

CENTRO DE ESTUDIOS, INVESTIGACIONES Y CONTROL DE OBRAS, S.L.

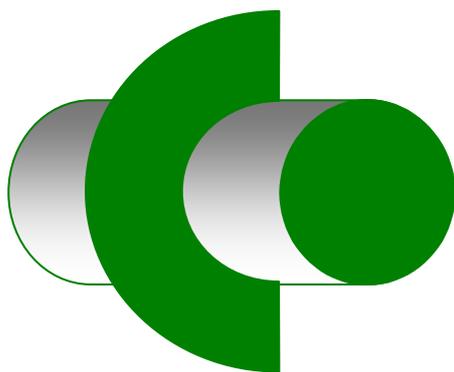
INFORME DE INSPECCIÓN DE ESTRUCTURA

CEIP HNOS. SAN ISIDORO Y SANTA FLORENTINA. CASA DEL NIÑO

PETICIONARIO: DIRECCIÓN GRAL. DE CENTROS EDUCATIVOS. CARM

N/REF.: I-17/28451

Murcia, marzo de 2018



LABORATORIO

INGENIERÍA

REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS



ÍNDICE

PÁGINA

1.- ANTECEDENTES.....	3
2.- TRABAJOS REALIZADOS.....	4
3.- INFORMACIÓN OBTENIDA.....	5
3.1.- CUBIERTAS.....	7
3.1.1.- CUBIERTA ALA NORTE.....	7
3.1.2.- CUBIERTA CAPILLA.....	13
3.1.3.- CUBIERTA ALA OESTE.....	18
3.1.4.- PATOLOGÍAS EN CUBIERTA.....	21
3.2.- ESTRUCTURA.....	23
3.2.1.- FORJADO DE TECHO DE PLANTA BAJA ALA NORTE.....	23
3.2.2.- FORJADO PORCHE PLANTA BAJA ALAS NORTE Y OESTE.....	28
3.2.3.- PILARES DE SOPORTE DE TECHO DE PORCHES.....	31
3.2.4.- MUROS DE CARGA.....	36
3.3.- CIMENTACIÓN.....	40
4.- CONCLUSIONES.....	44



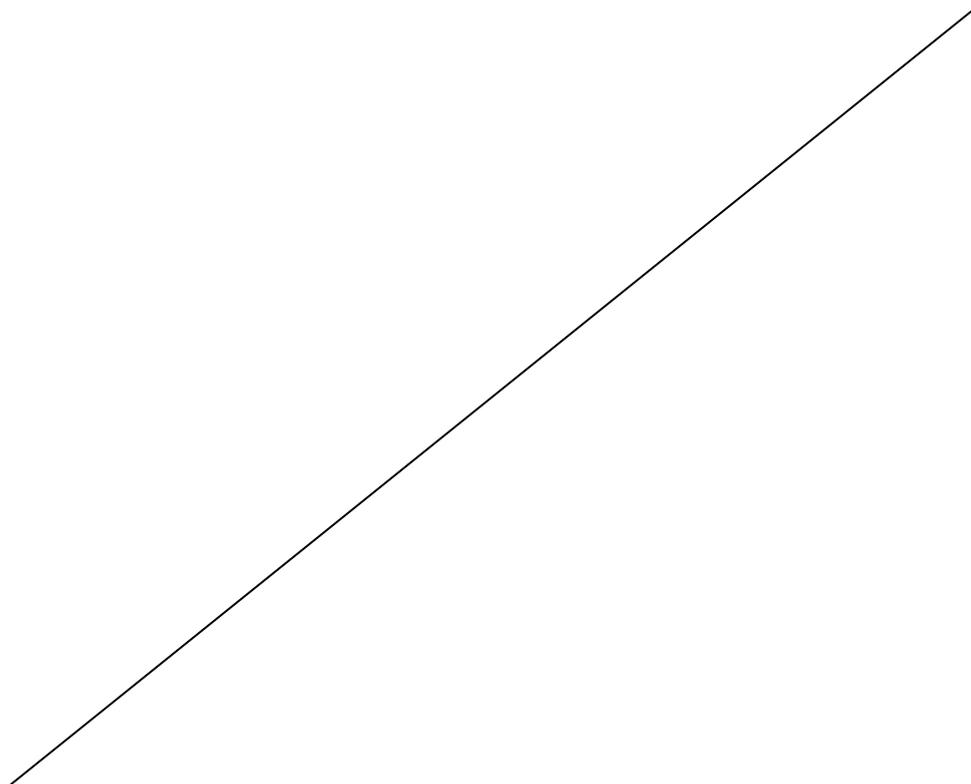
1.- ANTECEDENTES

Con fecha 23 de enero de 2018 se presentó por parte de CEICO oferta para la ejecución de una serie de trabajos de inspección, catas y caracterización de distintos elementos estructurales a la Dirección General de Centros Educativos de la Región de Murcia, conforme a la MEMORIA VALORADA PARA LA EJECUCIÓN DE CATAS Y CARACTERIZACIÓN DE DISTINTOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES en el CEIP HNOS. SAN ISIDORO Y SANTA FLORENTINA, siendo aceptada por parte del órgano de contratación el día 31 de enero.

Durante los meses de febrero y marzo se han ido realizando los diferentes trabajos de toma de datos, ejecución de catas, ensayos de laboratorio y análisis estructural sobre las diferentes zonas objeto de estudio.

Tiene por objeto este informe exponer toda la información obtenida en el estudio realizado, así como indicar las conclusiones que se pueden establecer una vez analizadas las condiciones estructurales de cada uno de los elementos estudiados.

Consta este informe de 48 hojas numeradas y escritas a una cara.





2.- TRABAJOS REALIZADOS

Los trabajos realizados han consistido en la ejecución de catas, toma de datos geométricos, caracterización de cada uno de los materiales que componen los elementos estructurales del edificio y realización de ensayos de laboratorio e in situ para determinar su capacidad resistente y su estado de conservación, así como delimitar las diversas patologías que se han manifestado durante la inspección.

Con los datos geométricos y la caracterización de los materiales se ha generado un modelo de elementos finitos con el fin de realizar un análisis del conjunto estructural para determinar si la capacidad resistente de los distintos elementos es suficiente para soportar los esfuerzos provocados por las cargas establecidas en la normativa actual, CTE, EHE-08, EAE...

Todos los trabajos se han desarrollado durante los meses de febrero y marzo de 2018, alternándose la ejecución de las catas, toma de datos y ensayos in situ, con la ejecución de los ensayos de laboratorio y los trabajos de gabinete de elaboración planos y desarrollo de los cálculos estructurales.

El presente informe desarrolla en cada uno de sus apartados lo mencionado en los párrafos anteriores para cada uno de los elementos estructurales.

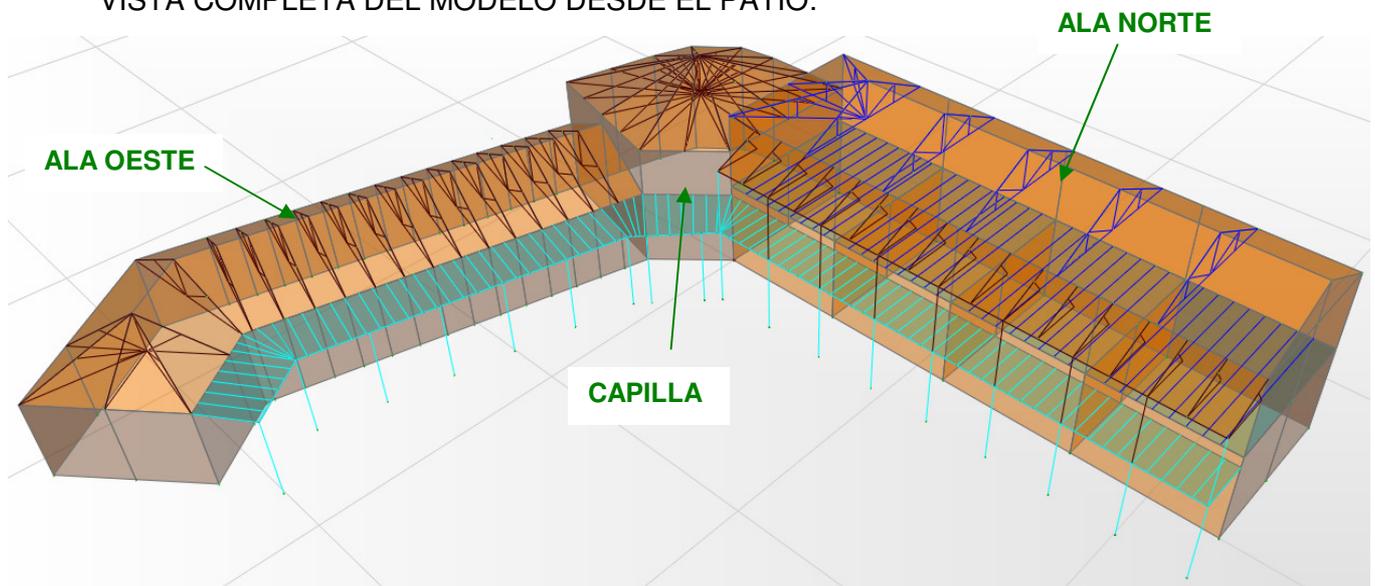


3.- INFORMACIÓN OBTENIDA

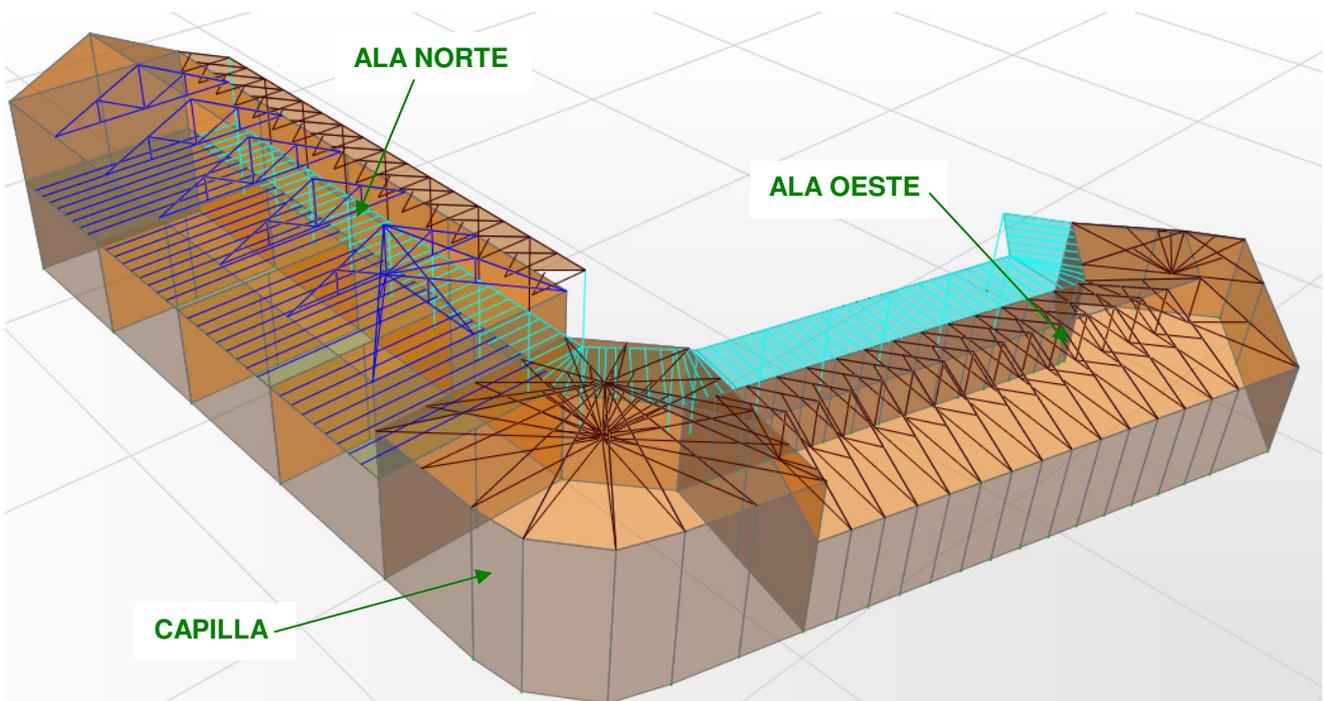
Los datos obtenidos en los trabajos de campo han servido de base para el desarrollo de un modelo de elementos finitos con el que se han podido realizar las comprobaciones estructurales con el fin de determinar la capacidad portante de cada uno de los elementos.

En las siguientes imágenes se representa el modelo generado.

VISTA COMPLETA DEL MODELO DESDE EL PATIO:

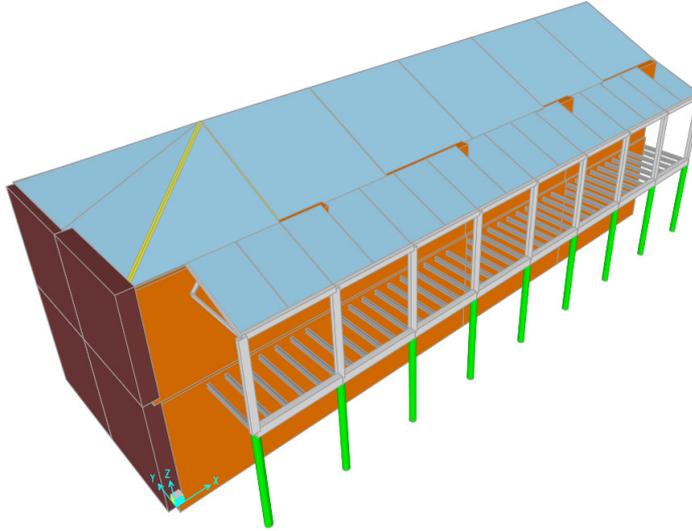


VISTA COMPLETA DEL MODELO DESDE LA CALLE:

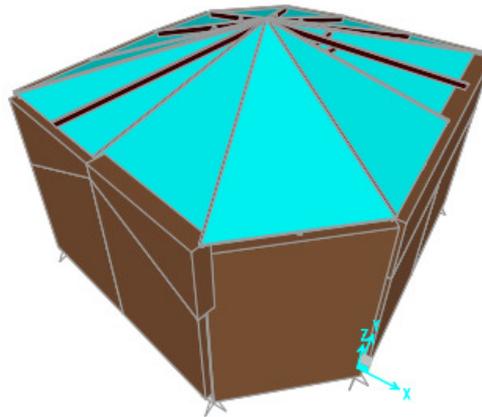




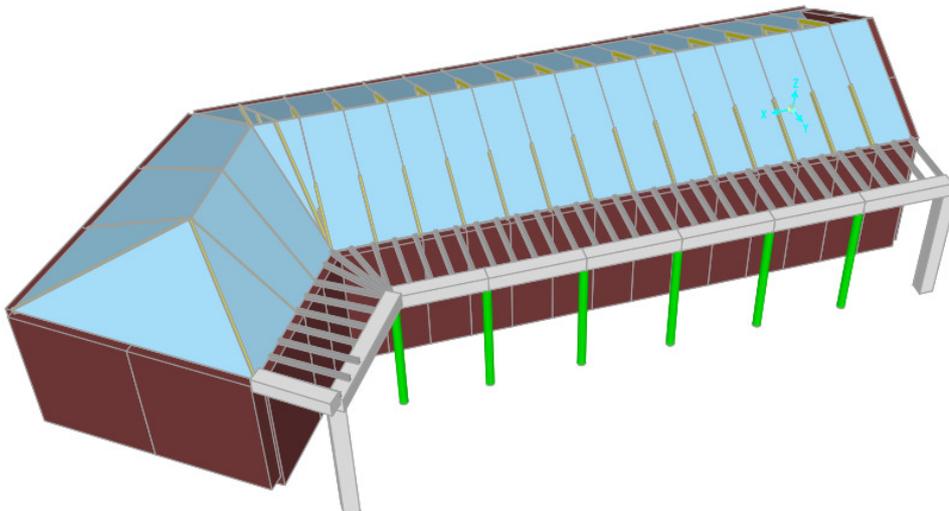
ALA NORTE:



CAPILLA:



ALA OESTE:





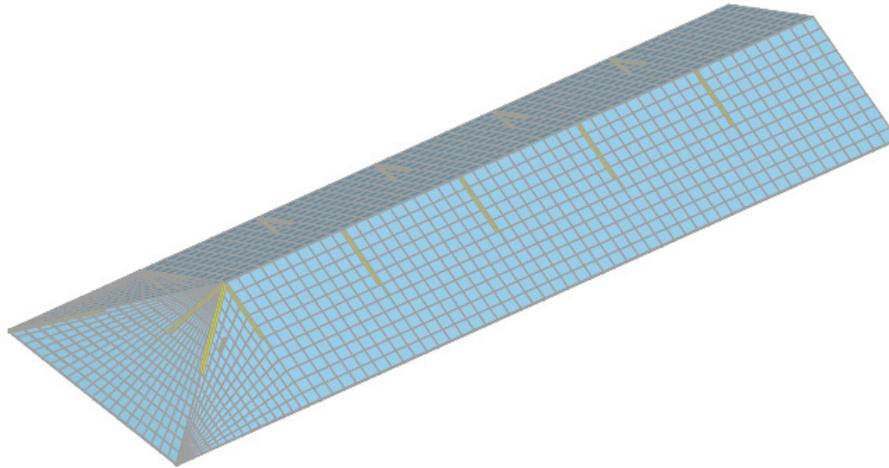
Se presenta a continuación toda la información detallada para cada uno de los elementos estructurales.

3.1.- CUBIERTAS

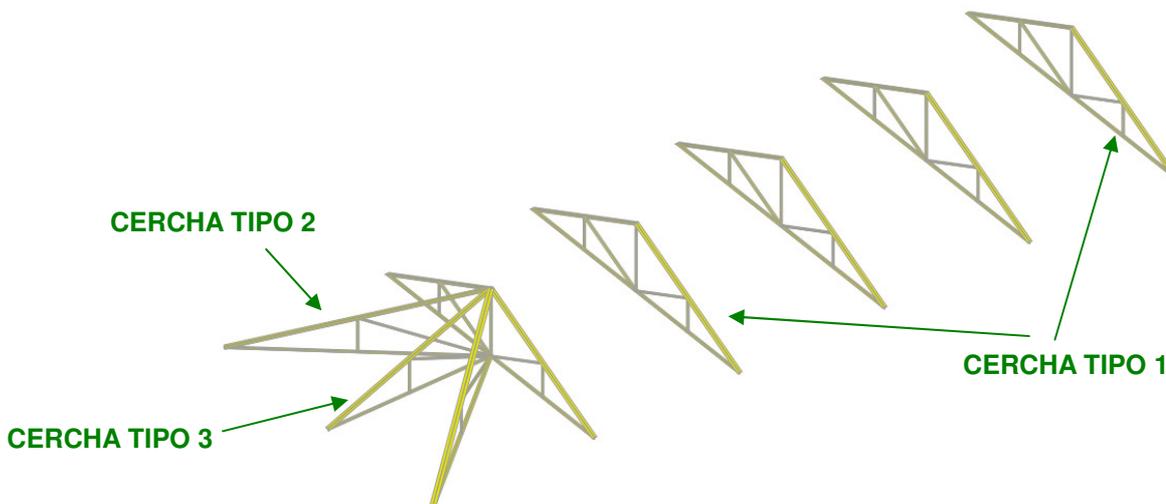
3.1.1.- CUBIERTA ALA NORTE

3.1.1.1.- DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

El sistema de sustentación de la cubierta en la zona de las aulas se encuentra formado por 2 faldones inclinados paralelos de 30,40 metros de longitud y 9,60 metros de ancho, teniendo en su extremo oeste otro faldón inclinado con el que se forma un sistema de cubierta inclinada a 3 aguas, tal y como se muestra en el siguiente esquema.

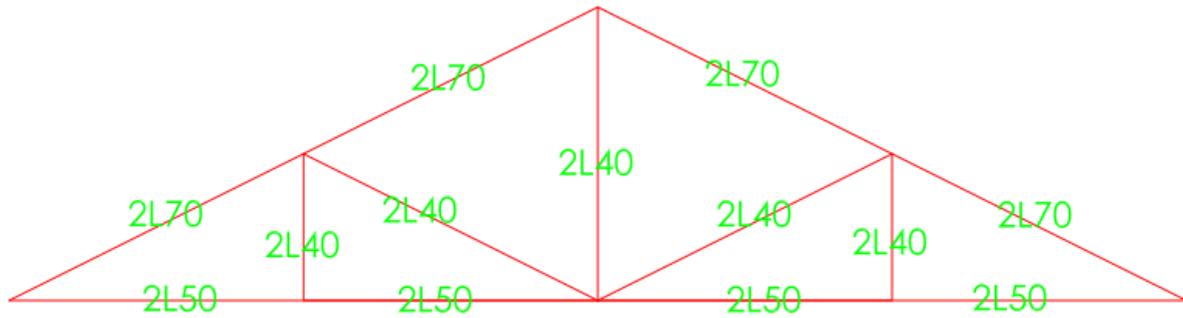


El conjunto estructural de la cubierta se encuentra formado por cinco (5) cerchas metálicas paralelas, y tres cerchas a modo de cuchillo en el extremo oeste con las que se forma el tercer faldón.

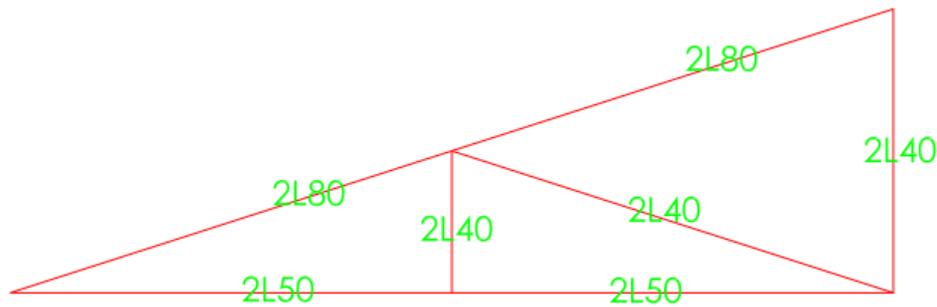




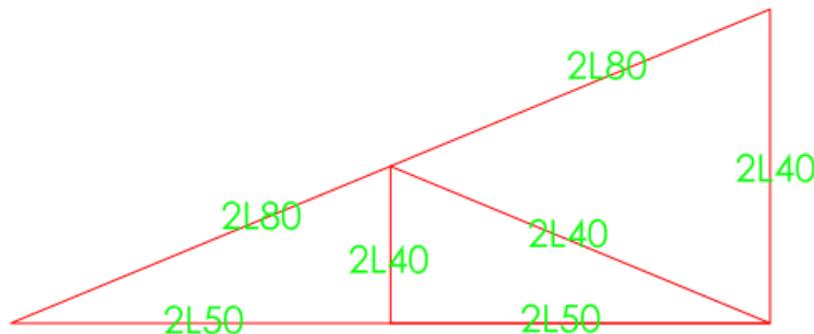
La separación entre las cerchas dispuestas en paralelo es de 4,90 metros, siendo todos los elementos de los que se componen perfiles metálicos tipo angular de diferente tamaño, la altura máxima en el centro de vano es de 2,30 metros. A continuación se muestra cada uno de los perfiles que componen los tres tipos de cerchas.



CERCHA TIPO 1



CERCHA TIPO 2



CERCHA TIPO 3

Sobre las cerchas apoyan unas correas formadas por un perfil metálico rectangular de 100x50 mm con una separación de 35 cms entre ellas sobre las que se disponen directamente las tejas planas cerámicas.



A continuación se muestran una serie de fotografías de detalle de la estructura metálica de la cubierta.



Encuentro de las cerchas tipo 2 y 3 con la cercha tipo 1.

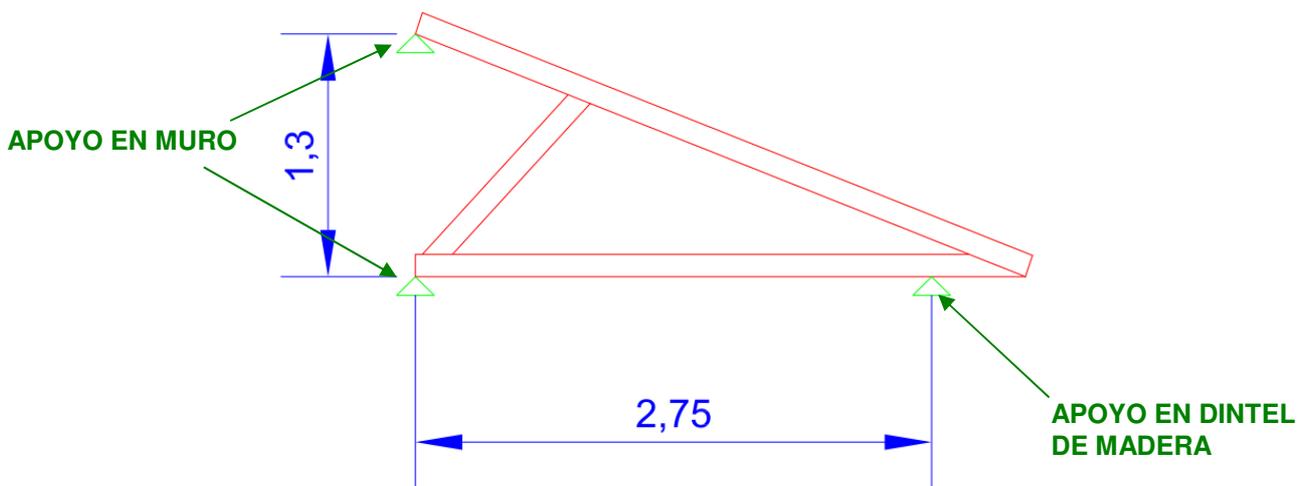


Detalles de apoyo de una cercha sobre el muro de carga.

Se observa en las fotografías como todos los nudos se encuentran reforzados con planchas metálicas que rigidizan la estructura en estas zonas.



De forma independiente a la estructura metálica, y apoyada sobre los muros de carga a un lado y sobre el dintel de madera del pórtico del porche al otro se dispone del sistema de sustentación de la cubierta del porche del ala norte. En este caso la cubrición se realiza mediante un sistema de cerchas de madera dispuestas a modo de cuchillo y con una separación de 1,75 mts entre ellas, sobre las que apoyan las correas de madera que soportan los elementos de cubrición formados por tejas planas cerámicas. Se presenta a continuación el esquema constructivo de la cercha, los elementos que la forman son de madera y tienen unas dimensiones de 120x50 mm.



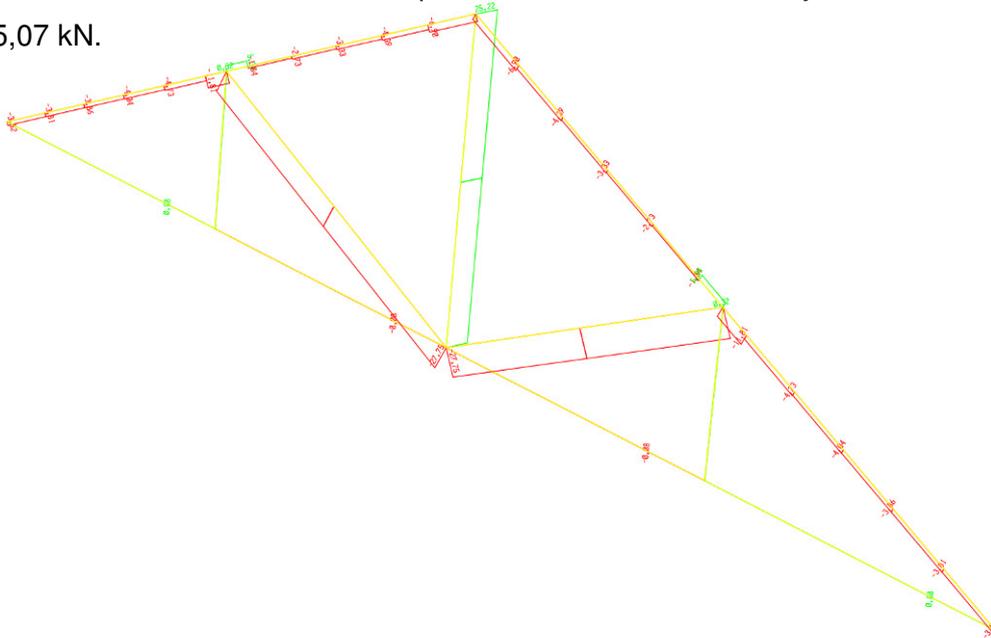
Vista de los elementos de la cubierta del porche, se observa la cercha y las correas de madera sobre las que asientan las tejas planas cerámicas.



3.1.1.2.- COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL ESTRUCTURA METÁLICA

Los datos geométricos obtenidos en las catas realizadas y los ensayos de laboratorio nos ha permitido caracterizar cada uno de los elementos estructurales. Con el modelo de elementos finitos se han podido obtener los esfuerzos que solicitan a cada uno de los elementos que forman las cerchas comprobándose si las secciones tienen suficiente capacidad para soportarlos.

En el siguiente gráfico se muestran los esfuerzos axiales obtenidos sobre la cercha mas solicitada para cada uno de los elementos después de aplicar sobre el modelo las cargas establecidas de viento, nieve, sobrecargas de uso, peso propio y sismo, obteniéndose un axil de compresión máximo de 27,7 kN y un axil de tracción de 25,07 kN.



Con los datos obtenidos y para la combinación de carga mas desfavorable se han realizado todas las comprobaciones de estados límites establecidas en el Eurocódigo 3 de Proyecto de Estructuras de Acero, determinándose que la estructura metálica cuenta con capacidad suficiente para soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas que se establecen en el CTE para la combinación de acciones mas desfavorable.

Se ha realizado un ensayo de tracción sobre una muestra de acero extraída de uno de los perfiles con el fin de conocer su capacidad resistente y poder caracterizarlo, obteniéndose un valor de límite elástico de 295,9 MPa, se incluye el acta de resultados del ensayo.



**CENTRO DE ESTUDIOS, INVESTIGACIONES Y
CONTROL DE OBRAS, S.L.**

CENTRAL:

Ctra. Nacional 301 - Km. 397,900 M.D.
(Frente Gasolinera del Cabezo Cortado)
30100 ESPINARDO (MURCIA)
Telf.: 968 30 84 34 - Fax: 968 30 68 76
✉ email: ceico@ceico.es
WEB: www.ceico.es

CARM. CONSEJERÍA EDUCACIÓN, JUVENTUD Y
DEPORTES. DIR. GRAL. CENTROS EDUCATIVOS -
AVDA. DE LA FAMA, 15 - 30006-MURCIA

Destinatario: MORENO MOÑO, JUAN DE DIOS

Página 1 de 1

ACTA DE RESULTADOS N.º 1460

REFERENCIA

2018/28451=324469

PROCEDENCIA

FECHA MUESTRA

20/03/2018

OBRA: CM004/18 EJECUCIÓN DE CATAS Y CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN
CEIP HNOS SAN ISIDORO Y SANTA FLORENTINA EN C/ JABONERÍAS, S/N CARTAGENA MURCIA

PETICIONARIO: CARM. CONSEJERÍA EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

MATERIAL ENSAYADO: **PERFIL METÁLICO**

Resultados de ensayos

MODALIDAD DE CONTROL	MODALIDAD DE MUESTREO	FECHA REGISTRO	FECHA INICIO ENSAYOS	FECHA FINAL ENSAYOS	CANTIDAD MUESTRA	Nº DE MUESTRA
	ML	21/03/2018	23/03/2018	26/03/2018	1	MU.2018/1117

*** ENSAYO DE TRACCION: S/UNE 7474 parte 1 Y UNE EN 10002-1:02**

Tipo de probeta: **Prismática**

Sección Inicial: **197,8 mm².**

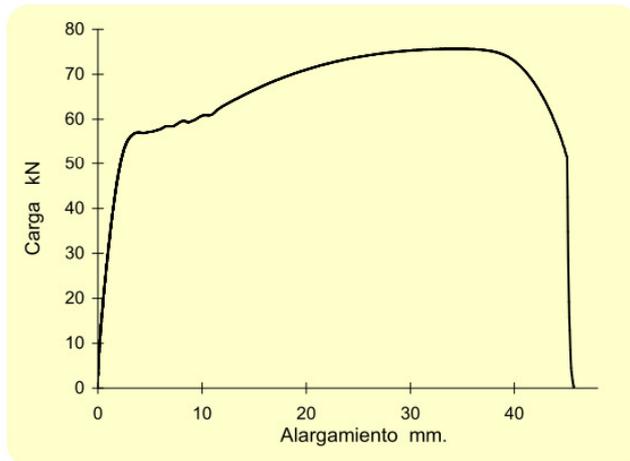
Límite Elástico (Rp): **295,9 N/mm².**

Carga Unitaria Rotura (Rm): **382,7 N/mm².**

Alargamiento Rotura (A): **33,0 %.**

Sec.inicial parte calibrada: **197,8 mm².**

Temperatura de ensayo: **23,0 °C**



Orientación de la probeta: **Longitudinal**

- Este documento es copia exacta del original que obra en nuestras archivos.

- Los resultados de ensayo reflejados en esta acta afectan exclusivamente a la muestra objeto de los mismos.

- No se permite la reproducción total o parcial de la presente acta sin la autorización escrita de CEICO, S.L.

Murcia a 27 de marzo de 2018

Datos Complementarios:

Muestra recogida en obra. Estructura metálica ALA NORTE

DIRECTOR ÁREA

DIRECTOR

Observaciones:

Probeta obtenida por mecanizado, de sección rectangular: 9.6x20.6 mm

ANTONIO MURCIA MARTÍNEZ
INGENIERO DE CAMINOS

ROQUE MURCIA CRESPO
MTR. INGENIERO DE CAMINOS

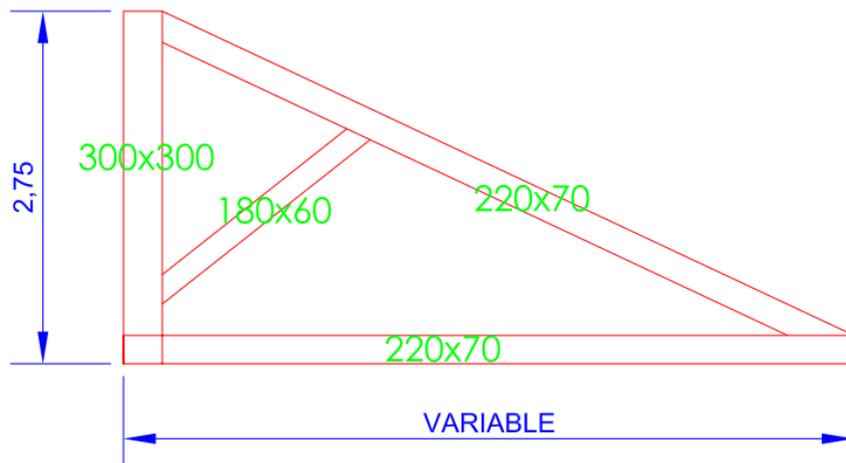


En la imagen siguiente se reproduce de forma gráfica el esquema estructural de la cubierta.



Los elementos inferiores horizontales de la cercha se encuentran formados por tablonces de madera de 220x70 mm de sección, igual sección que los inclinados que soportan el peso de las correas de madera y las tejas planas cerámicas, excepto una de las cerchas en la que todos sus tablonces tienen una sección de 180x60 mm. En la parte central del octógono los elementos se unen a un tablón vertical de 2,75 metros de longitud con una sección cuadrada de 300x300 mm. A su vez de la parte inferior del elemento vertical central salen unos tablonces inclinados de 180x60 mm de sección que se unen a los tablonces superiores de la cercha.

En el croquis siguiente se muestra de forma gráfica lo indicado en el párrafo anterior para una de las cerchas que forman la cubierta de la capilla.





A continuación se muestran una serie de fotografías de detalle de los elementos estructurales de la cubierta.



Vista de los elementos centrales de la cubierta.



Conexión de las barras inclinadas al elemento vertical central de la cubierta.



Conexión de las barras horizontales inferiores al elemento vertical central.



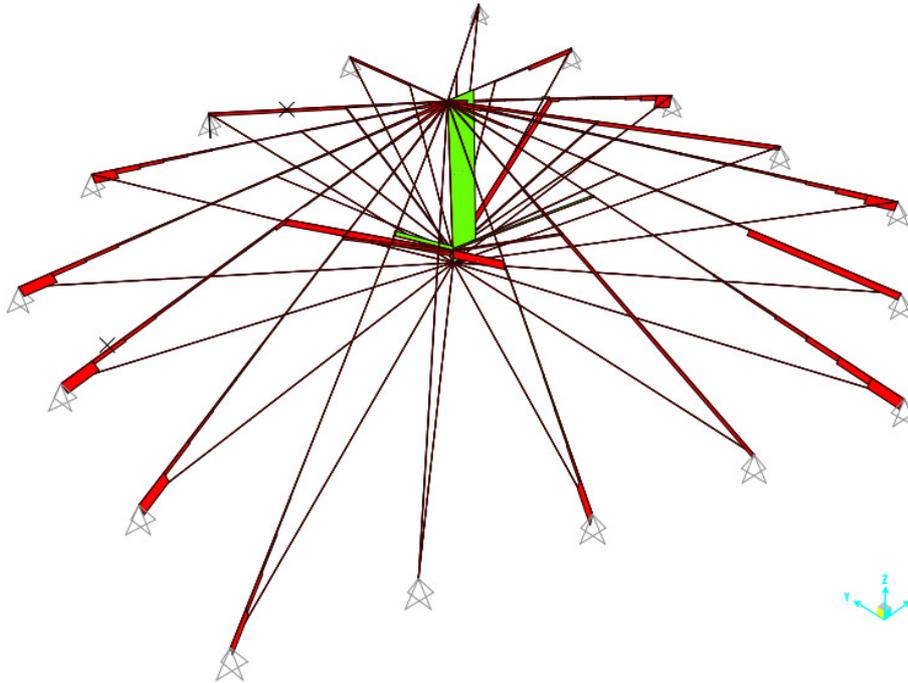
Detalle de apoyo de la cercha sobre los muros de carga.

En las fotografías anteriores se observa que el estado de conservación de los herrajes metálicos de conexión de los tablones es aceptable.



3.1.2.2.- COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL

Con el modelo de elementos finitos generado para la estructura de cerchas de madera se han podido determinar los esfuerzos a los que se ven sometidos cada uno de los elementos para la combinación de cargas mas desfavorable según se establece en el CTE. Se muestra a continuación el gráfico de esfuerzos axiales calculado para el conjunto de la cubierta.



Para la combinación de esfuerzos mas desfavorable, el elemento vertical central se encuentra solicitado a un axil de tracción de 41,45 kN, mientras que para los elementos de sección 220x70 mm se ha obtenido un esfuerzo máximo de compresión de 18,50 kN, en las barras inclinadas de sección 180x60 mm se ha calculado un esfuerzo máximo de compresión de 11,74 kN.

Con estos datos las tensiones máximas que tienen que soportar cada uno de los elementos son las siguientes:

- Sección vertical central 300x300 mm → **Tensión máxima de tracción=0,46MPa**
- Sección diagonal 220x70 mm → **Tensión máxima de compresión=1,20MPa**
- Sección diagonal 180x60 mm → **Tensión máxima de compresión=1,09MPa**

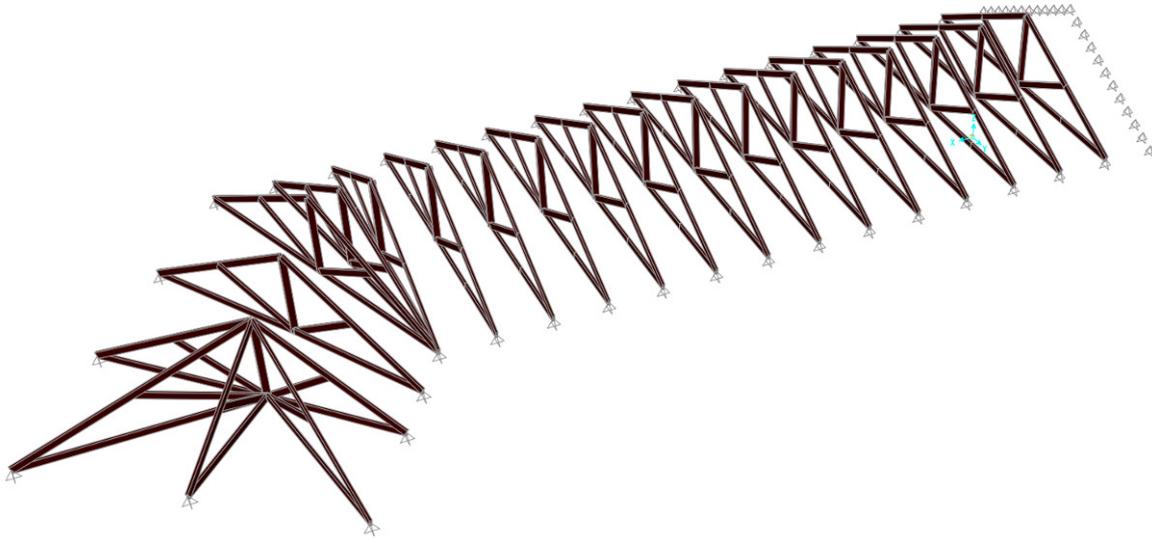
Los valores de tensiones obtenidos de cálculo que solicitan a los elementos de madera de las cerchas son muy inferiores a los que son capaces de soportar.



3.1.3.- CUBIERTA ALA OESTE

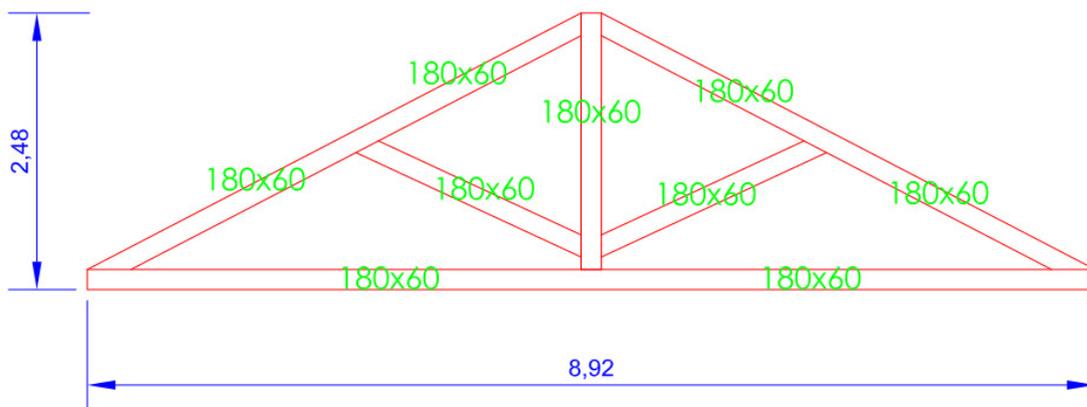
3.1.3.1.- DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

El sistema de cubrición del ala oeste está formado por un sistema de cerchas de madera dispuestas en paralelo con una separación de 1,50 metros entre ellas y con pendiente a dos aguas tal y como se observa en la imagen siguiente.



Todos los elementos de madera que componen las cerchas tienen una sección de 180x60 mm y apoyan directamente sobre los muros de carga perimetrales. Sobre los elementos superiores se disponen las correas de madera sobre las que apoyan las tejas planas cerámicas.

Se muestra a continuación el esquema estructural de las cerchas dispuestas en paralelo.





En las fotografías siguientes se observa lo indicado en el presente apartado.



Vista central de las cerchas de madera. Se observan las correas de madera que soportan las tejas cerámicas y los tabloncillos de madera de sujeción del falso techo.



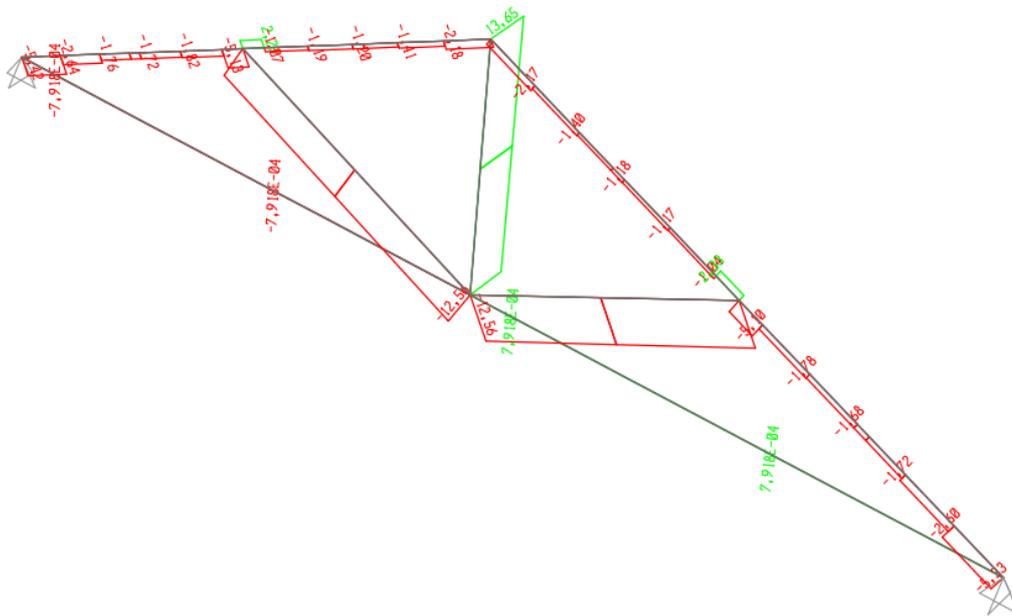
Detalle del apoyo de las cerchas sobre los muros de carga.



3.1.3.2.- COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL

De igual forma que para los casos anteriores se han obtenido los valores de los esfuerzos que solicitan a las distintas secciones de las cerchas con el fin de comprobar si tienen capacidad suficiente para soportar las solicitaciones provocadas para la combinación de cargas mas desfavorable establecida en el CTE.

En el siguiente gráfico se muestran las leyes de esfuerzos axiales en cada uno de los elementos de la cercha mas solicitada.



Los valores de esfuerzos axiales máximos obtenidos, 16,10 kN a tracción y 20,40 kN a compresión, provocan unas tensiones máximas de tracción de 1,49 MPa y de 1,88 MPa a compresión, valores muy inferiores a los que es capaz de soportar la sección de madera.



3.1.4.- PATOLOGÍAS EN CUBIERTA

La inspección realizada sobre la cubierta ha puesto de manifiesto una serie de patologías existentes en distintos elementos de la cubierta.

- Corrosiones en perfiles metálicos de las cerchas; En las zonas inspeccionadas se ha podido determinar que los perfiles angulares que componen las cerchas se encuentran oxidados de forma generalizada. No obstante, en ninguna de las zonas inspeccionadas se ha observado una pérdida de sección importante que pueda poner en riesgo la capacidad estructural de los perfiles. El origen de esta patología se encuentra en la pintura de recubrimiento de los perfiles, la cual ha perdido su capacidad de proteger a los elementos metálicos.



Elementos metálicos oxidados y pintura de recubrimiento en mal estado.

- Las correas dispuestas sobre las cerchas metálicas y formadas por perfiles rectangulares de 100x50 mm se encuentran soldadas de forma deficiente, el cordón de soldadura es escaso, estando muchos de los perfiles únicamente punteados, habiéndose llegado a separar en algunas zonas.



Correas metálicas soldadas de forma deficiente y oxidadas.

- Las correas de madera dispuestas sobre las cerchas de madera de todas las cubiertas ejecutadas de esta forma se encuentran deterioradas por una exposición a un ambiente agresivo, ya que se encuentran en contacto directo con las tejas de la cubierta. No existe un riesgo inminente de que se pueda producir un fallo de estos elementos ya que los solicitaciones que han de soportar son bajas, si bien, se ha de tener en cuenta para proceder a su sustitución a medio plazo.



Correas de madera deterioradas.

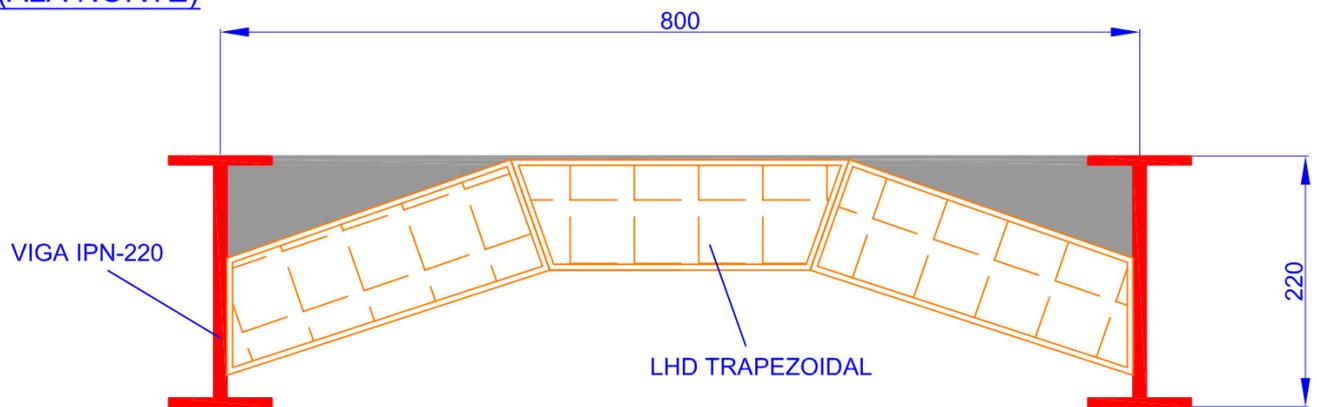
3.2.- ESTRUCTURA

3.2.1.- FORJADO DE TECHO DE PLANTA BAJA ALA NORTE

3.2.1.1.- DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

El sistema estructural del forjado de techo de planta baja se compone de una serie de vigas IPN-220 dispuestas en paralelo con una separación de 80 cms entre ellas, el entrevigado se compone de tres ladrillo trapezoidales formando un arco como se representa en la siguiente figura.

FORJADO TECHO PLANTA BAJA (ALA NORTE)



Cata realizada en forjado. Se observan las vigas IPN-220 y el entrevigado formado con ladrillos huecos trapezoidales.



3.2.1.2.- COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL

Con el fin de determinar la capacidad resistente del forjado se ha realizado un análisis estructural para poder determinar si la sección tiene suficiente capacidad de resistir las sobrecargas previstas en la normativa actual.

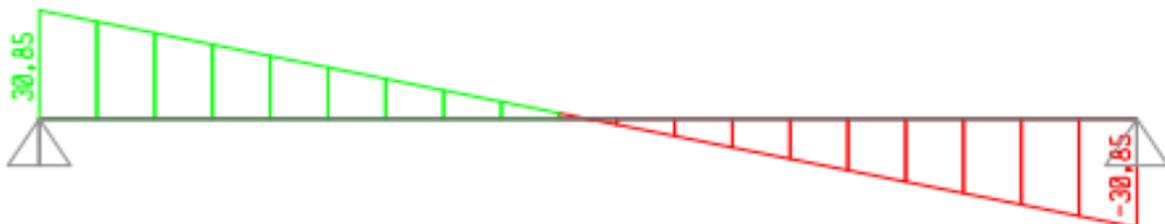
Se ha considerado una sobrecarga uniforme de 3 kN/m^2 tal y como se establece en el CTE para categoría de uso C1, además de las cargas de permanentes y sismo. Con estos datos se han obtenido los esfuerzos flectores y cortantes que solicitan a las vigas y se ha procedido a realizar una comprobación de la capacidad del perfil metálico.

Se muestra a continuación los diagramas de esfuerzos sobre las vigas para la hipótesis de carga mas desfavorable, en los que se tiene un flector máximo de $71,38 \text{ kNm}$ y un cortante de $30,85 \text{ kN}$.

Ley de flectores:



Ley de cortantes:



Una vez obtenidos los esfuerzos se ha procedido a realizar una comprobación de la capacidad resistente de la viga, para lo cual se ha analizado la sección comprobando todos los estados límites establecidos en el Eurocódigo 3 de Proyecto de Estructuras de Acero.



Se incluye en la siguiente tabla las comprobaciones efectuadas.

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK						
Combo : DSTL2						
Units : KN, m, C						
Frame : 65	Design Sect: IPN220					
X Mid : 6,700	Design Type: Beam					
Y Mid : 4,640	Frame Type : Moment Resisting Frame					
Z Mid : 5,130	Sect Class : Class 1					
Length : 9,280	Major Axis : 0,000 degrees counterclockwise from local 3					
Loc : 4,884	RLLF : 1,000					
Area : 0,004	SMajor : 2,809E-04	rMajor : 0,088	AVMajor: 0,002			
IMajor : 3,089E-05	SMInor : 3,923E-05	rMinor : 0,022	AVMinor: 0,002			
IMInor : 1,922E-06	ZMajor : 3,259E-04	E : 199947978,80				
Ixy : 0,000	ZMinor : 6,179E-05	Fy : 248211,284				
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS						
Location	P	M33	M22	V2	V3	T
4,884	0,000	68,201	0,000	1,551	0,000	0,000
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO						
Governing Equation (6.2.1)	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check
	0,843	= 0,000	+ 0,843	+ 0,000	0,950	OK
AXIAL FORCE DESIGN						
	Ned Force	Nc,Rd Capacity	Nt,Rd Capacity	Nb33,Rd Major	Nb22,Rd Minor	
Axial	0,000	39,926	986,779	482,295	39,926	
MOMENT DESIGN						
	Med Moment	Mc,Rd Capacity	MV,Rd Capacity	Mb,Rd Capacity		
Major Moment	68,201	80,897	80,897	15,574		
Minor Moment	0,000	15,338	15,338			
	K Factor	L Factor	k Factor	kzy Factor	kyz Factor	C1 Factor
Major Moment	1,000	1,000	1,000	1,000		1,000
Minor Moment	1,000	1,000	1,000		0,600	
SHEAR DESIGN						
	Ved Force	Vc,Rd Capacity	Stress Ratio	Status Check	Ted Torsion	
Major Shear	1,551	255,369	0,006	OK	0,000	
Minor Shear	0,000	285,559	0,000	OK	0,000	

Del cálculo se desprende que **la sección cuenta con capacidad suficiente capacidad para soportar los esfuerzos** para las cargas establecidas en la normativa actual, siendo el ratio de esfuerzos combinados axil-momento 0,843. No obstante, al no disponerse de una capa de compresión sobre el forjado, las deformaciones resultan excesivas, por lo que resulta aconsejable la ejecución de una capa de compresión sobre el forjado actual que aporte rigidez al conjunto.

En previsión de que se estime necesario la ejecución de dicha capa de compresión y se considere soldar unos conectores sobre los perfiles, se ha realizado un ensayo de soldabilidad, con el fin de comprobar si la clase de acero de los perfiles IPN-220 es soldable. A continuación se incluye el acta con los resultados, habiéndose determinado que el acero es soldable, produciéndose en el ensayo la rotura de la barra corrugada soldada antes que la rotura del perfil de acero.



**CENTRO DE ESTUDIOS, INVESTIGACIONES Y
CONTROL DE OBRAS, S.L.**

CARM. CONSEJERÍA EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTES. DIR. GRAL. CENTROS EDUCATIVOS - AVDA. DE LA FAMA, 15 - 30006-MURCIA

Destinatarios: MORENO MOÑO, JUAN DE DIOS

Página 1 de 1

CENTRAL:

Ctra. Nacional 301 - Km. 397,900 M.D.
(Frente Gasolinera del Cabezo Cortado)
30100 ESPINARDO (MURCIA)
Telf.: 968 30 84 34 - Fax: 968 30 68 76
✉ email: ceico@ceico.es
WEB: www.ceico.es

ACTA DE RESULTADOS N.º 1720

CM004/18 EJECUCIÓN DE CATAS Y CARACTERIZACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES EN CEIP HNOS
OBRAS SAN ISIDORO Y SANTA FLORENTINA EN C/ JABONERÍAS, S/N CARTAGENA MURCIA

REFERENCIA

2018/28451=324469-1

PROCEDENCIA

FECHA MUESTRA

20/03/2018

PETICIONARIO: CARM. CONSEJERÍA EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE

MATERIAL ENSAYADO: **PERFIL METÁLICO (IPN-220)**

Resultados de ensayos

MODALIDAD DE CONTROL	MODALIDAD DE MUESTREO	FECHA REGISTRO	FECHA INICIO ENSAYOS	FECHA FINAL ENSAYOS	CANTIDAD MUESTRA	Nº DE MUESTRA
	ML	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	1	MU 2018/1415

*** ENSAYO DE TRACCION: S/UNE 7474 parte 1 Y UNE EN 10002-1:02**

Tipo de probeta: **Prismática**

Sección Inicial: **197,8 mm².**

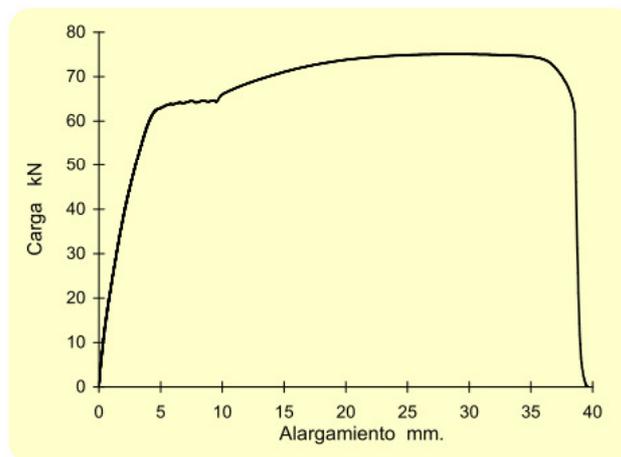
Límite Elástico (Rp): **541,0 N/mm².**

Carga Unitaria Rotura (Rm): **664,0 N/mm².**

Alargamiento Rotura (A): **22,0 %.**

Sec.inicial parte calibrada: **197,8 mm².**

Temperatura de ensayo: **20,0 °C**



Orientación de la probeta: **Longitudinal**

- Este documento es copia exacta del original que obra en nuestros archivos.
- Los resultados de ensayo reflejados en esta acta afectan exclusivamente a la muestra objeto de los mismos.
- No se permite la reproducción total o parcial de la presente acta sin la autorización escrita de CEICO, S.L.

Murcia a 12 de abril de 2018

Datos Complementarios:
Muestra recogida en obra

DIRECTOR ÁREA

DIRECTOR

Observaciones:

PROBETA FORMADA POR ELEMENTO EXTRAÍDO DE PERFIL DE SECCIÓN 9.6x20.6 UNIDO A BARRA CORRUGADA B-500-SD DE Ø 12 mm MEDIANTE 2 CORDONES DE SOLDADURA AL ARCO DE 80 mm DE LONGITUD APORTADOS POR ELECTRODO DE 3.25 mm TIPO RUTILO. - LA ROTURA SE PRODUCE POR LA BARRA CORRUGADA, ASÍ LOS RESULTADOS SON DE ÉSTA.

ANTONIO MURCIA MARTÍNEZ
INGENIERO DE CAMINOS

ROQUE MURCIA CRESPO
MTR. INGENIERO DE CAMINOS

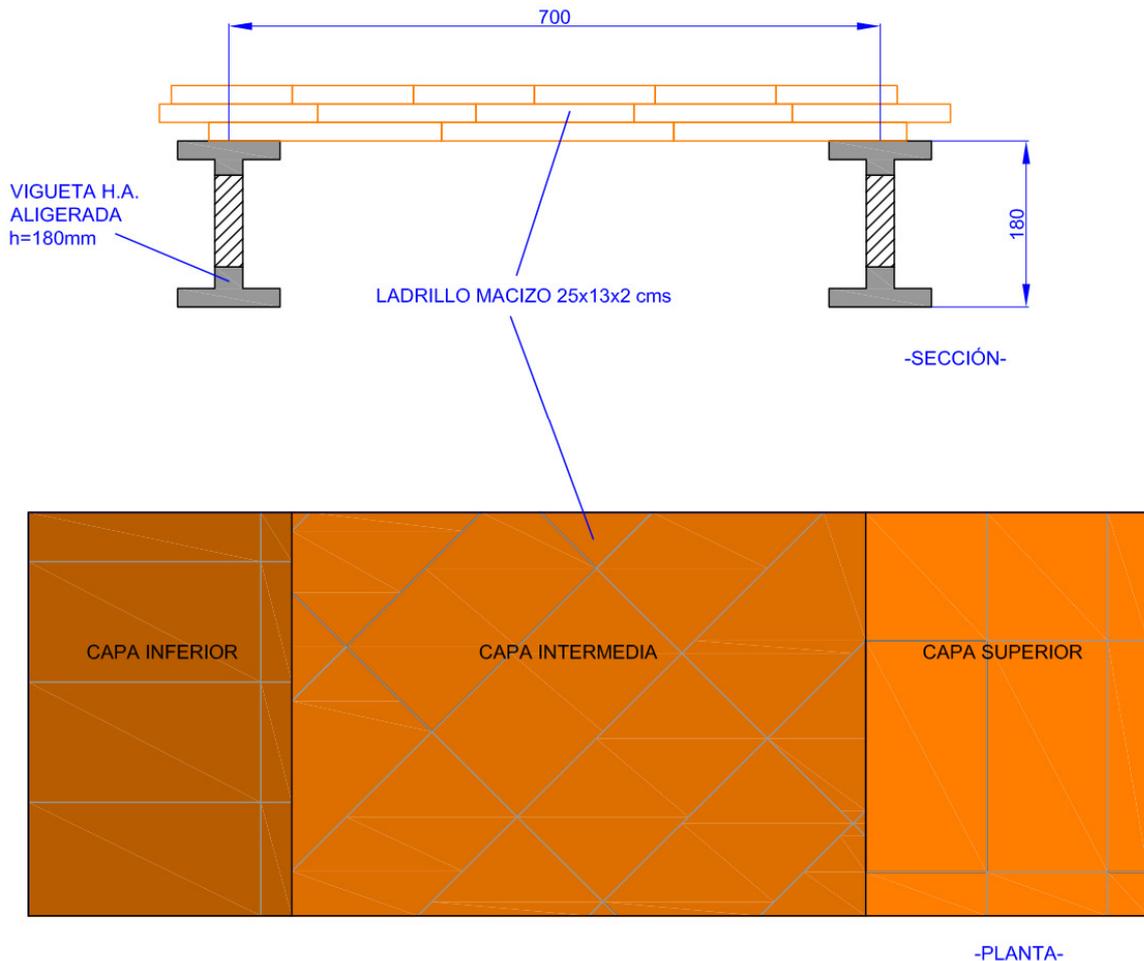
3.2.2.- FORJADO PORCHE PLANTA BAJA ALAS NORTE Y OESTE

3.2.1.1.- DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

El sistema estructural del porche de planta baja en las alas norte y oeste lo forman una serie de pilares de hormigón de sección circular de Ø300 mm y un forjado compuesto por viguetas de hormigón armado aligeradas de 180 mm de altura, apoyadas sobre un muro de carga de ladrillo en un extremo y sobre un dintel de hormigón en el otro, la longitud de las viguetas es de 2,90 metros. El entrevigado se encuentra formado por tres (3) capas de ladrillo macizo de 6 cms de espesor.

La separación de las viguetas y la disposición de los ladrillos que forman el entrevigado se reproduce de forma gráfica en la siguiente imagen.

FORJADO TECHO DE PORCHE PLANTA BAJA (ALAS OESTE Y NORTE)





Vista de la cata realizada en el forjado del porche. Se observa la disposición del entrevigado de ladrillo macizo sobre las viguetas de hormigón.



Vista inferior del forjado. Se observa la disposición de las viguetas aligeradas de hormigón

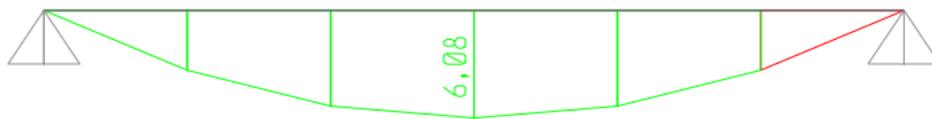


3.2.1.2.- COMPROBACIÓN ESTRUCTURAL

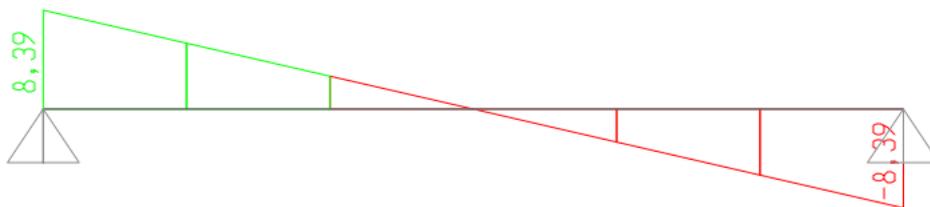
Con el modelo de elementos finitos realizado hemos obtenido las leyes de esfuerzos que solicitan a las viguetas para las sobrecargas establecidas en la normativa vigente.

A continuación se muestran los diagramas de esfuerzos flectores y cortantes calculados para las viguetas.

Ley de flectores:



Ley de cortantes:



La sección de la vigueta cuenta con suficiente capacidad para soportar los esfuerzos calculados, ya que las luces son pequeñas y no se producen esfuerzos excesivos.

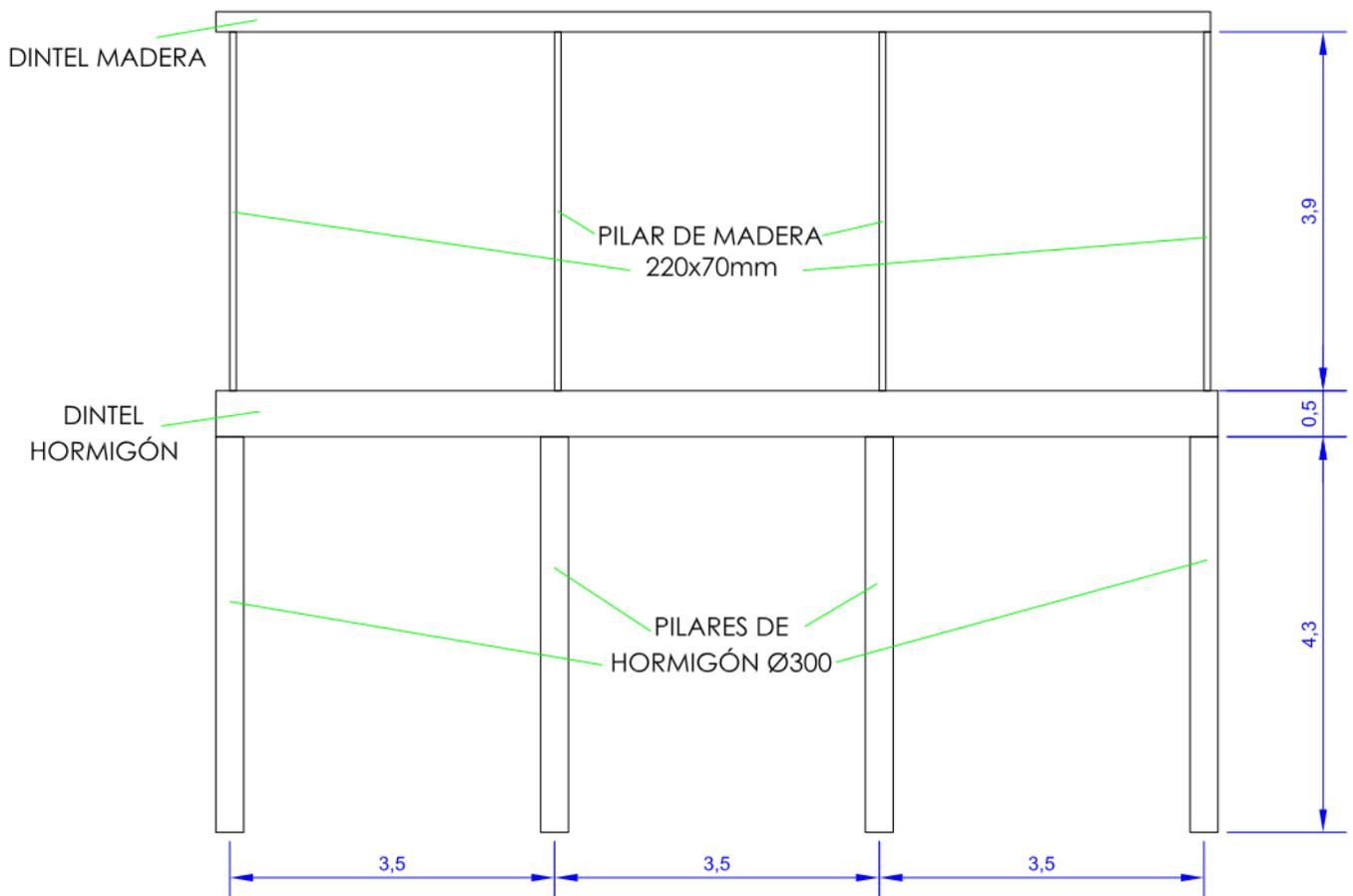


3.2.3.- PÓRTICOS DE PORCHES

3.2.3.1.- DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

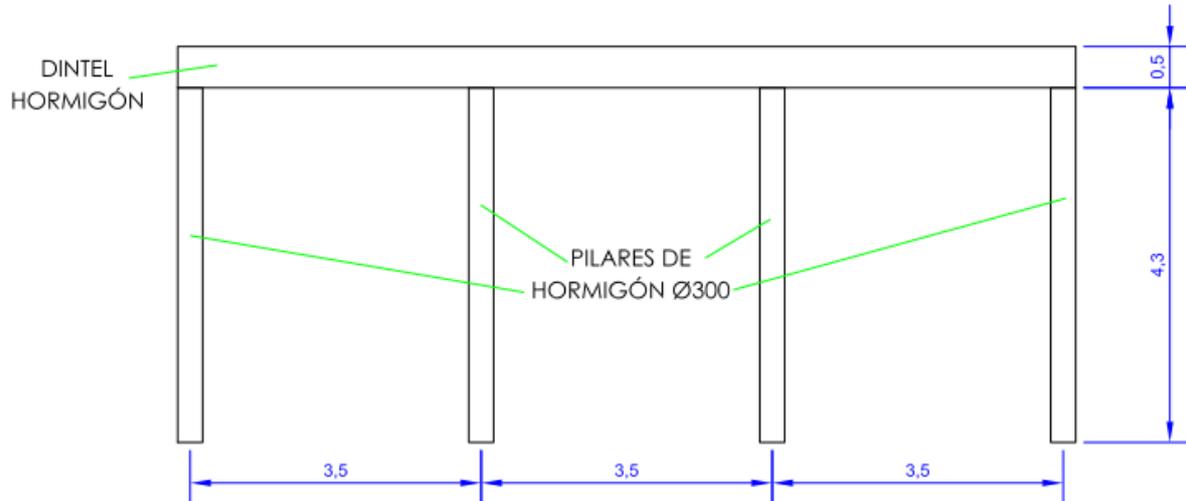
El ala norte el edificio cuenta con dos plantas en la zona de porches, se trata de una estructura aporticada con pilares de hormigón en planta baja de sección circular de $\varnothing 300$ separados una distancia de 3,50 metros, sobre los que apoya un dintel de hormigón de 50 cms de canto. En la planta primera se disponen pilares de madera de sección rectangular de 220x70 cms con una separación de 3,50 metros sobre los que apoya un dintel de madera compuesto por una doble sección rectangular de madera de 220x160 mm.

En la siguiente imagen se muestra de forma gráfica la disposición de la estructura aporticada de los porches del ala norte.





El pórtico del Ala Oeste cuenta con una estructura similar en planta baja, con pilares de sección circular de hormigón de $\varnothing 300$ mm y un dintel de hormigón de 50 cms de canto, como se muestra en la siguiente imagen.



Vista general de la estructura aporticada de los porches. Se observan los pilares y dintel de hormigón en planta baja y la estructura de madera en el porche de planta primera del ala norte.



Detalle de cata realizada en pilar de hormigón. No se dispone de armadura en la sección.

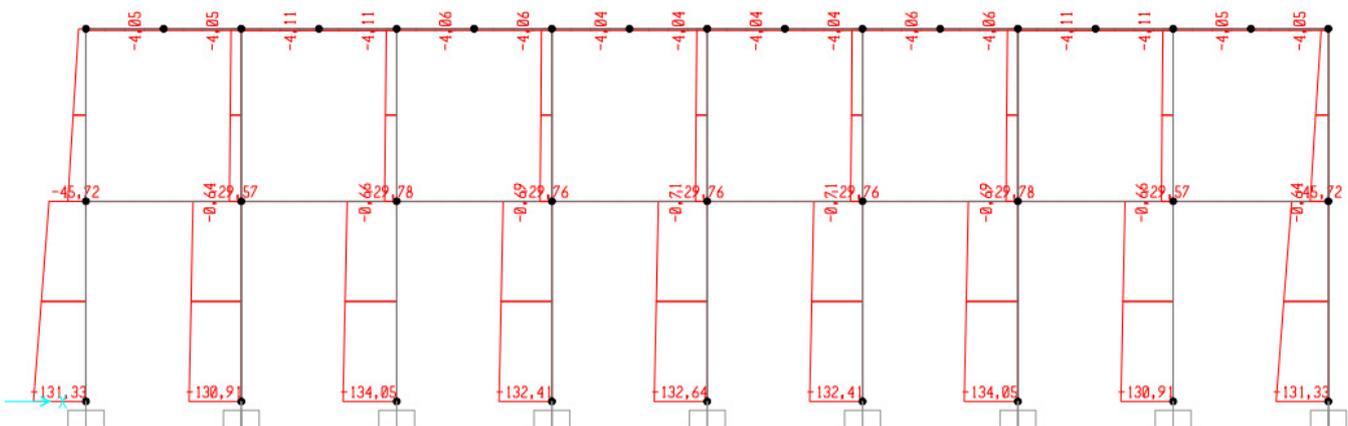
3.2.3.2.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL

En el presente apartado se analiza la capacidad estructural de los pilares y vigas de los pórticos de los porches descritos en el punto anterior, para ello se han calculado los esfuerzos provocados por las cargas aplicadas sobre la estructura.

Se muestran a continuación las graficas de esfuerzos calculadas para cada uno de los pórticos.

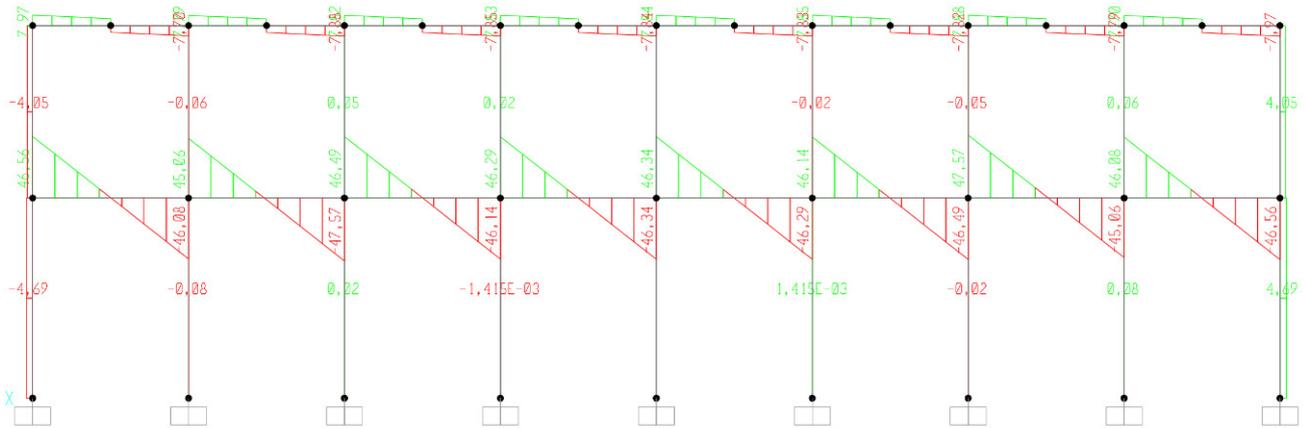
PÓRTICO ALA NORTE:

Ley de axiles:

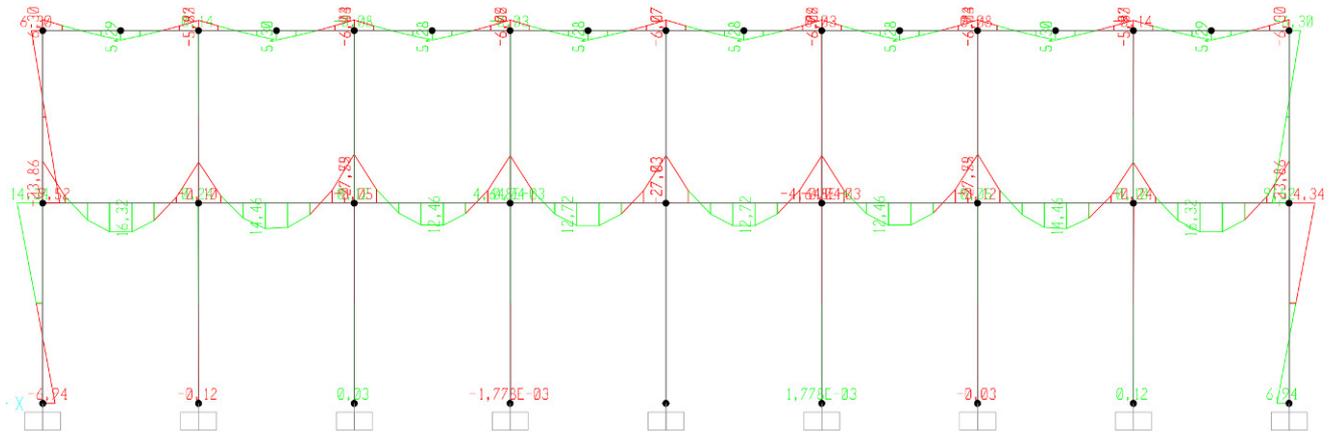




Ley de cortantes:

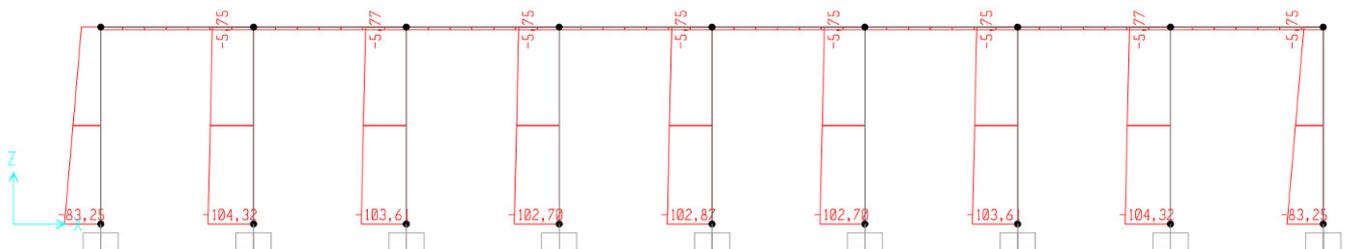


Ley de flectores:



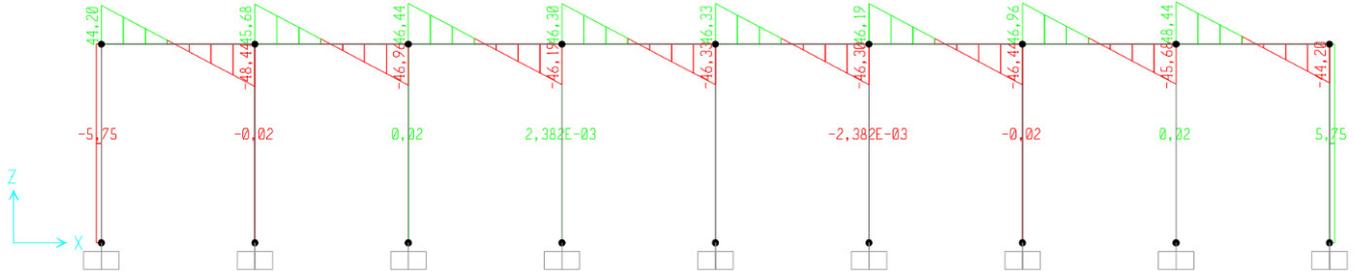
PÓRTICO ALA OESTE:

Ley de axiles:

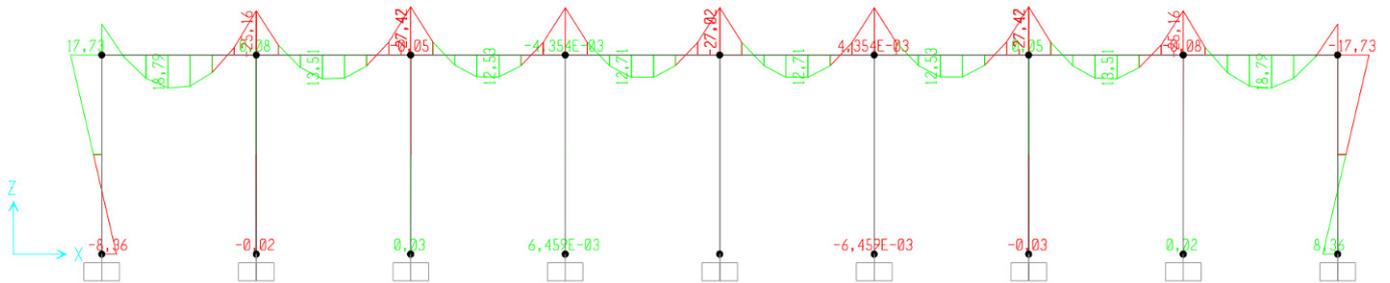




Ley de cortantes:



Ley de flectores:



RESULTADOS

Se ha obtenido un valor máximo de esfuerzo axial para los pilares de hormigón de planta baja de 134,05 kN, con la sección circular de Ø300 mm se obtiene una tensión máxima de compresión de 1,89 MPa, valor muy inferior a la resistencia a compresión del hormigón de los pilares.

Para el dintel de hormigón se ha obtenido un esfuerzo flector de 16,32 kNm y un cortante de 47,57 kN, valores inferiores a los que es capaz de soportar una sección de hormigón con un canto de 50 cms.

En el caso de los elementos de madera de la planta alta del pórtico se ha obtenido un axil máximo para los pilares de 29,78 kN, lo que provoca una tensión de compresión de 1,93 MPa, valor inferior a la resistencia a compresión de la madera.

Sobre el dintel de madera se tiene un esfuerzo flector máximo de 5,29 kNm y un cortante máximo de 7,85.



Para los elementos de madera podemos indicar que si bien los valores de esfuerzos calculados no resultan elevados, las secciones se encuentran muy deterioradas debido a su exposición a un ambiente agresivo sin contar con ningún tipo de protección adicional por lo que su capacidad estructural se ha visto reducida para soportar los esfuerzos, produciéndose diversas deformaciones, mas acentuadas sobre el dintel.



Detalle de cata realizada en pilar de madera del pórtico de porche de planta primera de ala norte. Se observa el deterioro de la madera.

3.2.4.- MUROS DE CARGA

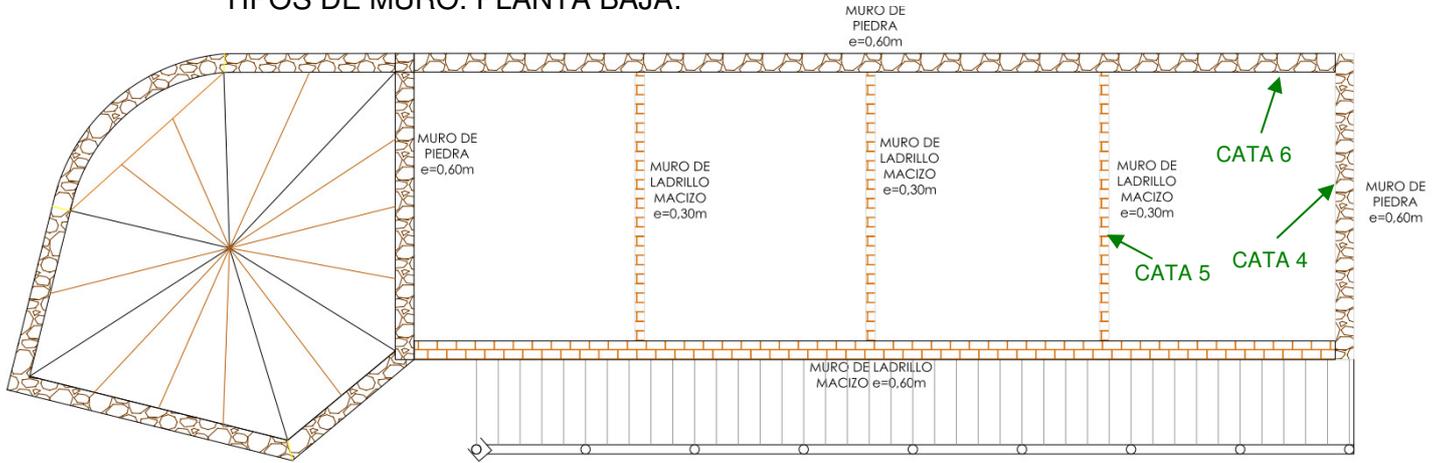
3.2.4.1.- DEFINICIÓN DE LA ESTRUCTURA

Con la información obtenida de las catas realizadas se ha podido caracterizar cada una de las secciones de los muros de carga del Ala Norte y Capilla.

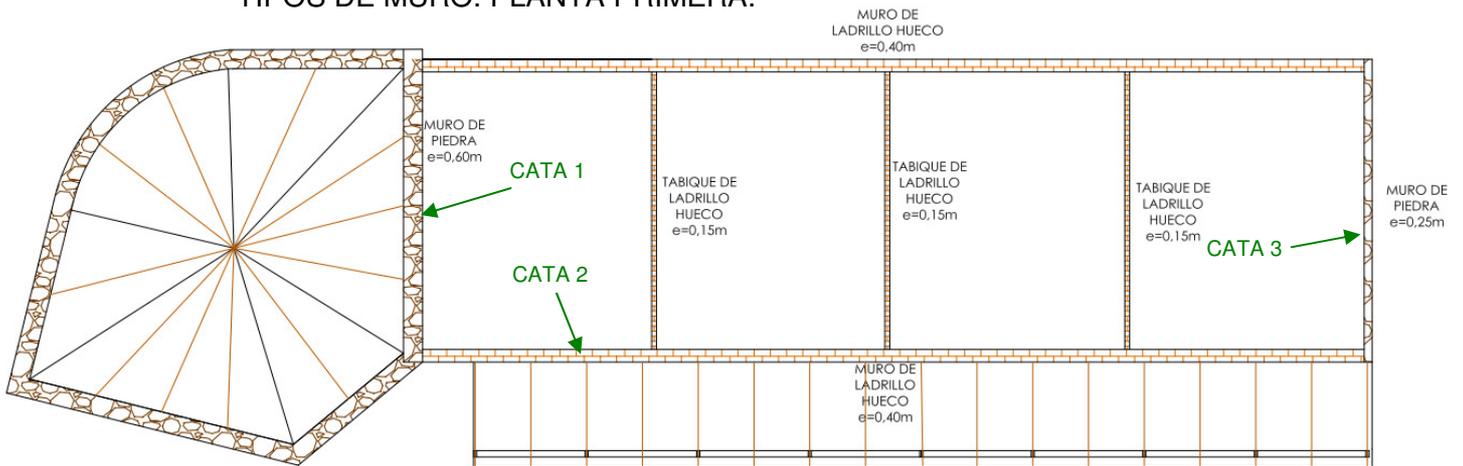
En las imágenes siguientes se indica el tipo de estructura de muro para cada una de las zonas estudiadas. Se indica además la localización de las catas realizadas para caracterizar cada uno de ellos.



TIPOS DE MURO. PLANTA BAJA:



TIPOS DE MURO. PLANTA PRIMERA:



A continuación se muestran una serie de fotografías tomadas de las catas realizadas en cada uno de los muros.



CATA 1. Muro de piedra. Espesor 60 cms



CATA 2. Muro de ladrillo hueco. Espesor 40 cms



CATA 3. Muro de piedra. Espesor 25 cms



CATA 4. Muro de piedra. Espesor 60 cms



CATA 5. Muro de ladrillo macizo. Espesor 30 cms



CATA 6. Muro piedra. Espesor 60 cms

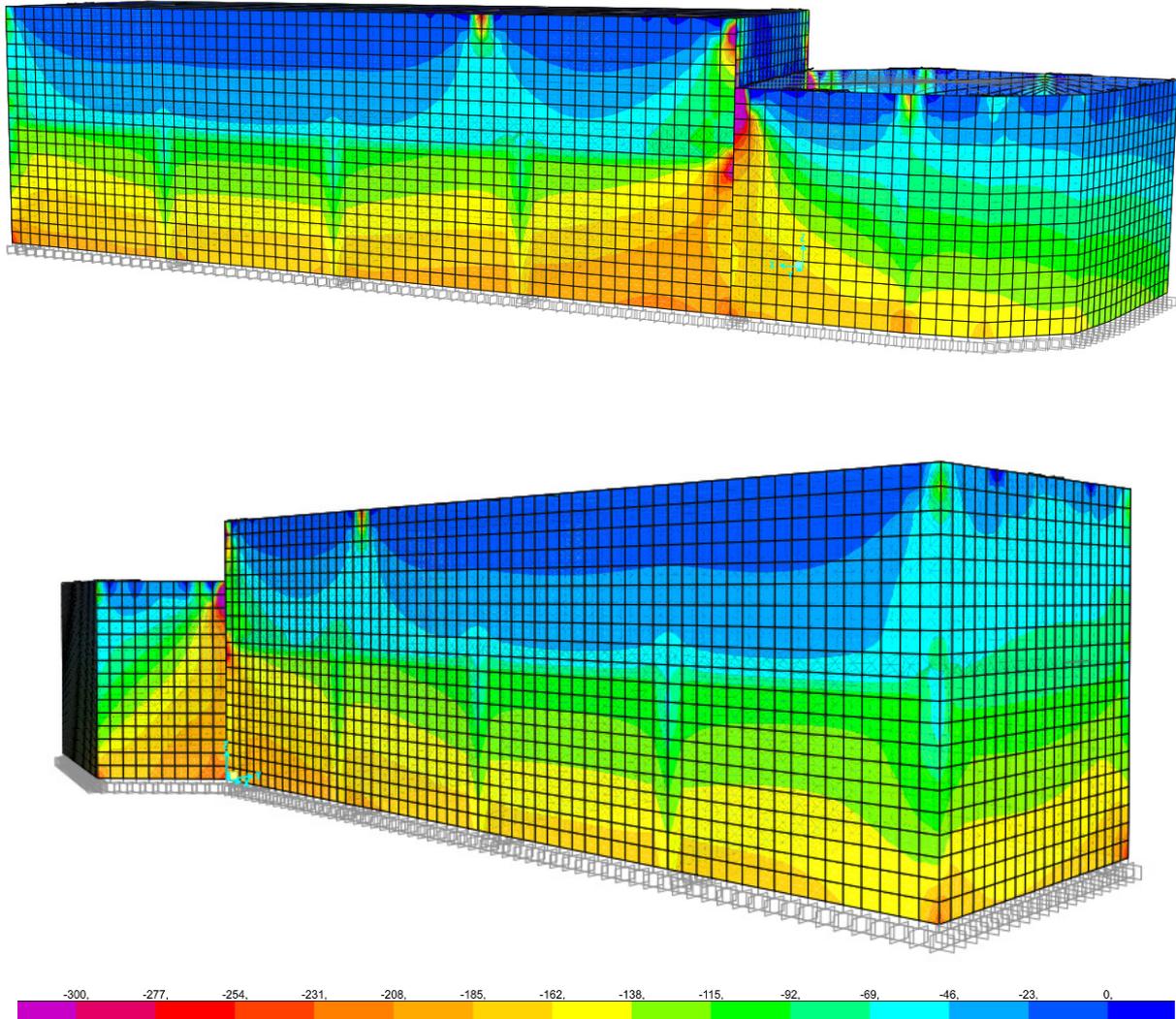
3.2.4.2.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Con la información obtenida del análisis del modelo de elementos finitos se han obtenido los valores de las esfuerzos sobre los muros para la combinación de esfuerzos mas desfavorables.

A continuación se expone un diagrama de esfuerzos axiales calculado.



DIAGRAMA DE AXILES (kN):



Registro Mercantil de Murcia, Tomo Mu-429, Folio 28, Hoja Mu-7945, Inscrición 2ª - C.I.F.: B-30039184

Una vez calculados los esfuerzos se ha procedido a determinar si la sección de cada zona del muro cuenta con la capacidad suficiente para soportar los esfuerzos.

MURO PLANTA BAJA DE PIEDRA $e=60$ cms.

Se ha obtenido un esfuerzo axial máximo de cálculo de 180 kN para la situación mas desfavorable. El muro cuenta con una sección maciza de piedra de 60 cms, con capacidad suficiente para soportar los esfuerzos a los que se ve sometida.



MURO DE PLANTA BAJA DE LADRILLO MACIZO $e=60\text{cms}$

En este caso el esfuerzo axial máximo de cálculo es de 170 kN para la situación mas desfavorable,. Al igual que en el caso anterior, la sección de ladrillo cerámico cuenta con capacidad suficiente para soportar los esfuerzos.

MUROS DE PLANTA PRIMERA

En la planta primera los esfuerzos axiales se reducen considerablemente, siendo el esfuerzo de axial máximo obtenido para la situación mas desfavorable de 70 kN, las secciones de los muros cuentan con capacidad suficiente para soportar todos los esfuerzos a los que se ven sometidas.

3.3.- CIMENTACIÓN

3.3.1.- DEFINICIÓN

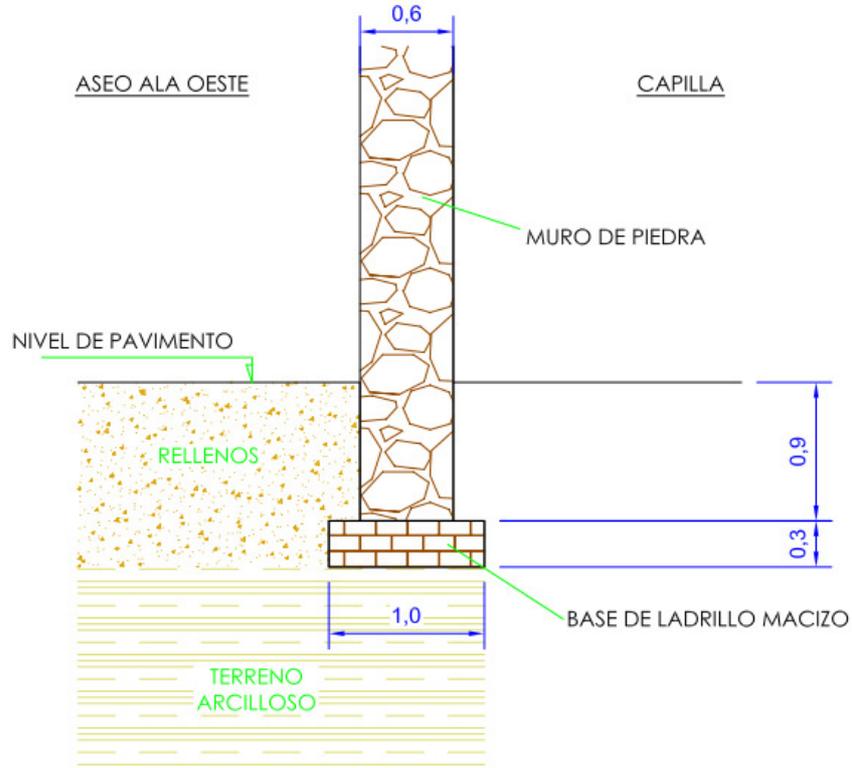
Se han realizado dos catas en la cimentación con el fin de determinar las dimensiones de la cimentación de los muros de carga y poder conocer las condiciones de apoyo de la estructura.

Una de las catas se ha realizado en la zona de los aseos del Ala Oeste donde se han producido una serie de asentamientos en la cimentación, la otra cata se ha realizado en una de las aulas del Ala Norte.

A continuación se aporta de forma gráfica la información obtenida en las catas realizadas.



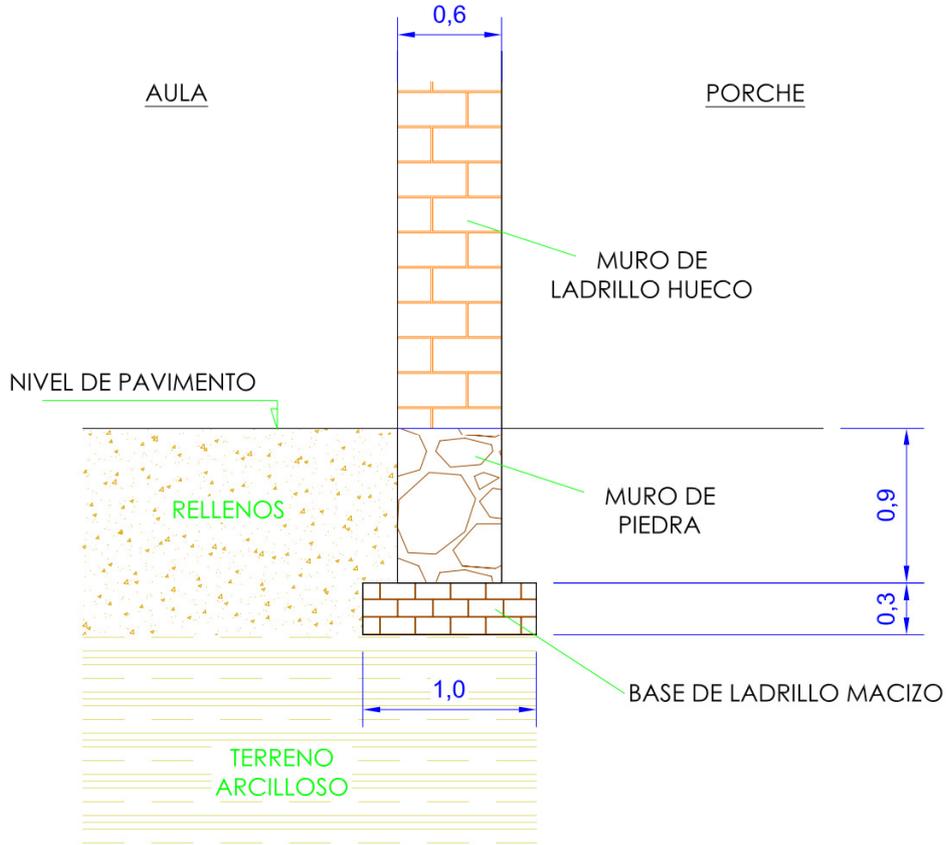
CATA Nº1. ASEO ALA OESTE



Fotografía de la cata realizada en la zona de aseos del ala oeste.



CATA Nº2. AULA ALA NORTE



Fotografía de la cata realizada en aula de ala norte.



En los croquis anteriores se aprecia como la cimentación apoya directamente sobre un terreno arcilloso de baja capacidad portante, transmitiéndose los esfuerzos de los muros al terreno de apoyo mediante una base de ladrillo macizo de 1 metro de ancho y 30 cms de canto. También se observa como el pavimento apoya directamente sobre una capa de rellenos de 90 cms, sin ningún tipo de cámara o forjado sanitario.

En la inspección realizada se ha determinado que existen diversas zonas de las aulas del ala norte donde se han producido asentamientos de este relleno de varios centímetros, encontrándose el pavimento hundido.

3.3.1.- ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Mediante el análisis por elementos finitos del conjunto de la edificación se han podido obtener los esfuerzos transmitidos por los muros al terreno, debido a que se trata de unos muros de carga de un gran espesor y a las diversas sobrecargas actuantes sobre los mismos, se han obtenido unas reacciones en el terreno de valor considerable, llegando a alcanzar las 180 kN/m en las zonas más sobrecargadas.

En la zona de la cata realizada en el muro que separa el aseo del Ala Oeste y la Capilla el valor de la reacción del terreno calculado es de 127 kN/m para la combinación de cargas más desfavorable, lo que provoca una tensión en el terreno de 1,25 kg/cm².

De igual forma, el valor de la reacción calculado en la zona de la cata realizada en el Ala Norte es de 160 kN/m para la combinación de cargas más desfavorable, lo que provoca una tensión en el terreno de 1,57 kg/cm².

Con la información que se ha podido obtener mediante la ejecución de las catas no resulta posible determinar si el terreno tiene suficiente capacidad para resistir los esfuerzos. Debido a que las tensiones transmitidas tienen un valor considerable se hace necesario la realización de un estudio geotécnico que permita conocer los parámetros geomecánicos del terreno de apoyo y determinar si la capacidad del suelo es suficiente.



4.- CONCLUSIONES

Se exponen a continuación las conclusiones que se han podido establecer para cada uno de los elementos estructurales estudiados;

CUBIERTAS:

CUBIERTA AULAS ALA NORTE: Se compone la estructura de un conjunto de cerchas metálicas compuestas por perfiles dobles angulares de distinto tamaño. Se ha realizado el cálculo de la capacidad resistente de la cubierta para soportar los esfuerzos establecidos en la normativa actual, determinándose que la misma cuenta con los coeficientes de seguridad adecuados.

Por otro lado, la inspección realizada ha puesto de manifiesto que existen una serie de patologías que pueden afectar al correcto funcionamiento de la estructura y a su conservación:

- Las correas metálicas formadas por perfiles rectangulares de 100x50 mm dispuestas sobre las cerchas y que sirven de elemento de sustentación de los elementos de cubrición de la cubierta se encuentran soldadas de forma deficiente.
- La pintura de protección de los perfiles metálicos se encuentra muy deteriorada, habiendo perdido la capacidad de protección de los elementos metálicos existiendo principios de corrosión de forma generalizada, si bien, en las zonas estudiadas, la pérdida de sección de los perfiles metálicos es escasa o nula.

CUBIERTA PORCHE ALA NORTE: Se encuentra formada por un conjunto de cerchas compuesta de elementos de madera rectangulares de 120x50 mm de sección dispuestos a modo de cuchillo. Del análisis estructural se desprende que los elementos de madera cuentan con capacidad suficiente para soportar los esfuerzos transmitidos por las sobrecargas. En la cata realizada se ha puesto de manifiesto que el estado de conservación de la madera de los elementos de las cerchas es bueno, no obstante, las correas de apoyo de la cubierta formadas por perfiles de madera se



encuentran deteriorados debido a que se encuentran en contacto directo con las tejas de la cubierta.

CUBIERTA CAPILLA: Estructura formada por un conjunto de cerchas de madera de diferente sección dispuestas a modo de cuchillo y que se unen en un punto central formando una cubierta inclinada con faldones a ocho lados. El análisis estructural realizado ha puesto de manifiesto que la estructura cuenta con suficiente capacidad de soportar los esfuerzos. El estado de conservación de los elementos estructurales es bueno, no habiéndose encontrado patologías sobre la madera que componen los elementos de las cerchas, no obstante, las correas, al igual que en el caso anterior han sufrido un deterioro mayor debido al contacto directo con las tejas cerámicas.

CUBIERTA ALA OESTE: En este caso, los elementos de sustentación de la cubierta se encuentran formados por un conjunto de cerchas de madera dispuestas en paralelo con una separación de 1,50 metros entre ellas. Las secciones de los elementos de madera que forman las cerchas tienen capacidad suficiente para soportar los esfuerzos a los que se ve sometida la estructura y su estado de conservación es bueno, sin embargo, como ocurre en los dos casos anteriores, las correas se encuentran deterioradas debido a la exposición a un ambiente más agresivo.

ESTRUCTURA:

FORJADO DE TECHO DE PLANTA BAJA ALA NORTE: El sistema estructural se compone de una serie de vigas IPN-220 dispuestas en paralelo con una separación de 80 cms entre ellas, las vigas se encuentran apoyadas sobre los muros de carga perimetrales y tienen una longitud de 9 metros.

Se ha determinado la capacidad para resistir las sobrecargas previstas para un uso docente, obteniéndose que la sección del forjado cuenta un factor de seguridad adecuado para la combinación de cargas más desfavorable, no obstante, al no contar con capa de compresión, las deformaciones calculadas resultan excesivas.



FORJADO PORCHE PLANTA BAJA ALAS NORTE Y OESTE: El forjado se encuentra formado por un conjunto de viguetas de hormigón armado aligeradas de 180 mm de canto separadas una distancia de 70 cms, apoyadas sobre un muro de carga de ladrillo en un extremo y sobre un dintel de hormigón en otro. La longitud de las viguetas es de 2,90 metros. Debido a que las luces resultan pequeñas, la sección cuenta con suficiente capacidad para soportar los esfuerzos calculados y las deformaciones no son excesivas.

PÓRTICO DE PORCHES: En el ala norte se dispone de un sistema aporticado de dos plantas, con pilares de hormigón de sección circular de Ø300 en planta baja, un dintel de hormigón de 50 cms de canto, y pilares de madera de 220x70 cms de sección sobre el que apoya un dintel de madera de 220x160mm. En el ala oeste únicamente se dispone de la planta baja, con pilares de sección circular y dintel de hormigón.

El análisis estructural ha puesto de manifiesto que las secciones de todos los elementos que componen los pórticos tienen suficiente capacidad para soportar los esfuerzos provocados por las sobrecargas de uso.

Los elementos de madera de los pórticos se encuentran en un estado de conservación deficiente debido a que se encuentran expuestos a un ambiente agresivo sin ningún tipo de protección adicional, y aunque los esfuerzos provocados por las sobrecargas no son excesivos, la capacidad de resistirlos se ha visto reducida considerablemente, produciéndose deformaciones importantes sobre todo en los elementos que trabajan a flexión.

MUROS DE CARGA: El edificio cuenta con diversos tipos de muros, con materiales y secciones diferentes que transmiten las cargas directamente al terreno. Se ha determinado mediante análisis estructural, que los muros cuentan con capacidad suficiente para soportar todos los esfuerzos provocados por las sobrecargas.



CIMENTACIÓN: En las dos catas realizadas no se ha localizado ningún tipo de cimentación bajo los muros de carga. Se han calculado las tensiones que provocan las sobrecargas en el terreno, obteniéndose valores entre 1,20 kg/cm² y 1,80 kg/cm².

Con los valores de tensiones calculados conviene realizar un estudio del terreno que permita conocer la capacidad resistente del mismo con el fin de determinar si cuenta con los coeficientes de seguridad adecuados.

Murcia, marzo de 2017

Antonio Murcia Martínez
Director Área Estructuras
Ingeniero de Caminos

Roque Murcia Crespo
Director
Mtr Ingeniero de Caminos



NOTA IMPORTANTE

Este documento se emite bajo las siguientes condiciones:

1. Se prohíbe la reproducción total o parcial sin permiso expreso de CEICO, S.L.,
2. CEICO, S.L. no facilitará información relativa a este expediente a terceras personas sin la autorización escrita del peticionario o en los casos previstos por la ley.
3. Salvo que conste que la toma de muestras haya sido realizada por CEICO, S.L., los resultados de ensayo tienen valor únicamente en relación con las muestras ensayadas.
4. El hecho de encargar un trabajo supone la aceptación de estas condiciones por el cliente.