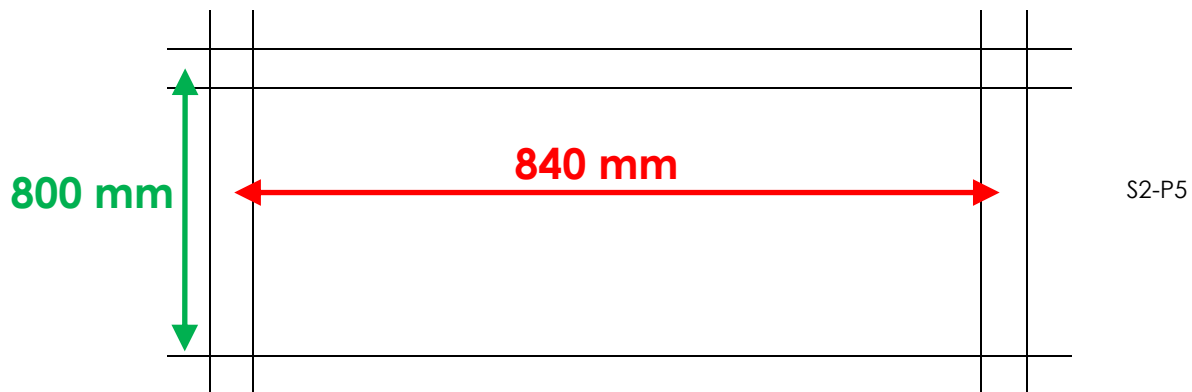
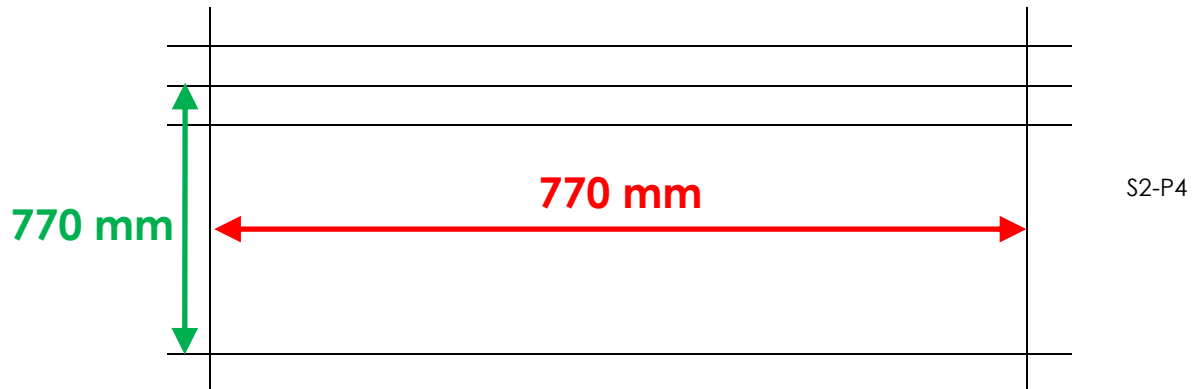


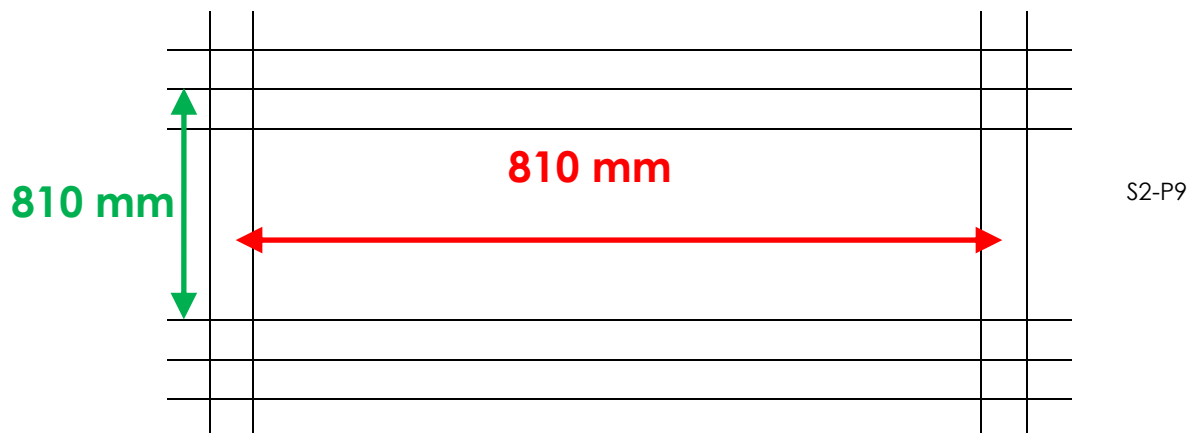
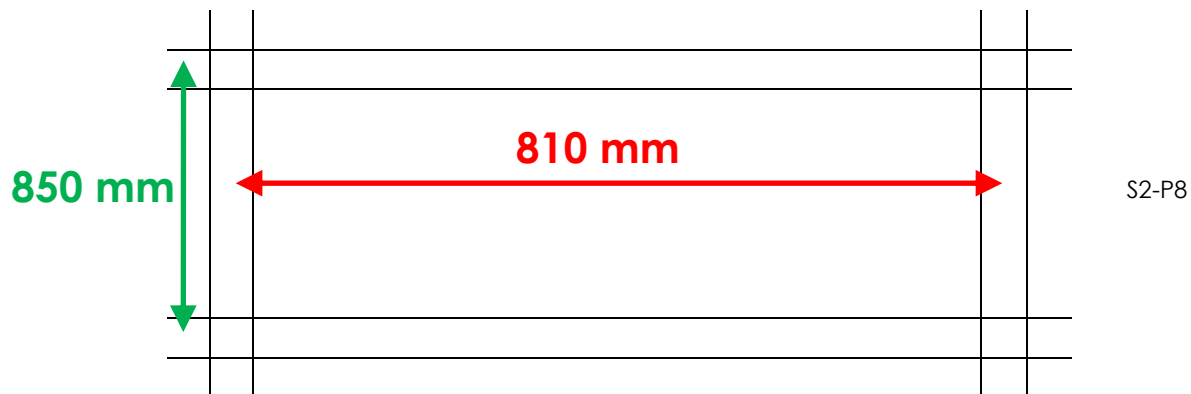
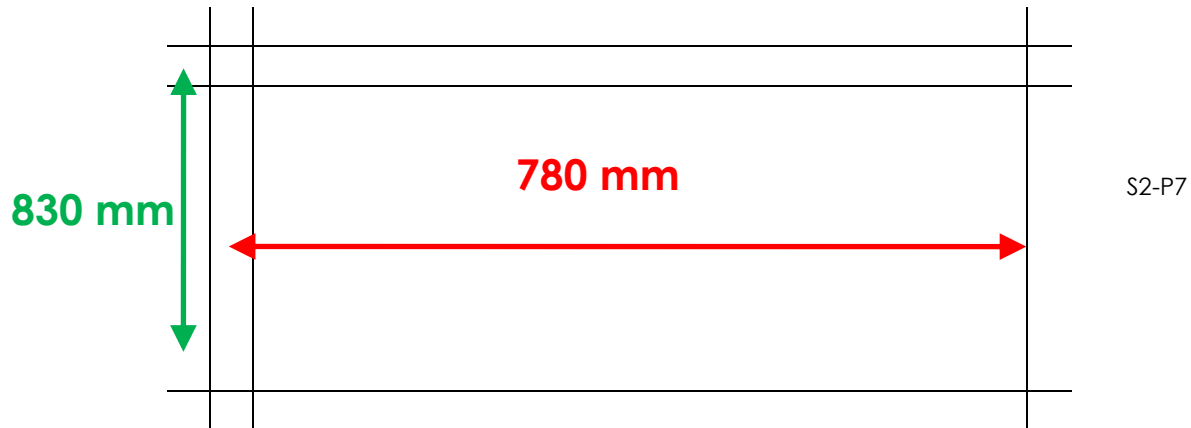
RAMPA DE BAJADA S1-S2

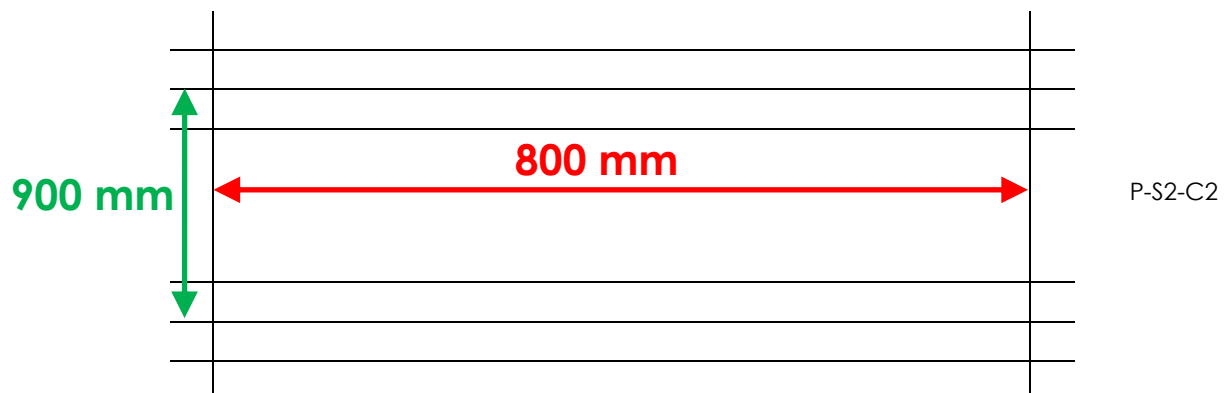
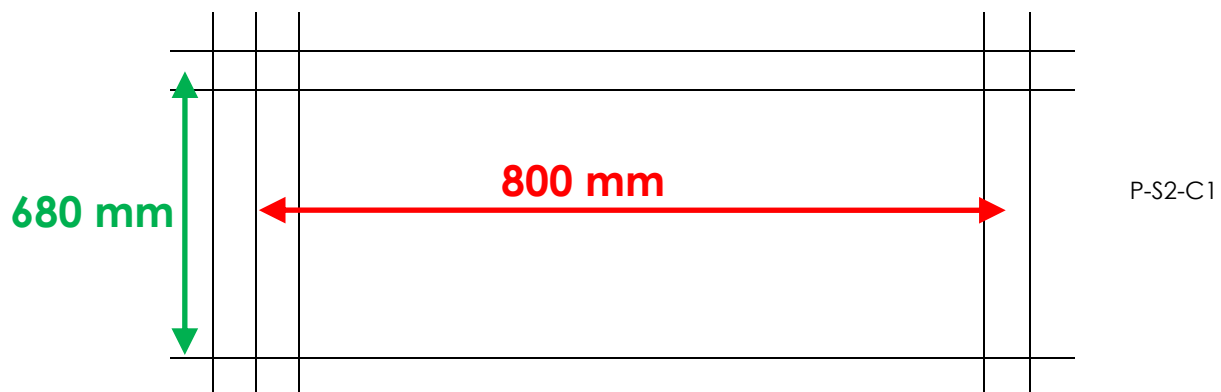
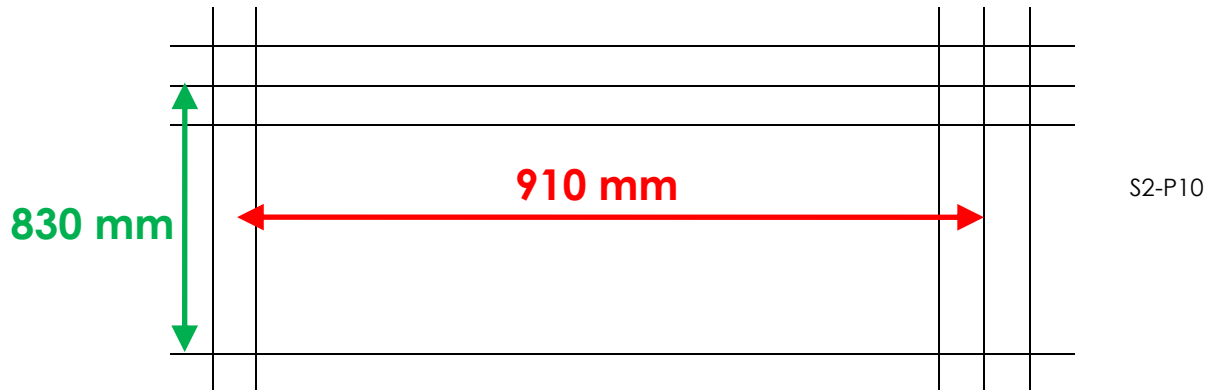


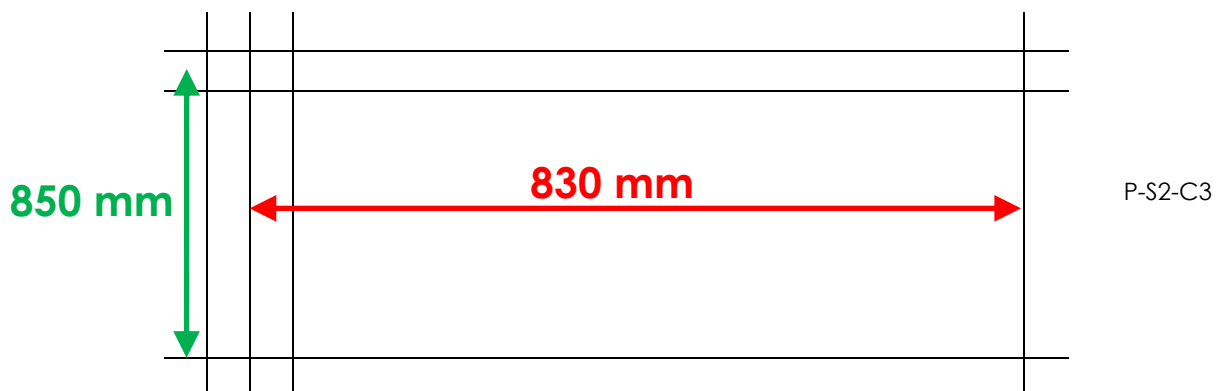
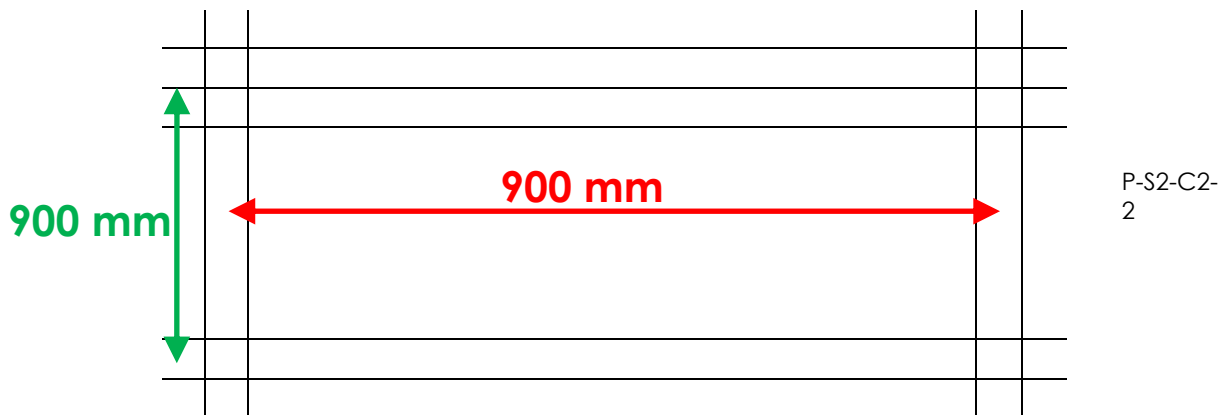
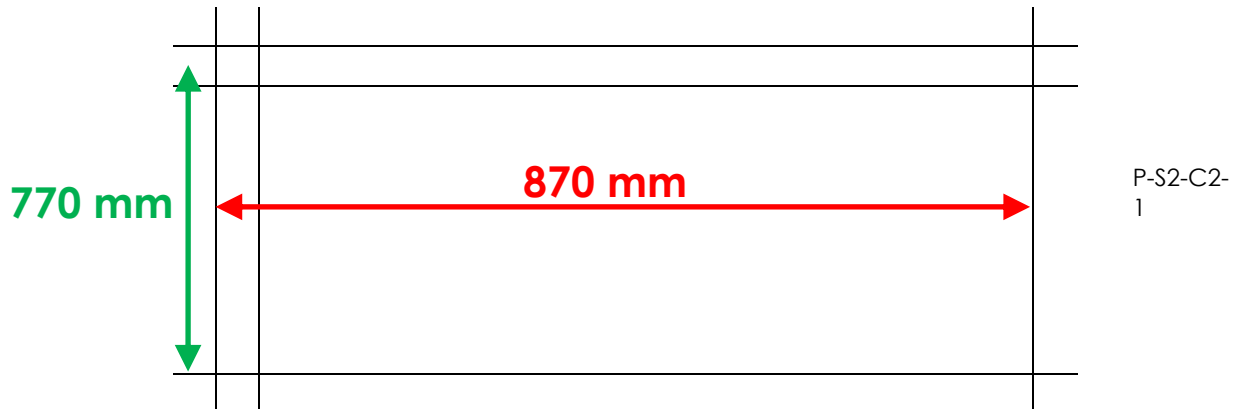
SÓTANO -2



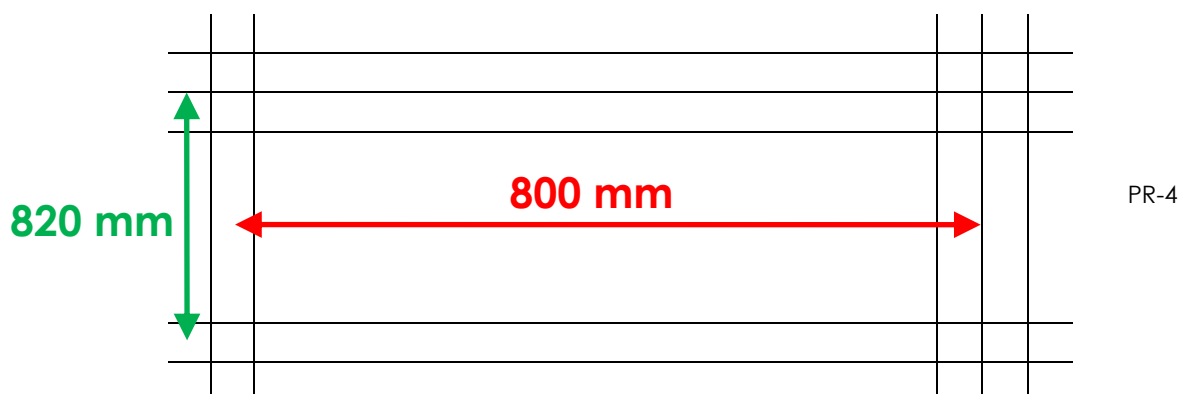
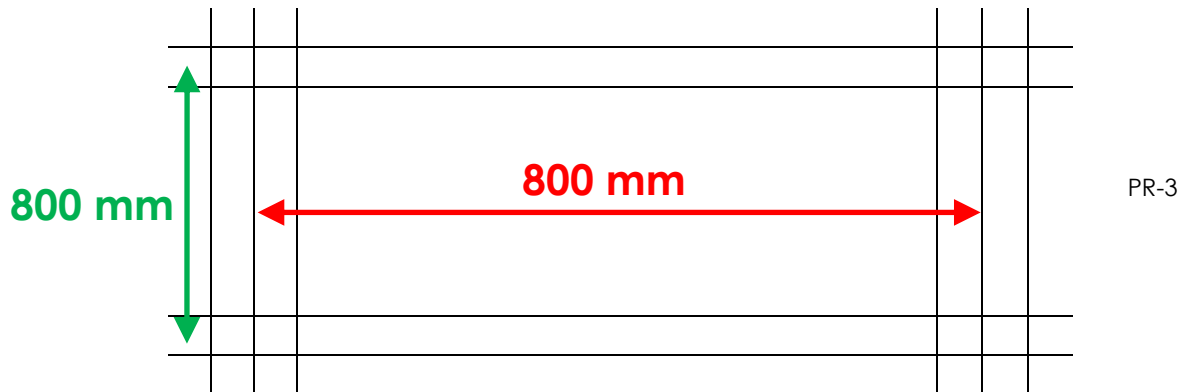




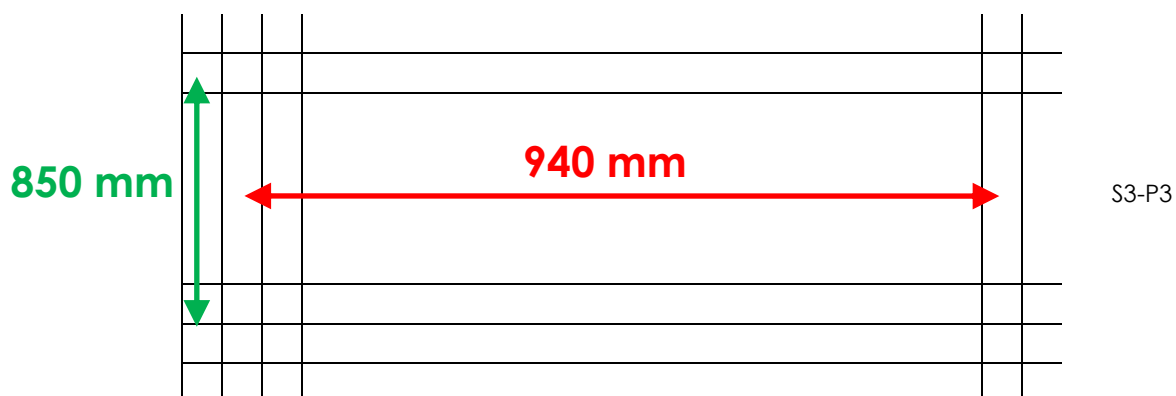
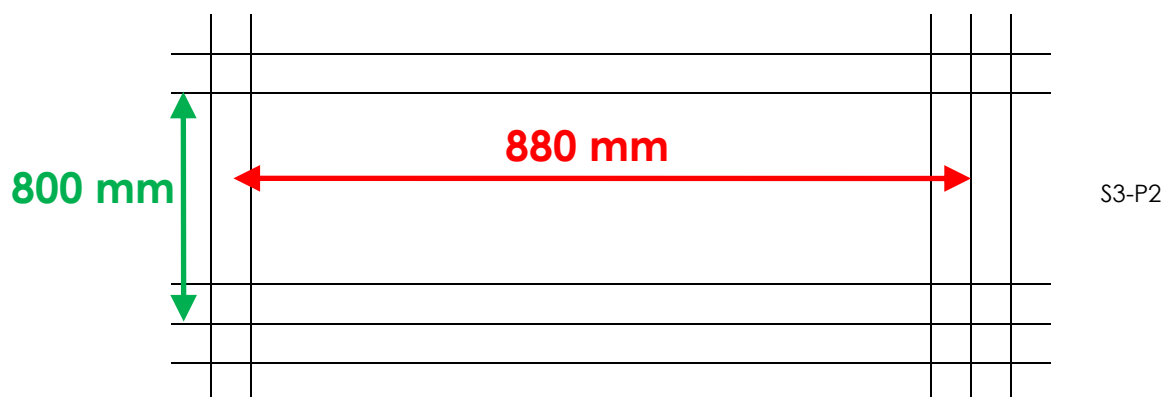
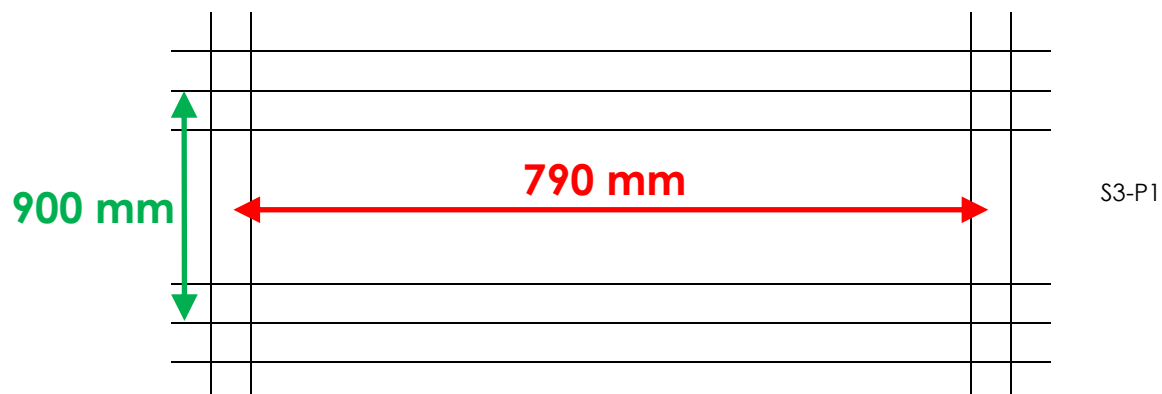


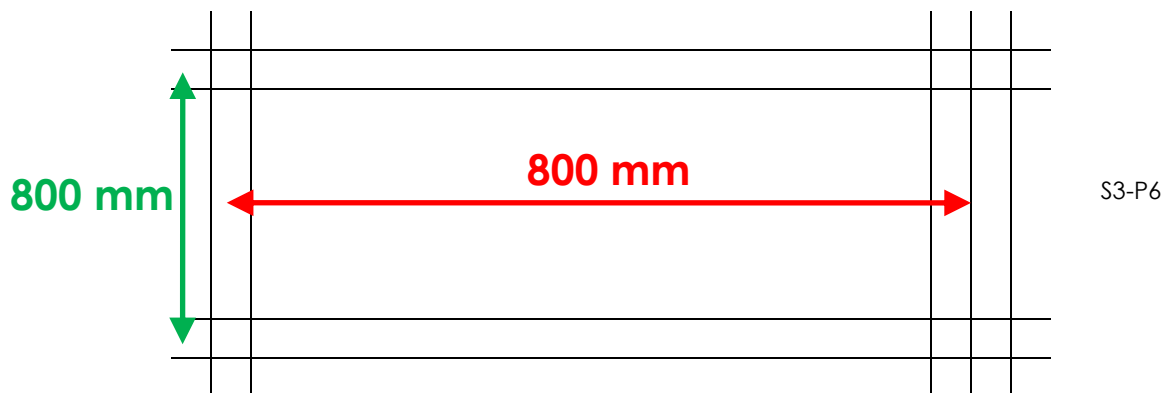
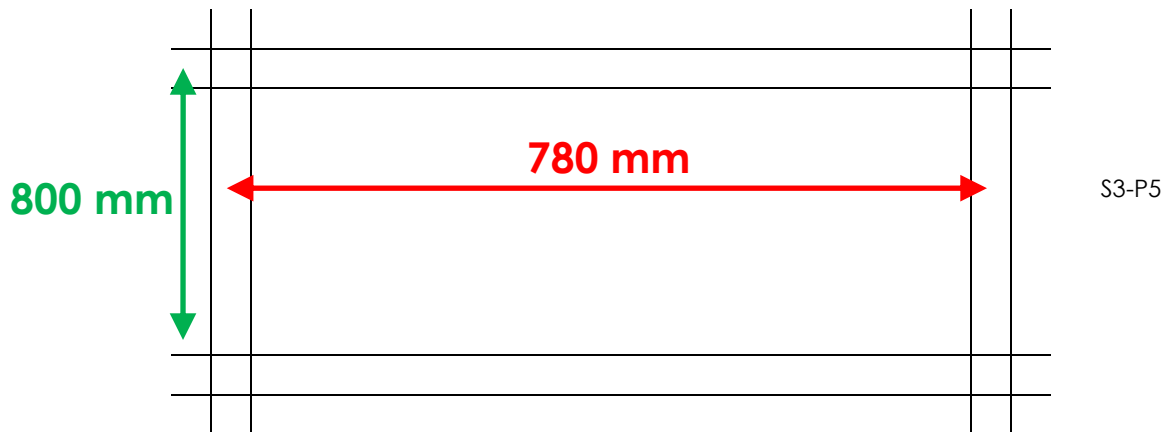
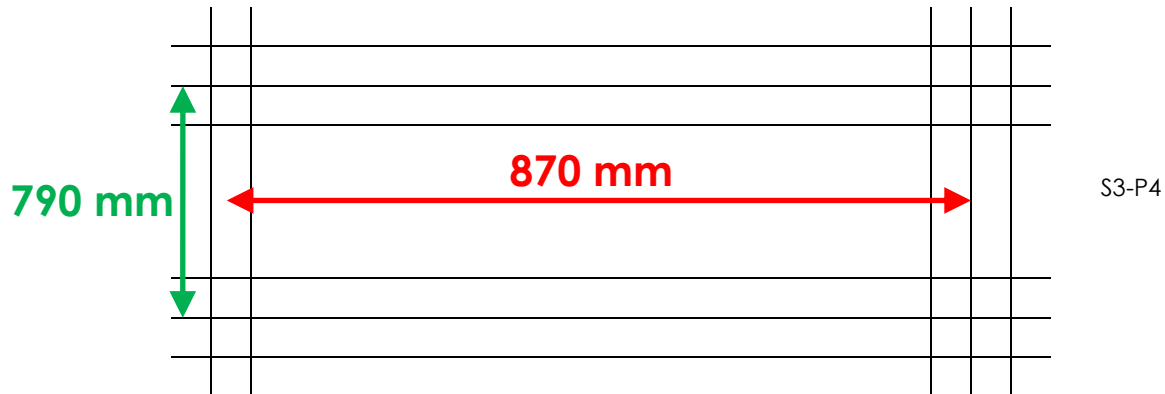


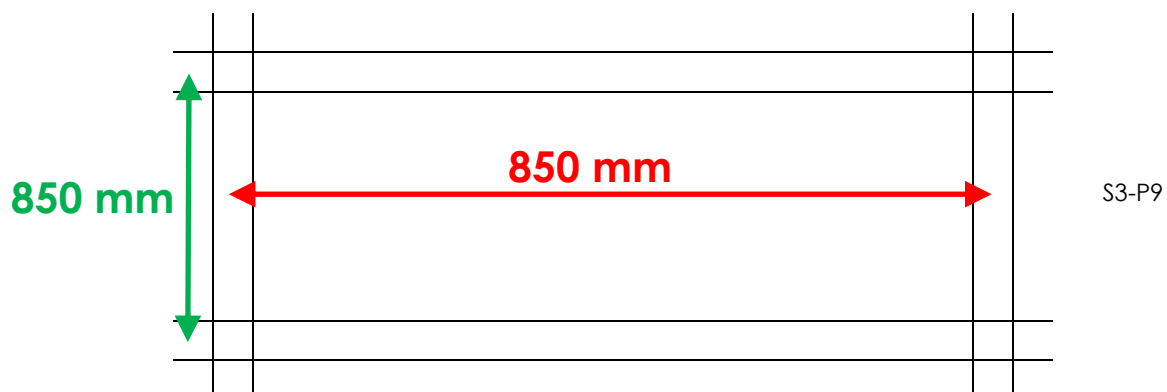
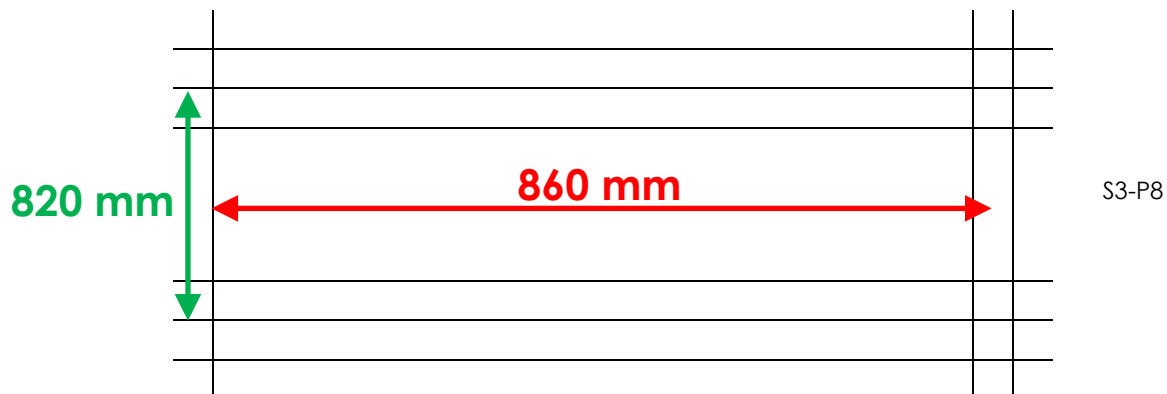
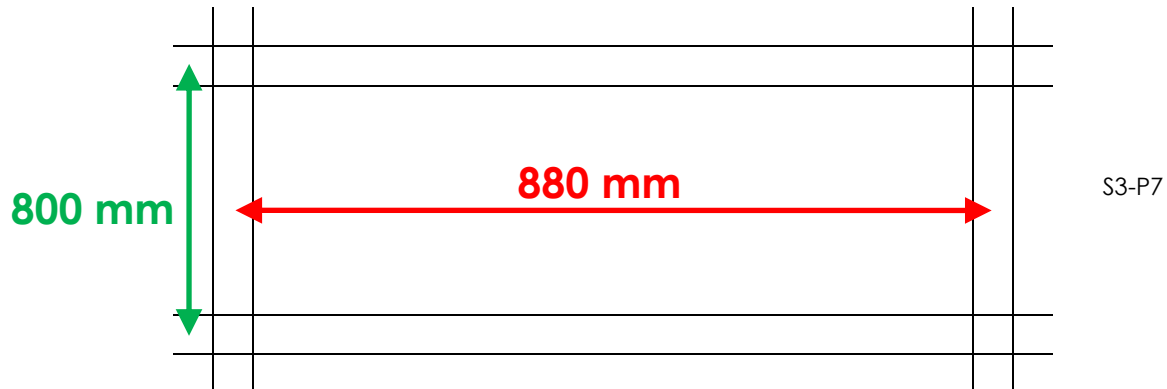
RAMPA DE BAJADA S2-S3

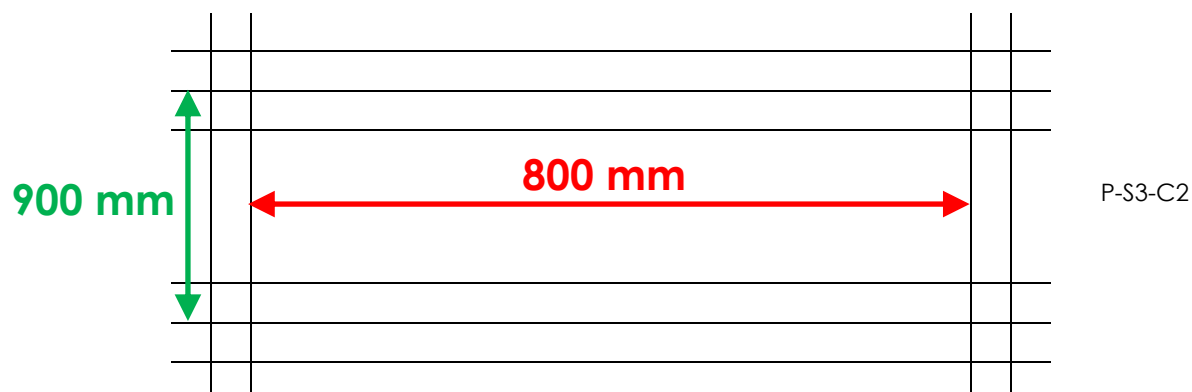
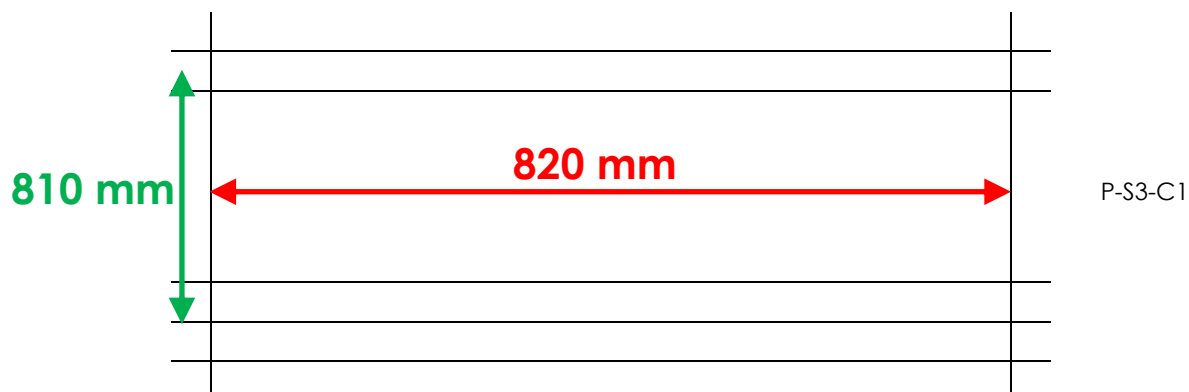
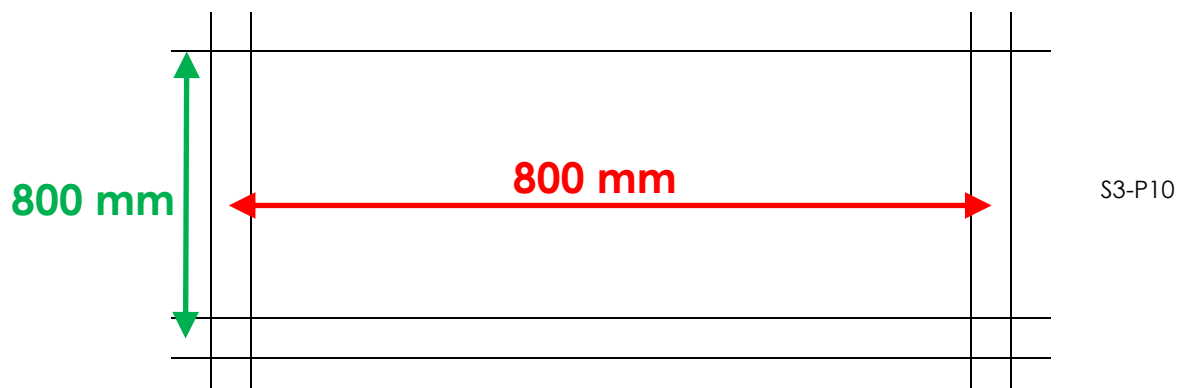


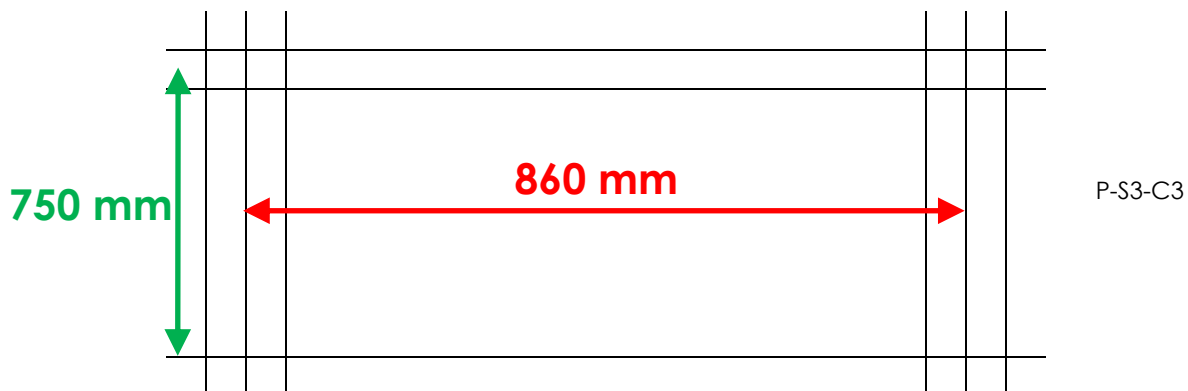
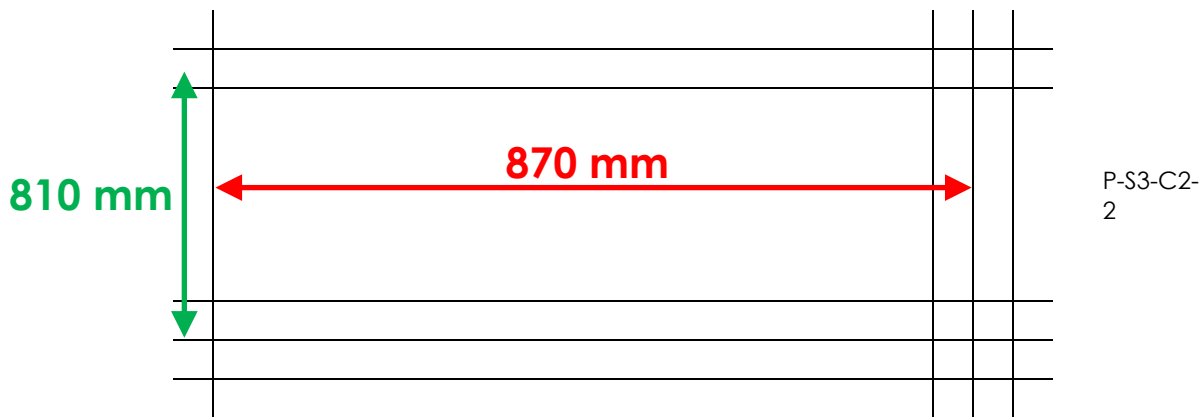
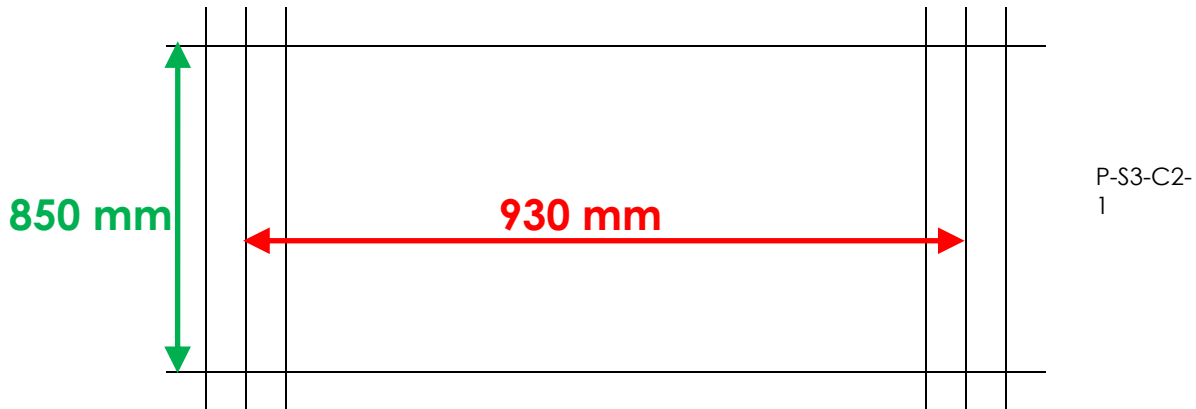
SÓTANO -3



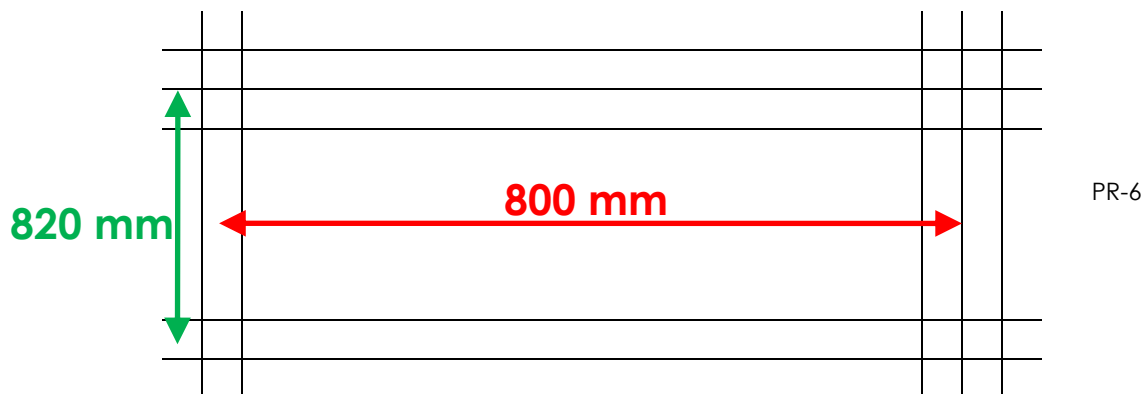
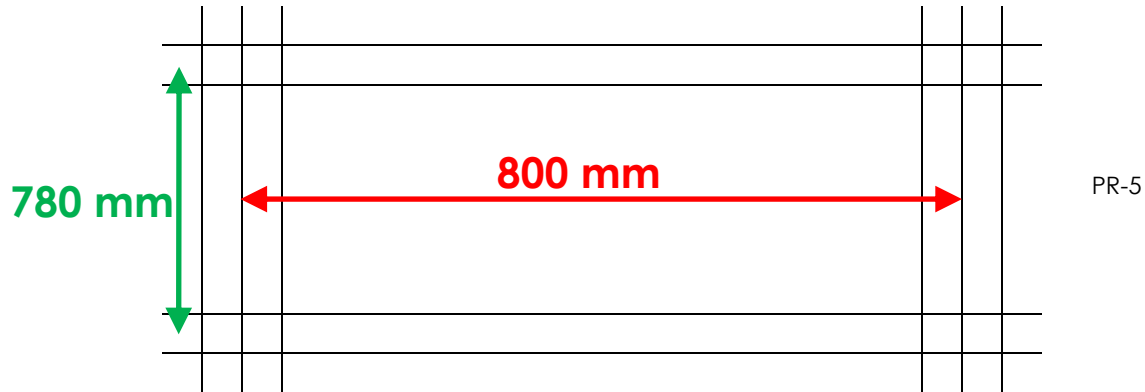




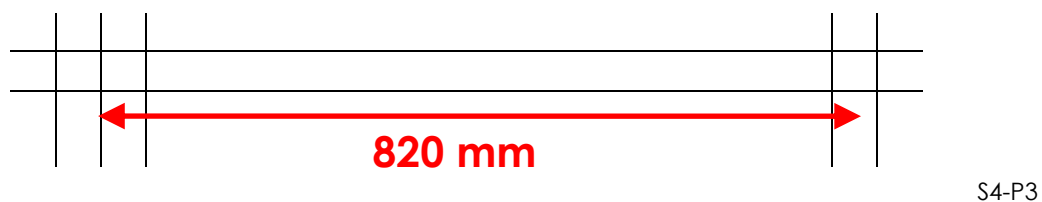
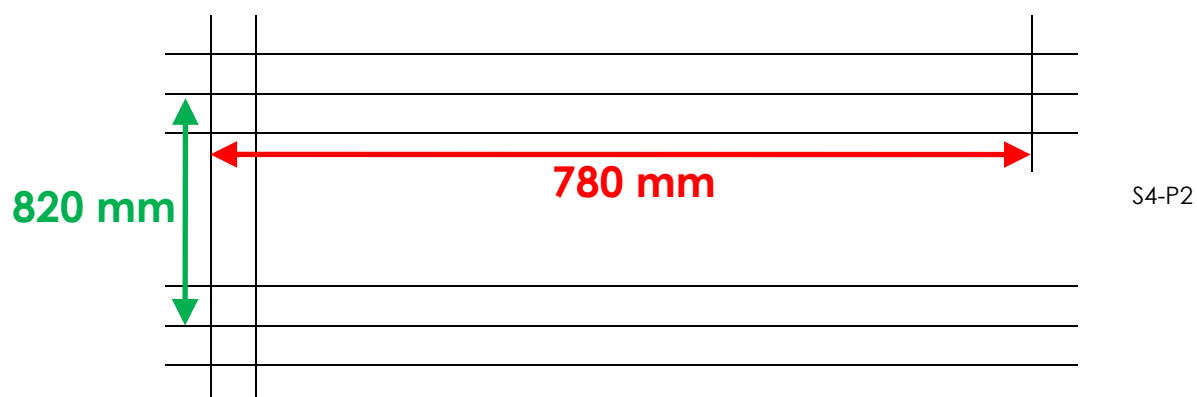
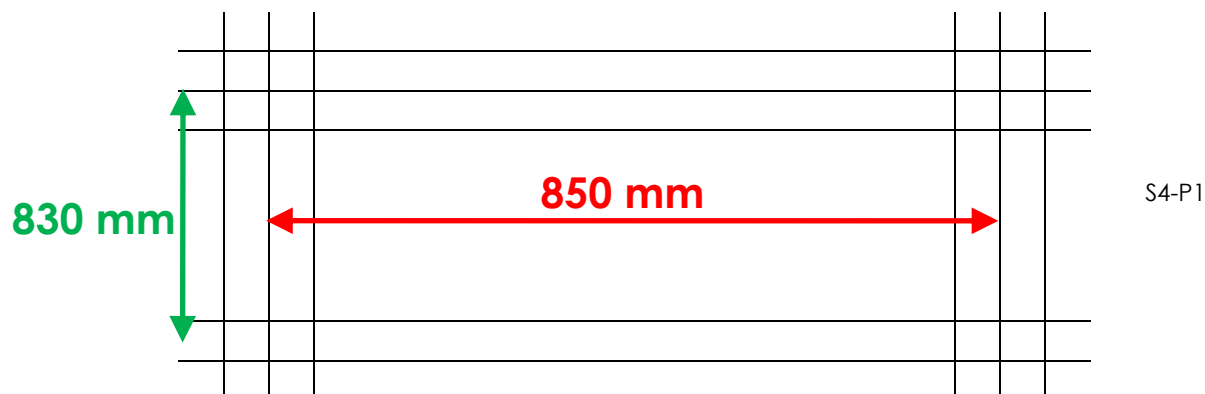


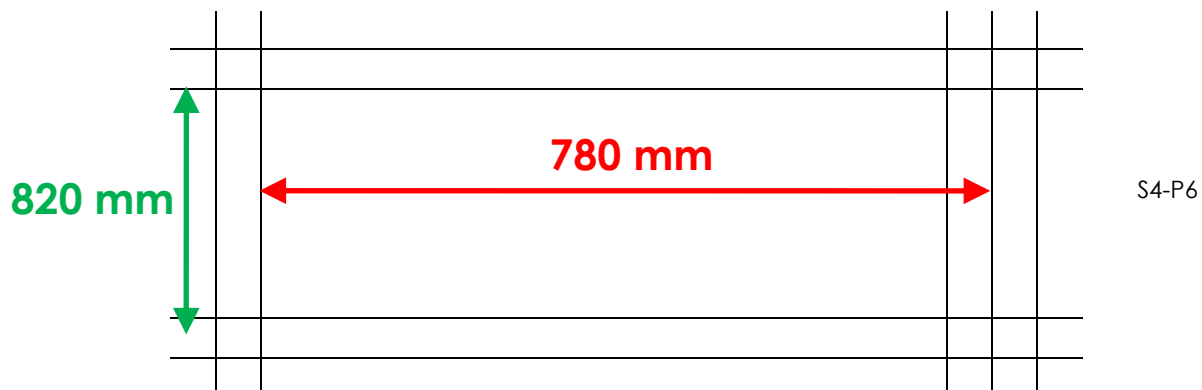
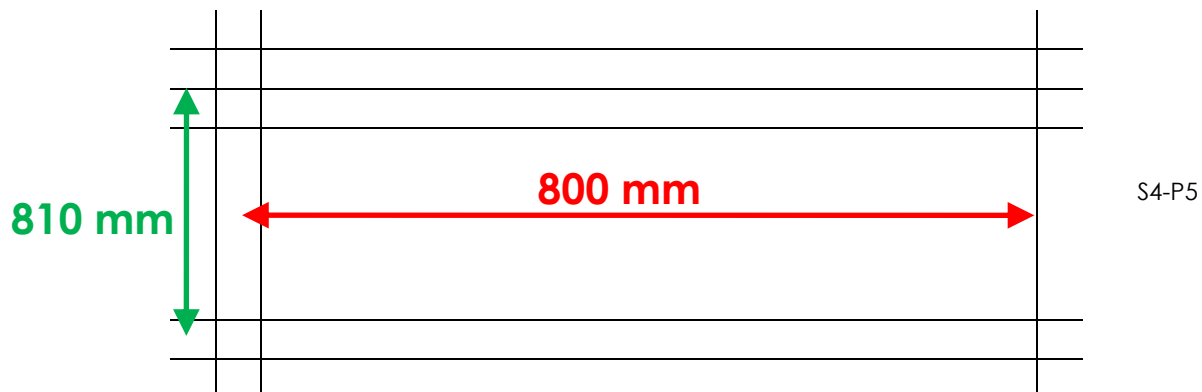
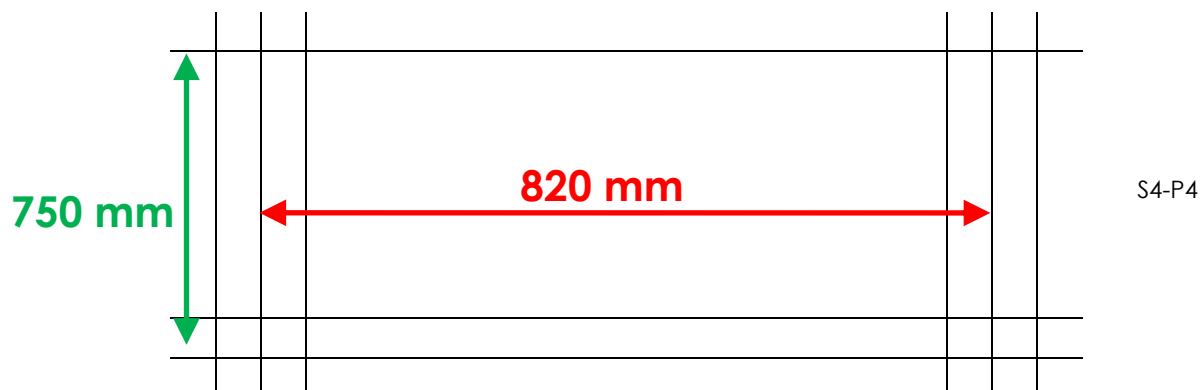


RAMPA DE BAJADA S3-S4

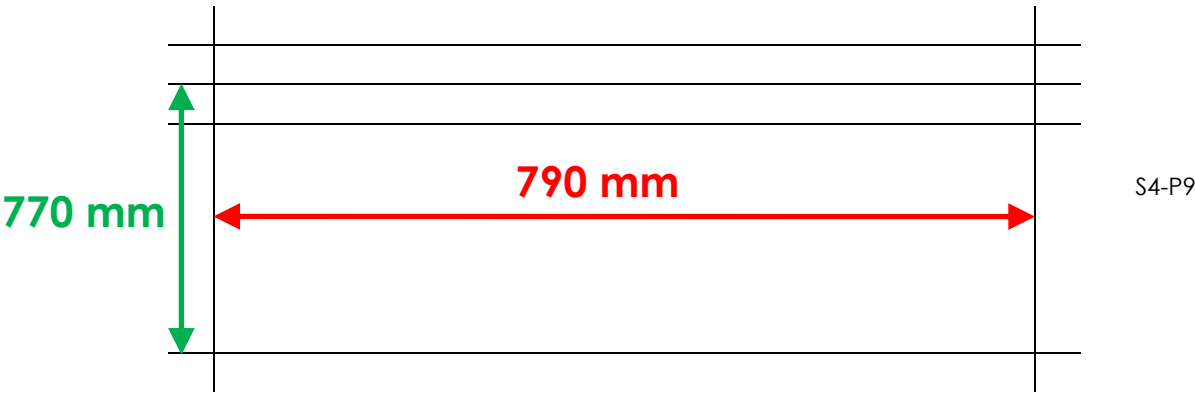
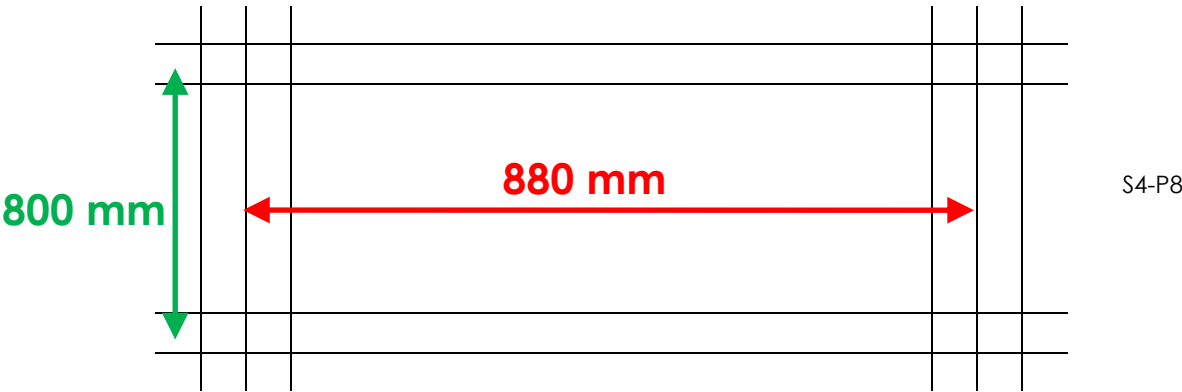
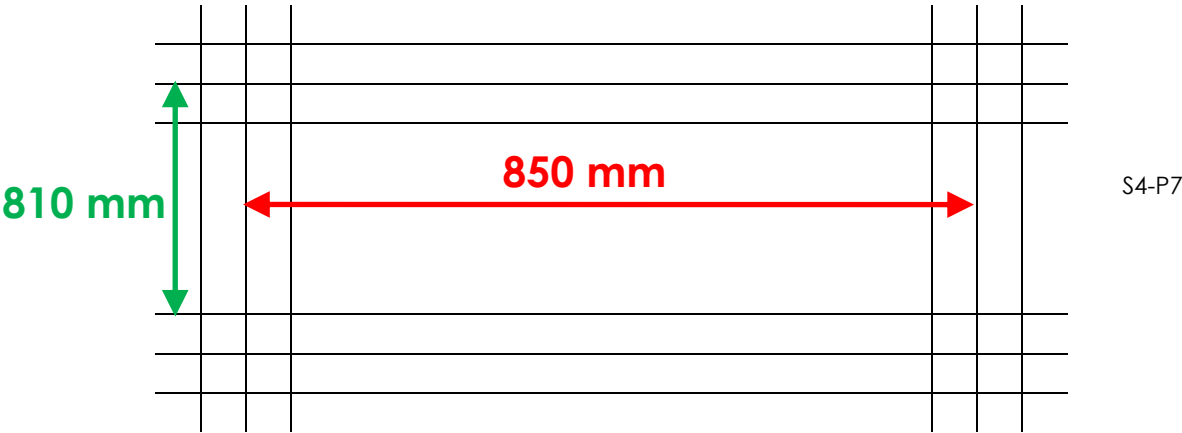


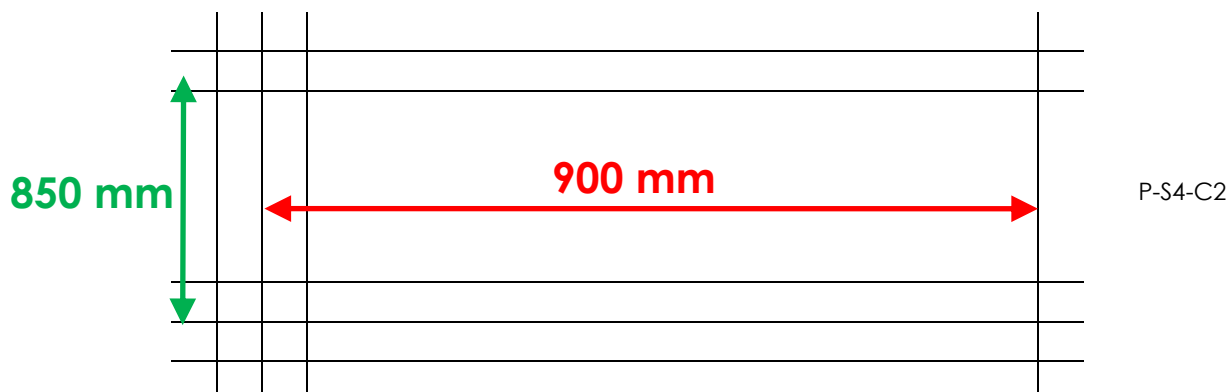
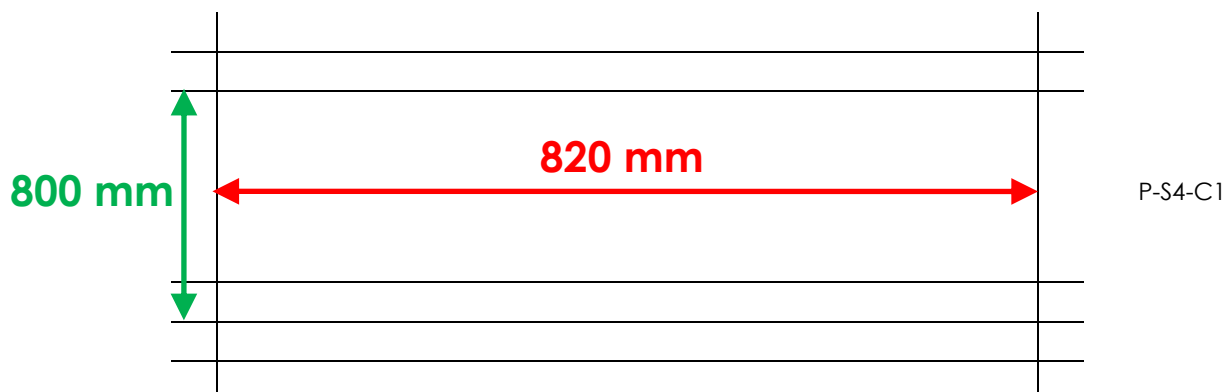
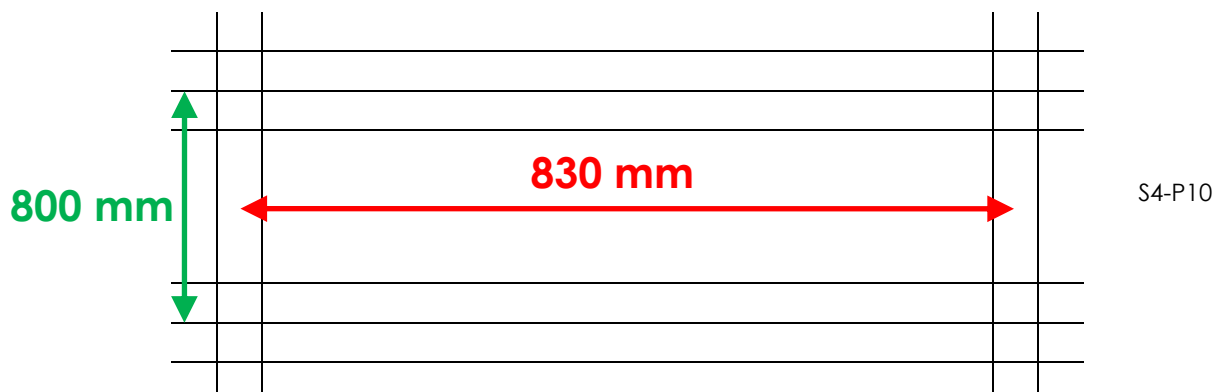
SÓTANO -4

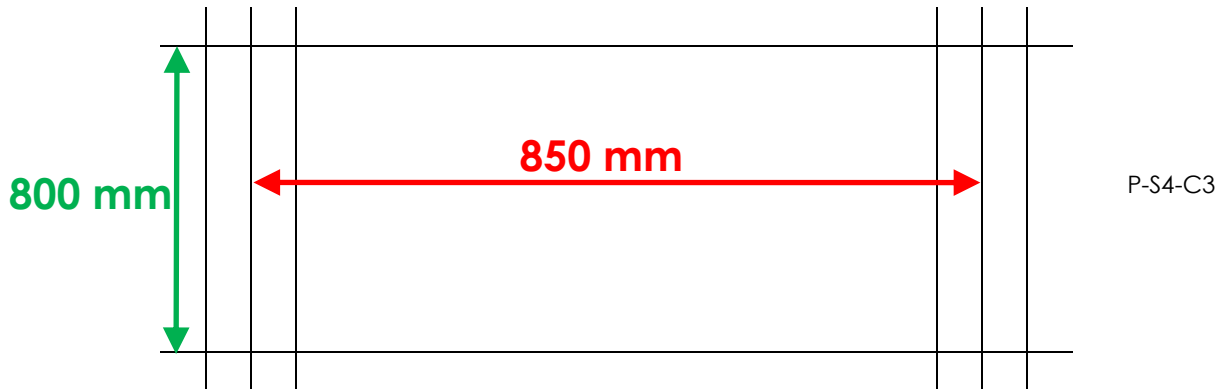




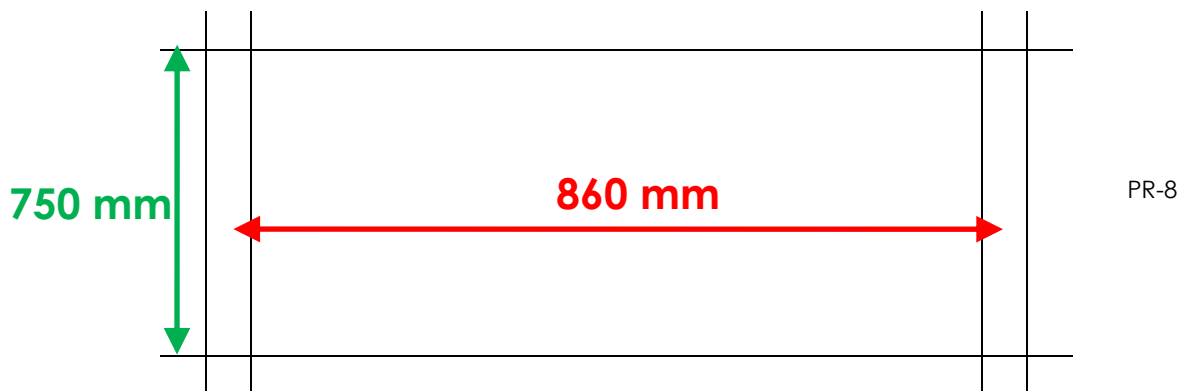
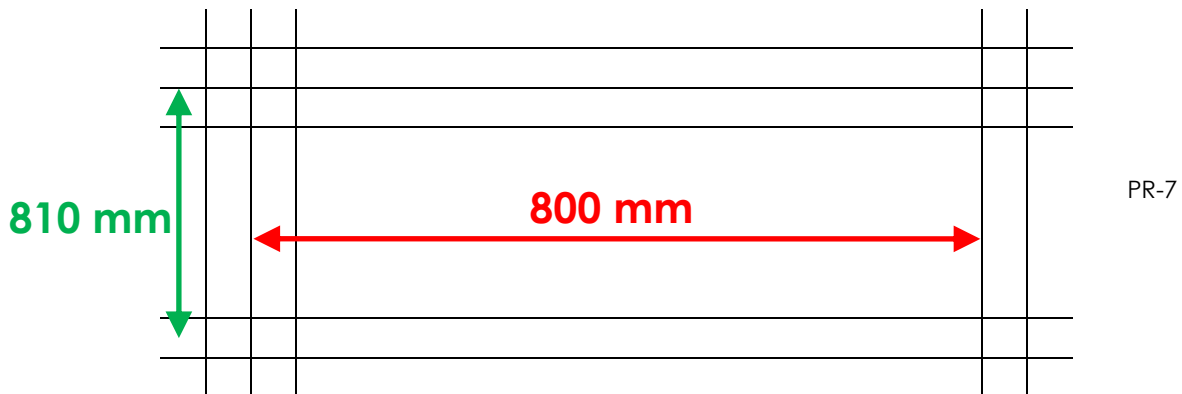
880 mm



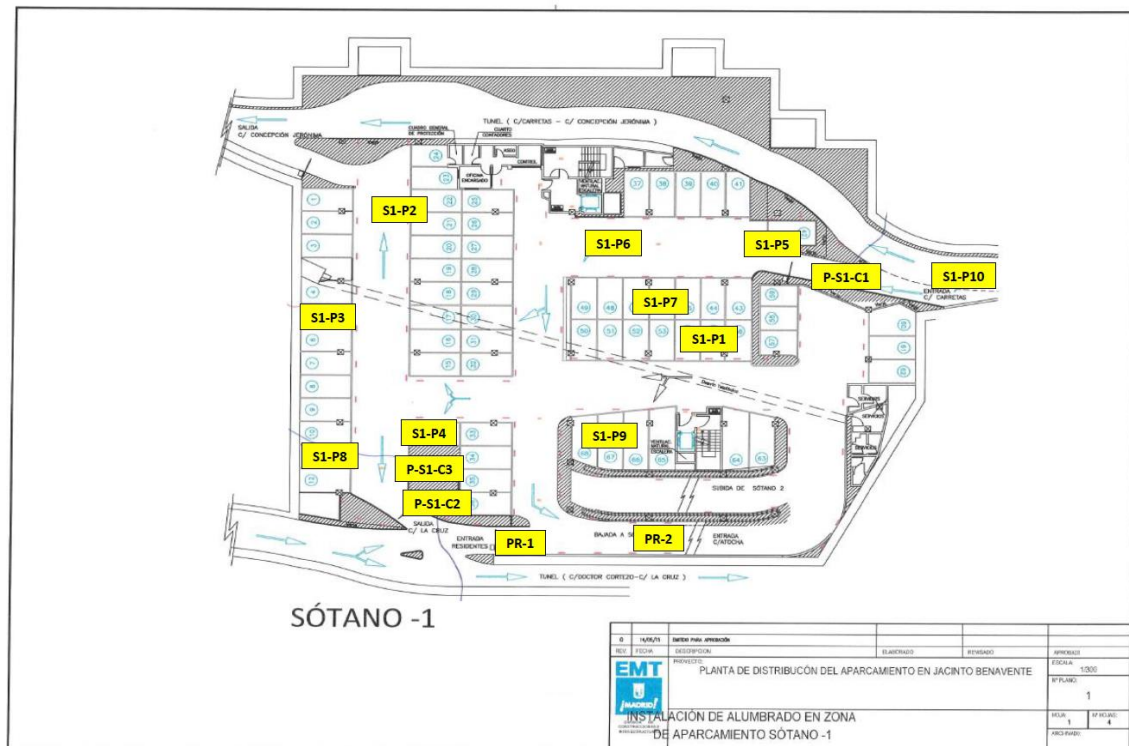




RAMPA DE SUBIDA S4-S3



5.2.- PLANOS DE LOCALIZACIÓN

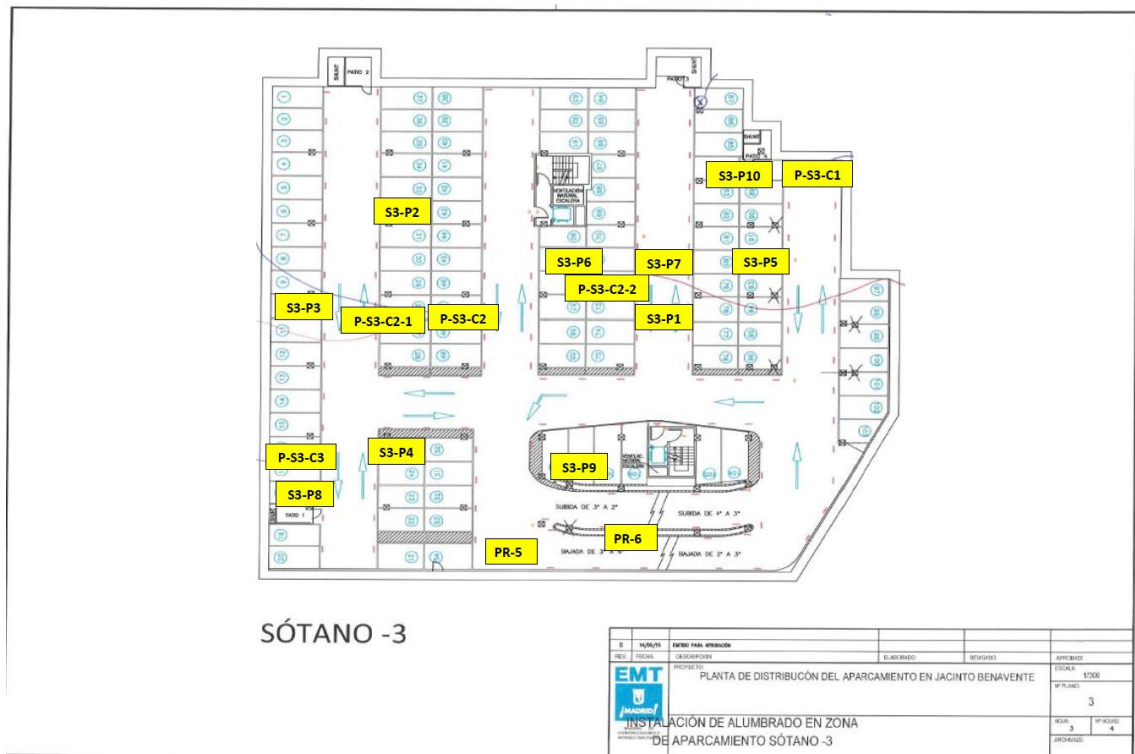


APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID

Nº Informe: 2686-CC-2023

Nº Obra: 230727

Página 61 de 84



6.- ESPESORES DE PILARES METÁLICOS

6.1.- IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Referencia muestra: 8336/2023.

Fecha de extracción: 03/08/2023.

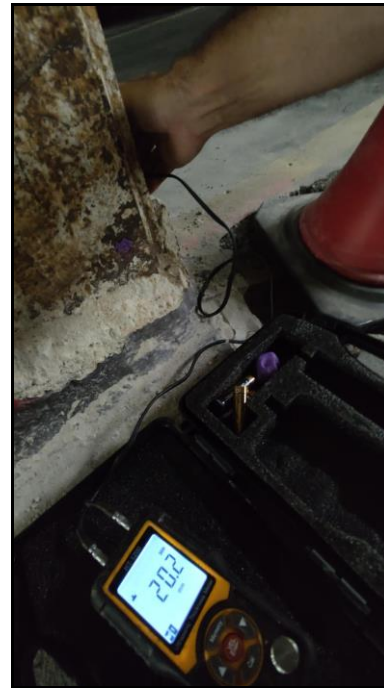
Albarán: 23567.

6.2.- MEDIDAS Y ENSAYOS REALIZADOS

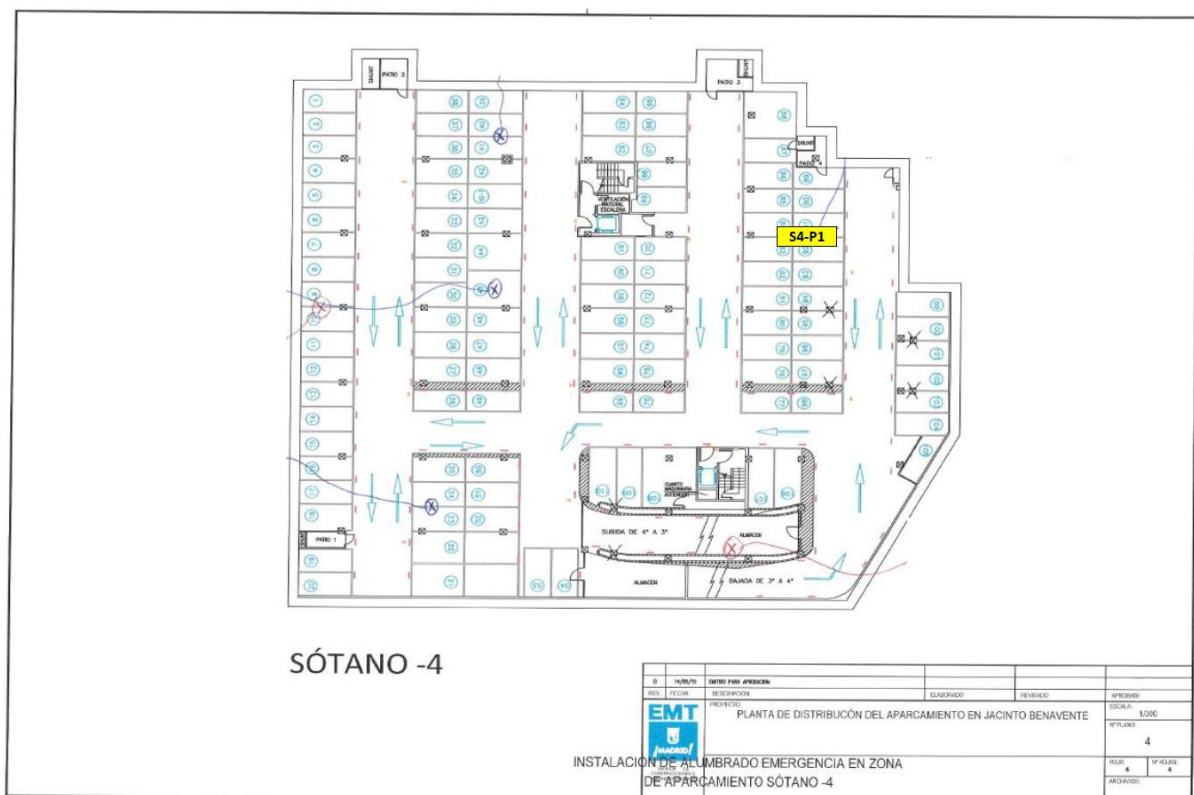
Se ha realizado la medición de los espesores de perfiles metálicos correspondientes al pilar localizado en la cata S4-P1 del sótano -4 mediante ultrasonidos. Los resultados de las medidas realizadas son los siguientes:

Lado	Espesor (mm)
1	20,3
2	20,2





6.3.- PLANO DE LOCALIZACIÓN



APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID

Nº Informe: 2686-CC-2023

Nº Obra: 230727

Página 64 de 84

7.- ESPESORES DE FORJADO

7.1.- MEDIDAS Y ENSAYOS REALIZADOS

Se han realizado diez (10) medidas de los espesores de los forjados que conforman el aparcamiento. Para ello se llevaron a cabo las mediciones en las zonas de rampa donde se puede ver, directamente, todos los cantos de los forjados.

En cada uno de los elementos se midió el espesor total, el cual incluye el propio espesor de forjado y el espesor de capa de compresión. Hay que tener en cuenta que, dada las imperfecciones de las zonas medidas y el hecho de hacer mediciones exteriores, los resultados obtenidos son aproximados.

Los resultados de las medidas realizadas son los siguientes:

FORJADO S1	
Espesor total (cm)	41
Espesor de capa de compresión (cm)	10
Espesor de forjado (cm)	31



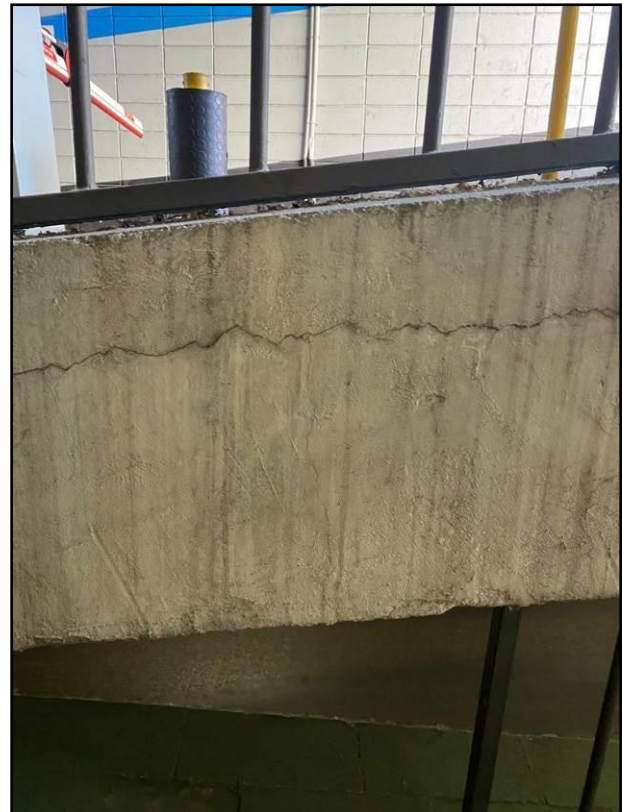
FORJADO S2	
Altura total (cm)	36
Espesor de capa de compresión (cm)	10
Espesor de forjado (cm)	26



FORJADO S3	
Altura total (cm)	37
Espesor de capa de compresión (cm)	10
Espesor de forjado (cm)	27



RAMPA DE BAJADA EXTERIOR-S1	
Altura total (cm)	40
Espesor de capa de compresión (cm)	11
Espesor de forjado (cm)	29



RAMPA DE BAJADA S1-S2	
Altura total (cm)	36
Espesor de capa de compresión (cm)	10
Espesor de forjado (cm)	26



RAMPA DE BAJADA S2-S3	
Altura total (cm)	38
Espesor de capa de compresión (cm)	10
Espesor de forjado (cm)	28



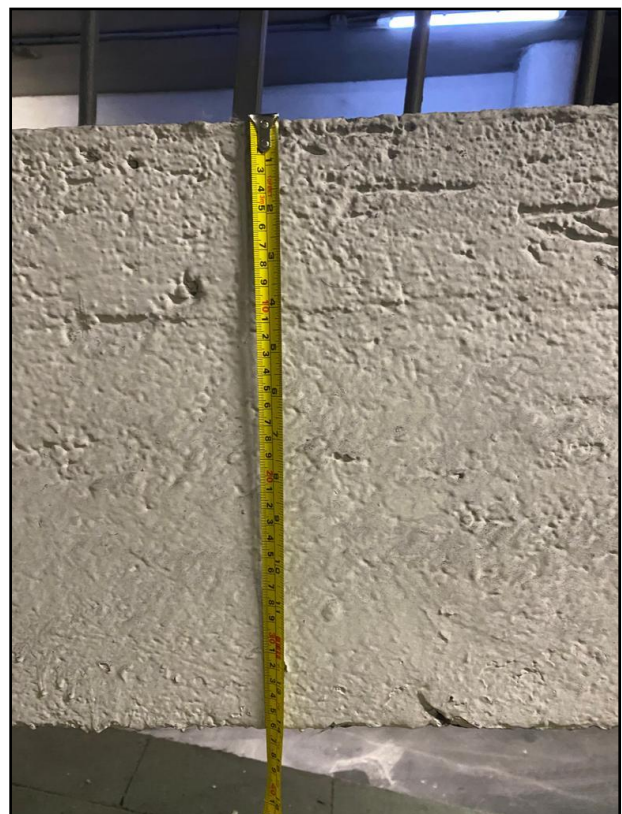
RAMPA DE BAJADA S3-S4	
Altura total (cm)	34
Espesor de capa de compresión (cm)	10
Espesor de forjado (cm)	24



RAMPA DE SUBIDA S2-S1	
Altura total (cm)	35
Espesor de capa de compresión (cm)	10
Espesor de forjado (cm)	25



RAMPA DE SUBIDA S3-S2	
Altura total (cm)	36
Espesor de capa de compresión (cm)	10
Espesor de forjado (cm)	26



RAMPA DE SUBIDA S4-S3	
Altura total (cm)	36
Espesor de capa de compresión (cm)	10
Espesor de forjado (cm)	26



8.- TESTIGOS DE HORMIGÓN

8.1.-IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

Referencia muestra: 8352/2023.

Fecha de extracción: 26/07/2023.

Albarán: 22576.

Tipo de muestra: 3 testigos de hormigón Ø 75 mm.

Referencia muestra: 8722/2023.

Fecha de extracción: 01/08/2023.

Albarán: 22578.

Tipo de muestra: 3 testigos de hormigón Ø 70 mm.

8.2.-ENSAYOS REALIZADOS


- Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1: Testigos. Examen, extracción y ensayo a compresión, según UNE-EN 12504-1:20 y UNE-EN 12390-3:20.
- Relleno de taladro con mortero especial.
- Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigón endurecido y puesto en servicio, según UNE 112011:11.


Documentos consultados en la realización de este informe, además de las normas arriba especificadas:


*Instrucción de hormigón Estructural EHE-08.

*Estimación de la resistencia a compresión del hormigón mediante el muestreo, extracción y rotura de probetas testigo. Revuelta Crespo, D. y Gutiérrez Jiménez, J.P. – Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja IETcc y Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC.

8.3.-COMPRESIÓN SIMPLE

Testigo nº	TC1/S1
Muestra nº	8352-1/2023
Localización	Sótano 1, plaza 37
Fecha de rotura	31/07/2023
Tamaño máximo árido (mm)	20
Preparación / humedad superficial	Tallado + refrentado / seco
Longitud tallada (cm)	11.0
Diámetro (cm)	7.4
Densidad (g/cm³)	2.30
Armaduras: diámetro y situación	-
Resistencia a compresión sin corregir (N/mm²)	15.0
K ₀ : Factor de corrección adicional EHE-08 (Art. 86.8)	0.90
K ₁ : Factor corrección esbeltez	0.96
Resistencia a compresión (N/mm²) corregida con K ₀ y K ₁	16.0
Foto	

Testigo nº	TC2/S2
Muestra nº	8352-2/2023
Localización	Sótano 2, plaza 67
Fecha de rotura	31/07/2023
Tamaño máximo árido (mm)	20
Preparación / humedad superficial	Tallado + refrentado / seco
Longitud tallada (cm)	15.2
Diámetro (cm)	7.4
Densidad (g/cm³)	2.21
Armaduras: diámetro y situación	-
Resistencia a compresión sin corregir (N/mm²)	20.1
K ₀ : Factor de corrección adicional EHE-08 (Art. 86.8)	0.90
K ₁ : Factor corrección esbeltez	1.00
Resistencia a compresión (N/mm²) corregida con K ₀ y K ₁	22.4
Foto	

Testigo nº	TC3/S3
Muestra nº	8352-3/2023
Localización	Sótano 3, plaza 66
Fecha de rotura	31/07/2023
Tamaño máximo árido (mm)	20
Preparación / humedad superficial	Tallado + refrentado / seco
Longitud tallada (cm)	9.2
Diámetro (cm)	7.4
Densidad (g/cm³)	2.26
Armaduras: diámetro y situación	-
Resistencia a compresión sin corregir (N/mm²)	14.6
K ₀ : Factor de corrección adicional EHE-08 (Art. 86.8)	0.90
K ₁ : Factor corrección esbeltez	0.94
Resistencia a compresión (N/mm²) corregida con K ₀ y K ₁	15.2
Foto	

Testigo nº	T1
Muestra nº	8722-1/2023
Localización	Sótano 1, techo sobre plaza 13
Fecha de rotura	07/08/2023
Tamaño máximo árido (mm)	20
Preparación / humedad superficial	Tallado + refrentado / seco
Longitud tallada (cm)	7.3
Diámetro (cm)	6.8
Densidad (g/cm³)	2.36
Armaduras: diámetro y situación	-
Resistencia a compresión sin corregir (N/mm²)	18.7
K₀: Factor de corrección adicional EHE-08 (Art. 86.8)	0.90
K₁: Factor corrección esbeltez	0.90
Resistencia a compresión (N/mm²) corregida con K₀ y K₁	18.7

Testigo nº	T2
Muestra nº	8722-2/2023
Localización	Sótano 1, techo sobre plaza 5
Fecha de rotura	07/08/2023
Tamaño máximo árido (mm)	20
Preparación / humedad superficial	Tallado + refrentado / seco
Longitud tallada (cm)	9.4
Diámetro (cm)	6.8
Densidad (g/cm³)	2.31
Armaduras: diámetro y situación	-
Resistencia a compresión sin corregir (N/mm²)	15.0
K₀: Factor de corrección adicional EHE-08 (Art. 86.8)	0.90
K₁: Factor corrección esbeltez	0.95
Resistencia a compresión (N/mm²) corregida con K₀ y K₁	15.8

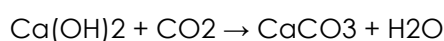
Testigo nº	T3
Muestra nº	8722-3/2023
Localización	Sótano 1, techo sobre calle de entrada C/ Carretas
Fecha de rotura	07/08/2023
Tamaño máximo árido (mm)	20
Preparación / humedad superficial	Tallado + refrentado / seco
Longitud tallada (cm)	6.3
Diámetro (cm)	6.8
Densidad (g/cm³)	2.33
Armaduras: diámetro y situación	-
Resistencia a compresión sin corregir (N/mm²)	18.0
K₀: Factor de corrección adicional EHE-08 (Art. 86.8)	0.90
K₁: Factor corrección esbeltez	0.90
Resistencia a compresión (N/mm²) corregida con K₀ y K₁	18.0

8.4.-DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Los ensayos se han realizado según norma UNE 112011. Corrosión en armaduras. Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio.

Con este ensayo puede obtenerse información del estado de carbonatación de un elemento estructural en un momento determinado de su vida. La principal indicación que se pretende conseguir con esta medida es conocer si la carbonatación ha llegado o no hasta la armadura, lo que permitirá establecer si ha podido provocar o contribuir al desarrollo de la corrosión, cuando se haya producido. El "frente" de carbonatación, que marca la profundidad de penetración del dióxido de carbono y la consecuente reducción de la alcalinidad pasivante, puede llegar a la profundidad de las armaduras; en esta situación el acero ya no está "naturalmente" protegido por la alta alcalinidad del hormigón, y con la presencia de humedad y oxígeno se produce la corrosión, llevando a fisuración y desprendimiento del recubrimiento de hormigón.

La carbonatación del hormigón es un fenómeno derivado de la combinación de CO₂ presente en la atmósfera, con la cal libre del hormigón, para formar carbonato cálcico:



La velocidad con que aparece y se desarrolla esta reacción en las capas más superficiales del hormigón, es dependiente del tipo de atmósfera, tipo de exposición ambiental y condiciones termohigrométricas de la zona donde está ubicada la estructura.

Dado que el Ca(OH)₂ es principalmente el que desarrolla y mantiene el elevado valor del pH del hormigón (12,5 aproximadamente) cuando éste se ha carbonatado el valor del pH desciende por debajo de 9.

El Ca(OH)₂ penetra desde la superficie hacia el interior del hormigón. Por consiguiente, la carbonatación comienza también en la superficie y penetra lentamente hacia el interior. El parámetro decisivo de la calidad del hormigón es la permeabilidad, la cual, para un ambiente dado, depende de la estructura de los poros. La difusión del CO₂

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID		<div>ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. NIF: B-87002929 adamas@adamascyg.es TEL: 630 626 772 / 635 546 386</div>
Nº Informe: 2686-CC-2023	Página 78 de 84	
Nº Obra: 230727		

sólo es posible en poros llenos de aire. Por esta razón, el hormigón no se carbonata cuando está totalmente saturado de agua.

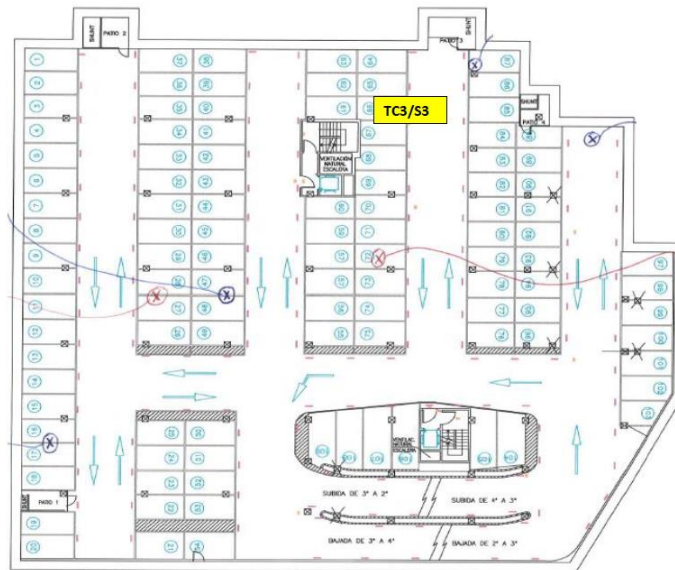
El hormigón de cemento portland presenta inicialmente un medio de carácter básico (con un $\text{pH} \geq 12$). En estas condiciones el acero del armado está pasivado y no puede sufrir corrosión como consecuencia exclusiva de la humedad.

Con el paso del tiempo y como consecuencia de la reacción de la portlandita con el CO_2 ambiental, este pH va bajando hasta valores inferiores a 9. En esta situación, este hormigón ya no protege el acero de la corrosión que aparecerá si hay humedad.

La profundidad de carbonatación puede determinarse con toda precisión mediante tratamiento del hormigón con fenolftaleína, tras cuyo contacto, queda sin colorear la zona carbonatada.

MEDIDA DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Testigo N°	Profundidad de carbonatación (mm)
TC1/S1	26
TC2/S2	20
TC3/S3	29
T1	0
T2	22
T3	15



SÓTANO -3

8	NOMBRE	CONTENIDO	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
EMT	PROYECTO	PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DEL APARCAMIENTO EN JACINTO BENAVENTE			
		INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EN ZONA			
					ESCALA 1:500
					3
					FECHA 3
					W. ALUMBR.

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID

Nº Informe: 2686-CC-2023

Nº Obra: 230727

Página 81 de 84

9.-BARRAS CORRUGADAS

9.1.- IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

- Barras de acero corrugado de Ø 14 mm: muestra 8877-1/2023.
- Barras de acero corrugado de Ø 11 mm: muestra 8877-2/2023.

Albarán: 25451.

Fecha toma de muestras: 25/07/2023.

Localización: muestras recogidas en obra.

Fecha realización de ensayos: 01/08/2023.

Lugar de ensayos: laboratorio Adamas Control y Geotecnia, S.L.L.

9.2.- ENSAYOS REALIZADOS

- Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Parte 1. Método de ensayo a temperatura ambiente, según UNE EN ISO 6892-1 y UNE EN ISO 15630-1.

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID

Nº Informe: 2686-CC-2023

Nº Obra: 230727

Página 82 de 84

9.3.- RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

ENSAYOS ACERO PARA ARMADO DEL HORMIGÓN (UNE EN 10080:06)

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA (UNE 36065:11 Y UNE EN 10080:06)

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	14	11
Nº MUESTRA	8877-1/2023	8877-2/2023
MARCA	-	-
FABRICANTE	-	-
DESIGNACIÓN	BARRA 14 B 400 SD	BARRA 11 B 400 SD

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y PONDERALES (UNE EN ISO 15630-1)

MASA REAL POR METRO LINEAL (kg/m)	-	-
ÁREA SEC. MEDIA EQUIVALENTE (mm²)	-	-
ALTURA DE CORRUGAS (mm)	-	-
SEPARACIÓN DE CORRUGAS (2c) (mm)	-	-
INCLINACIÓN CORRUGAS (°)	-	-

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS (UNE EN ISO 15630-1 Y UNE EN ISO 6892-1)

RESISTENCIA A TRACCIÓN (MPa)	768.5	742.4
LÍMITE ELÁSTICO AL 0.2 % (MPa)	534.4	541.4
ALARGAMIENTO EN ROTURA ($l_0=5d_0$) (%)	-	-
RELACIÓN RESIST. TRACCIÓN/ LÍM. ELÁST.	1.44	1.37
DOBLADO DESDOBLADO	-	-

Este informe consta de ochenta y cuatro páginas numeradas y selladas y un anejo.

Madrid, 6 de septiembre de 2023

Vº Bº



Fdo.: Gregorio Lamparero de Francisco
Ldo. en C.C. Químicas
Técnico Control de Calidad



Fdo.: Belén González Nieto
Lda. en C.C. Químicas
Director Técnico

El presente Informe solo afecta a las muestras sometidas a estudio. .Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la aprobación expresa de ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.

ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. – Parque Industrial de Pinto. Nave D-8, Carretera de Pinto a San Martín de la Vega, P.K. 0,500. 28320 Pinto. Madrid.
Tel 91 691 61 63

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID		<div><p>ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.</p><p>NIF: B-87002929 adamas@adamascyg.es TEL: 630 626 772 / 635 546 386</p></div>
Nº Informe: 2686-CC-2023	Página 84 de 84	
Nº Obra: 230727		

9.- ANEJO: MÓDULO SECANTE DE ELASTICIDAD

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID



ADAMAS
CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.

NIF: B-87002929
adamas@adamascyg.es
TEL: 630 626 772 / 635 546 386

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INCLUIDO EN EL REGISTRO GENERAL DE LABORATORIOS DEL C.T.E. CON Nº MAD-L-004

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE
ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN
UNE EN 12390-13:2014****Laboratorio de:** MADRID
Ensayo Nº. 4628/23-7970/23-19944
Fecha informe: 11/08/2023
Hoja: 1 de 2**PETICIONARIO:** ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.
Ctra. Pinto-San Martín de la Vega Pk 0+500 - P.I. de pinto. Nave D-8
28320 Pinto - Madrid**OBRA:** ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO SECANTE DE ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN**FECHA Y SITIO DE LA TOMA DE MUESTRA:** 09/08/2023 - Muestra recibida en nuestro laboratorio con ref: "Testigos Ø75 hormigón"**Nº PARTE EUROCONSULT:** M071283**TIPO DE MUESTRA:** Testigos de hormigón

DATOS IDENTIFICATIVOS	
Referencia de muestra:	T1 ADAMAS
Tipo probeta:	Testigo
Diámetro probeta (mm):	74,08
Altura probeta (mm)	132,20
Fecha de fabricación:	-
Fecha de ensayo:	11/08/23
Método de refrentado:	Refrentado
DATOS DEL ENSAYO	
Resistencia a compresión tras módulo (Mpa)	35,2
Módulo secante de elasticidad inicial (GPa)	17,2
Módulo secante de elasticidad estabilizado (GPa)	24,4

OBSERVACIONES:

JEFE DE ÁREA



FCO JAVIER NIETO RUBIO

DIRECTOR DE LABORATORIO



JOSÉ A. HERGUETA LÁZARO

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INCLUIDO EN EL REGISTRO GENERAL DE LABORATORIOS DEL C.T.E. CON Nº MAD-L-004

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE
ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN
UNE EN 12390-13:2014**

Laboratorio de: MADRID
Ensayo Nº. 4628/23-7970/23-19944
Fecha informe: 11/08/2023
Hoja: 2 de 2

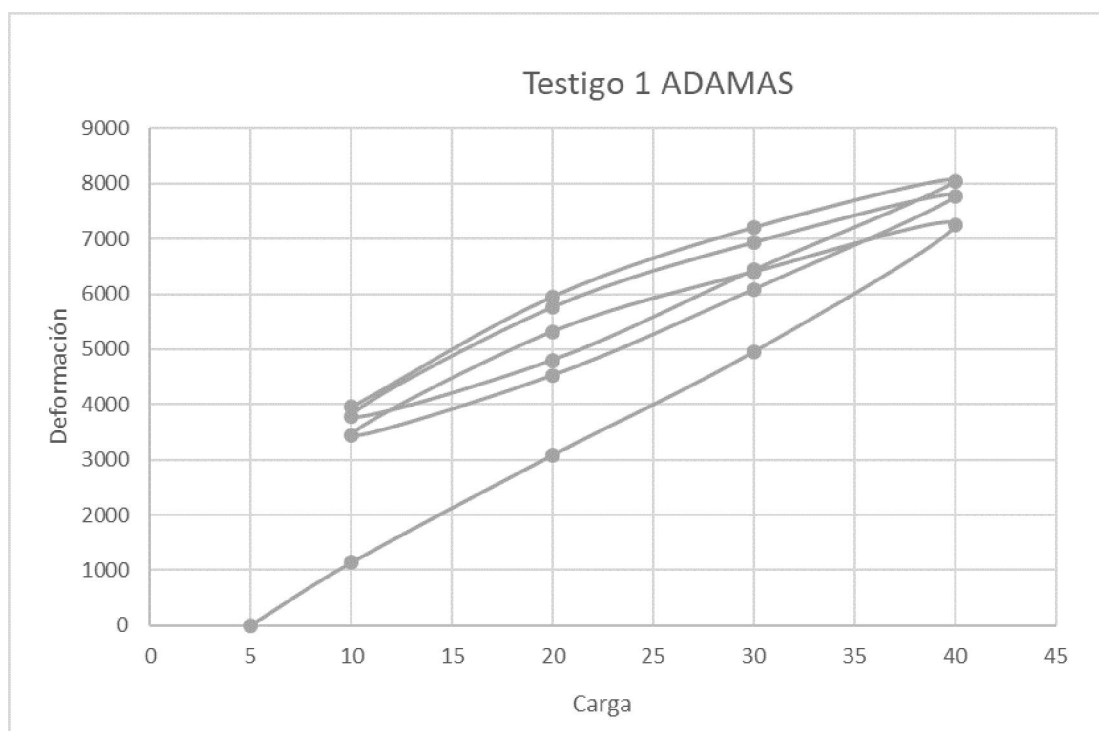
PETICIONARIO: ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.
Ctra. Pinto-San Martín de la Vega Pk 0+500 - P.I. de pinto. Nave D-8
28320 Pinto - Madrid

OBRA: ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO SECANTE DE ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN

FECHA Y SITIO DE LA TOMA DE MUESTRA: 09/08/2023 - Muestra recibida en nuestro laboratorio con ref: "Testigos Ø75 hormigón"

Nº PARTE EUROCONSULT: M071283

TIPO DE MUESTRA: Testigos de hormigón



OBSERVACIONES:

JEFE DE ÁREA

FCO JAVIER NIETO RUBIO

DIRECTOR DE LABORATORIO

JOSÉ A. HERGUETA LÁZARO

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INCLUIDO EN EL REGISTRO GENERAL DE LABORATORIOS DEL C.T.E. CON Nº MAD-L-004

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE
ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN
UNE EN 12390-13:2014****Laboratorio de:** MADRID
Ensayo Nº. 4628/23-7970/23-19945
Fecha informe: 11/08/2023
Hoja: 1 de 2**PETICIONARIO:** ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.
Ctra. Pinto-San Martín de la Vega Pk 0+500 - P.I. de pinto. Nave D-8
28320 Pinto - Madrid**OBRA:** ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO SECANTE DE ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN**FECHA Y SITIO DE LA TOMA DE MUESTRA:** 09/08/2023 - Muestra recibida en nuestro laboratorio con ref: "Testigos Ø75 hormigón"**Nº PARTE EUROCONSULT:** M071283**TIPO DE MUESTRA:** Testigos de hormigón

DATOS IDENTIFICATIVOS	
Referencia de muestra:	T2 ADAMAS
Tipo probeta:	Testigo
Diámetro probeta (mm):	74,12
Altura probeta (mm)	126,52
Fecha de fabricación:	-
Fecha de ensayo:	11/08/23
Método de refrentado:	Refrentado
DATOS DEL ENSAYO	
Resistencia a compresión tras módulo (Mpa)	38,1
Módulo secante de elasticidad inicial (GPa)	15,4
Módulo secante de elasticidad estabilizado (GPa)	26,7

OBSERVACIONES:

JEFE DE ÁREA



FCO JAVIER NIETO RUBIO

DIRECTOR DE LABORATORIO



JOSÉ A. HERGUETA LÁZARO

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INCLUIDO EN EL REGISTRO GENERAL DE LABORATORIOS DEL C.T.E. CON Nº MAD-L-004

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE
ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN
UNE EN 12390-13:2014**

Laboratorio de: MADRID
Ensayo Nº. 4628/23-7970/23-19945
Fecha informe: 11/08/2023
Hoja: 2 de 2

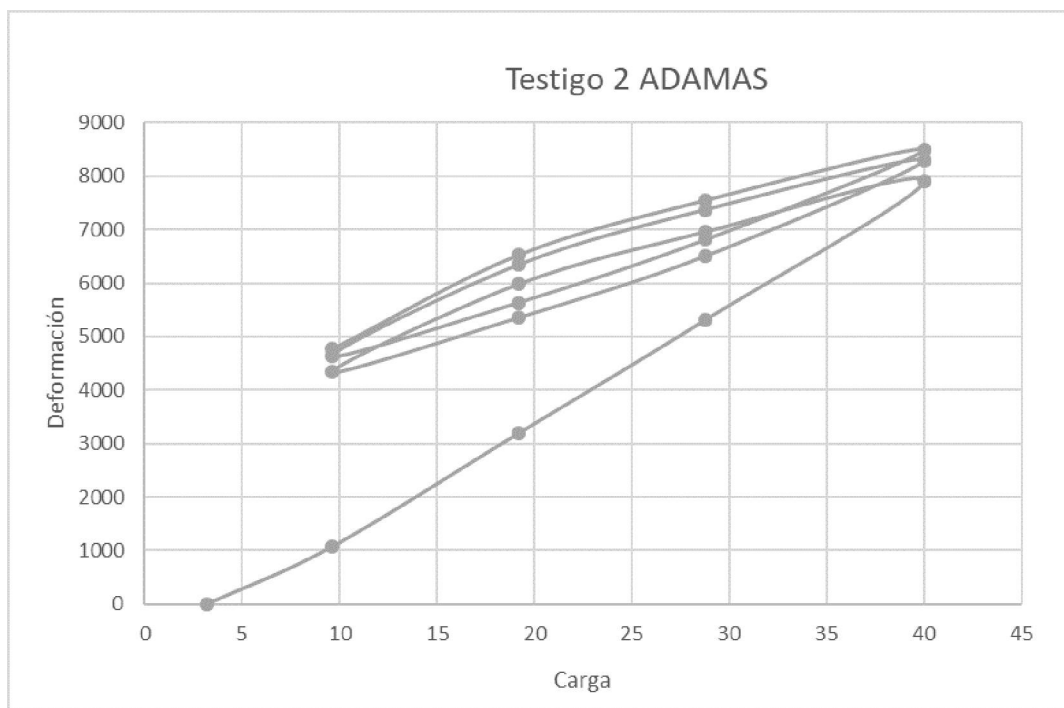
PETICIONARIO: ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.
Ctra. Pinto-San Martín de la Vega Pk 0+500 - P.I. de pinto. Nave D-8
28320 Pinto - Madrid

OBRA: ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO SECANTE DE ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN

FECHA Y SITIO DE LA TOMA DE MUESTRA: 09/08/2023 - Muestra recibida en nuestro laboratorio con ref: "Testigos Ø75 hormigón"

Nº PARTE EUROCONSULT: M071283

TIPO DE MUESTRA: Testigos de hormigón



OBSERVACIONES:

JEFE DE ÁREA

FCO JAVIER NIETO RUBIO

DIRECTOR DE LABORATORIO

JOSÉ A. HERGUETA LÁZARO

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INCLUIDO EN EL REGISTRO GENERAL DE LABORATORIOS DEL C.T.E. CON Nº MAD-L-004

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE
ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN
UNE EN 12390-13:2014****Laboratorio de:** MADRID
Ensayo Nº. 4628/23-7970/23-19946
Fecha informe: 11/08/2023
Hoja: 1 de 2**PETICIONARIO:** ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.
Ctra. Pinto-San Martín de la Vega Pk 0+500 - P.I. de pinto. Nave D-8
28320 Pinto - Madrid**OBRA:** ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO SECANTE DE ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN**FECHA Y SITIO DE LA TOMA DE MUESTRA:** 09/08/2023 - Muestra recibida en nuestro laboratorio con ref: "Testigos Ø75 hormigón"**Nº PARTE EUROCONSULT:** M071283**TIPO DE MUESTRA:** Testigos de hormigón

DATOS IDENTIFICATIVOS	
Referencia de muestra:	T3 ADAMAS
Tipo probeta:	Testigo
Diámetro probeta (mm):	74,08
Altura probeta (mm)	134,66
Fecha de fabricación:	-
Fecha de ensayo:	11/08/23
Método de refrentado:	Refrentado
DATOS DEL ENSAYO	
Resistencia a compresión tras módulo (Mpa)	33,3
Módulo secante de elasticidad inicial (GPa)	12,4
Módulo secante de elasticidad estabilizado (GPa)	22,6

OBSERVACIONES:

JEFE DE ÁREA



FCO JAVIER NIETO RUBIO

DIRECTOR DE LABORATORIO



JOSÉ A. HERGUETA LÁZARO

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INCLUIDO EN EL REGISTRO GENERAL DE LABORATORIOS DEL C.T.E. CON Nº MAD-L-004

**DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE
ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN
UNE EN 12390-13:2014**

Laboratorio de: MADRID
Ensayo Nº. 4628/23-7970/23-19946
Fecha informe: 11/08/2023
Hoja: 2 de 2

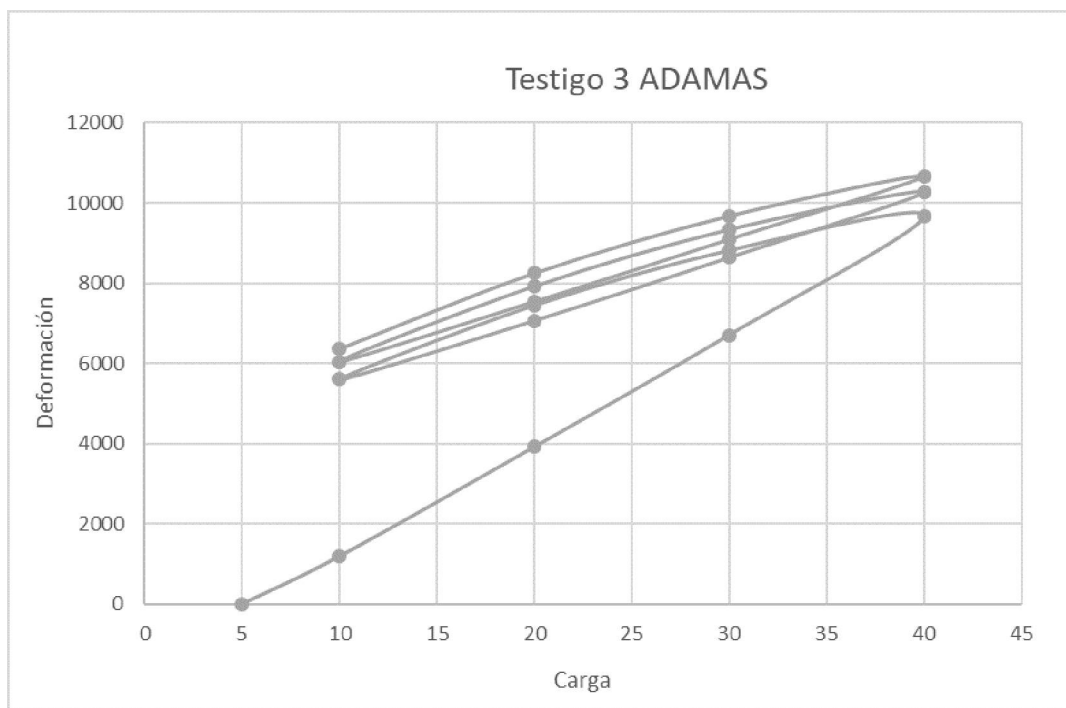
PETICIONARIO: ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.
Ctra. Pinto-San Martín de la Vega Pk 0+500 - P.I. de pinto. Nave D-8
28320 Pinto - Madrid

OBRA: ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO SECANTE DE ELASTICIDAD EN COMPRESIÓN

FECHA Y SITIO DE LA TOMA DE MUESTRA: 09/08/2023 - Muestra recibida en nuestro laboratorio con ref: "Testigos Ø75 hormigón"

Nº PARTE EUROCONSULT: M071283

TIPO DE MUESTRA: Testigos de hormigón



OBSERVACIONES:

JEFE DE ÁREA

FCO JAVIER NIETO RUBIO

DIRECTOR DE LABORATORIO

JOSÉ A. HERGUETA LÁZARO

ENSAYOS DE CARBONATACIÓN

“APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID”

PETICIONARIO: SERANCO, S.A.

C/ Vía de las Dos Castillas 9 A – portal 2
28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid)

Nº INFORME: 3139-CC-2023	Referencia ensayo: 10806/2023
Nº OBRA: 230727	

ADAMAS, CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. Declaración Responsable incluida en el Registro General de Laboratorios de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación-Lecce, inscripción MAD-L-066 de fecha 19/01/2015, en los grupos de ensayo y pruebas indicados a continuación:

- GT Ensayos de geotecnia
- VS Ensayos de viales
- PS Pruebas de servicio
- EH Ensayos de hormigón estructural
- EA Ensayos de estructuras de acero estructural
- EFA Ensayos de obras de fábrica y albañilería
- EM Ensayos de estructuras de madera
- Otros ensayos de materiales e instalaciones



ADAMAS, CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 9001:2015 por OCA CERT (certificado n.º 34/5200/20/4003 de fecha 08/04/2020) aplicable a la realización de ensayos de construcción en las áreas GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM y otros ensayos de materiales e instalaciones.

ÍNDICE

1. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS.
- 2.- PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN.

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID

Nº Informe: 3139-CC-2023

Nº Obra: 230727

Página 1 de 9

1. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

Referencia muestra: 10806/2023.

Fecha de extracción: 11/10/2023.

Albarán: 24126.

Tipo de muestra: Ensayos de carbonatación en catas

2. ENSAYOS REALIZADOS

- Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigón endurecido y puesto en servicio, según UNE 112011:11.

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID

Nº Informe: 3139-CC-2023

Nº Obra: 230727

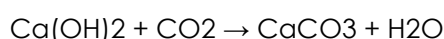
Página 2 de 9

3.- DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

Los ensayos se han realizado según norma UNE 112011. Corrosión en armaduras. Determinación de la profundidad de carbonatación en hormigones endurecidos y puestos en servicio.

Con este ensayo puede obtenerse información del estado de carbonatación de un elemento estructural en un momento determinado de su vida. La principal indicación que se pretende conseguir con esta medida es conocer si la carbonatación ha llegado o no hasta la armadura, lo que permitirá establecer si ha podido provocar o contribuir al desarrollo de la corrosión, cuando se haya producido. El "frente" de carbonatación, que marca la profundidad de penetración del dióxido de carbono y la consecuente reducción de la alcalinidad pasivante, puede llegar a la profundidad de las armaduras; en esta situación el acero ya no está "naturalmente" protegido por la alta alcalinidad del hormigón, y con la presencia de humedad y oxígeno se produce la corrosión, llevando a fisuración y desprendimiento del recubrimiento de hormigón.

La carbonatación del hormigón es un fenómeno derivado de la combinación de CO₂ presente en la atmósfera, con la cal libre del hormigón, para formar carbonato cálcico:



La velocidad con que aparece y se desarrolla esta reacción en las capas más superficiales del hormigón, es dependiente del tipo de atmósfera, tipo de exposición ambiental y condiciones termohigrométricas de la zona donde está ubicada la estructura.

Dado que el Ca(OH)₂ es principalmente el que desarrolla y mantiene el elevado valor del pH del hormigón (12,5 aproximadamente) cuando éste se ha carbonatado el valor del pH desciende por debajo de 9.

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID		<div><div>ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.</div><div>NIF: B-87002929 adamas@adamascyg.es TEL: 630 626 772 / 635 546 386</div></div>
Nº Informe: 3139-CC-2023	Página 3 de 9	
Nº Obra: 230727		

El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ penetra desde la superficie hacia el interior del hormigón. Por consiguiente, la carbonatación comienza también en la superficie y penetra lentamente hacia el interior. El parámetro decisivo de la calidad del hormigón es la permeabilidad, la cual, para un ambiente dado, depende de la estructura de los poros. La difusión del CO_2 sólo es posible en poros llenos de aire. Por esta razón, el hormigón no se carbonata cuando está totalmente saturado de agua.

El hormigón de cemento portland presenta inicialmente un medio de carácter básico (con un $\text{pH} \geq 12$). En estas condiciones el acero del armado está pasivado y no puede sufrir corrosión como consecuencia exclusiva de la humedad.

Con el paso del tiempo y como consecuencia de la reacción de la portlandita con el CO_2 ambiental, este pH va bajando hasta valores inferiores a 9. En esta situación, este hormigón ya no protege el acero de la corrosión que aparecerá si hay humedad.

La profundidad de carbonatación puede determinarse con toda precisión mediante tratamiento del hormigón con fenolftaleína, tras cuyo contacto, queda sin colorear la zona carbonatada.

MEDIDA DE LA PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN

CATA°	Profundidad de carbonatación (mm)
SÓTANO 3 (junto plaza 47)	10-12
SÓTANO 1 (junto plaza 49)	7-8



SÓTANO 3



SÓTANO 1


Este informe consta de nueve páginas numeradas y selladas.

Madrid, 18 de septiembre de 2023

Vº Bº



Fdo.: Gregorio Lamparero de Francisco
Ldo. en C.C. Químicas
Técnico Control de Calidad



Fdo.: Diana Hernández Santos
Ingeniero Técnico de Obras Públicas
Jefe de Área EH



Fdo.: Belén González Nieto
Lda. en C.C. Químicas
Director Técnico

El presente Informe solo afecta a las muestras sometidas a estudio. .Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la aprobación expresa de ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.

**ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. – Parque Industrial de Pinto. Nave D-8, Carretera de Pinto a San Martín de la Vega, P.K. 0,500.
28320 Pinto. Madrid. Tel 91 691 61 63**

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID		<div><div>ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.</div><div>NIF: B-87002929 adamas@adamascyg.es TEL: 630 626 772 / 635 546 386</div></div>	
Nº Informe: 3139-CC-2023	Página 5 de 9		
Nº Obra: 230727			

ENSAYOS DE TESTIGOS DE HORMIGÓN

“APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID”

PETICIONARIO: SERANCO, S.A.

C/ Vía de las Dos Castillas 9 A – portal 2
28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid)

Nº INFORME: 0612-CC-2024	Referencia ensayo: 00447/2024
Nº OBRA: 230727	

ADAMAS, CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. Declaración Responsable incluida en el Registro General de Laboratorios de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación-Lecce, inscripción MAD-L-066 de fecha 19/01/2015, en los grupos de ensayo y pruebas indicados a continuación:

- GT Ensayos de geotecnia
- VS Ensayos de viales
- PS Pruebas de servicio
- EH Ensayos de hormigón estructural
- EA Ensayos de estructuras de acero estructural
- EFA Ensayos de obras de fábrica y albañilería
- EM Ensayos de estructuras de madera
- Otros ensayos de materiales e instalaciones



ADAMAS, CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. dispone de un sistema de gestión de la calidad certificado de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 9001:2015 por OCA CERT (certificado n.º 34/5200/20/4003 de fecha 08/04/2020) aplicable a la realización de ensayos de construcción en las áreas GT, VS, PS, EH, EA, EFA, EM y otros ensayos de materiales e instalaciones.

ÍNDICE

1. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS.
2. ENSAYOS REALIZADOS.
3. RESULTADOS DE ENSAYOS.

ANEJO DE RESULTADOS.

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID

Nº Informe: 0612-CC-2024

Nº Obra: 230727

Página 1 de 3

1. IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

Referencia muestra: 00447/2024 (muestra entregada por personal de Seranco en instalaciones laboratorio Euroconsult en San Sebastián de los Reyes).

Fecha entrega: 05/02/2024

2. ENSAYOS REALIZADOS

- Ensayos de áridos. Determinación de la reactividad potencial álcali-silice u álcali-silicato de los áridos. Método acelerado en probetas de mortero.

3. RESULTADO DE LOS ENSAYOS

Ver anejo

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID		<div><div>ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.</div><div>NIF: B-87002929 adamas@adamascyg.es TEL: 630 626 772 / 635 546 386</div></div>	
Nº Informe: 0612-CC-2024	Página 2 de 3		
Nº Obra: 230727			

Este informe consta de tres páginas numeradas y selladas y un anejo.

Madrid, 04 de marzo de 2024

Vº Bº



Fdo.: Diana Hernández Santos
Ingeniero Técnico de Obras Públicas
Jefe de Área EH



Fdo.: Belén González Nieto
Lda. en C.C. Químicas
Director Técnico

El presente Informe solo afecta a las muestras sometidas a estudio. .Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la aprobación expresa de ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.

**ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L. – Parque Industrial de Pinto. Nave D-8, Carretera de Pinto a San Martín de la Vega, P.K. 0,500.
28320 Pinto. Madrid. Tel 91 691 61 63**

APARCAMIENTO EN PLAZA JACINTO BENAVENTE - MADRID		<div><p>ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.</p><p>NIF: B-87002929 adamas@adamascyg.es TEL: 630 626 772 / 635 546 386</p></div>
Nº Informe: 0612-CC-2024	Página 3 de 3	
Nº Obra: 230727		

ANEJO DE RESULTADOS

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INCLUIDO EN EL REGISTRO GENERAL DE LABORATORIOS DEL C.T.E. CON Nº MAD-L-004

**DETERMINACIÓN DE LA REACTIVIDAD
POTENCIAL ÁLCALI-SÍLICE Y ÁLCALI-SILICATO
DE LOS ÁRIDOS. MÉTODO ACELERADO EN
PROBETAS DE MORTERO
UNE 146508:2018****Laboratorio de:** MADRID
Informe / Ensayo Nº. 5354/24-2012/24-4844
Fecha informe: 04/03/2024
Hoja: 1 de 2**PETICIONARIO:** ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.
Ctra. Pinto-San Martín de la Vega Pk 0+500 - P.I. de pinto. Nave D-8
28320 Pinto - Madrid**OBRA:** ENSAYOS DE LABORATORIO DE MATERIALES**FECHA Y SITIO DE LA TOMA DE MUESTRA:** 05/02/2024 - Muestra facilitada por SERANCO con referencia: Parking Jacinto Benavente ⁽¹⁾**Nº PARTE EUROCONSULT:** M403581**TIPO DE MUESTRA:** Hormigón endurecido

Referencia de muestra	-	M403581
Tipo de muestra	-	Hormigón endurecido
Método preparación	-	Machacado
RESULTADOS		
PROBETA	UNIDADES	EXPANSIÓN LINEAL A LOS 14 DÍAS DE TRATAMIENTO ALCALINO (%)
Probeta nº 1	%	0,035
Probeta nº 2	%	0,036
Probeta nº 3	%	0,034
Expansión lineal media	%	0,04
Árido no reactivo (Expansión ≤ 0,10%)		

OBSERVACIONES: ⁽¹⁾ Datos de identificación de la muestra facilitados por el cliente, quedando el laboratorio exento de toda responsabilidad generada, como consecuencia de los mismos

JEFE DE ÁREA



FCO JAVIER NIETO RUBIO

DIRECTOR DE LABORATORIO



JOSÉ A. HERGUETA LÁZARO

LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD CON DECLARACIÓN RESPONSABLE SEGÚN R.D. 410/2010 INCLUIDO EN EL REGISTRO GENERAL DE LABORATORIOS DEL C.T.E. CON Nº MAD-L-004

**DETERMINACIÓN DE LA REACTIVIDAD
POTENCIAL ÁLCALI-SÍLICE Y ÁLCALI-SILICATO
DE LOS ÁRIDOS. MÉTODO ACELERADO EN
PROBETAS DE MORTERO
UNE 146508:2018**

Laboratorio de: MADRID
Informe / Ensayo Nº. 5354/24-2012/24-4844
Fecha informe: 04/03/2024
Hoja: 2 de 2

PETICIONARIO: ADAMAS CONTROL Y GEOTECNIA, S.L.L.
Ctra. Pinto-San Martín de la Vega Pk 0+500 - P.I. de pinto. Nave D-8
28320 Pinto - Madrid

OBRA: ENSAYOS DE LABORATORIO DE MATERIALES

FECHA Y SITIO DE LA TOMA DE MUESTRA: 05/02/2024 - Muestra facilitada por SERANCO con referencia: Parking Jacinto Benavente ⁽¹⁾

Nº PARTE EUROCONSULT: M403581

TIPO DE MUESTRA: Hormigón endurecido



OBSERVACIONES: ⁽¹⁾ Datos de identificación de la muestra facilitados por el cliente, quedando el laboratorio exento de toda responsabilidad generada, como consecuencia de los mismos

JEFE DE ÁREA

FCO JAVIER NIETO RUBIO

DIRECTOR DE LABORATORIO

JOSÉ A. HERGUETA LÁZARO