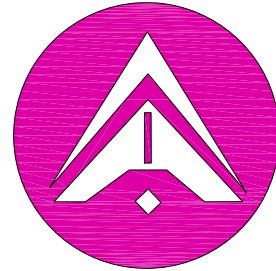


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN



**ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA  
INMACULADA CONCEPCIÓN DE ARCOS DE  
LAS SALINAS (TERUEL)**

GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

Modalidad: Científico Técnico

**JULIO 2013**

Autor:

Miguel Angulo Rodríguez

Tutores:

Juan Bautista Aznar Mollá

María Dolores Marcos Martínez

# ÍNDICE

---

<b>1.- OBJETO DEL ESTUDIO</b> .....	4
1.1.- OBJETO DEL PROYECTO .....	4
1.2.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....	4
1.3.- ANTECEDENTES.....	6
1.4.- ESTUDIOS PREVIOS.....	8
1.4.1- ESTUDIO SÍSMICO.....	8
1.4.2- ESTUDIO GEOLÓGICO .....	13
1.4.3- ESTUDIO GEOTÉCNICO .....	17
1.4.4- ESTUDIO DE LAS CAMPANAS DE LA TORRE.....	19
1.4.5- ANALISIS TÉRMICO DEL MURO .....	21
1.4.6- ESTUDIO DE VAPOR DEL MURO.....	24
1.4.7- ESTUDIO DE DECLARACIÓN DE BIEN DE INTERÉS CULTURAL .....	26
<b>2.- ESTUDIO DE EDIFICIO</b> .....	28
2.1.- LOCALIZACIÓN DEL EDIFICIO .....	28
2.2.- PARAMETROS URBANISTICOS .....	29
2.3.- CONTEXTO HISTORICO .....	31
2.4.- DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA .....	36
2.5.- ANALISIS CONSTRUCTIVO .....	38
2.5.1.- CIMENTACIÓN .....	38
2.5.2.- ESTRUCTURA .....	40
2.5.3.- CUBIERTA.....	46
2.6.- MATERIAL EMPLEADO .....	47
2.7.- LISTADO DE LESIONES .....	63
<b>3.- ESTUDIO DEL EDIFICIO</b> .....	68
3.1.- ESTUDIO DE LA CONSERVACIÓN DEL EDIFICIO .....	68
3.1.1.- OBSERVACIONES PREVIAS .....	68
3.1.1.1.- COMPARATIVA ENTRE LA IGLESIA Y LA TORRE.....	68
3.1.1.2.- DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DE LA CUBIERTA .....	71
3.1.1.3.- DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DE LOS SOPORTES .....	72
3.1.1.4.- DESPLOME DE LAS FACHADAS.....	76

3.1.2.- IDENTIFICACIÓN DE LESIONES .....	78
3.1.3.- CUADRO RESUMEN DE LESIONES .....	98
<b>3.2.- PRUEBAS REALIZADAS EN EL EDIFICIO .....</b>	<b>99</b>
3.2.1.- TECNICAS DE ANALISIS DESTRUCTIVOS.....	99
<b>3.2.1.1.- DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X .....</b>	<b>99</b>
<b>3.2.1.2.- MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (SEM).....</b>	<b>139</b>
3.2.2.- TECNICAS DE ANALISIS NO DESTRUCTIVOS.....	146
<b>3.2.2.1.- CAMARA TERMOGRÁFICA .....</b>	<b>146</b>
<b>3.2.2.2.- CONTROL DE GRIETAS .....</b>	<b>155</b>
<b>3.3.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>158</b>
<b>3.4.- PROPUESTA DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>160</b>
3.4.1.- MANTENIMIENTO DE LA IGLESIA.....	160
3.4.2.- MANTENIMIENTO DE LA TORRE .....	166
<b>4.- BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>170</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>171</b>
<b>ANEXO I: ESTUDIO GEOTÉCNICO.....</b>	<b>172</b>
Anexo I.A.- MUESTRAS DE LOS SONDEOS REALIZADOS .....	173
Anexo I.B.- CORTE DE LOS SONDEOS Y LA CALICATA .....	174
Anexo I.C.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO .....	180
Anexo I.D.- ENSAYOS REALIZADOS .....	182
<b>ANEXO II: LEVANTAMIENTO GRÁFICO .....</b>	<b>202</b>
<b>ANEXO III: LEVANTAMIENTO GRÁFICO DE LA CONSERVACIÓN DE LOS ZÓCALOS DE LA IGLESIA Y LA TORRE.....</b>	<b>234</b>
<b>ANEXO IV: LEVANTAMIENTO GRÁFICO DE LAS LESIONES EN LAS FACHADAS DE LA IGLESIA</b>	<b>240</b>
<b>ANEXO V: LEVANTAMIENTO GRÁFICO DE LAS LESIONES EN LA FACHADA E INTERIOR DE LA TORRE.....</b>	<b>249</b>

## 1.- OBJETO DEL ESTUDIO

### 1.1.- OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene por objeto realizar los estudios previos necesarios en la Iglesia de la Inmaculada Concepción de Arcos de las Salinas (Teruel). Constituye el ejercicio final de carrera del autor y se presenta para obtener el requisito necesario para la obtención del título de Graduado en Ingeniería de la Edificación.

Con el presente estudio se pretende determinar cuál o cuáles han sido las distintas causas del deterioro que ha producido cada una de las lesiones, así como la relación que pueda haber entre ellas.

### 1.2.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La situación del edificio que es objeto de estudio de este proyecto es la Iglesia de la Inmaculada Concepción, y se encuentra en el término municipal de Arcos de las Salinas. Este municipio se encuentra en la provincia de Teruel, exactamente en la zona sur de la provincia, y comprende parte de la comarca de Gúdar-Javalambre.

Cabe destacar que Arcos de las Salinas se encuentra a muy pocos kilómetros de la Comunidad Valenciana, concretamente de la provincia de Valencia, lo que ha hecho que exista una alta interrelación con los vecinos de los pueblos cercanos.

Además la situación de la localidad hace que también se encuentre a muy corta distancia de la comunidad de Castilla la Mancha, concretamente de la provincia de Cuenca, por lo que en cuanto a kilómetros están más cercanos algunos pueblos de otras comunidades autónomas que la capital de la provincia que es Teruel.

Así, Arcos de las Salinas se encuentra a unos 70 kilómetros de la ciudad turolense y capital de la provincia, estando esta, localizada al norte de dicho municipio.

Los municipios que limitan con Arcos de las Salinas (como se puede ver en la Figura 2) son, al Norte con los términos de Camarena de la Sierra y La Puebla de Valverde, al Este limita con el municipio de Torrijas, siendo estos tres municipios de la Comunidad autónoma de Aragón.



Figura 1: Situación de Arcos de las Salinas.



Figura 2: Emplazamiento de Arcos de las Salinas dentro de la provincia de Teruel

Al Sur, limita con los términos de los municipios de Alpuente y Aras de los Olmos, siendo estos dos municipios de Castellón (Comunidad Valenciana).

Por último, al Oeste, Arcos de las Salinas limita con los municipios de Santa Cruz de Moya y la Puebla de San Miguel, perteneciendo la primera a Castilla la Mancha y concretamente a la provincia de Cuenca, mientras que la segunda pertenece a la Comunidad Valenciana y está situada en el rincón de Ademúz.

### 1.3.- ANTECEDENTES

Según se puede constatar en los registros existentes de los edificios catalogados como Bien de Interés Cultural de la comunidad de Aragón, la construcción de la Iglesia de la Inmaculada Concepción se inicia a principios del siglo XVIII.

Esta construcción se realiza mediante el estilo Barroco, realizando esta en diversas fases. En la última de estas fases se lleva a cabo la construcción de la portada principal, la cual está dedicada a la Inmaculada Concepción, motivo por el que la Iglesia lleva este nombre. La construcción de la portada se data en el año 1760.

Sin embargo, tras constatar la inexistencia de documentación alguna sobre los distintos detalles y fechas exactas de la construcción de los distintos elementos estructurales de la iglesia, y como único testigo o indicación, una inscripción en la parte superior del dintel de la eucaristía, indica la reconstrucción en 1854 de parte, o partes del edificio, sin poder catalogarse la magnitud de esta reconstrucción.

No sería, hasta el 1899, cuando se procedió a decorar la cúpula con distintas pinturas ornamentales de cierto valor local, siendo este el inicio de los trabajos que nos proporcionará el aspecto actual de la construcción.

Durante el periodo de la guerra civil española (1936-1939), la Iglesia permaneció en desuso, produciéndose un alto nivel de deterioro en todos sus elementos y prolongándose estos hasta los años setenta.

Debido a este daño causado y prolongado en el tiempo, en 1969 se decidió realizar diferentes actuaciones de mantenimiento y conservación en la fachada principal de la iglesia, reparando así parte de este deterioro.

Debido al desuso descrito anteriormente y a la falta de mantenimiento continuado de la totalidad del edificio, se empezaron a manifestar distintas lesiones en el conjunto, por lo que se procedió al cierre definitivo por ruina a principios de esta década, alrededor del año 1972.

En Octubre de 1981, debido al mal estado del templo, se realizó un Informe por parte del técnico D. Juan José Murria Pau, para que el ministerio de Cultura tomara medidas urgentes, ya que el estado de las lesiones aparecidas en la Iglesia hacía peligrar la estabilidad del edificio, afectando también a las distintas edificaciones colindantes a esta.

En 1983, la Iglesia de la Inmaculada Concepción de Arcos de las Salinas es declarado Monumento Histórico Artístico de carácter Nacional por el Consejo de Ministros (BIC RI-51-0004918).

Tras dar curso al Informe presentado en 1986 en el que se contempla la inestabilidad de los arcos de la nave del Evangelio, se procede a cegar dichos arcos mediante la colocación de fábrica de doble ladrillo hueco, asegurando así en todo momento la estabilidad de los arcos existentes y por tanto de la nave del Evangelio.

No sería hasta el año 1993, cuando se procedió a realizar un estudio geotécnico del terreno existente sobre el que se sustenta la Iglesia, y posteriormente se empezarían los procesos de mantenimiento para reconstruir las cubiertas que se habían visto afectadas durante este periodo de abandono prolongado.

En el año 1997 se decide reconstruir la linterna de la Torre, pero no fue hasta el año 2006 cuando comenzaron las obras de restauración gracias a las donaciones de los distintos vecinos y del Ayuntamiento de Arcos de las Salinas, que sufragaron el 100% de esta restauración, ascendiendo la obra a un coste total de 256.000 euros.



Esta obra de restauración se centró principalmente en el interior de la nave central y en las naves laterales. Finalmente, en octubre de 2010 termina la última fase de la obra de restauración tras 38 años de cierre de la iglesia. En esta última fase se ha procedido a la iluminación del templo y a la restauración de elementos artísticos del interior.

Toda esta información se ha podido comprobar gracias a la colaboración del Excelentísimo Ayuntamiento de Arcos de las Salinas, así como a la colaboración de los vecinos entre los que cabe destacar a D. José Torrent Martínez, Ingeniero de Edificación Titulado en nuestra escuela.

## 1.4.- ESTUDIOS PREVIOS

### 1.4.1- ESTUDIO SÍSMICO

Dado el estado actual del edificio y estudiando cuales han podido ser las diferentes causas que han producido los movimientos estructurales es de gran importancia el hecho de conocer si ha podido haber algún tipo de relación entre los movimientos estructurales y los acontecimientos sísmicos de la zona durante los años de mayor deterioro de la estructura del edificio.

Se ha procedido a estudiar el historial de terremotos para poder analizar su influencia en las lesiones observadas. Este historial deja constancia de la actividad sísmica de la zona sólo desde el año 1900, ya que es el periodo de tiempo en el que se han producido el mayor número de lesiones de carácter estructural.

En cuanto a las fotos históricas a las cuales hemos podido tener acceso, estudiándolas parece apreciarse una ausencia de movimientos de piezas en las dovelas de los óculos de la fachada los cuales en la fecha actual se encuentran desplazados.

A continuación se muestra la localización de los distintos seísmos que se han producido entre los años 1960 al año 2010 en la zona de alrededores del municipio de Arcos de las Salinas.

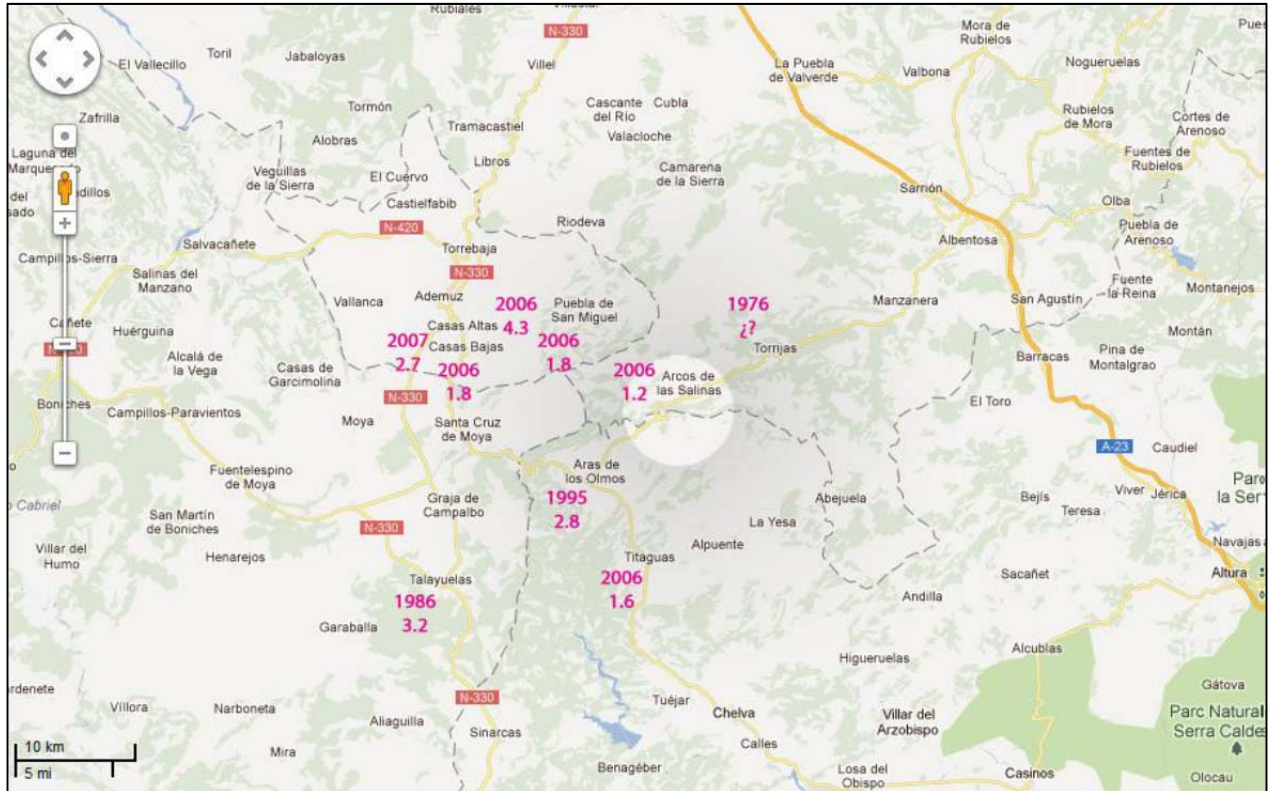


Figura 3: Sismos ocurridos entre 1960 y 2010 próximos a Arcos de las Salinas.

Los datos informativos de los distintos seísmos producidos en el intervalo de los años entre 1960 al 2010, los cuales su localización la podemos ver en la imagen anterior, son los indicados en las tablas que se adjuntan a continuación.

En estas tablas nos indica la localidad donde se produjo dicho seísmo, así como la fecha y hora. Además nos informan de la latitud y longitud de los distintos terremotos acaecidos, así como de la profundidad con la que ocurrió el seísmo y su magnitud.

Evento	Fecha	Hora (GMT)	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Int. Máx.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
7762	14-06-1976	20:41:11	40.1000	-1.0000				Null	NW TORRIJAS (TERUEL)

Tabla 1 – Datos del seísmo 7762 ocurrido en Torrijas.

Evento	Fecha	Hora (GMT)	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Int. Máx.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
10389	28-10-1986	06:48:09	39.8417	-1.2967	5	IV-V	3,2	2	SW TALAYUELAS (CUENCA)

Tabla 2 – Datos del sismo 10389 ocurrido en Talayuelas.

Evento	Fecha	Hora (GMT)	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Int. Máx.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
15457	17-10-1995	20:59:55	39.9050	-1.1800	4	II-III	2,8	2	SW ARAS DE LOS OLMOS (VALENCIA)

Tabla 3 – Datos del sismo 15457 ocurrido en Aras de los Olmos.

Evento	Fecha	Hora (GMT)	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Int. Máx.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
697400	14-10-2006	22:30:35	39.8409	-1.1308	18		1,6	4	SW TITAGUAS (VALENCIA)

Tabla 4 – Datos del sismo 697400 ocurrido en Titaguas.

Evento	Fecha	Hora (GMT)	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Int. Máx.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
805042	03-11-2007	00:52:59	40.0264	-1.2605	10	III	2,7	4	NW CASAS BAJAS (VALENCIA)

Tabla 5 – Datos del sismo 805042 ocurrido en Casas Bajas.

A continuación se encuentran los datos y la localización del sismo de mayor magnitud sufrido en los alrededores más próximos del municipio de Arcos de las Salinas, el cual tuvo lugar en el año 2006 en la localidad de Casas Bajas en la provincia de Valencia.

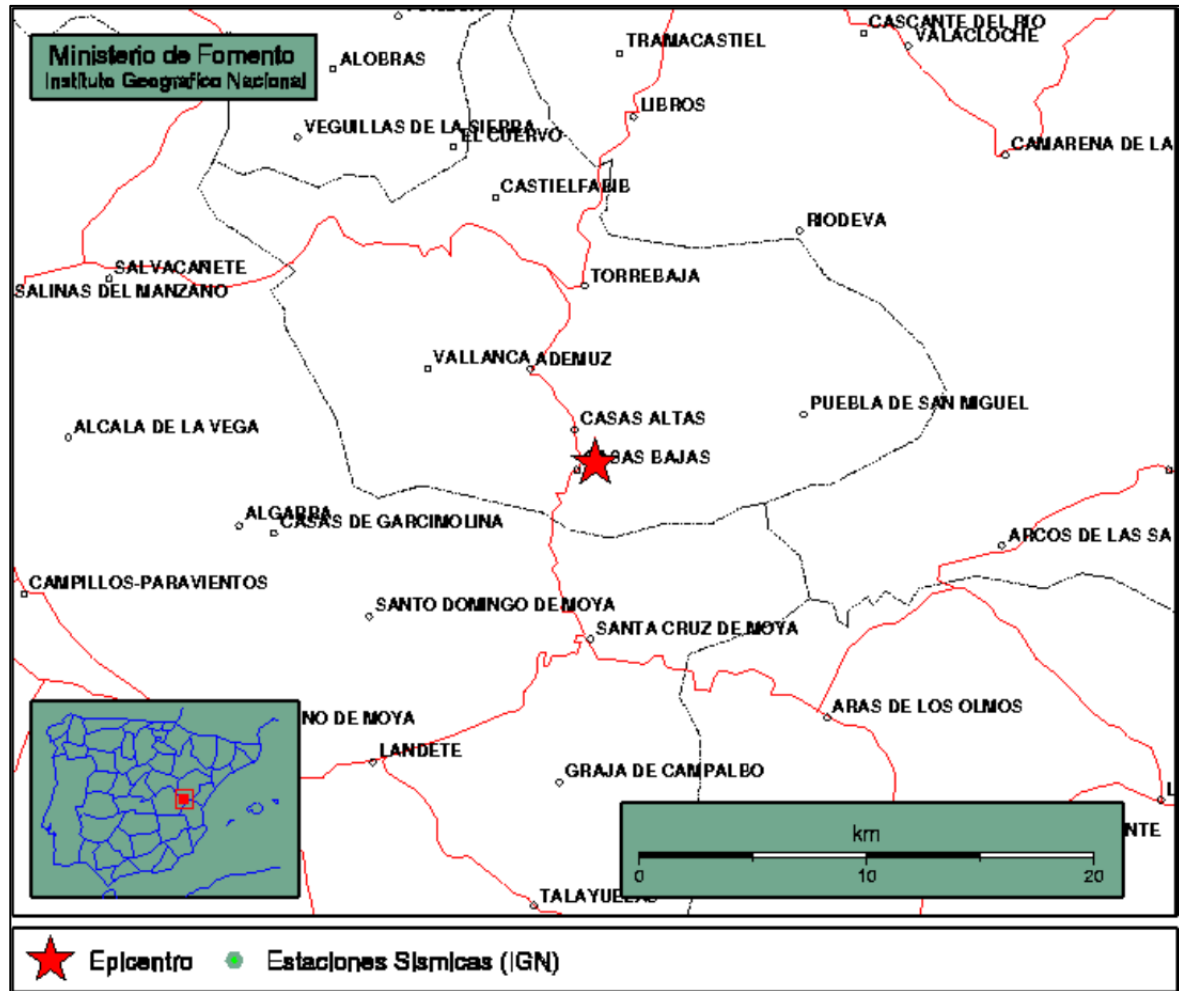


Figura 4: Localización del sismo de mayor magnitud ocurrido entre 1960-2010 en la zona.

Evento	Fecha	Hora (GMT)	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Int. Máx.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
639479	10-03-2006	19:33:18	40.0247	-1.2509	10	V	4,3	5	E CASAS BAJAS (VALENCIA)

Tabla 6 – Datos del seísmo 639479 ocurrido en Casas Bajas.

Por último, podemos observar a continuación los datos del único seísmo ocurrido en la localidad de Arcos de las Salinas.

Evento	Fecha	Hora (GMT)	Latitud	Longitud	Prof. (km)	Int. Máx.	Mag.	Tipo Mag.	Localización
684822	28-08-2006	01:35:45	39.9887	-1.1180			1,2	4	W ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

Tabla 7 – Datos del seísmo 684822 ocurrido en Arcos de las Salinas.

Toda esta información se ha podido analizar gracias al Instituto Geográfico Nacional, del cual se ha extraído todos los datos, así como las distintas localizaciones de los sismos.

Como vemos, es una zona de actividad sísmica variable, en la que el valor máximo registrado ha sido a 10Km de profundidad localizado en la población de Casas Bajas en el año 2006, la cual se encuentra a una distancia aproximada de 20 km en línea recta de Arcos de las Salinas. Este sismo tuvo una intensidad máxima de nivel V y una magnitud de 4,3.

Hay que concluir diciendo que los efectos que se hayan podido producir en la Iglesia de la Inmaculada Concepción de Arcos de las Salinas debido a los sismos producidos en la zona carecen de cualquier tipo de relevancia según nos muestran los datos, por lo que hay que tener en cuenta otros factores para explicar los movimientos estructurales sufridos.

Aun así a continuación podemos observar un gráfico en el que vemos los distintos seísmos ordenados cronológicamente, e indicando su magnitud, pudiendo ver también la magnitud media de estos seísmos.

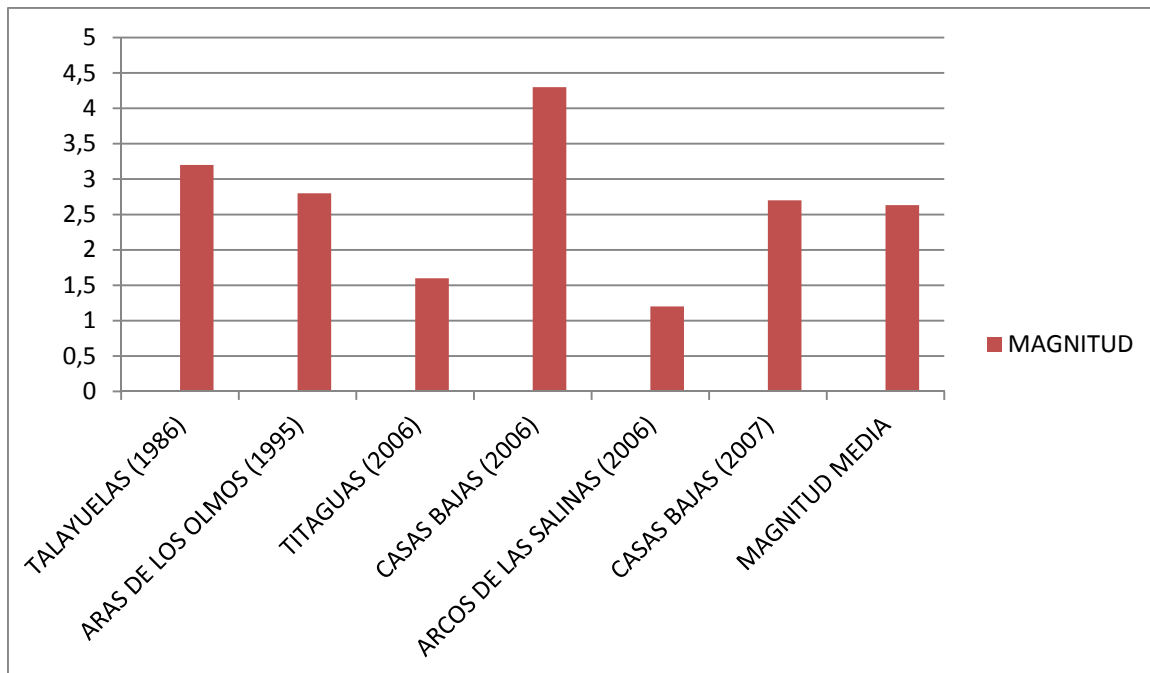


Tabla 8 – Magnitud de los seísmos según su localización y año.

#### 1.4.2- ESTUDIO GEOLÓGICO

En cuanto a estudio geológico que se ha realizado, y se expone a continuación, para poder llevarlo a cabo ha sido necesario acceder a los datos tomados del Instituto Geográfico Nacional para recabar diferente información.

Entre la diversa información que se ha podido consultar ha sido necesaria estudiar la hoja “Magna” entre las cuales se encuentra la información de la zona a estudio. Más concreto en la hoja de Alpuente (hoja número 638) se ha constatado la naturaleza del terreno de Arcos de las Salinas.

Esta información nos muestra que la capa superficial del terreno sobre el que se encuentra el municipio de Arcos de las Salinas es procedente del cuaternario, compuesto así por aluviones y fondos de valle sin poder a penas diferenciarse.

Bajo esta capa se encuentra otra de poca importancia que apoya sobre arcillas de varios colores y calizas margosas del Keuper triásico, que está dividido

en cinco formaciones no individualizables cartográficamente, pero sí distinguibles, compuestas por yesos, arcillas yesíferas y arcillas.

De estos estratos procede el aporte de sales que han servido para la explotación salina del pueblo, principalmente halita.

Además de estas hojas de información geológica, también se ha consultado información de la página de internet del Instituto Geográfico Nacional (<http://www.ign.es>). En esta, existe un archivo de consulta donde se especifican las zonas donde podemos apreciar la presencia de arcillas expansivas y su posible nivel de expansividad.

Se trata básicamente de un mapa georeferenciado que se abre con la aplicación de Google Earth para comprobar si existen arcillas expansivas en la zona de estudio.

Con ello comprobamos que efectivamente, bajo el municipio de Arcos de las Salinas hay presencia de arcillas expansivas. Según la leyenda de la figura que se muestra a continuación, estas arcillas son de riesgo de expansividad moderado-alto.

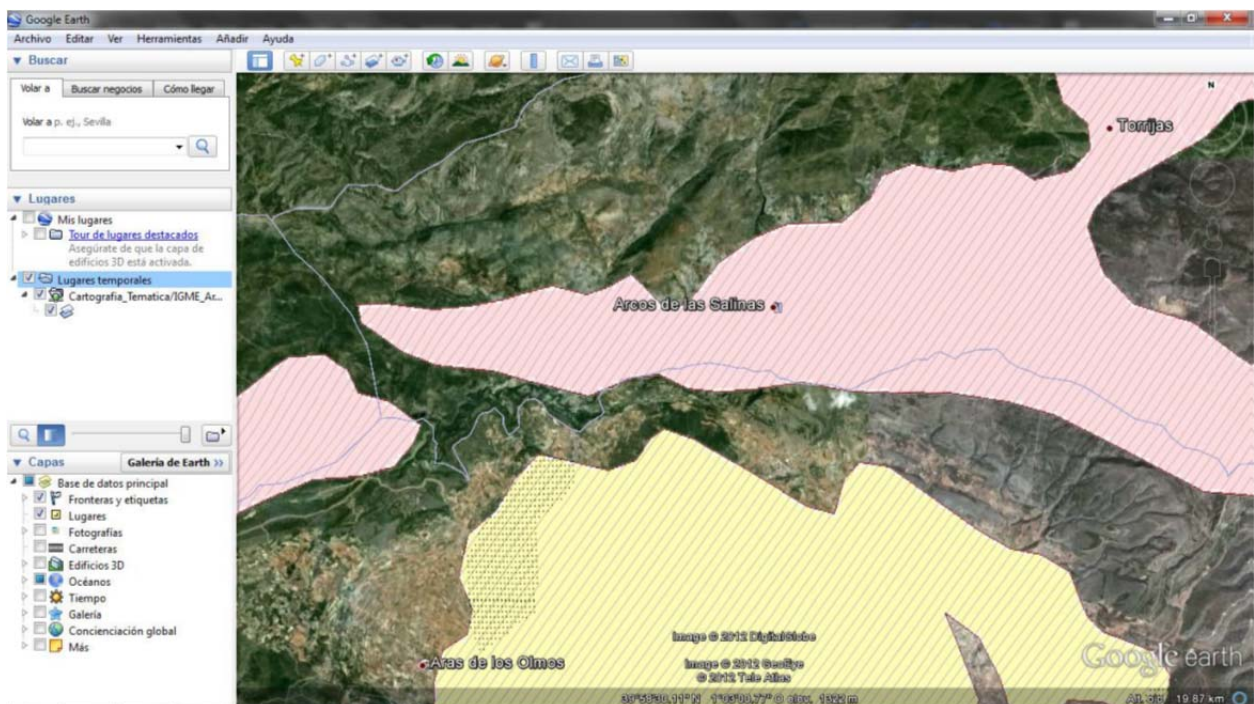


Figura 5: Captura de la zona de arcillas expansivas en el municipio de Arcos de las Salinas.

Además a continuación se adjunta la Hoja Magna de Alpuente nº 638 la cual se ha explicado anteriormente que es en la que se encuentra la zona de estudio y el municipio de Arcos de las Salinas.



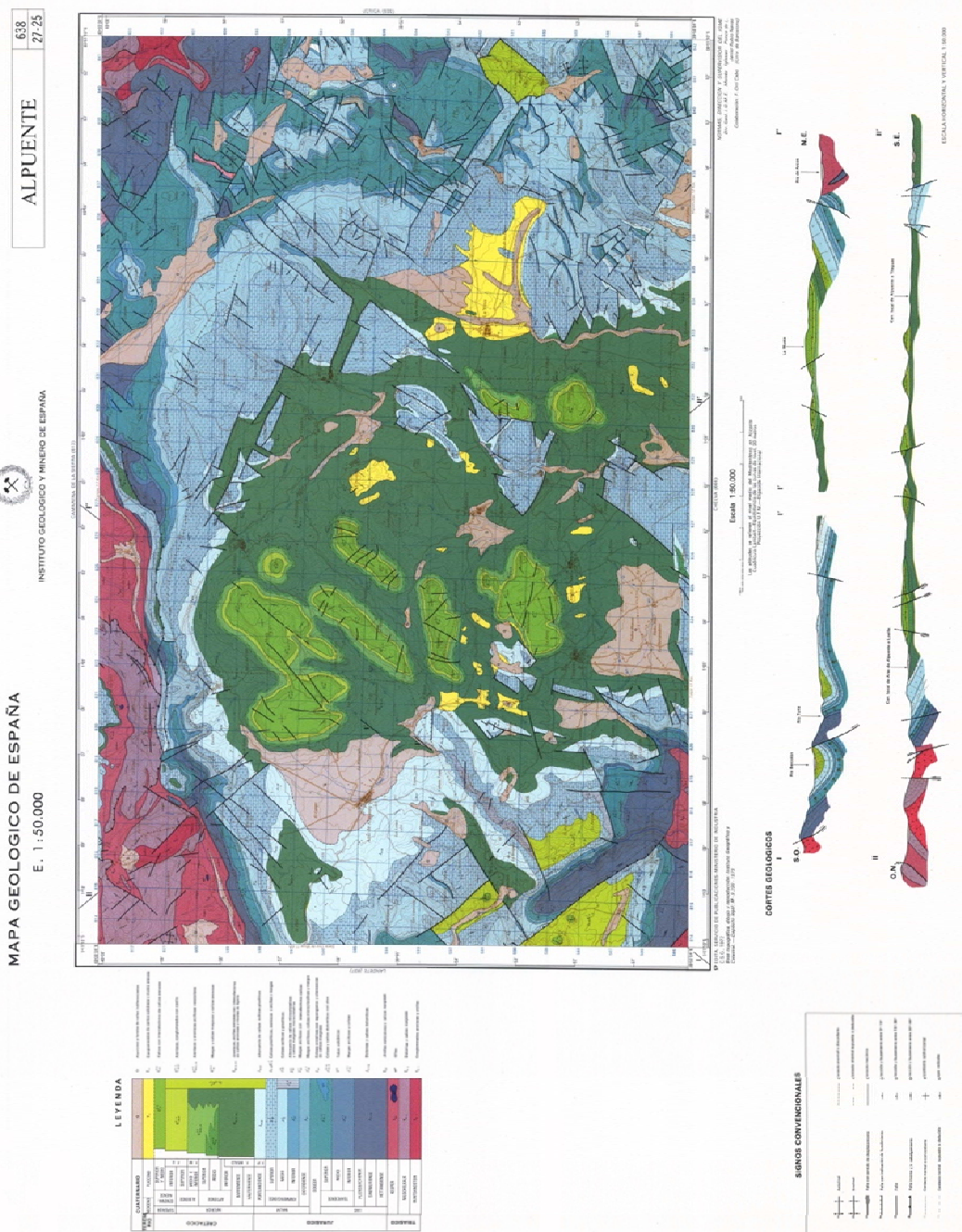


Figura 6: Hoja Magna de Alpuente nº 638.

### 1.4.3- ESTUDIO GEOTÉCNICO

El objetivo de este estudio es la obtención de las distintas características fisicoresistentes del terreno sobre el que se asienta la Iglesia de la Inmaculada Concepción.

Par la realización del estudio geotécnico, se ha utilizado los resultados obtenidos en las investigaciones geotécnicas realizadas por otros proyectos o informes realizados anteriormente en la zona de la Iglesia de la Inmaculada Concepción.

Estos resultados se han También se ha tenido en cuenta los resultados obtenidos de los ensayos tanto de las catas como los sondeos próximos a la zona de la Iglesia, los cuales se pueden consultar en el Anexo I.

Para obtener la composición existente en el subsuelo de la Iglesia, se realizaron diferentes sondeos, obteniendo así un testigo continuo del terreno donde se realizaron los sondeos.

Para evitar la alteración de este material, ya sea por la descomposición del testigo como por la contaminación de este por otro material, se procedió a recubrir la muestra con parafina, concediéndole a este una solidez y evitando así la pérdida de información que nos puede aportar el testigo.

Con los testigos procedentes de los distintos sondeos realizados, se obtiene la columna litológica del subsuelo de la zona de la Iglesia, determinando así los tipos de materiales existentes y los espesores de estos.

Mediante este procedimiento es posible obtener tanto las características geotécnicas del terreno existente como del perfil o corte geológico existente, los cuales se pueden observar en el Anexo I.C. Perfil estratigráfico.

Los datos de los que se disponen son de un total de cinco sondeos, siendo dos de estos verticales y tres de ellos sondeos inclinados, y los diámetros de estos testigos son de 101 milímetros.

En cuanto a las profundidades alcanzadas en la realización de los sondeos son las que podemos ver en la siguiente tabla:

Sondeo	Tipo de sondeo	Profundidad (m.)
1	Vertical	8 metros
2	Inclinado	8 metros
3	Inclinado	8 metros
4	Inclinado	8 metros
5	Vertical	10 metros

Tabla 9 – Profundidad de los sondeos.

Una vez se ha extraído el material y se ha conservado adecuadamente, se ha procedido a realizar distintos ensayos de laboratorio para obtener así las distintas características del terreno.

Las distintas gráficas de estos ensayos que se han realizado en el laboratorio con el material extraído en los sondeos y en la calicata se pueden observar en el Anexo I.D. Ensayos realizados.

Según se obtiene de estas muestras, nos encontramos en primer lugar una pavimentación a base de hormigón con espesores de entre 1,10 y 0,40 metros.

Por debajo de esta capa nos encontramos un cumulo de rellenos flojos a base de arenas y arcillas limosas con cantos dispersos, siendo esta capa entre 0,40 y 1,20 metros.

La siguiente capa que nos encontramos está constituida por un material reblandecido como es arcillas limoarenosas, siendo su espesor muy variable entre 1,70 y 2,10 metros.

Por último, nos encontramos el sustrato o terreno natural, el cual está constituido por unas arcillas rojizas, limosas consistentes. Este material firme continúa en profundidad hasta el final de los sondeos realizados.

Un detalle importante del que se extrae gracias a los ensayos edométricos realizados en el laboratorio con las muestras obtenidas por los sondeos, es que el asiento estimado debido a las cargas existentes sobre el terreno que nos hemos encontrado es de unos 13 centímetros.

#### **1.4.4- ESTUDIO DE LAS CAMPANAS DE LA TORRE**

En el lateral izquierdo de la Iglesia de la Inmaculada Concepción, se sitúa la Torre, compuesta por dos cuerpos de mampostería y un tercero de ladrillo.

Actualmente en este tercer cuerpo se encuentra el campanario, el cual alberga cuatro campanas de distintos tamaños.

En cuanto a este campanario, cabe destacar que es el único de toda la comarca que conserva sus campanas históricas, y aunque la Iglesia estuvo en un estado de conservación lamentable el cual obligó a sacar todas las obras de arte que albergaba, la Torre no fue desprovista de sus bronces.

Los yugos originales se conservan en el interior de la Torre ya que se tuvieron que sustituir por cuestiones de seguridad. En la actualidad hay colocados unos metálicos que se dispusieron cuando se colocó el sistema automatizado para que las campanas toquen solas.

A continuación se observa una tabla (Tabla 10) en la que se detalla el nombre conocido de las distintas campañas que se encuentran en la Torre, así como las dimensiones y el peso de estas. También se dispone de año de fabricación de la campana.

Campana	Localización	Fundidor	Año	Diámetro (cm)	Peso (kg)
La de los muertos	Campanario	Beltrán Guillem	1824	37	29
El campano o Bartolomé	Campanario	Desconocido	1739	51	77
La de la Tejería o Dolorosa	Campanario	Vicente Domingo Roses	1920	77	264
La gorda o Purísima	Campanario	Vicente Domingo Roses	1920	92	451

Tabla 10 – Datos de las campanas existentes en el campanario de la Torre.



Figura 7: La de los muertos



Figura 8: El campano o Bartolomé



Figura 9: La de la Tejería o Dolorosa.

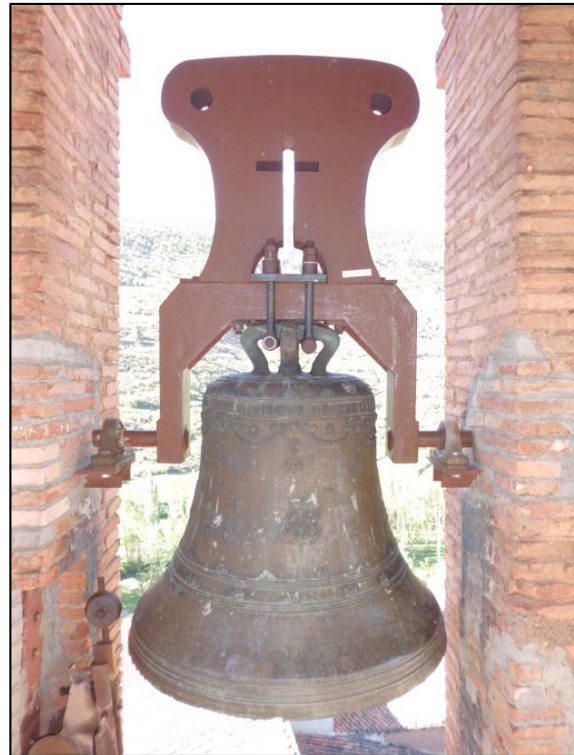


Figura 10: La gorda o Purísima

#### 1.4.5- ANALISIS TÉRMICO DEL MURO

Para llevar a cabo el siguiente estudio se ha seguido el procedimiento establecido por el Código Técnico de la Edificación DB-HE, con el fin de lograr unos valores lo más fidedignos posibles.

Con este estudio se pretende obtener la diferencia de temperatura total y parcial de cada uno de los materiales que componen los muros de cierre de la Iglesia de la Inmaculada Concepción.

A la hora de llevar a cabo el estudio térmico de los muros, y debido a que los espesores y materiales empleados en cada una de las capas no son constantes a lo largo de todo el perímetro de la Iglesia se han determinado tres tipologías diferentes que son la fachada principal, el resto de muros del perímetro y a nivel del zócalo.

Para establecer los valores de conductividad térmica de los diversos materiales que componen el cerramiento de la Iglesia, se ha obtenido estos datos del CTE catálogo de elementos constructivos.

Material	Conductividad Térmica (W/mk)
Caliza-Dura	1,7
Caliza- Semidura	1,4
Caliza- Semiblanda	1,1
Caliza-Blanda	0,85
Muro de mampostería	0,92
Enlucido de yeso	0,57
Enfoscado con mortero de cal	0,8
Mortero monocapa	0,76

Tabla 11 – Conductividad térmica de los materiales.

Para la obtención del valor del “Muro de mampostería” se ha seguido el criterio de ponderación del sumatorio de las conductividades térmicas de la caliza y el mortero de cal, para obtener un valor representativo de la conductividad térmica del conjunto dado que este en ningún caso será totalmente homogéneo.

Comportamiento térmico Muro de cierre					
Capas Cerramiento	Espesor (m)	Temperatura (°C)	Conductividad Térmica (W/mK)	Resistencia Térmica	Gradiente de Temperatura (°C)
Aire interior	0	21,3	-	0,13	1,939783367
Sup. Interior	0	19,36021663	0	0	0
Enlucido de Yeso	0,05	17,22858656	0,35	0,142857143	2,131630073
Muro de Mampostería	0,75	5,064393207	0,92	0,815217391	12,16419335
Enfoscado Mortero de Cal	0,02	4,691357944	0,8	0,025	0,373035263
Recubrimiento Exterior	0,015	4,396856421	0,76	0,019736842	0,294501523
Sup.exterior	0	3,8	0	0	0
Aire exterior	0	3,8	0,035	0,04	0,596856421
<b>Resistencia Total (m2K/W)</b>	<b>1,172811376</b>				
<b>Flujo de Calor (C°W/m2K)</b>	<b>14,92141051</b>				
<b>Transmitancia (W/m2K)</b>	<b>0,852652029</b>				

Tabla 12: Comportamiento térmico del muro de cierre.

Comportamiento térmico Muro de cierre por el zócalo					
Capas Cerramiento	Espesor (m)	Temperatura (°C)	Conductividad Térmica (W/mK)	Resistencia Térmica	Gradiente de Temperatura (°C)
Aire interior	0	21,3	-	0,13	2,372218249
Sup. Interior	0	18,92778175	0	0	0
Enlucido de Yeso	0,05	17,32709467	0,57	0,087719298	1,600687078
Muro de Mampostería	0,45	8,440163169	0,924	0,487012987	8,886931504
Sillar de piedra	0,3	4,529913308	1,4	0,214285714	3,910249862
Sup.exterior	0	3,8	0	0	0
Aire exterior	0	3,8	0,035	0,04	0,729913308
<b>Resistencia Total (m2K/W)</b>	<b>0,959018</b>				
<b>Flujo de Calor (C°W/m2K)</b>	<b>18,24783269</b>				
<b>Transmitancia (W/m2K)</b>	<b>1,042733296</b>				

Tabla 13: Comportamiento térmico del muro de cierre por el zócalo.

Comportamiento térmico del muro de la portada					
Capas Cerramiento	Espesor (m)	Temperatura (°C)	Conductividad Térmica (W/mK)	Resistencia Térmica	Gradiente de Temperatura (°C)
Aire interior	0	21,3	-	0,13	2,390190976
Sup. Interior	0	18,90980902	0	0	0
Enlucido de Yeso	0,05	17,2969946	0,57	0,087719298	1,612814424
Muro de Mampostería	0,6	5,357978734	0,924	0,649350649	11,93901587
Enfoscado Mortero de Cal	0,02	4,898326623	0,8	0,025	0,459652111
Recubrimiento Exterior	0,015	4,535443377	0,76	0,019736842	0,362883245
Sup.exterior	0	3,8	0	0	0
Aire exterior	0	3,8	0,035	0,04	0,735443377
<b>Resistencia Total (m2K/W)</b>	<b>0,95180679</b>				
<b>Flujo de Calor (C°W/m2K)</b>	<b>18,38608443</b>				
<b>Transmitancia (W/m2K)</b>	<b>1,050633396</b>				

Tabla 14: Comportamiento térmico del muro de la portada.

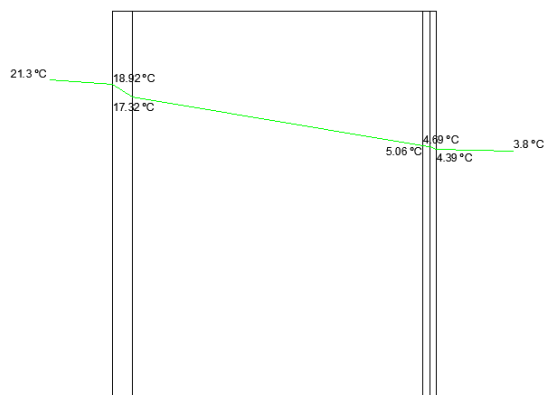


Figura 11: Esquema térmico de la fachada principal (Temperatura °C)

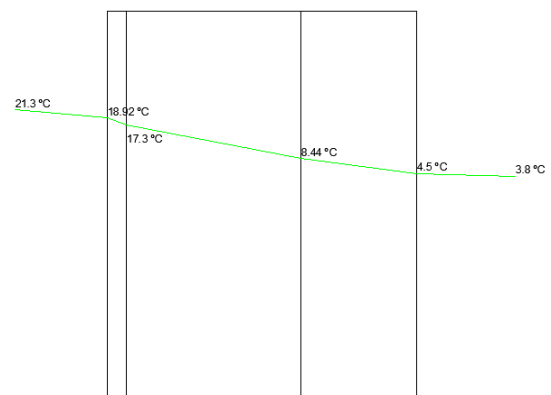


Figura 12: Esquema térmico del zócalo (Temperatura °C)



#### 1.4.6- ESTUDIO DE VAPOR DEL MURO

En cuanto al estudio de vapor del muro, para poder realizarlo, también se ha seguido el procedimiento establecido por el Código Técnico de la Edificación DB-HE, lo que hace posible que estos datos obtenidos sean lo más reales posibles.

Con este estudio, se busca obtener datos suficientes para determinar si existe probabilidad alguna de que se produzca también condensaciones en el interior de los muros de cierre de la Iglesia.

Debido a que los elementos sobre los que se realiza este estudio son los mismos que en el caso anterior (Estudio térmico de los muros), nos encontramos la misma situación de que los espesores y materiales empleados en las distintas capas no son constantes, por lo que para realizar el estudio de vapor correctamente se ha determinado las mismas tres tipologías (fachada principal, el resto de muros del perímetro y a nivel del zócalo).

En cuanto a los valores de resistividad al vapor de los diversos materiales del cerramiento de la Iglesia también se han obtenido del CTE catálogo de elementos constructivos.

Material	Resistividad al vapor (W/mk)
Caliza-Dura	150
Caliza- Semidura	40
Caliza- Semiblanda	25
Caliza-Blanda	20
Muro de mampostería	41
Enlucido de yeso	6
Enfoscado con mortero de cal	10
Mortero monocapa	10

Tabla 15 – Resistividad al vapor de los materiales.

Comportamiento frente al vapor cerramiento							
Capas Cerramiento	Espesor (m)	Temperatura (°C)	Resistividad	Resistencia al vapor	Gradiente de Vapor	Presión Vapor	Presión de vapor saturado
Aire interior	0	21,3	0	0	0	1519,05134	2531,752234
Sup. Interior	0	19,36021663	0	0	0	1519,05134	2245,989823
Enlucido de Yeso	0,05	17,22858656	6	0,3	7,621545626	1511,429795	1964,879378
Muro de Mampostería	0,75	5,064393207	41	30,75	781,2084266	730,2213682	875,7910457
Enfoscado Mortero de Cal	0,02	4,691357944	10	0,2	5,081030417	725,1403378	853,2590768
Recubrimiento Exterior	0,015	4,396856421	10	0,15	3,810772813	721,329565	835,8334006
Sup.exterior	0	3,8	0	0	0	721,329565	801,4772944
Aire exterior	0	3,8	0	0	0	721,329565	801,4772944
Humedad relativa interior= 0,6		T. exterior media= 3,8°C					
Humedad relativa exterior= 0,9		T. interior media= 21,3°C					
Resistencia Total de Vapor		31,4					
Flujo de Vapor		25,40515209					

Tabla 16: Comportamiento frente al vapor del cerramiento.

Comportamiento frente al vapor Muro de cierre por el zócalo							
Capas Cerramiento	Espesor (m)	Temperatura (°C)	Resistividad	Resistencia al vapor	Gradiente de Vapor	Presión Vapor	Presión de vapor saturado
Aire interior	0	21,3	0	0	0	1519,05134	2531,752234
Sup. interior	0	18,92778175	0	0	0	1519,05134	2186,276607
Enlucido de Yeso	0,05	17,32709467	6	0,3	5,931016918	1513,120324	1977,15617
Muro de Mampostería	0,45	8,440163169	41	18,45	364,7575405	1148,362783	1104,775434
Sillar de piedra	0,3	4,529913308	72	21,6	427,0332181	721,329565	843,6671246
Sup.exterior	0	3,8	0	0	0	721,329565	801,4772944
Aire exterior	0	3,8	0	0	0	721,329565	801,4772944
Humedad relativa interior= 0,6		T. exterior media= 3,8°C					
Humedad relativa exterior= 0,9		T. interior media= 21,3°C					
Resistencia Total de Vapor		40,35					
Flujo de Vapor		19,77005639					

Tabla 17: Comportamiento frente al vapor del muro de cierre por el zócalo.

Comportamiento frente al vapor del muro de portada							
Capas Cerramiento	Espesor (m)	Temperatura (°C)	Resistividad	Resistencia al vapor	Gradiente de Vapor	Presión Vapor	Presión de vapor saturado
Aire interior	0	21,3	0	0	0	1519,05134	2531,752234
Sup. Interior	0	18,90980902	0	0	0	1519,05134	2183,825183
Enlucido de Yeso	0,05	17,2969946	6	0,3	15,29179122	1503,759549	1973,397775
Muro de Mampostería	0,6	5,357978734	25	15	764,5895612	739,1699881	893,8913708
Enfoscado Mortero de Cal	0,02	4,898326623	10	0,2	10,19452748	728,9754606	865,6963623
Recubrimiento Exterior	0,015	4,535443377	10	0,15	7,645895612	721,329565	843,9941043
Sup.exterior	0	3,8	0	0	0	721,329565	801,4772944
Aire exterior	0	3,8	0	0	0	721,329565	801,4772944
Humedad relativa interior= 0,6		T. exterior media= 3,8°C					
Humedad relativa exterior= 0,9		T. interior media= 21,3°C					
Resistencia Total de Vapor		15,65					
Flujo de Vapor		50,97263741					

Tabla 18: Comportamiento frente al vapor del muro de portada.

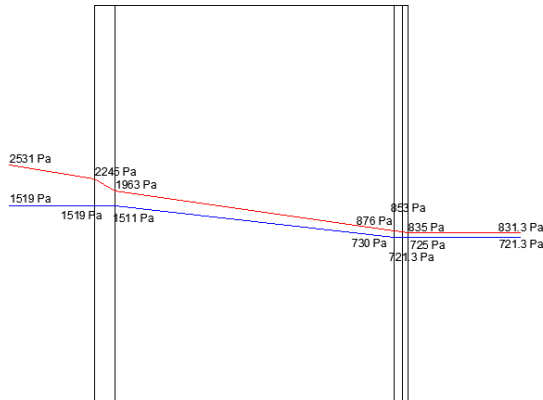


Figura 13: Esquema de vapor de la fachada principal (Presión de vapor, Presión de vapor saturado).

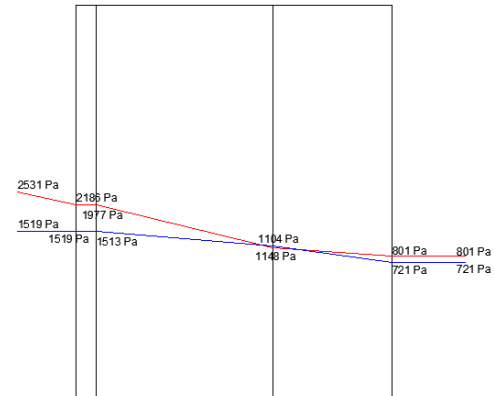


Figura 14: Esquema de vapor del zócalo (Presión de vapor, Presión de vapor saturado).

#### 1.4.7- ESTUDIO DE DECLARACIÓN DE BIEN DE INTERÉS CULTURAL

Según la información que se ha obtenido durante el estudio previo del edificio, se cita que la Iglesia de la Inmaculada Concepción de Arcos de las Salinas había sido declarada Monumento Histórico Artístico de carácter Nacional por lo que se ha procedido a comprobar que dicha información es real.

Tras consultar la página Web del Ministerio del Interior, en el apartado de listado de Bienes de Interés Cultural, la información que se ha obtenido ha sido la siguiente.

- Bien: ***Iglesia de la Inmaculada Concepción***
- Comunidad Autónoma: ***Comunidad Autónoma de Aragón***
- Provincia: ***Teruel***
- Categoría: ***Monumento***
- Código: ***RI-0004918-00000***

- Registro: **R.I.- Registro BIC inmuebles (Código definitivo)**
- Fecha de Incoación: **05-01-1983**
- Fecha de Declaración: **13-07-1983**
- Fecha Boletín Declaración: **11-10-1983**
- Disposición: **REAL DECRETO**
- Matiz: **Declarados CC.AA. (Comunidad Autónoma) antes de L/85**
- Fecha Boletín Incoación: **19-02-1982**

Con esto se demuestra que la Iglesia de la Inmaculada Concepción está declarada Bien de Interés Cultural (BIC).

## 2.- ESTUDIO DE EDIFICIO

### 2.1.- LOCALIZACIÓN DEL EDIFICIO

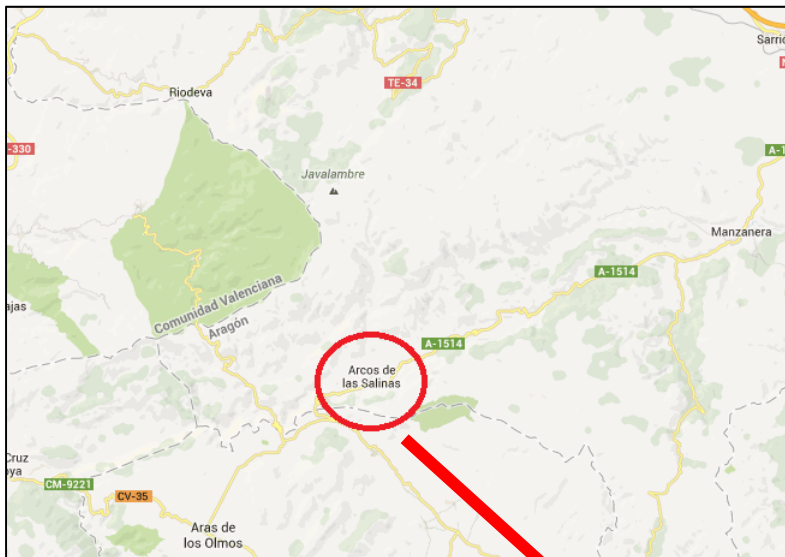


Figura 15: Vista general de la localización de Arcos de las Salinas.



Figura 16: Vista de la situación de la Iglesia de la Inmaculada Concepción en el municipio de Arcos de las Salinas.



Figura 17: Vista de la entrada principal a la Iglesia de la Inmaculada Concepción.

La edificación se encuentra localizada en el casco antiguo de la población haciendo que solo pueda ser accesible a pie debido a la estrechez de sus calles y las pendientes que estas presentan.

El acceso principal a la Iglesia recae a una plaza (Plaza de la Iglesia) recientemente adoquinada por el Ayuntamiento. Esta plaza de dimensiones reducidas apenas deja contemplar el monumento en toda su extensión ya que es de gran altura.

El resto de calles que rodean la Iglesia también son de anchos reducidos llegando a haber reducciones de paso de 1,5 metros lo cual dificulta mucho la observación en conjunto del elemento.

En cuanto al entorno predominan las edificaciones privadas de viviendas de poca altura entre las cuales se localiza el horno de pan el cual hace que sea una zona de tránsito constante.

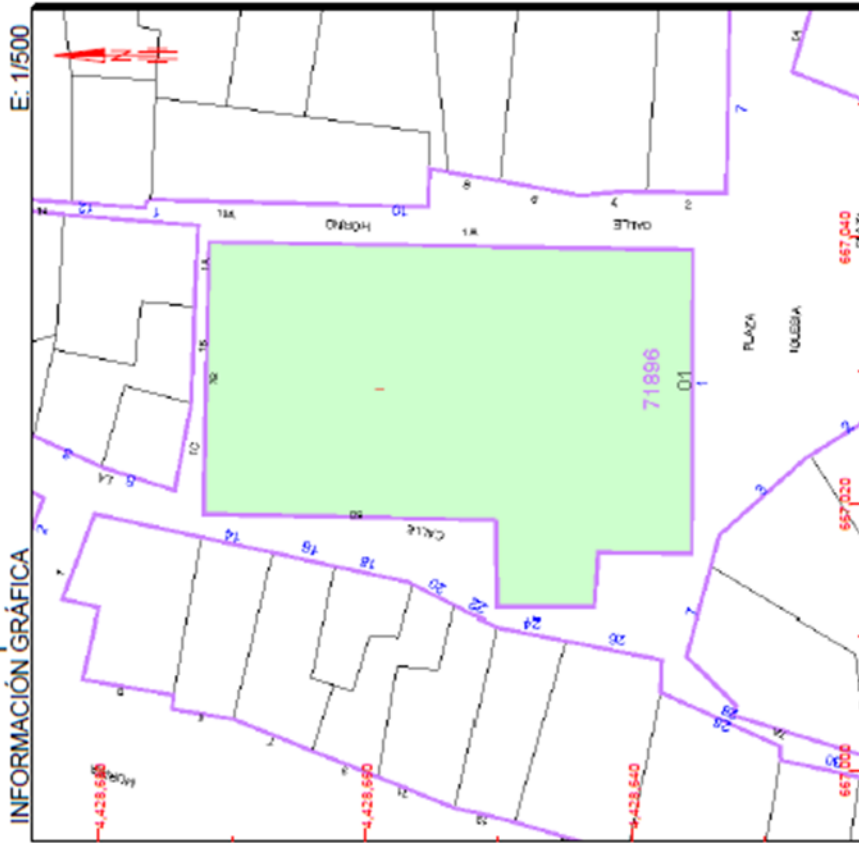
En las proximidades también encontramos el antiguo Ayuntamiento el cual en la actualidad se encuentra en abandono, demostrando que la zona fue el centro neurálgico del pueblo dotándolo de todos los elementos necesarios para su desarrollo.

## 2.2.- PARAMETROS URBANISTICOS

Se trata de una edificación aislada situada en Plaza de la Iglesia nº 1, siendo su uso de carácter religioso y comprendiendo una superficie total de 819 m<sup>2</sup>.

La altura máxima edificable de la zona, es de cuatro plantas en la Calle del horno (derecha) y de tres alturas en la Plaza de la Iglesia y en la Calle la Pecha (izquierda).

**CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES BIENES INMUEBLES DE NATURALEZA URBANA**  
**Municipio de ARCOS DE LAS SALINAS Provincia de TERUEL**



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos" de la SEC.

Miércoles, 8 de Mayo de 2013

- 667.040 Caceríasas U.T.M. Huzo 30 ETR089
- Limites de Manzana
- Limite de Parcela
- Limite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Limite zona verde
- Hidrografia

GOBIERNO DE ESPAÑA  
 MINISTERIO DE HACIENDA Y ADMINISTRACIONES PÚBLICAS  
 SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA  
 DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO  
 Sede Electrónica del Catastro

**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
**7189601XK6278N0001TS**

**DATOS DEL INMUEBLE**

LOCALIZACIÓN	PZ IGLESIA 1	AÑO CONSTRUCCIÓN	1890
	44421 ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m <sup>2</sup> )	819
USO LOCAL PRINCIPAL	Religioso		
COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN	100,000000		

**DATOS DE LA FINCA A LA QUE PERTENECE EL INMUEBLE**

SITUACIÓN	PZ IGLESIA 1	TIPO DE FINCA	Parcela construida sin división horizontal
	ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)		
SUPERFICIE CONSTRUIDA (m <sup>2</sup> )	819	SUPERFICIE SUELO (m <sup>2</sup> )	819

## 2.3.- CONTEXTO HISTORICO

El municipio de Arcos de las Salinas se encuentra en la comarca de Gúdar-Javalambre, bajo la sierra de Javalambre, aproximadamente a una altitud de 1.070 metros sobre el nivel del mar y tiene una población aproximada de 105 habitantes. Los primeros habitantes de la zona fueron los iberos que establecieron un poblado en la margen derecha del río Arcos, en la zona conocida como el Cabezo de la Herrería.

Antiguamente se llamó Arcos del Bosque, aunque hay que buscar su origen en la población íbera allí existente, situado en la margen derecha del río Arcos, sobre un gran espolón de caliza. En sus laderas se conservan restos de fundición de hierro, observándose líneas de muralla.

Además, es constatable que los romanos explotaron unas minas de hierro en la veta surgida de la denominada Cueva de los Moros y crearon una fundición, mientras que los árabes amurallaron el lugar.

El nombre de Arcos de las Salinas proviene del río que lo atraviesa, el río Arcos, que se encuentra situado a escasa distancia del municipio, y de un acuífero de agua salada en los alrededores del pueblo que se sitúan a unos dos kilómetros del casco urbano sobre las que se construyeron unas explotaciones salineras.

Existe documentación escrita de las salinas desde el siglo XIII, en el que se certifica la propiedad de estas por parte del rey de Aragón, pero su origen se remonta mucho antes, concretamente a la ocupación islámica.

La pequeña localidad de Arcos de las Salinas ha tenido una importancia histórica, tanto económica como estratégica en la zona, ya que se sitúa en el límite de los antiguos reinos de Aragón y Valencia.

El clima de la zona, presenta grandes variaciones de temperatura a lo largo de todo el año, siendo predominante las bajas temperaturas durante las épocas invernales en comparación con la media nacional.



Cabe destacar que debido a la localización de Arcos de las Salinas, en la temporadas estivales se alcanzan altas temperaturas, por lo que la diferencia de temperaturas entre la época invernal y estival es bastante considerable.

A continuación se aporta datos obtenidos por parte de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) tomados del observatorio pluviométrico situado en Teruel, localidad muy cercana a Arcos de las Salinas. De esta estación se han obtenido los datos medios recogidos desde 1971 hasta el año 2000, lo que nos indica una estimación del clima habitual en el municipio.

Esta estación meteorológica se encuentra a una altitud de 900 metros, mientras que la estación tiene como coordenadas geométricas una latitud de  $40^{\circ} 21' 2''$  N, y una longitud de  $1^{\circ} 7' 27''$  O.

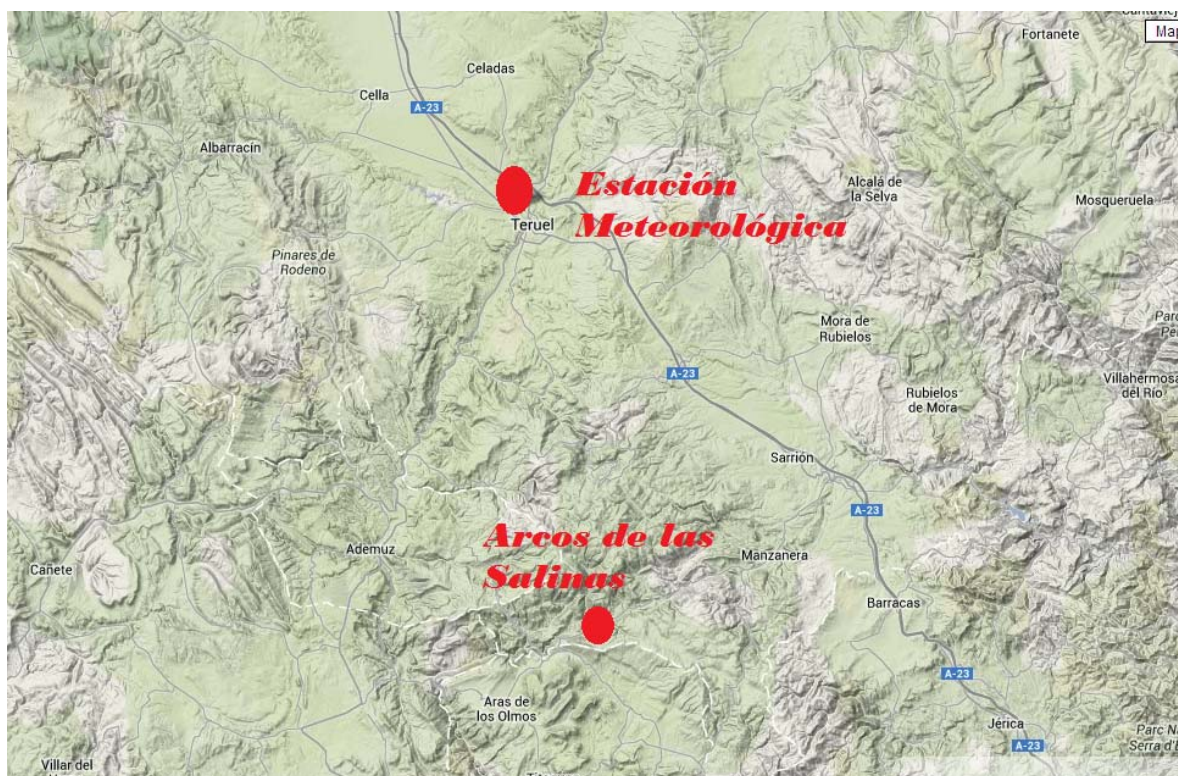


Figura 18: Localización de la estación meteorológica.

Los datos obtenidos son los siguientes:

<b>TEMPERATURA MEDIA MENSUALES Y ANUAL (°C)</b>													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
T(°C)	3,6	5,2	7,5	9,4	13,5	17,9	21,3	17,6	12,1	12,1	7,2	4,6	<b>11,8</b>

Tabla 19 – Evolución mensual de la temperatura media entre los años 1971 y 2000.

<b>TEMPERATURA MEDIAS MÁXIMAS DIARIAS MENSUALES Y ANUAL (°C)</b>													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
TM(°C)	9,3	11,6	14,5	16,2	20,5	25,7	30,4	29,7	25,2	18,6	13,2	9,8	<b>18,7</b>

Tabla 20 – Evolución mensual de la temperatura máximas medias entre los años 1971 y 2000.

<b>TEMPERATURA MEDIAS MÍNIMAS DIARIAS MENSUALES Y ANUAL (°C)</b>													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Tm(°C)	-2,1	-1,1	0,4	2,6	6,5	10,2	12,8	13,0	9,9	5,7	1,2	-0,6	<b>4,9</b>

Tabla 21 – Evolución mensual de la temperatura mínimas medias entre los años 1971 y 2000.

<b>PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUALES Y ANUAL (mm)</b>													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
P(mm)	17	14	19	36	56	43	30	40	36	42	22	20	<b>373</b>

Tabla 22 – Evolución mensual de la precipitación media entre los años 1971 y 2000.

<b>HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)</b>													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
H (%)	75	68	62	62	62	58	52	56	62	70	74	79	<b>66</b>

Tabla 23 – Evolución mensual de la humedad relativa media entre los años 1971 y 2000.

<b>NÚMERO MEDIO DE DIAS DE NIEVE</b>													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
DN	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	1	2	<b>11</b>

Tabla 24 – Evolución mensual de los días de nieve medios entre los años 1971 y 2000.

<b>NÚMERO MEDIO DE DIAS DE HELADA</b>													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
DH	22	18	14	7	1	0	0	0	0	2	12	18	<b>94</b>

Tabla 25 – Evolución mensual de los días de helada media entre los años 1971 y 2000.

<b>NÚMERO MEDIO HORAS DE SOL</b>													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
HS	139	163	210	210	250	280	330	304	230	183	146	118	<b>2596</b>

Tabla 26 – Evolución mensual de las horas de sol medias entre los años 1971 y 2000.

Como se citaba anteriormente y se puede observar en los datos de las tablas adjuntas, estas variaciones bruscas de temperatura y estas condiciones climatológicas nos producen una serie de daños a la edificación como analizaremos posteriormente.

En cuanto la variación de la población que ha sufrido el municipio de Arcos de las Salidas durante los últimos quince años, lo podemos observar en la siguiente tabla (Tabla 27), la cual separa estadísticamente entre los varones y las mujeres existentes:

Año 2012			Año 2011			Año 2010		
Población total	Varones	Mujeres	Población total	Varones	Mujeres	Población total	Varones	Mujeres
105	55	50	100	52	48	111	57	54

Año 2009			Año 2008			Año 2007		
Población total	Varones	Mujeres	Población total	Varones	Mujeres	Población total	Varones	Mujeres
122	62	60	115	58	57	123	61	62

Año 2006			Año 2005			Año 2004		
Población total	Varones	Mujeres	Población total	Varones	Mujeres	Población total	Varones	Mujeres
128	63	65	127	64	63	131	64	97

Año 2003			Año 2002			Año 2001		
Población total	Varones	Mujeres	Población total	Varones	Mujeres	Población total	Varones	Mujeres
137	66	71	131	62	69	142	67	75

Año 2000			Año 1999			Año 1998		
Población total	Varones	Mujeres	Población total	Varones	Mujeres	Población total	Varones	Mujeres
144	68	76	154	75	79	163	82	81

Tabla 27: Tabla representativa de la población de los últimos quince años de Arcos de las Salinas por sexo (Instituto nacional de estadística)

Como podemos observar la población ha disminuido paulatinamente en todos estos años, ya que como se observa en el año 1998 había un total de 163 habitantes, mientras que en el año 2012 el padrón municipal indica que existen 105 vecinos. Por lo tanto en estos quince años ha habido una disminución de 58 habitantes, lo que representa más de la mitad de la población actual en el municipio.

## 2.4.- DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA

La Iglesia de la Inmaculada Concepción se trata de una construcción barroca de principio del siglo XVIII, pudiendo observar este estilo tanto en la planta empleada, como en las decoraciones interiores, y por supuesto también en la fachada.

La planta consta de un total de tres naves, dos laterales y una central más alta y de doble anchura que las anteriores. La separación entre naves se realiza mediante pilares de sección cruciforme.

La cubierta de la nave central está resuelta mediante una bóveda de cañón con lunetos, mientras que las laterales se resuelven por medio de una bóveda de aristas. El crucero tiene una falsa cúpula apoyada sobre pechinas, y la sobrecubierta está formada con un cimborrio de planta octogonal cubierto con chapitel cubierto de teja. Las naves laterales y el resto de la nave central están resueltas mediante una cubierta a dos aguas con teja curva árabe.

El presbiterio tiene una división tripartita, por lo que se puede distinguir la capilla mayor con unos escalones sobre el nivel de las naves y dos sacristías. Estas dos sacristías están comunicadas tanto con la capilla mayor como con las naves laterales. Además, estas también están comunicadas con la capilla mayor gracias a un habitáculo alargado situado en la parte posterior de dicha capilla.

La decoración interior, como la ornamentación principal del conjunto del edificio corresponde al estilo barroco clasicista, a excepción de la fachada principal la cual sigue un estilo poco utilizado en España pero muy típica en el estilo barroco hispano-americano.

Cabe destacar como detalle significativo, la aparición de distintas pilastras adosadas a los arcos que separan las naves, y un entablamento que recorre todo el perímetro de la Iglesia, sirviendo así de ruptura horizontal y sobre el cual arrancan las bóvedas existentes, sobre este hay otro tramo horizontal que nos dilata la altura del edificio.

En la fachada principal, a los “pies” del crucero presenta un perfil mixtilíneo con mayor calidad artística que el resto de la edificación. Esta fue construida en 1969, tiempo después de la construcción principal.

Cabe destacar que es uno de los pocos casos españoles existentes de este tipo de fachadas, ya que es típica del barroco hispano-americano. Es un gran paramento liso enfoscado como único elemento compositivo, este está realizado sobre el muro de mampostería, y además consta de cinco óculos dispuestos, dos a ambos lados de la portada, otro se encuentra sobre ella y los otros dos restantes que son de dimensiones reducidas los podemos encontrar en la parte superior de la fachada.

La portada sigue un esquema clásico, compuesta por dos cuerpos escalonados con un remate curvilíneo. El cuerpo inferior está franqueado por dos pilastras de orden jónico sobre un basamento.

En el eje central se encuentra la puerta de entrada con un dintel rectilíneo horizontal enmarcado por molduras y completándolo con un escudo central. A los lados de las pilastras se aprecia una decoración curvilínea de relieve plano, que se repite en el cuerpo superior y la cual unifica toda la portada.

El segundo cuerpo repite el mismo esquema en un tamaño más reducido, con pilastras de orden corintio y hornacina con una escultura en el interior. Se remata en la parte superior con formas curvilíneas. El paso entre los dos cuerpos está hecho con molduras que sirven de enlace entre ellos.

Existe una segunda portada en el lado del Evangelio (fachada izquierda), compuesta por dos pilastras adosadas de orden dórico sobre un basamento, sobre él nos encontramos el entablamento y el frontón partido, y como coronación nos encontramos placas a modo de peanas para el sustento de la parte superior. Esta puerta nos permite acceder a la sacristía antigua.

En la ornamentación de la clave del dintel de la puerta lateral izquierda nos encontramos una inscripción en la que figura la inscripción “1793”, por lo que parece que la finalización de la construcción de la Iglesia de la Inmaculada Concepción se concluyó en esta fecha.

En cuanto a la Torre, esta está adosada en el lado del Evangelio, y no mantiene paralelismo con el resto de edificación estando así empotrada dentro de los muros de la nave lateral.

Está formada con planta rectangular y tres cuerpos, y está construida en mampostería con las esquinas reforzadas con sillares en el primer y segundo cuerpo, siendo el segundo de sección reducida. El tercer cuerpo (llamado el de las campanas) también con planta rectangular, se encuentra construido con una reducción de sección con respecto al cuerpo anterior.

Este está ejecutado mediante fábrica de ladrillo con dos arcos en cada uno de sus lados a modo de ventanas, y un último cuerpo de planta octogonal también de ladrillo con una ventana por lado que sustenta la cubierta de teja curva. Estos dos últimos cuerpos se realizaron con posterioridad a la construcción de la Torre original.

## **2.5.- ANALISIS CONSTRUCTIVO**

### **2.5.1.- CIMENTACIÓN**

En 1993 se encargó a la empresa CTA Constructores Técnicos Asociados el estudio geotécnico, el cual se puede consultar en el “ANEXO I: ESTUDIO GEOTÉCNICO” habiendo sido realizado por Dº Alberto García Bernal.

Tras analizar toda la documentación que nos encontramos en el ANEXO I obtenemos diferentes conclusiones entre las que cabe destacar que el tipo de cimentación existente sobre la cual se sustenta la edificación a estudio y todo gracias a distintas catas realizadas en diversos puntos en el interior de la Iglesia de la Inmaculada Concepción establece que:

## ➤ IGLESIA

La cimentación del muro perimetral está realizada por medio de relleno de mampostería a lo largo de este, recibida con argamasa de cal y arena. Dicha cimentación llega hasta una profundidad de 1,6 metros, siendo su espesor el mismo que el zócalo.

Sobre esta arranca el zócalo resuelto con piedras labradas a modo de sillar. Estos están colocados a hueso calzados por medio de cuñas de madera (Figura 19) y mortero de yeso como relleno. El espesor total del zócalo es de 1 metro compuesto por la parte exterior de sillería de espesor variable según sillar (unos 40 cm) y relleno de mampostería recibida con mortero de yeso hasta completar este espesor (Figura 20).

La cimentación en los pilares de arranque de los arcos es aislada, sin ningún tipo de arriostamiento con la cimentación del muro perimetral. Podemos indicar que las características de composición son las mismas que en el muro, siendo esta de relleno de mampostería con argamasa de cal y arena.



Figura 19: Colocación de cuñas

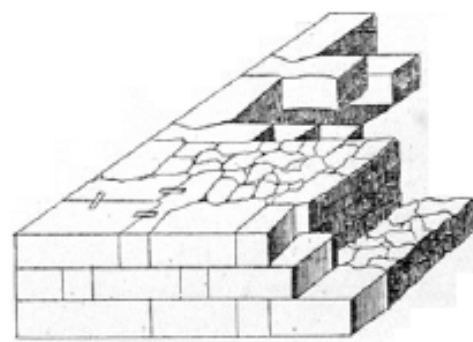


Figura 20: Diseño de la composición del zócalo  
(Manual del Restauo Arquitectónico)



## ➤ TORRE

En el caso de la Torre no podemos determinar con exactitud qué tipo de cimentación es la existente, ya que el Estudio Geotécnico no contempla ningún tipo de sondeo ni cata realizada en la zona de la Torre.

Por lo tanto, debido a la construcción del conjunto se presupone que está resuelta o realizada del mismo modo que la iglesia ya que este procedimiento resolutivo era el método habitual o más utilizado en esta época.

### 2.5.2.- ESTRUCTURA

En cuanto a la estructura que nos encontramos en la Iglesia de la Inmaculada Concepción, esta está dividida en tres naves.

En primer lugar encontramos a la izquierda del elemento la nave del Evangelio, en el medio nos encontramos la nave central que es la que conforma el crucero y por último aparece ante nosotros la nave derecha.

En cuanto a la nave derecha, esta está dividida en tres capillas. Estas tres capillas se comunican entre sí por medio de arcos de medio punto de tamaño reducido (Figura 21). Además, cada una de ellas se comunica también con la nave central por medio de arcos de medio punto de diámetro igual a la luz entre pilares (Figura 22).



Figura 21: Comunicación de las capillas



Figura 22: Unión de las capillas con la nave central

Como podemos observar en las fotografías que se adjuntan, en las distintas capillas nos encontramos en la primera de ellas la escalera de acceso al coro (Figuras 23 y 24) y en las otras dos nos encontramos altares con imágenes.

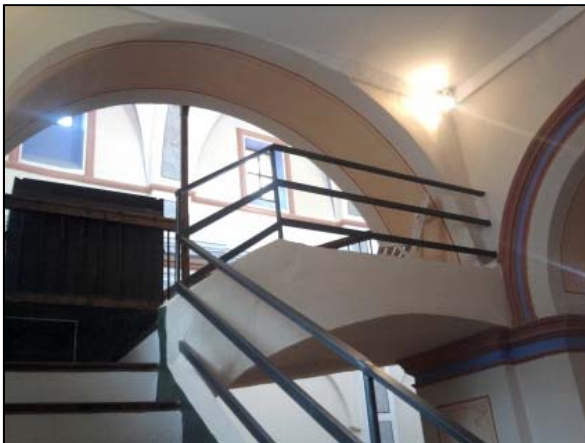


Figura 23: Escalera de acceso al coro.



Figura 24: Escalera de acceso al coro.

La unión de estas dos últimas se crea una intersección de bóvedas de cañón (Figura 25).



Figura 25: Bóveda de crucería

La nave izquierda en su estado original estaba resuelta del mismo modo que la nave derecha, pero debido al paso del tiempo se ha visto modificada para reforzar la estructura del conjunto debido al deterioro al cual se llegó por su falta de mantenimiento.

En el estado actual, los arcos que dan a la nave central están cegados con doble fábrica de ladrillo hueco, lo cual hace que se repartan las cargas provenientes de la cubierta (Figura 26).

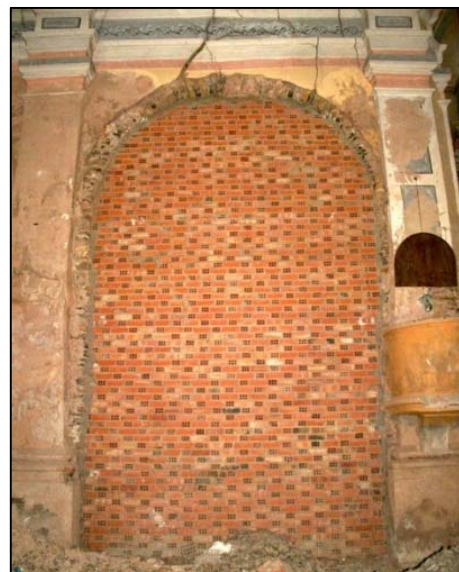


Figura 26: Nave izquierda  
(José Torrent Martínez)

Respecto a la primera capilla, se eliminó la cruceira existente, por lo que en el lado derecho tras cegarse se dejó un hueco de paso a la segunda capilla, la cual en la actualidad mantiene su aspecto original interior.

En la última capilla, frente al acceso de la puerta principal de la sacristía del Evangelio (también conocida como sacristía antigua) (Figura 27), se suprimió la crucería dejando vista la cubierta, y en esta nos encontramos además el acceso a la Torre mediante un estrecho pasadizo (Figura 28).



Figura 27: Vista de puerta principal de acceso a la capilla



Figura 28: Acceso a la Torre

Actualmente existe un zuncho fruto de una de las intervenciones realizadas, la cual ata perimetralmente las naves laterales justo por debajo de la cubierta (Figura 29). Este zuncho está compuesto de hormigón armado de dimensiones 0,43 x 0,43 metros y sobre el apoyan las viguetas que albergan la cubierta (Figura 30).



Figura 29: Zuncho perimetral



Figura 30: Viguetas de la cubierta

La nave central está resuelta por una bóveda de cañón con distintos lunetos (Figura 31), entre esta resaltan los arcos de medio punto que descargan sobre los distintos pilares. El crucero tiene una falsa cúpula apoyada sobre pechinas, y esta la encontramos a los pies del altar mayor (Figura 32).

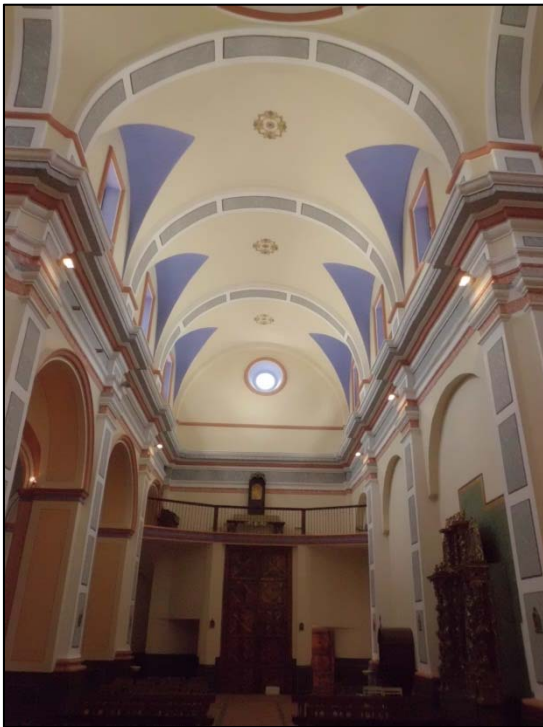


Figura 31: Bóveda de cañón



Figura 32: Falsa cúpula

A cada lado del altar mayor nos encontramos una sacristía. En el lado derecho nos encontramos la llamada nueva sacristía, y en la actualidad se encuentra con cubrición de forjado horizontal debido a que la bóveda que la cubría se derrumbó durante el periodo de abandono (Figura 33).

En cuanto al lado izquierdo nos encontramos la sacristía antigua, la cual mantiene su estado originario, y la encontramos cubierta con una bóveda de crucería entre los distintos pilares (Figura 34).

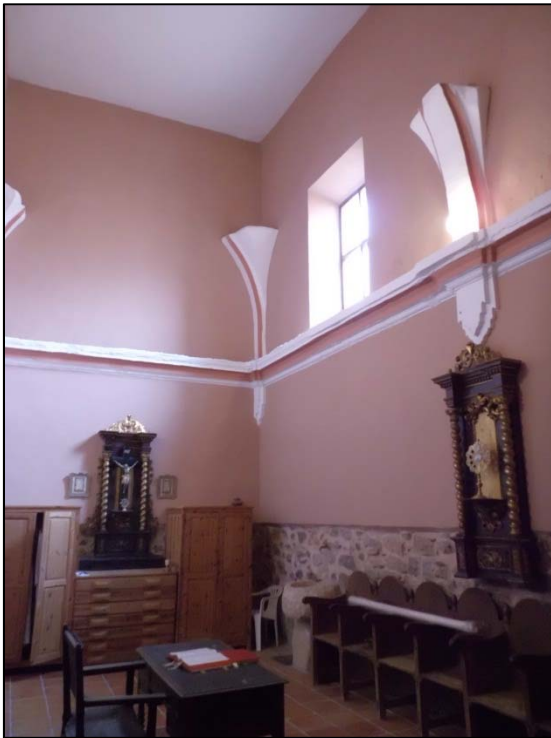


Figura 33: Forjado horizontal

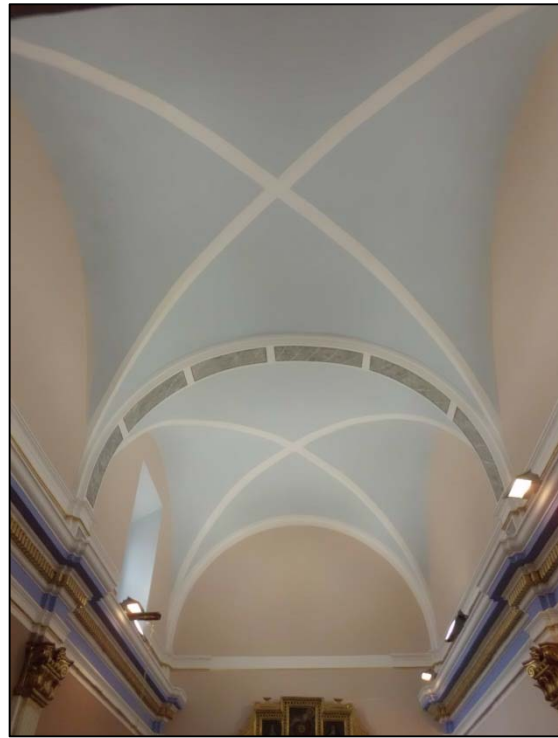


Figura 34: Bóvedas de crucería

El coro, situado sobre el acceso de entrada a la Iglesia consta de una escalera de tres tramos la cual da acceso a la parte superior, esta está construida mediante bóveda tabicada la cual apoya sobre un perfil metálico soportado por un pilar circular también de metal (figura 35).

El forjado del coro está compuesto por vigas y viguetas de madera en dirección perpendicular a la fachada. Las vigas se sostienen mediante apoyo directo sobre los muros de cerramiento del acceso a la Iglesia (figura 36).



Figura 35: Escalera tabicada sobre soporte metálico

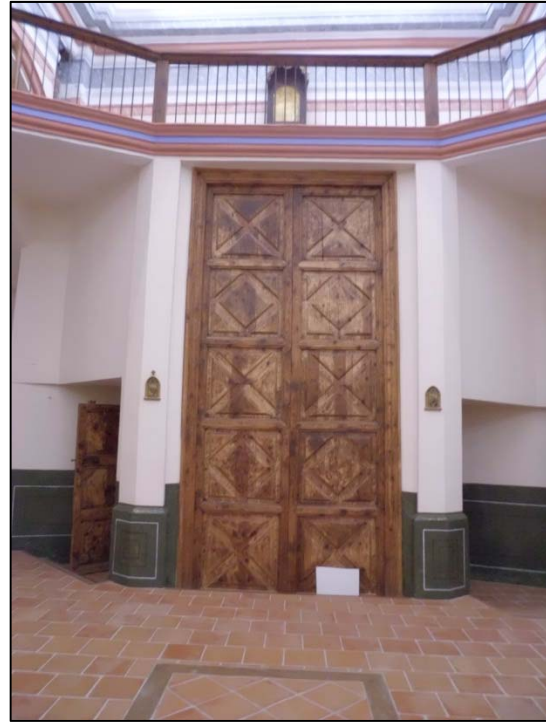


Figura 36: Forjado apoyado sobre muros

### 2.5.3.- CUBIERTA

Dentro del elemento de la Iglesia tenemos tres niveles de cubiertas, las naves laterales que albergan las Capillas, junto con las Sacristías y el Trasaltar están resueltas mediante cubierta inclinada sobre viguetas autorresistentes pretensadas que apoyan sobre un zuncho perimetral realizado en la restauración llevada a cabo en 1986, y la cubrición está resuelta por medio de teja curva árabe.

La nave central junto con la crucería está compuesta por cubrición de teja curva árabe a dos aguas manteniendo su estructura originaria resuelta por medio de cerchas de madera en los pórticos. En una de las restauraciones se procedió a arriostrar mediante “cruces de San Andrés” estos pórticos ya que el modo como con el cual estaba resuelto originariamente no coartaba el movimiento entre ellos.

La falsa cúpula en el centro de la crucería está elevada por medio de una linterna octogonal sobre la que apoyan los pares formando una pendiente muy pronunciada, esta al igual que el resto de la Iglesia está resuelta por medio de teja curva árabe.

## 2.6.- MATERIAL EMPLEADO

Para la realización de los trabajos realizados tanto en obra como en oficina se han utilizado una serie de elementos característicos de la profesión, así como de otros no tan habituales pero igualmente útiles que nos han ayudado a desarrollar el trabajo de modo más rápido, cómodo y preciso, lo que nos ha permitido realizar este proyecto.

Además de distintos equipos utilizados, cabe destacar que para la realización de este proyecto se ha utilizado distintas aplicaciones informáticas específicas y muy características como las anteriores de nuestra profesión, lo que nos permite realizar distintos trabajos de forma más rápida y sobre todo mucho más precisas que si se realizasen manualmente.

### ➤ FLEXÓMETRO Y CINTA MÉTRICA

Instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada que se puede enrollar, este puede ser metálico en el caso del flexómetro o de tela en el caso de la cinta métrica.



Figura 38: Cinta Métrica



Figura 37: Flexómetro

La utilización de estos instrumentos nos ha permitido tomar diferentes mediciones en el edificio a estudio.



### ➤ NIVEL DE AGUA

Instrumento de medición que consiste en una manguera transparente el cual está lleno parcialmente de agua la cual se utiliza para pasar niveles de un punto a otro cuando el líquido se estabiliza en su interior.

### ➤ NIVEL DE BURBUJA

Instrumento de medición utilizada para determinar la horizontalidad o verticalidad de un elemento. El principio de este instrumento está en un pequeño tubo transparente el cual está lleno de líquido con una burbuja de aire en su interior. Cuando la burbuja se sitúa entre las dos marcas que el tubo lleva el instrumento indica un nivel exacto que puede ser vertical u horizontal.



Figura 39: Nivel de burbuja

Este instrumento nos ha permitido obtener las distintas nivelaciones horizontales o verticales en los distintos elementos de los que está compuesto el edificio.

### ➤ CÁMARA FOTOGRÁFICA DIGITAL DE ALTA RESOLUCIÓN

Elemento que es capaz de captar y almacenar fotografías para que posteriormente estas puedan ser analizadas.

### ➤ PLOMADA



Figura 40: Plomada

Está compuesta por una pesa normalmente de metal de forma cilíndrica o prismática con la parte inferior de forma cónica, que mediante una cuerda queda suspendida en la vertical, en la parte superior se encuentra una pieza generalmente de madera de la misma forma y tamaño que la pieza inferior, que facilita que haya la misma separación en los dos extremos.

Gracias a este equipo hemos podido obtener verticales en diferentes elementos estructurales del edificio.

### ➤ LIENZA

Hilo de pequeño espesor generalmente de algodón, aunque también se puede encontrar en otros materiales como por ejemplo el poliéster, y que se coloca entre dos puntos para indicar una alineación en el replanteo o para servir de referencia ya que facilita el marcado visual no permanente entre dos puntos ya determinados.

### ➤ AZULETE

Elemento compuesto por una lienza la cual está impregnada en polvo generalmente azul el cual nos permite marcar sobre un paramento líneas que perduraran durante un corto periodo de tiempo y el cual nos sirve de guía para un determinado trabajo.

### ➤ DISTANCIOMETRO DE RAYO LÁSER

Instrumento electrónico de medición que calcula la distancia desde el mismo dispositivo hasta el siguiente punto al que se esté apuntando con el mismo. Existen dos tipos de acuerdo a su método de medición, sónicos y laser.



Figura 41: Distanciómetro laser

### ➤ ESTACIÓN TOPOGRÁFICA TOTAL

Aparato eléctrico-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Además se debe destacar, que para el estacionamiento de la estación esta lleva incorporados unos niveles de burbuja para poder colocar esta lo más horizontal posible y evitar así el error en la medición.



Figura 42: Estación total

### ➤ MEDIDOR DE GRIETAS

Aparato previsto de una lupa de gran aumento con una escala de decímetro de milímetro que sirve para medir el espesor de una grieta o fisura.



Figura 43: Medidor de grietas

### ➤ CÁMARA TERMOGRÁFICA

Dispositivo que capta las emisiones de infrarrojos medios del espectro electromagnético de los cuerpos detectados, formando imágenes visibles por el ojo humano. Operan con longitudes de onda en la zona del infrarrojo térmico, que se considera entre  $3\ \mu\text{m}$  y  $14\ \mu\text{m}$ .

La radiación infrarroja, tiene menor frecuencia que la luz visible y mayor que las microondas. Su rango de longitudes de onda va desde unos  $0,7$  hasta los  $100$  micrómetros. Para que se cree una imagen, el valor de medición de cada píxel individual no debe variar más de  $0,1^\circ\text{C}$  respecto al contiguo.

La materia, por su caracterización energética emite radiación. En general, la longitud de onda donde un cuerpo emite el máximo de radiación es inversamente proporcional a la temperatura de éste (Ley de Wien). De esta forma la mayoría de los objetos a temperaturas cotidianas tienen su máximo de emisión en el infrarrojo.

El nombre de infrarrojo significa por debajo del rojo. El rojo es el color de longitud de onda más larga de la luz visible, comprendida entre  $700$  nanómetros y un milímetro.

Los infrarrojos están subdivididos en infrarrojos cortos (0,7-5  $\mu\text{m}$ ), infrarrojos medios (5-30  $\mu\text{m}$ ) e infrarrojos largos (30-1000  $\mu\text{m}$ ).

El aparato utilizado para realización de los análisis térmicos ha sido una TESTO 880-3, con ello hemos podido realizar la toma de imágenes infrarrojas, donde se podrá apreciar las variaciones de temperatura de los elementos a analizar.



Figura 44: Cámara termográfica. Testo 880-3

Las características técnicas del equipo son:

- **Imagen infrarroja**
  - Campo óptico (FOV)/distancia mín. de enfoque 32°x 24°/0,1m(estándar), 12°x9°/ 0,6 m (teleobjetivo)
  - Sensibilidad térmica (NETD) <0,1 °C a 30 °C
  - Resolución geométrica (iFOV) 3,5 mrad (objetivo estándar), 1,3 mrad (teleobjetivo)
  - Tasa de refresco 9 Hz
  - Enfoque Manual
  - Tipo de detector FPA 160 x 120 píxeles, a.Si, temperatura estabilizada
  - Rango espectral 8 a 14  $\mu\text{m}$

- **Medición**

- Rango de temperatura -20 a +100 °C
- Exactitud  $\pm 2$  °C,  $\pm 2\%$  del v.m.
- Resolución geométrica medición (iFOV<sub>m</sub>) 10 mm a 1 m (objetivo estándar), estándar 4 mm a 1 m (teleobjetivo)
- Tiempo preparación 40 s
- Medición de humedad y de temperatura 0 ... 100 %HR / -20 ... +70 °C td
- Ambiente con sonda inalámbrica (opcional) Medición estándar (1 punto), medición en 2 puntos, determinación del Punto Frío/Caliente
- Exactitud sonda inalámbrica -20 ... +70 °C (temperatura ambiente con NTC)
- Funciones de las mediciones
- Medición estándar (1 punto), medición en 2 puntos, determinación del Punto Frío/Caliente
- Visualización del riesgo de condensación mediante introducción manual de la humedad

- **Condiciones ambiente**

- Temperatura de funcionamiento -15 a +40 °C
- Temperatura de almacenamiento -30 a +60 °C
- Humedad ambiente 20 % a 80 %HR sin condensación
- Clase de protección de la caja IP54

➤ **HUMIDÍMETRO DE AMBIENTE Y SUPERFICIE**

Estos equipos nos permiten realizar la medición del contenido de humedad ambiental en un determinado recinto. Estos aparatos de pequeño tamaño proporcionan una información de humedad y temperatura.

En el caso de la medición de superficies estos son capaces de dar el porcentaje de humedad que hay en la superficie (siendo esta de un espesor de entre 1 y 3cm).



Figura 45: Humidímetro de superficie

### ➤ CARBURO DE CALCIO

Ensayo destructivo del material compuesto por un elemento hermético con un barómetro de alta precisión en el cual se introduce una cantidad determinada de muestra junto con unas ampollas de carburo de calcio la cual debemos romper para que entre en reacción con la muestra a analizar.

Tras 20 minutos el valor del barómetro lo tendremos que extrapolar a unas tablas que nos dará la cantidad de humedad de la muestra.

A continuación podemos ver el kit o maletín completo que nos permite realizar el ensayo descrito anteriormente.



Figura 46: Maletín para ensayo de carburo de calcio.

### ➤ DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X

El fenómeno de difracción cristalina tiene su origen en la dispersión elástica del haz de los rayos X por los átomos del cristal. Cuando este tipo de interacción tiene lugar, el electrón desvía la trayectoria de los rayos X, conservando tanto estos como el electrón su energía inicial.

La intensidad de los rayos X difractados, viene relacionada con la interacción electromagnética de los electrones. El campo eléctrico asociado a la radiación electromagnética somete al electrón a una aceleración, y como la intensidad del campo eléctrico varía periódicamente la aceleración del electrón varía también con la misma frecuencia.

La energía dispersada ( $I_e$ ) es sólo una pequeña fracción de la radiación incidente ( $I_0$ ). Como la energía dispersada es proporcional a  $(1/m^2)$ , las partículas más pesadas que el electrón no dispersan radiación, siendo por tanto  $I_e$  máxima para  $2\theta = 0^\circ$  la dirección de propagación del haz incidente.

Se aplicará el método del polvo, donde el cristal a analizar es reducido a polvo de tal manera que forme un conjunto de pequeños cristales.



Si se tuviese un cristal y en él se hiciera incidir un haz monocromático, el haz se difractaría a un ángulo en particular. Al hacer girar este cristal de  $0^\circ$  a  $360^\circ$ , el haz formará un cono cuyo eje coincide con el del haz incidente.

El interés de este método en tomar varios cristales, es formar este cono con las distintas orientaciones posibles de los diversos cristales.

Todo lo comentado anteriormente se fundamenta en la aplicación de la ley de Bragg, que considera los planos cristalinos como superficies paralelas medio-transparentes para los rayos X, ( $n\lambda=2d\text{Sen}\Theta$ ).

El aparato a utilizar es un difractómetro BRUKER D8 ADVANCE. Los rayos-X se producen cuando electrones acelerados inciden en una superficie metálica, la mayoría de los electrones no pierden la energía en una única colisión sino gradualmente, formándose un espectro continuo de rayos-X.



Figura 47: Difractómetro Rayos X UPV. Laboratorio Universidad Politécnica de Valencia.

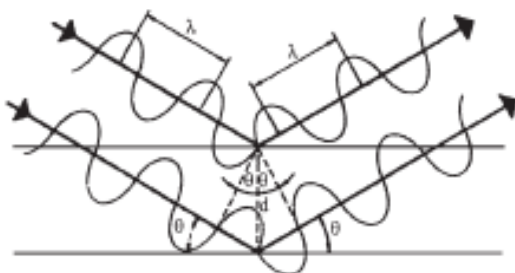


Figura 48: Forma de trabajo de los Rayos X.

Las características técnicas del equipo son:

- Carcasa de protección total.
- Portatubos con piezas de montaje del tubo para medidas de 150 mm de altura.
- Goniómetro Theta/Theta vertical con raíles de precisión para el ajuste continuo del círculo de medida con posición de ajuste estándar a 435, 500 y 600 mm de diámetro.
  - Operación en horizontal y vertical.
  - Amplitud de paso mínimo:  $0,0001^\circ$ .
  - Posicionamiento angular mediante codificadores ópticos.
  - Diámetro central del círculo Theta: 11 cm.
  - Margen angular (Theta):  $0^\circ$  a  $360^\circ$ .
  - Rango de medida (2Theta):  $0^\circ$  a  $168^\circ$ .
- Generador de rayos X. KRISTALLOFLEX K 760-80F
  - Potencia: 3000W.
  - Tensión: 20-60KV (regulable continuamente).
  - Corriente: 5-80mA (regulable continuamente).
  - Estabilidad:  $\pm 0,001\%$ .

## ➤ MICROSCOPIO ELECTÓNICO DE BARRIDO (SEM)

Utiliza un haz de electrones en lugar de un haz de luz para formar una imagen. Tiene una gran profundidad de campo, la cual permite que se enfoque a la vez una gran parte de la muestra produciendo imágenes de alta resolución.

Su campo de aplicación es la biología celular, también permite la observación y caracterización superficial de materiales inorgánicos y orgánicos, entregando información morfológica del material analizado. A partir de él se producen distintos tipos de señal que se generan desde la muestra y se utilizan para examinar muchas de sus características.

Con él se pueden realizar estudios de los aspectos morfológicos de zonas microscópicas de diversos materiales, además del procesamiento y análisis de las imágenes obtenidas.

La muestra generalmente es recubierta con una capa de carbón o una capa delgada de un metal como el oro para darle propiedades conductoras a la muestra. Posteriormente es barrida con los electrones acelerados que viajan a través del cañón. Un detector mide la cantidad de electrones enviados que arroja la intensidad de la zona de muestra, siendo capaz de mostrar figuras en tres dimensiones.

Es necesario acelerar los electrones en un campo eléctrico, para aprovechar de esta manera su comportamiento ondulatorio, lo cual se lleva a cabo en la columna del microscopio, donde se aceleran por una diferencia de potencial de 1,000 a 30,000 voltios.

Los electrones acelerados por un voltaje pequeño son utilizados para muestras muy sensibles, como podrían ser las muestras biológicas sin preparación adicional, o muestras muy aislantes. Los altos voltajes se utilizan para muestras metálicas, ya que éstas en general no sufren daños como las biológicas, y de esta manera se aprovecha la menor longitud de onda para tener una mejor resolución.

Estos, salen del cañón, y son enfocados por las lentes condensadora y objetiva, cuya función es reducir la imagen del filamento, de manera que incida en la muestra un haz de electrones lo más pequeño posible. Con las bobinas deflectoras se barre este fino haz de electrones sobre la muestra, punto por punto y línea por línea.

Cuando el haz incide sobre la muestra, se producen muchas interacciones entre los electrones del mismo haz, y los átomos de la muestra; puede haber por ejemplo, electrones rebotados como las bolas de billar.

Por otra parte, la energía que pierden los electrones al golpear contra la muestra puede hacer que otros electrones salgan despedidos como electrones secundarios, y producir rayos X.

El más común de éstos es el que detecta electrones secundarios, y los retrodispersados, los primeros son electrones de baja energía (decenas de eV) que resultan de la emisión por parte de los átomos constituyentes de la muestra (los más cercanos a la superficie) debido a la colisión con el haz incidente.

Los electrones retrodispersados sin embargo, son electrones del haz incidente que han interactuado (colisionado) con los átomos de la muestra y han sido reflejados. La intensidad de ambas emisiones varía en función del ángulo que forma el haz incidente con la superficie del material, es decir depende de la topografía de la muestra.

El aparato utilizado para la realización de los ensayos, es un JEOL MODELO: JSM6300, con el que podremos, realizar la detección de electrones secundarios que ofrece la típica imagen en blanco y negro de la topografía de la superficie examinada. Es la señal más adecuada para la observación de la muestra por ser la de mayor resolución.



Figura 49: Microscopio electrónico de barrido.  
Laboratorio Universidad Politécnica de Valencia

También la detección de electrones retrodispersados que también ofrece una imagen de superficie aunque de menor resolución. Su ventaja consiste en que es sensible a las variaciones en el número atómico de los elementos presentes en la superficie. Si tenemos una superficie totalmente lisa observaremos distintos tonos de gris en función de que existan varias fases con distintos elementos.

Las características técnicas del equipo son:

- Resolución: 3.4 Nm (a 30 Kv, wd=8 mm )
- Magnificación 10x a 300.000x ( wd=39 )
- Tipos de imagen:
- SEI ( I. electrones secundarios )
- COMP ( I. electrones retrodispersados, composición )
- TOPO ( I. electrones retrodispersados, topografía )
- ECP ( Canalización de electrones )
- Autofoco
- Auto-astigmatismo
- Cámara de muestras: goniómetro excéntrico de  $-5^{\circ}$  a  $90^{\circ}$
- Movimientos en X, Y, Z
- Cámaras fotográficas:

- Polaroid 7 x 9 cm
- Mamiya 7 x 9 cm
- Vídeo-impresora 7 x 9 cm
- Memorias de función: Hasta 10 memorias para carga de diferentes condiciones de trabajo

Procesado de imágenes:

- 4 buffers de memoria de 1024 x 1024 x 8 bits
- Promediado
- Integración
- Acumulación de píxeles
- División en 2 y 4 partes de la pantalla
- Equipo de sistema de microanálisis
- Unidad de control HP-386
- Procesador de pulsos controlado por CPU modelo XP2
- Detector de rayos x 138 eV de resolución y ventana de tipo ATW
- Programa de microanálisis y cuantificación Link Isis

### ➤ DRXWIN

Es el software con el cual a partir de una grandísima base de datos con patrones de los distintos materiales y composiciones que se han analizado hasta la fecha se pueden determinar los componentes de una muestra.

Una vez realizado el ensayo con la máquina de Difractómetro de Rayos X es con él con el que se interpretan los datos obtenidos.

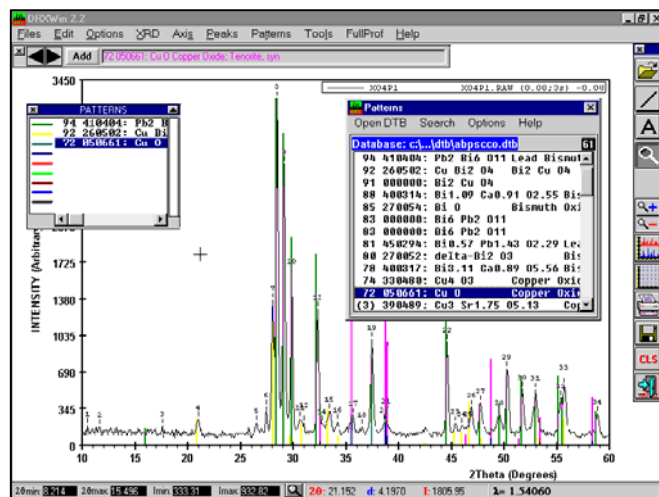
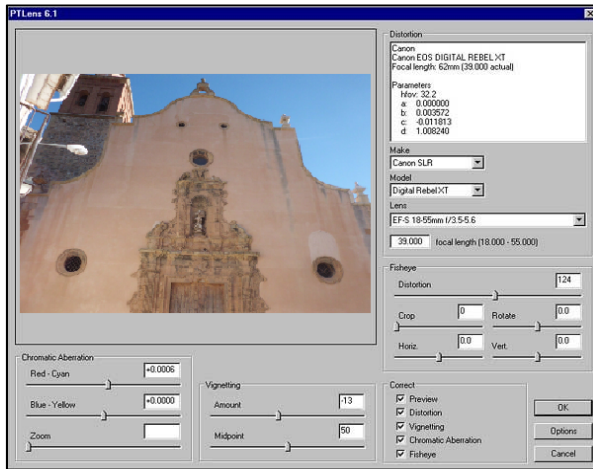


Figura 50: Captura de pantalla del programa DRXWin

➤ **PTIENS**



Este software permite rectificar las imágenes realizadas con cámara fotográfica digital de modo que la deformación que estas adquieren debido a la concavidad de la óptica no afecte al resultado de la instantánea.

Figura 51: Captura de pantalla del programa PTIENS

➤ **ASRIX**

Este software permite, una vez utilizado el PTIENS, colocar la imagen como si fuera un alzado perfecto. Con él se elimina la perspectiva con la cual se ha realizado la imagen debido a la distancia con la que se ha debido de hacer.

Para ello es necesario tener las medidas reales del elemento que queremos rectificar su imagen y a modo de coordenadas introducirlas haciéndolas coincidir con el punto exacto de la imagen.

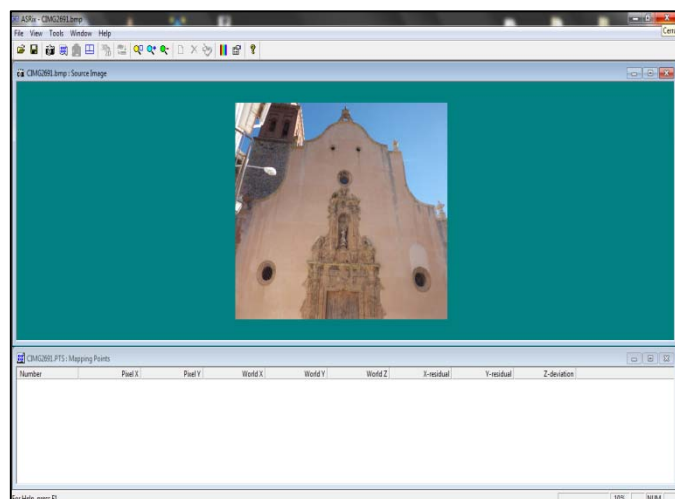


Figura 52: Captura de pantalla del programa ASRIX

### ➤ **AUTOCAD**

Software de diseño gráfico en dos y tres dimensiones. Gracias a él se han podido representar los planos en dos dimensiones en los cuales se han marcado las lesiones.

### ➤ **SKETCHUP**

Software de diseño gráfico en tres dimensiones. Gracias a él se han podido representar los planos que sirvieron de apoyo para los croquis y acotar el edificio para posteriormente pasarlos a CAD.

## **2.7.- LISTADO DE LESIONES**

En el estudio detallado de la Iglesia de la Inmaculada Concepción de Arcos de las Salinas (Teruel) se han localizado las siguientes lesiones las cuales se pueden observar en el siguiente listado, las cuales se han englobado en parámetros generales sin llegar a determinar el grado de afección de cada una de ellas.

- **Suciedad**

Deposición de partículas de polvo sobre la superficie de los elementos haciendo que estos tomen un aspecto de envejecimiento.

- **Ennegrecimiento**

Acumulación en el tiempo de suciedad proveniente del polvo introduciéndose este en los poros abiertos del material y produciendo un cambio de coloración permanente de la superficie.



- **Decoloración**

Cambio de la tonalidad de los elementos, desvirtuando la homogeneidad original de las partes afectadas.

- **Exfoliación**

Desprendimiento de la última capa de material de la superficie de un paramento sin afectar a las capas interiores.

- **Desconchado**

Desprendimiento de más de una capa de material de la superficie debido a la disgregación por ciclos de hielo-deshielo producidos por el agua debido a la presencia de humedad.

- **Manchas de humedad**

Cambio de coloración producido en la superficie de un material debido a la presencia de agua.

- **Eflorescencia**

Aparición de cristales producidos por las sales, generalmente de color blanco, que se depositan en la superficie al perder el agua que las contenía después de su cristalización.

- **Lavado**

Eliminación del material superficial de un elemento producido por la disgregación de este, generalmente dado por el paso continuo de agua.

- **Meteorización**

Desintegración o rotura de la piedra superficialmente, dependiendo del grado de afección estando dentro del rango 0-4mm.

- **Pérdidas de masa**

Desintegración o rotura de la piedra superficialmente, dependiendo del grado de afección estando dentro del rango 4-6mm e incluso mayor a 6mm.

- **Acanaladura**

Pérdida del material débil de una pieza debido a las acciones de agua o viento, una vez se ha producido la pérdida de este material el elemento deja de deteriorarse.

- **Vaciado de juntas**

Pérdida del material de rejuntado producido por falta de adherencia o agentes físicos o químicos.

- **Falta de material**

Pérdida del material de un elemento producido por agentes humanas dados como roturas de elementos o sustracción de ellos.

- **Picadura**

Cambio de poca envergadura producido en la superficie del elemento pudiéndose reparar con facilidad sin que se aprecie la lesión.

- **Alveolización**

Conjunto de picaduras producidas en materiales pétreos el cual empieza a afectar una mayor superficie y profundidad.

- **Arenización**

Problema producido por la composición del material el cual lleva a que este se desintegre pasando de su estado actual a un estado arenoso.

- **Fisuras y grietas**

Abertura producida por la separación del material en dos, dependiendo de la profundidad y el ancho de esta la catalogaremos como fisura o grieta, siendo esta última las que más afectan al elemento.

- **Vegetación**

Aparición de elementos vegetales dentro de la construcción pasando a ser elementos impropios.

- **Excrementos de ave**

Acumulación de material orgánico y excrementos de aves producido por la estancia repetida de aves.

- **Xilófagos**

Organismo que se alimenta de madera seca. Entre los más conocidos se encuentran las termitas y la carcoma.

## 3.- ESTUDIO DEL EDIFICIO

### 3.1.- ESTUDIO DE LA CONSERVACIÓN DEL EDIFICIO

#### 3.1.1.- OBSERVACIONES PREVIAS

##### 3.1.1.1.- COMPARATIVA ENTRE LA IGLESIA Y LA TORRE

Tras realizar un exhaustivo análisis de las técnicas constructivas con las que se llevó a cabo la edificación de la Iglesia de la Inmaculada Concepción se han determinado una serie de hipótesis que son necesarias tener en cuenta a la hora de establecer cuál han sido la causa de la aparición de lesiones.

Tras analizar la forma en que está ejecutada la Torre con respecto a la Iglesia se observa que esta no mantiene un paralelismo con el elemento principal que es la Iglesia.

Con el fin de establecer similitudes o discrepancias a la hora de ejecutar cada uno de los elementos que componen estas dos edificaciones se compararon elementos constructivos que estuviesen presentes en cada una de ellas.

En primer lugar el zócalo de la Iglesia está compuesto por sillares en toda su longitud (Figura 53) mientras que el de la Torre se compone de sillares en elementos singulares como son las esquinas y relleno de mampostería en el resto de los paños (Figura 54). Además la altura de estos no es la misma, siendo el zócalo de la Torre más alto que el de la Iglesia (Figura 55). Tampoco coincide la forma de resolver las esquinas ya que el zócalo de la Torre está resuelto don esquinas redondeadas (Figura 56) y la Iglesia con aristas rectas (Figura 57).



Figura 53: Zócalo de la Iglesia.

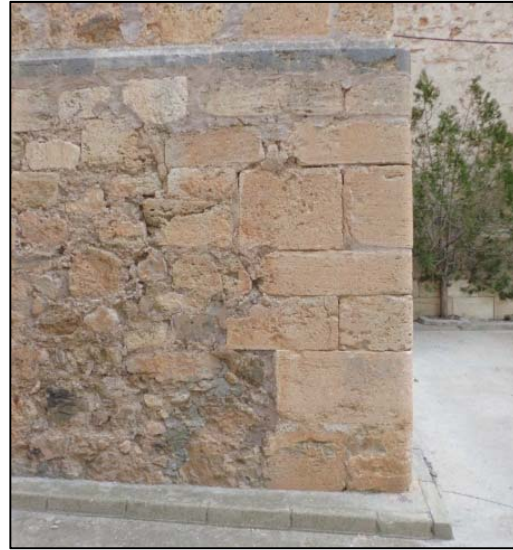


Figura 54: Zócalo de la Torre.

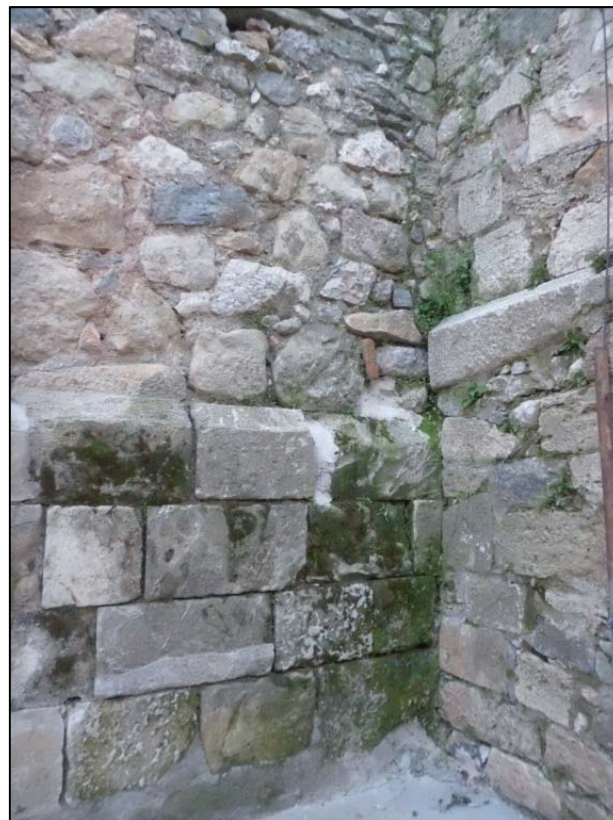


Figura 55: Diferencia de altura entre altura de los zócalos siendo más alto el de la Torre.



Figura 56: Esquina redondeada de la Torre.



Figura 57: Esquina recta de la Iglesia.

Las dimensiones de la moldura de coronación del zócalo tampoco coinciden, ya que en la Torre mide 13 cm de altura y de profundidad mientras que en el resto de la Iglesia mide 10 cm.

La traba entre el muro de la Torre y el de la Iglesia no existe ya que el muro de la Torre penetra hasta el interior de la iglesia sin que los sillares se traben, desde el interior de la Iglesia se aprecia como los sillares de la Torre no están trabados con los de la Iglesia (Figura 58).

A la hora de realiza el levantamiento de los planos se observa como los muros de la Torre penetran en el interior de la Iglesia ocupando parte de las naves laterales (Figura 59).



Figura 58: Unión interior de la Torre con el muro de la Iglesia en la que se aprecia la presencia de sillares de la esquina.

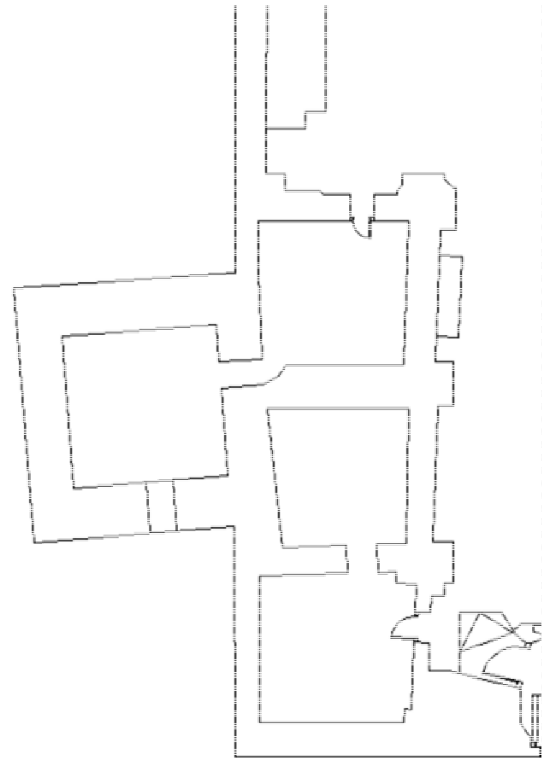


Figura 59: Esquema de la penetración de la Torre en el interior de la Iglesia.

Con todo esto se puede establecer que la ejecución de la Torre no corresponde al mismo periodo de tiempo que la ejecución de la Iglesia.

### **3.1.1.2.- DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DE LA CUBIERTA**

La cubierta de la nave principal está resuelta a dos aguas con cubrición de teja curva árabe. La cercha que compone las pendientes es de madera formando una estructura triangulada con dos pares inclinados y uno horizontal (Figura 60).

La forma de arriostrar estas cerchas estaba resuelta con dos pares horizontales, uno superior y otro inferior, y montantes verticales (Figura 61).





Figura 60: Cercha de madera de la cubierta.  
(José Torrent Martínez).



Figura 61: Arriostramiento de madera.  
(José Torrent Martínez).

La solución con que se resolvió la cubierta no era adecuada ya que los elementos de arriostramiento colocados en la construcción inicial de la Iglesia no cumplen la teoría de la triangulación debido a que forma cuadrados en vez de triángulos como elementos indeformables, esto hace que a la hora de deformarse la estructura esta composición no coarte el movimiento producido.

En la reconstrucción llevada a cabo que concluyo en el año 2006 se colocaron arriostramientos metálicos formados por cruces de San Andrés, eliminando así la deficiente resolución de los elementos de arriostramiento de la construcción inicial.

### **3.1.1.3.- DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA DE LOS SOPORTES**

Los soportes de la Iglesia están compuestos por piedra en forma de lajas dispuesta en posición horizontal con un mortero de agarre compuesto por mortero de yeso.

El mortero de las juntas como se muestra en la (Figura 62) la relación entre el espesor de las lajas de piedra y el mortero es casi la misma en ambos casos, lo

cual hace que tanto la piedra como el mortero actúen de forma estructural como un único elemento.

El hecho de que el espesor del mortero de yeso sea de estas dimensiones provoca que las cargas que llega a resistir el soporte se reduzcan a la resistencia a compresión del mortero de yeso. Este efecto es preocupante debido a las características que tiene el yeso ya que con presencia de agua este se comporta de forma poco recomendable para actuar como elemento estructural.



Figura 62: Soporte nº 3 izquierdo. Retirado el revestimiento.  
(José Torrent Martínez).

Durante el periodo de abandono (1972-2006) que se produjo en la Iglesia de la Inmaculada Concepción de Arcos de las Salinas esta se vio envuelta en una serie de deterioros en las cubiertas dando origen a la presencia de goteras

produciendo una serie de derrumbes en el interior aumentando el aporte de agua al interior de la Iglesia (Figura 63).



Figura 63: Soporte nº 3 izquierdo. Parte superior, efectos de las goteras.

(José Torrent Martínez).

Estos hechos facilitaron grandes aportes de agua al interior de la Iglesia. En lugares puntuales el descenso del agua desde la cubierta hasta el suelo se produjo por medio de los soportes. El paso repetido del agua por los soportes y dado el hecho de que estos tienen una gran cantidad de mortero de yeso en las juntas provocó un gran deterioro del mortero.

El mortero de yeso se ve alterado con la presencia de agua debido a que cuando entran en contacto el yeso aumenta de volumen al hidratarse. Si este proceso se produce un número elevado de veces al hidratarse y secarse genera un rozamiento con las piedras que componen los soportes produciendo así una disgregación del material más débil que en este caso es el mortero de yeso.

Al disgregarse, el yeso se desprende dejando pequeños huecos que debido a las cargas que soportan las columnas se produce un reajuste de los mampuestos.

Tras producirse estos esfuerzos y debido a la forma alargada que tienen las piedras hace que estas encuentren nuevos puntos de apoyo provocando flexiones que no pueden soportar y acaban rompiendo (Figura 64).

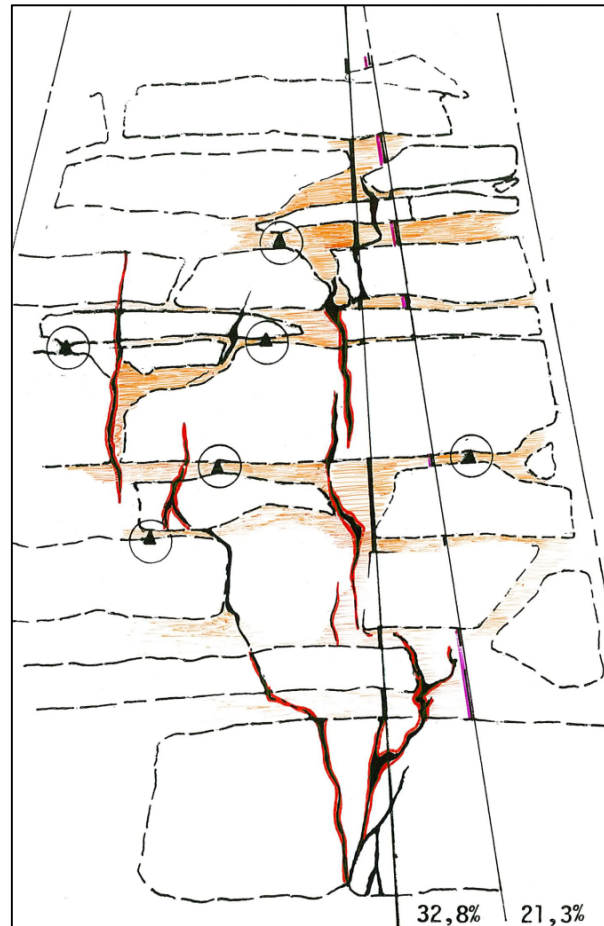


Figura 64: Esquema de cómo trabajan las piedras que componen los soportes

Debido a la pérdida de masa y al reajuste de los mampuestos en algunos de los soportes se produjeron descensos de hasta 18 cm provocando asientos diferenciales entre soportes y muros con la consiguiente aparición de grietas en toda la Iglesia

### 3.1.1.4.- DESPLOME DE LAS FACHADAS

Tras producirse los asientos diferenciales en los soportes de la Iglesia se produjeron una serie de movimientos estructurales en toda la estructura obligando a los muros de los cerramientos a soportar cargas horizontales.

En el caso de la fachada principal se vio afectada por el movimiento de la estructura ya que esta se separó del resto del conjunto (Figura 65).



Figura 65: Grieta que muestra cómo se separó la fachada principal del resto de elementos. (José Torrent Martínez).

La fachada se convirtió en un elemento aislado de gran altura, el cual debido a sus dimensiones (19,60m alto y 0,70m ancho) tuvo problemas de pandeo.

Durante la reconstrucción que finalizó en el año 2010 fue necesario arriostrar la fachada al resto de conjuntos siendo necesario colocar cruces de San Andrés entre la bóveda y la cubierta arriostrando así la fachada con las cerchas de la cubierta. En el encuentro con el forjado del coro se dejó sin anclar lo cual podría ocasionar problemas posteriores ya que a la altura en que estos coinciden sigue estando separado.

En cuanto a las fachadas laterales, la fachada izquierda no se vio afectada por los movimientos debido a que la presencia de la torre en ese lateral arriostro los muros ocasionando que todos los movimientos laterales se viesen reflejados en la fachada derecha.

Es en esta fachada donde se aprecian los desplomes verticales ya que la parte superior del muro se desplazó hacia el exterior.

En el momento en que los soportes interiores descendieron, los arcos que unían los muros con los soportes se partieron (Figura 66) provocando que los muros pudiesen moverse libremente por los empujes de la cubierta produciéndose un momento de vuelco, esto provocó grietas verticales a lo largo de la fachada asó como en la unión con la fachada principal (Figura 67).

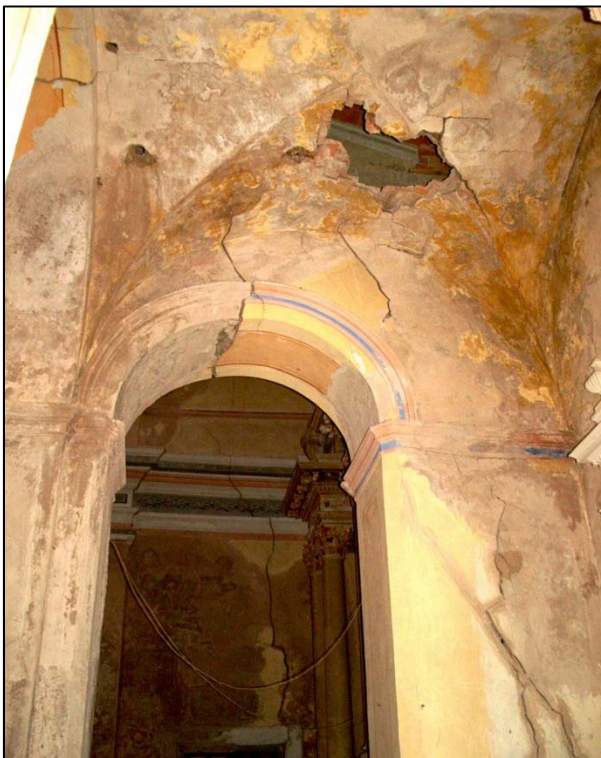


Figura 66: Grieta que muestra cómo se rompieron los arcos entre los soportes y el muro. (José Torrent Martínez).




Figura 67: Reparación de la grieta que muestra cómo se separó la fachada principal de la fachada lateral derecha.


### 3.1.2.- IDENTIFICACIÓN DE LESIONES


<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>SUCIEDAD</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
<p>Deposición de partículas de polvo sobre la superficie de los elementos haciendo que estos tomen un aspecto de envejecimiento.</p> <p>Producida por la escorrentía de agua procedente de la cubierta, dejando en su paso residuos en la superficie del paramento.</p>
<b>UBICACIÓN</b>
<p>Se encuentra tanto en el interior como en el exterior del edificio, siendo en este último donde el grado de penetración es mayor.</p>
<b>FOTOS</b>
 
<b>CAUSAS</b>
<p>Producida por la escorrentía de agua procedente de la cubierta, dejando en su paso residuos en la superficie del paramento.</p>


<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>ENNEGRECIMIENTO</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Cambio del color superficial adquiriendo un tono negruzco debido a la deposición de partículas de polvo en sus poros.
<b>UBICACIÓN</b>
Se encuentra en el exterior del edificio, principalmente en la fachada lateral izquierda y la fachada posterior.  También se encuentra en el interior de la Torre
<b>FOTOS</b>
 
<b>CAUSAS</b>
Acumulación en el tiempo de suciedad proveniente del polvo introduciéndose este en los poros abiertos del material y produciendo un cambio de coloración permanente de la superficie.






<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>DECOLORACIÓN</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Cambio de la tonalidad de los elementos, desvirtuando la homogeneidad original de las partes afectadas.
<b>UBICACIÓN</b>
Se encuentra en el exterior del edificio, principalmente en la parte del zócalo.
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
<p>El cambio de tonalidad superficial del material viene dado por la presencia de humedad por capilaridad, así como por el comportamiento de cada uno de los sillares.</p> <p>Eliminación de la pátina que recubre la superficie de la Iglesia compuesta por cal y arcilla, la cual le da un tono rojizo y homogeneiza el color de la superficie.</p>

<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>EXFOLIACIÓN</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Desprendimiento de la última capa de material de la superficie de un paramento sin afectar a las capas interiores.
<b>UBICACIÓN</b>
Interior de la Iglesia, en paramentos verticales y horizontales con pintura.
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
Mala adherencia de la pintura sobre la capa de mortero o yeso sobre la que está.  Lugares afectados por humedad por capilaridad o condensación debido al empuje de las sales hacia el exterior.

<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>DESCONCHADO</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Desprendimiento de más de una capa de material de la superficie afectando a más de una capa.
<b>UBICACIÓN</b>
Exterior de la Iglesia, en conjuntos de materiales tales como la fachada principal compuesta por muro de mampostería, enlucido de cemento y mortero monocapa.
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
Disgregación del material debido a los ciclos de hielo-deshielo producidos por la humedad existente en el interior del material.


<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>MANCHAS DE HUMEDAD</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Cambio de coloración de la superficie de un elemento debido a la presencia de agua.
<b>UBICACIÓN</b>
Cara exterior de los sillares que componen el zócalo de la Iglesia.  Parte superior de la Torre en el tercer cuerpo compuesto por fábrica de ladrillo macizo.
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
Presencia de agua en los elementos produciendo un cambio de tonalidad del elemento, este también puede darse en el caso de presencia de sales con un tono blanquinoso en la superficie del elemento.

<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>EFLORESCENCIA</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
<p>Aparición de cristales producidos por las sales, generalmente de color blanco, que se depositan en la superficie al perder el agua que las contenía después de su cristalización.</p>
<b>UBICACIÓN</b>
<p>Zonas afectadas por humedad tales como el zócalo perimetral de la Iglesia, paramentos verticales del interior afectados por humedad como ocurre en la Sacristía antigua y en el pavimento del trasaltar.</p>
<b>FOTOS</b>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<b>CAUSAS</b>
<p>Presencia de agua que contiene sales que al evaporarse el agua deja visible a estas.</p> <p>Tras analizar muestras de sales se obtiene que el compuesto es el siguiente: <math>MgSO_4 \cdot (H_2O)_6</math>.</p>


<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>	
<b>LAVADO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>	
<p>Eliminación del material superficial de un elemento producido por la disgregación de este, generalmente dado por el paso continuo de agua.</p>	
<b>UBICACIÓN</b>	
<p>Encuentro de la fachada lateral izquierda de la Iglesia con el paramento vertical de la Torre.</p>	
<b>FOTOS</b>	
	
<b>CAUSAS</b>	
<p>Mala ejecución de la recogida de aguas de la cubierta que en este caso es nula, además el vuelo de la última hilada de tejas es insuficiente por lo que el agua desciende por la pared en vez de tener caída libre.</p>	

<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>METEORIZACIÓN</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Desintegración o rotura de la piedra superficialmente, dependiendo del grado de afección estando dentro del rango 0-4mm.
<b>UBICACIÓN</b>
Sillares que componen el zócalo de la Iglesia, también se encuentra en alguna de las piedras que componen los muros de mampostería.
<b>FOTOS</b>

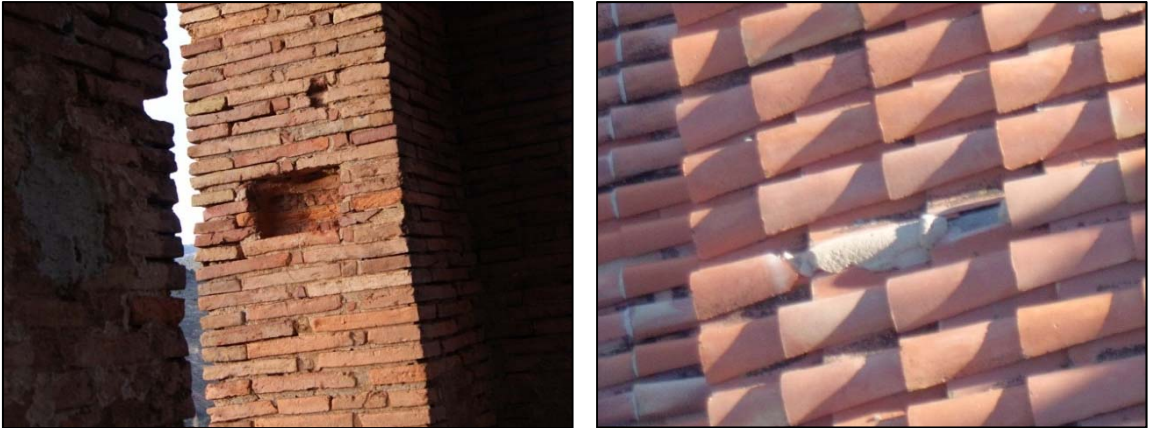
<b>CAUSAS</b>
Es debido a los elementos que componen el material o a la forma en que esta se ha meteorizado.


<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>PERDIDAS DE MASA</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Desintegración o rotura de la piedra superficial, dependiendo del grado de afección estando dentro del rango 4-6mm e incluso mayor a 6mm.
<b>UBICACIÓN</b>
Piezas afectadas por la humedad, principalmente en los sillares que componen la fachada principal.
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
<p>Es debido a los elementos que componen el material o a la forma en que esta se ha meteorizado.</p> <p>Debido a la presencia de humedad en el interior de la piedra que en los ciclos de hielo-deshielo el agua aumentan de volumen lo cual produce que esta pierda capas de material.</p>





<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>ACANALADURA</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
<p>Perdida del material débil de una pieza debido a las acciones de agua o viento, una vez se ha producido la pérdida de este material el elemento deja de deteriorarse.</p>
<b>UBICACIÓN</b>
<p>Piezas localizadas a lo largo del zócalo de la Iglesia.</p>
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
<p>Debido a la composición de la piedra, estas se componen de elementos de distintas características lo cual hace que el elemento más débil de la composición se degrade más rápido que el elemento resistente.</p> <p>Las acciones de viento favorecen a la degradación del material débil haciendo que se desintegre dejando el material más resistente en perfecto estado.</p>


<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>VACIADO DE JUNTAS</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
<p>Perdida del material de rejuntado producido por falta de adherencia o agentes físicos o químicos.</p>
<b>UBICACIÓN</b>
<p>Muro de mampostería correspondientes a las fachadas laterales (izquierda y derecha).</p>
<b>FOTOS</b>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
<b>CAUSAS</b>
<p>Mala adherencia del material de agarre de los muros de mampostería haciendo que este se desprenda dejando vista la junta entre mampuestos.</p> <p>También puede verse debido a acciones físico-químicas haciendo que el material de rejuntado pierda sus propiedades y acabe por desprenderse.</p>


<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>FALTA DE MATERIAL</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
<p>Perdida del material de un elemento producido por factores humanos dados como roturas de elementos o sustracción de ellos.</p>
<b>UBICACIÓN</b>
<p>Debido a la amplitud de la lesión esta se puede localizar en todo el edificio.</p>
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
<p>Elementos que por causas humanas o acciones aisladas se han visto alteradas de su estado original.</p> <p>En la Torre se han eliminado parte del muro de fábrica de ladrillo para albergar los yugos que soportan las campanas.</p> <p>Las cubiertas se han visto alterada por la pérdida de tejas curvas facilitando el posible paso de agua al interior de la cubierta produciendo así otra lesión que sería aparición de goteras.</p>

<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>PICADURA</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Cambio de poca envergadura producido en la superficie del elemento pudiéndose reparar con facilidad sin que se aprecie la lesión.
<b>UBICACIÓN</b>
Piedras del zócalo de mampostería de la Torre.
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
Defecto en la composición de la piedra durante su proceso de meteorización.


<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>	
<b>ALVEOLIZACIÓN</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>	
<p>Conjunto de picaduras producidas en materiales pétreos el cual empieza a afectar una mayor superficie y profundidad.</p>	
<b>UBICACIÓN</b>	
<p>Algunas piedras del zócalo de la Iglesia.</p>	
<b>FOTOS</b>	
	
<b>CAUSAS</b>	
<p>Defecto en la composición de la piedra durante su proceso de meteorización que provoca que la piedra altere su estado original con el paso del tiempo.</p> <p>Afección por presencia de humedad que en los ciclos de hielo-deshielo debido al aumento de volumen del agua hace que la piedra se separe en lajas con su posterior pérdida de material.</p>	


<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>ARENIZACIÓN</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
<p>Problema producido por la composición del material el cual lleva a que este se desintegre pasando de su estado actual a un estado arenoso.</p>
<b>UBICACIÓN</b>
<p>Localización puntual en algunas piedras tanto de los muros de mampostería como en los sillares del zócalo, está presente tanto en la Iglesia como en la Torre.</p>
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
<p>Composición de la piedra compuesta por areniscas que debido a agentes físico-químicos se ve alterada haciendo que esta pierda su volumen.</p>

<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>FISURAS Y GRIETAS</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Abertura vertical producida por la separación del material en dos.
<b>UBICACIÓN</b>
Exterior:  Fachada derecha en el cambio de nivel de la nave lateral con el crucero.  Fachada posterior en el cambio de nivel del crucero con las sacristías.  Fachada izquierda junto a la cubierta en la parte del crucero.  Interior:  Óculo izquierdo interior.
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
Movimiento estructural debido a los asientos diferenciales producidos entre la cimentación de las columnas y la cimentación del muro perimetral.

<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>VEGETACIÓN</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Aparición de elementos vegetales tanto plantas de pequeño tamaño como líquenes en las piedras.
<b>UBICACIÓN</b>
En el perímetro exterior de la Iglesia localizadas en la parte inferior del zócalo.  Localizado en el zócalo en el encuentro de la fachada lateral izquierda de la Iglesia con el paramento vertical de la Torre.
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
Exceso de humedad en la zona afectada y falta de mantenimiento por no haberlas retirado.



<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>EXCREMENTOS DE AVE</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
Acumulación de material orgánico y excrementos de aves producido por la estancia repetida de aves.
<b>UBICACIÓN</b>
Espacio interior entre la bóveda de la nave central y la cubierta inclinada.  Parte superior de la Torre, pasada la puerta que alberga las campanas.
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
Lesión producida por la estancia repetida de aves como son las palomas debido a huecos en los cerramientos que permite el paso de este tipo de animales.

<b>NOMBRE DE LA LESIÓN</b>
<b>XILÓFAGOS</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN</b>
<p>Orificios de distintos tamaños en la madera los cuales muestran que ha habido presencia de xilófagos.</p> <p>Entre los más conocidos se encuentran las termitas y la carcoma.</p>
<b>UBICACIÓN</b>
Estructura de madera del forjado de la sala de máquinas de las campanas.
<b>FOTOS</b>

<b>CAUSAS</b>
<p>Deposición de huevos en la madera por algún insecto, al eclosionar los huevos, las larvas se alimentan de madera seca hasta que salen al exterior buscando otros lugares donde alimentarse.</p>

3.1.3.- CUADRO RESUMEN DE LESIONES

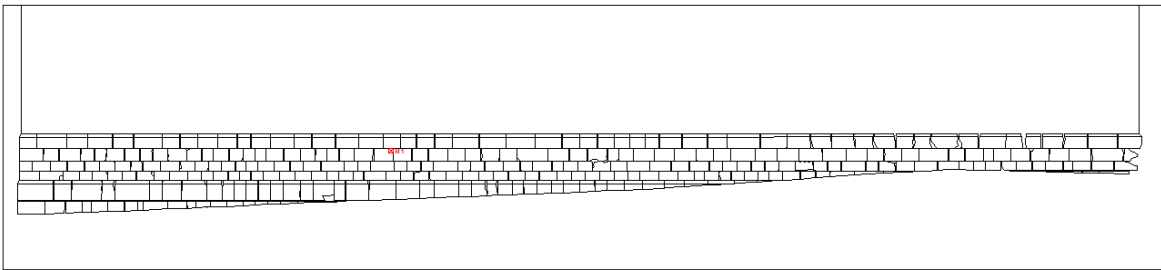
LESIÓN	Fachada Principal			Fachada Izquierda			Fachada Derecha			Fachada Posterior			Torre			Cubierta
	Exterior	Interior	Zócalo	Exterior	Interior	Zócalo	Exterior	Interior	Zócalo	Exterior	Interior	Zócalo	Exterior	Interior	Zócalo	
Suciedad																
Ennegrecimiento																
Decoloración																
Exfoliación																
Desconchado																
Manchas de humedad																
Eflorescencia																
Lavado																
Meteorización																
Pérdidas de masa																
Acanaladura																
Vaciado de juntas																
Falta de material																
Picadura																
Alveolización																
Arenización																
Fisuras y grietas																
Vegetación																
Excrementos de ave																
Xilofagos																

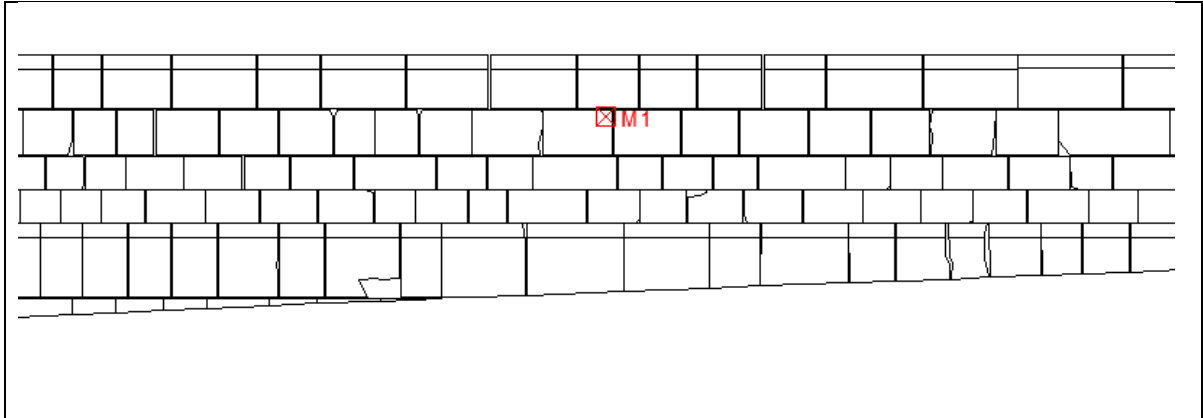
## 3.2.- PRUEBAS REALIZADAS EN EL EDIFICIO

### 3.2.1.- TÉCNICAS DE ANALISIS DESTRUCTIVOS

La toma de muestras se ha realizado por medio de métodos manuales y se han transportado al laboratorio de la Universidad Politécnica de Valencia para su posterior análisis con el fin de realizar un estudio cualitativo y cuantitativo de los compuestos de las muestras extraídas.

#### 3.2.1.1.- DIFRACTÓMETRO DE RAYOS X

<b>NOMBRE DE LA MUESTRA</b>
<b>MUESTRA 1 (M1)</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>
Eflorescencia depositada en la superficie de los sillares del zócalo, se trata de una zona afectada por humedad y la degradación de los sillares.
<b>UBICACIÓN</b>
Fachada lateral derecha.




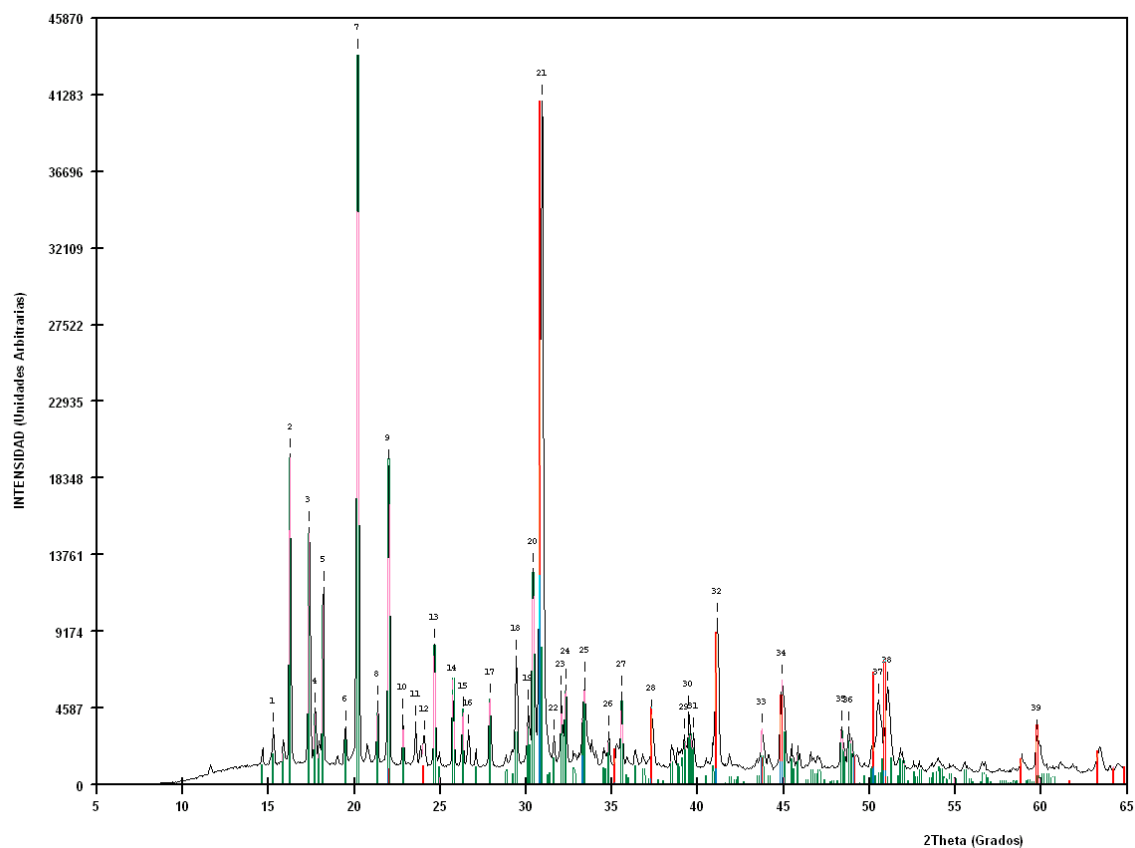
### FOTOS EXTRACCIÓN



## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Sulfato de Magnesio hidratado,  $MgSO_4 \cdot (H_2O)_6$
- Rojo: Carbonato de Calcio y Magnesio,  $CaMg(CO_3)_2$  (Dolomita)

**NOMBRE DE LA MUESTRA**

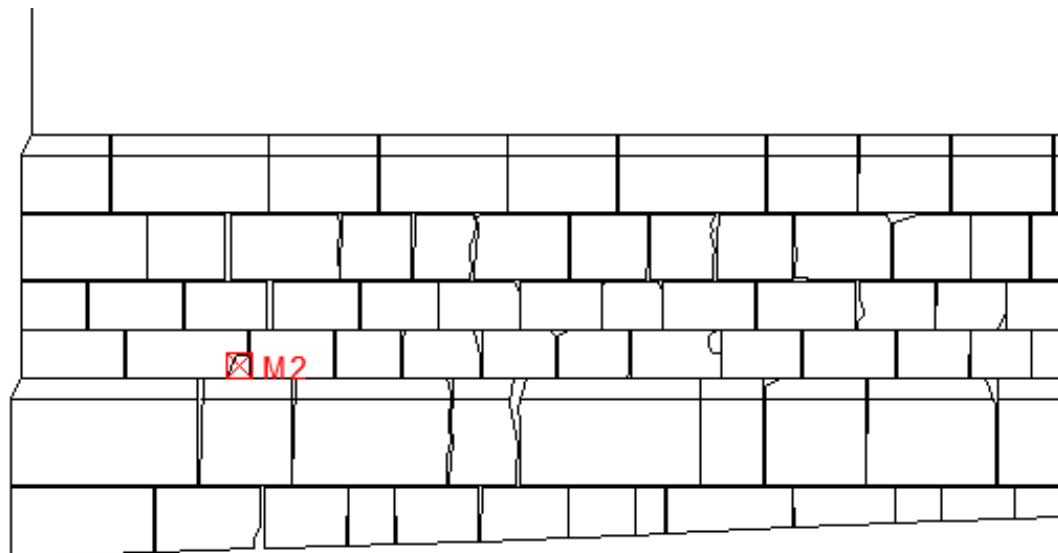
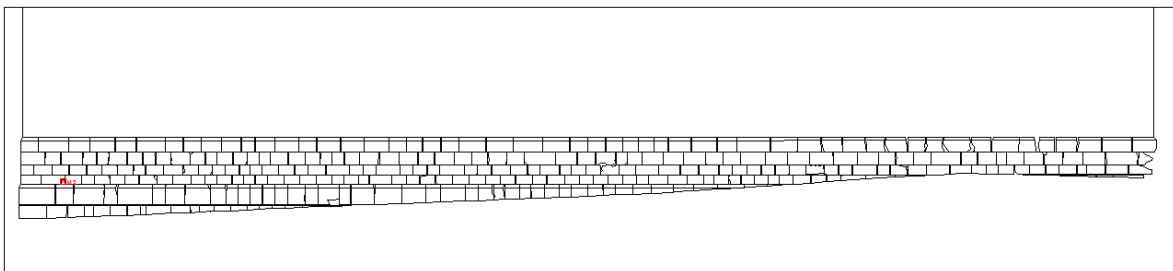
**MUESTRA 2 (M2)**

**DESCRIPCIÓN**

Piedra en proceso de arenización con gran pérdida de sección.

**UBICACIÓN**

Fachada lateral derecha.



## FOTOS EXTRACCIÓN

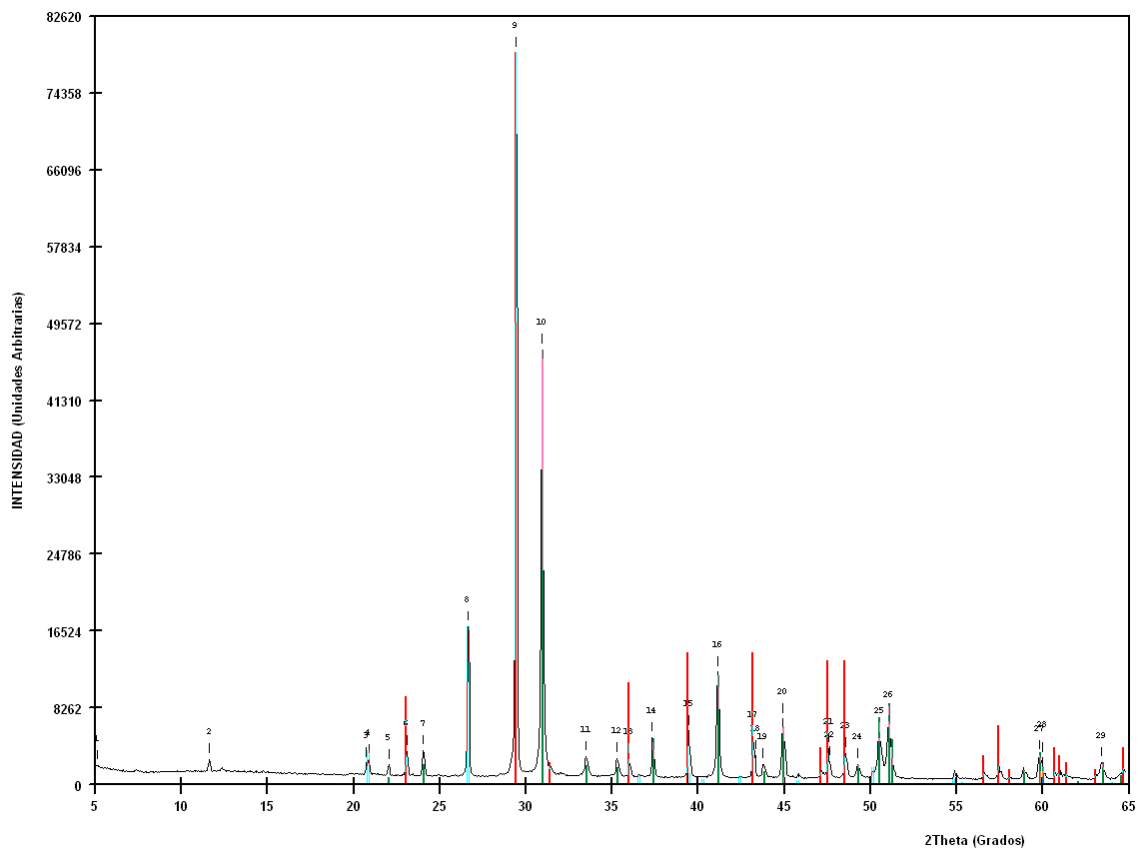


## FOTOS ANALISIS





## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Carbonato de Calcio y Magnesio,  $\text{Ca Mg} (\text{C O}_3)_2$  (Dolomita)
- Rojo: Carbonato Cálcico,  $\text{Ca C O}_3$  (Calcita)
- Cian: Oxido de Silicio,  $\text{Si O}_2$  (Sílice, Cuarzo)

## NOMBRE DE LA MUESTRA

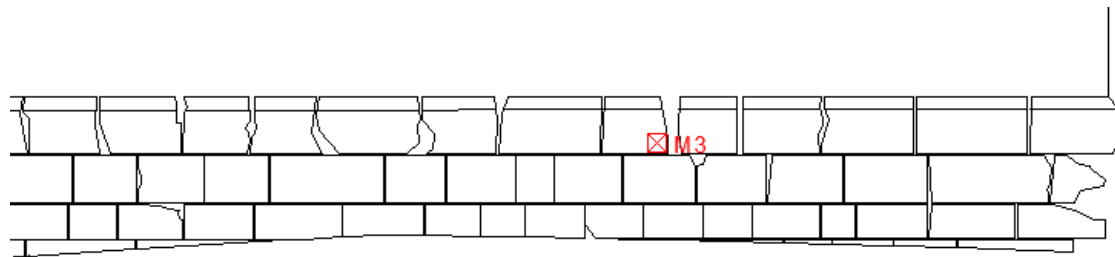
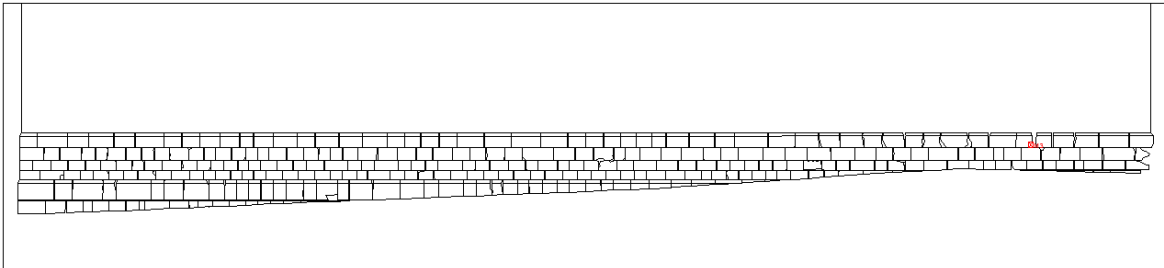
**MUESTRA 3 (M3)**

## DESCRIPCIÓN

Piedra en proceso de meteorización en una parte del sillar (donde se ha extraído la muestra) y el resto de este se encuentra en buen estado.

## UBICACIÓN

Fachada lateral derecha.



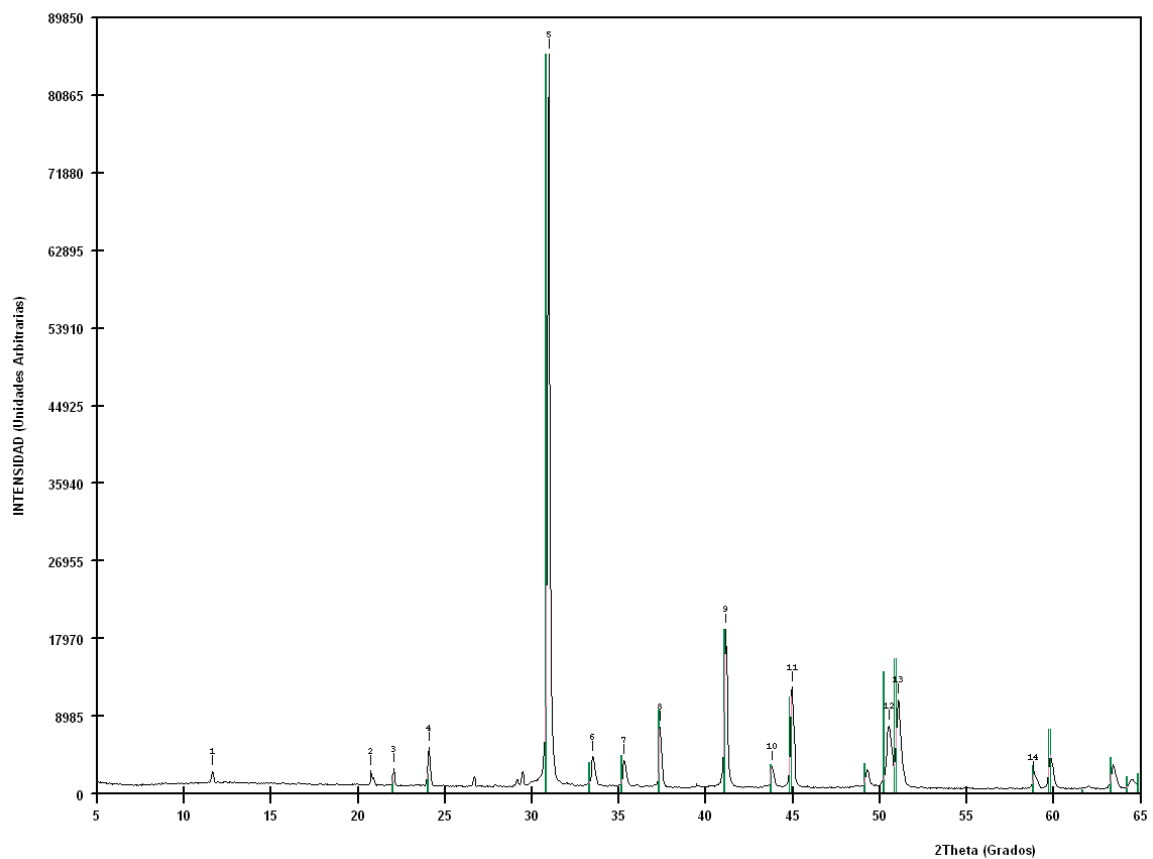
## FOTOS EXTRACCIÓN



## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Carbonato de Calcio y Magnesio,  $\text{Ca Mg} (\text{C O}_3)_2$  (Dolomita)

## NOMBRE DE LA MUESTRA

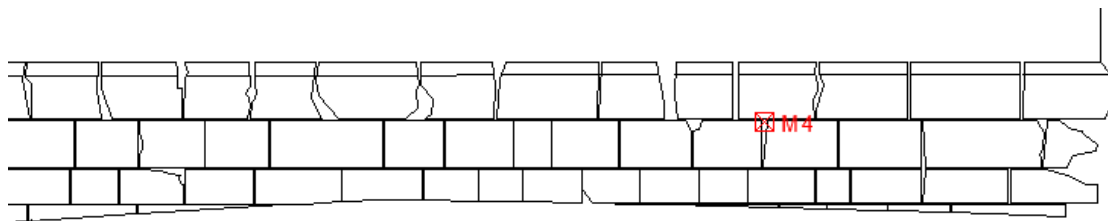
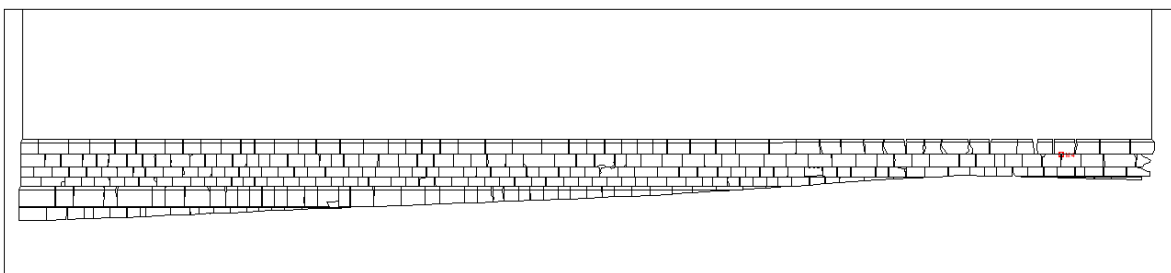
**MUESTRA 4 (M4)**

## DESCRIPCIÓN

Mortero de rejuntado de los sillares.

## UBICACIÓN

Fachada lateral derecha.



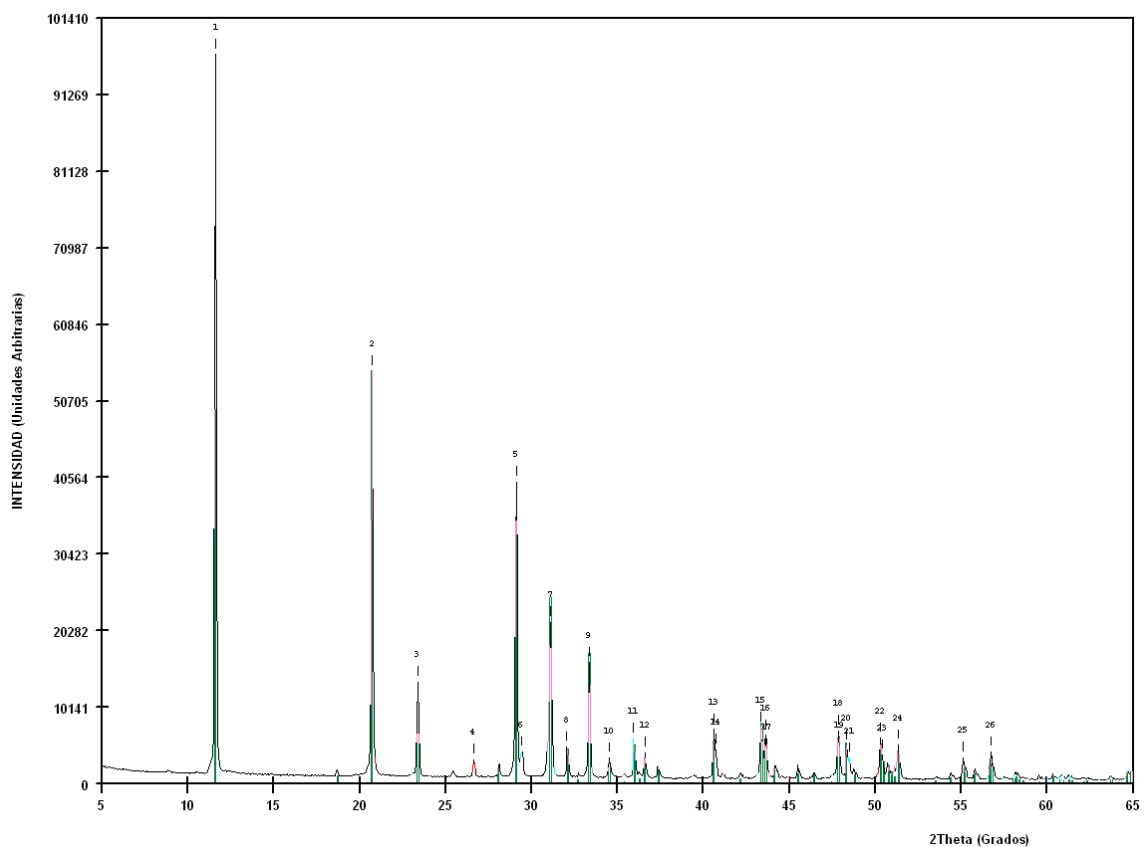
## FOTOS EXTRACCIÓN



## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Sulfato de Calcio hidratado,  $\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$

## NOMBRE DE LA MUESTRA

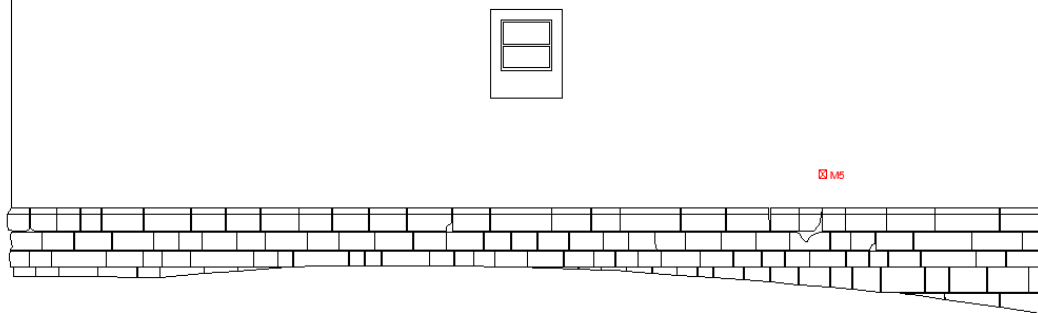
**MUESTRA 5 (M5)**

## DESCRIPCIÓN

Patina de color negro depositada en las fachadas de forma heterogénea.

## UBICACIÓN

Fachada posterior.



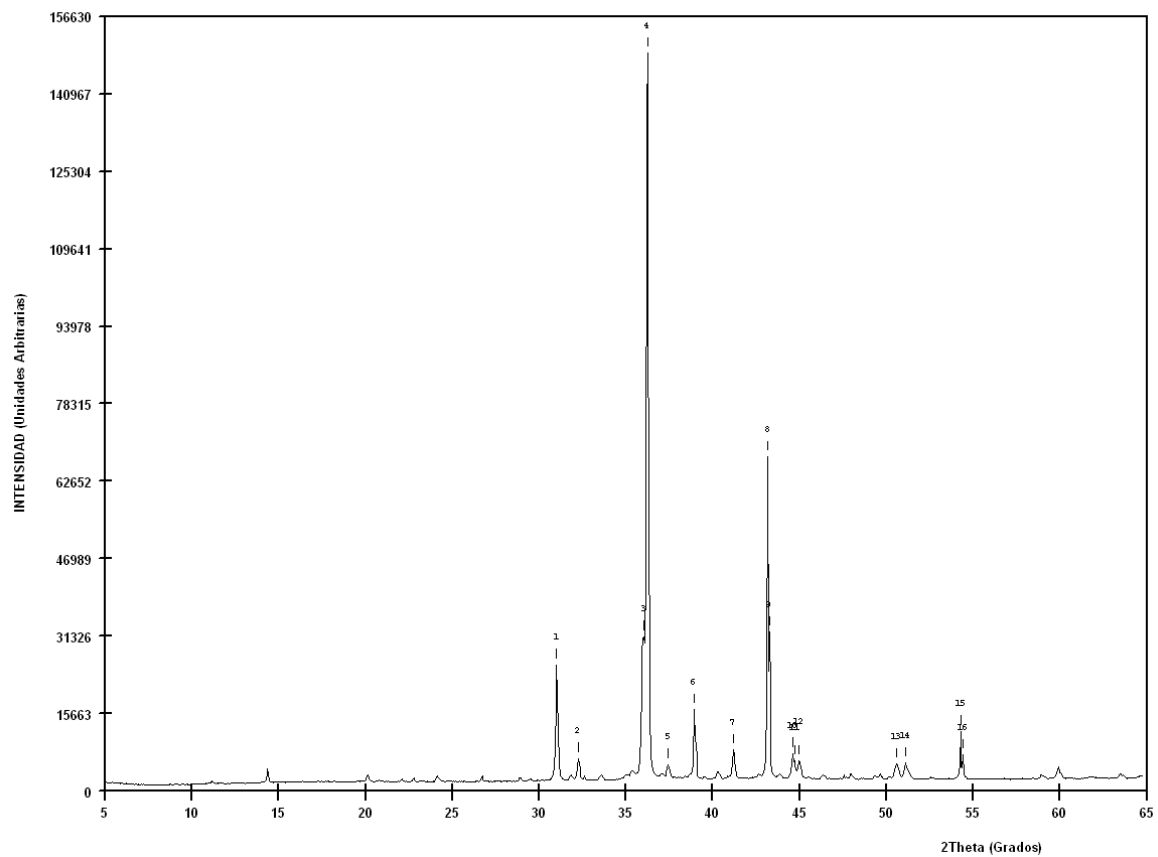
## FOTOS EXTRACCIÓN



### FOTOS ANALISIS



### CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra no se ha podido determinar la composición de la muestra.

## NOMBRE DE LA MUESTRA

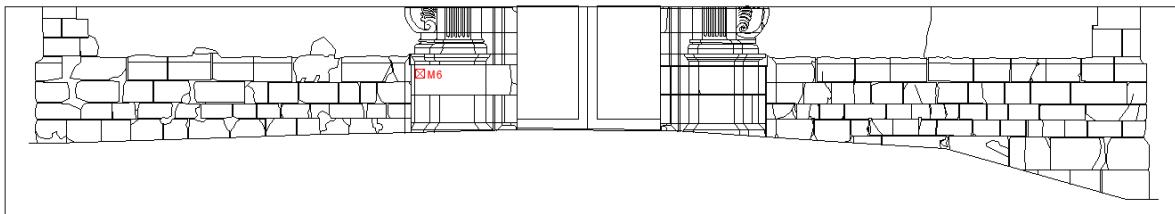
**MUESTRA 6 (M6)**

## DESCRIPCIÓN

Piedra en una zona con gran pérdida de masa de la ornamentación de la portada.

## UBICACIÓN

Fachada principal.



## FOTOS EXTRACCIÓN

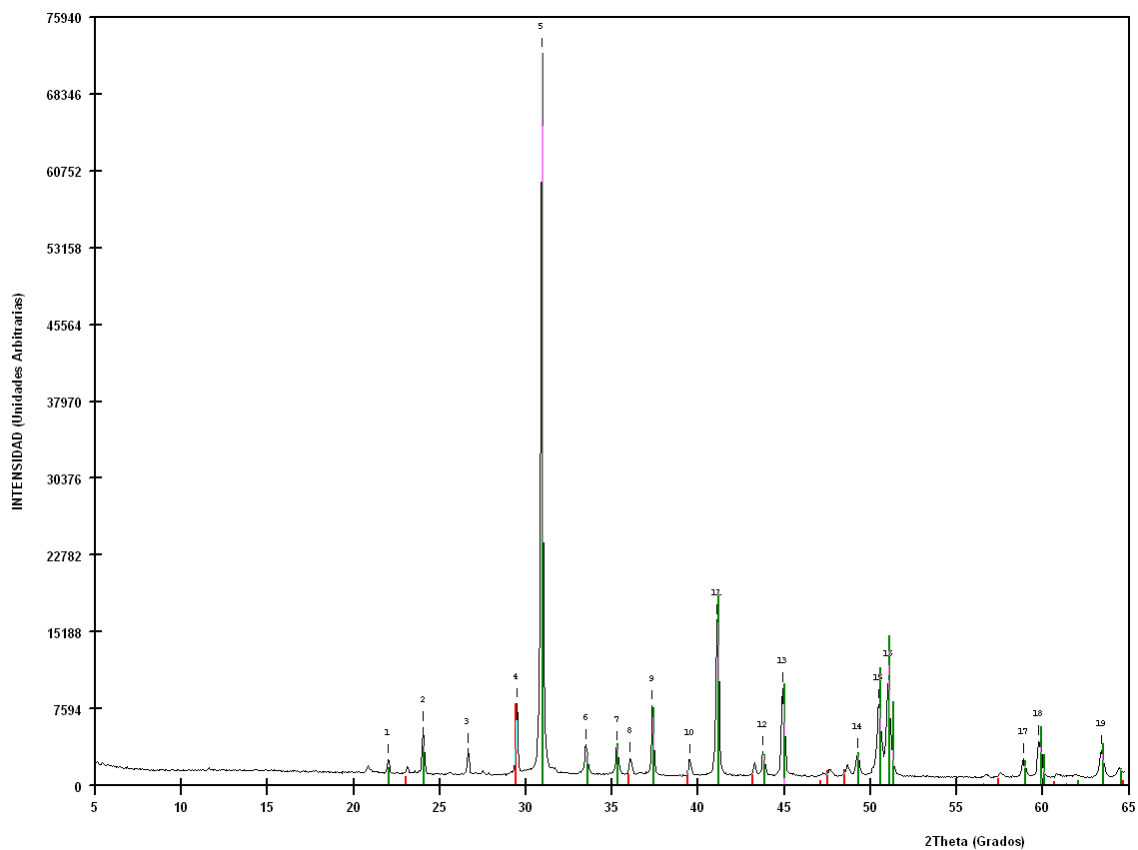




## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Carbonato de Calcio y Magnesio,  $\text{Ca Mg} (\text{C O}_3)_2$  (Dolomita)
- Rojo: Carbonato Cálxico,  $\text{Ca C O}_3$  (Calcita)

**NOMBRE DE LA MUESTRA**

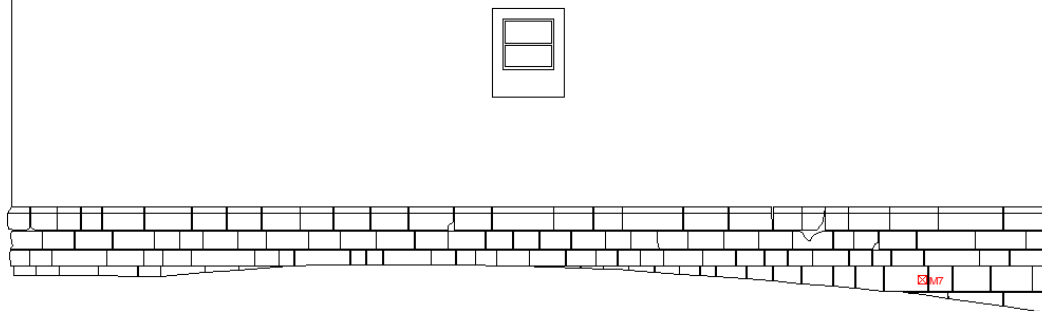
**MUESTRA 7 (M7)**

**DESCRIPCIÓN**

Patina de color rojizo que homogeniza el color de la superficie del zócalo.  
Recubrimiento que se ha ido perdiendo con el paso del tiempo.

**UBICACIÓN**

Fachada posterior.



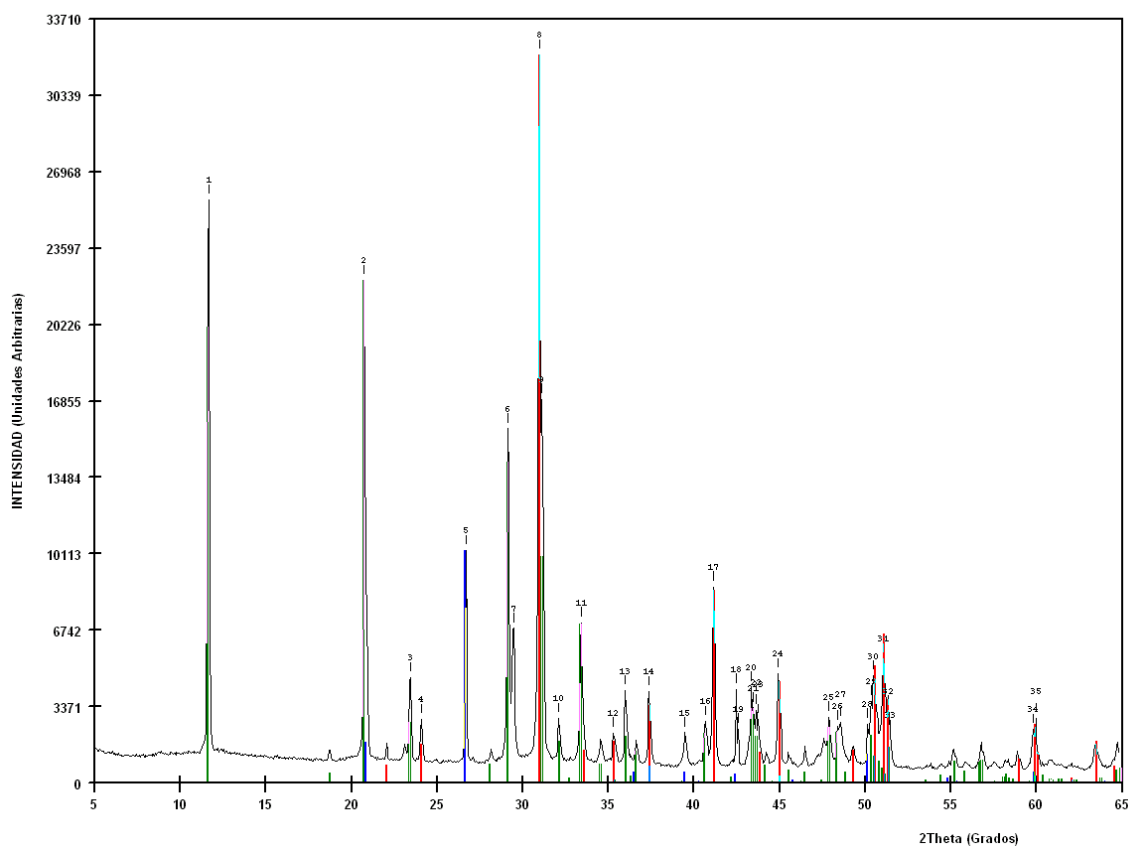
**FOTOS EXTRACCIÓN**



## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Sulfato de Calcio hidratado,  $\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$
- Rojo: Carbonato de Calcio y Magnesio,  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (Dolomita)
- Azul: Oxido de Silicio,  $\text{SiO}_2$  (Sílice, Cuarzo)

**NOMBRE DE LA MUESTRA**

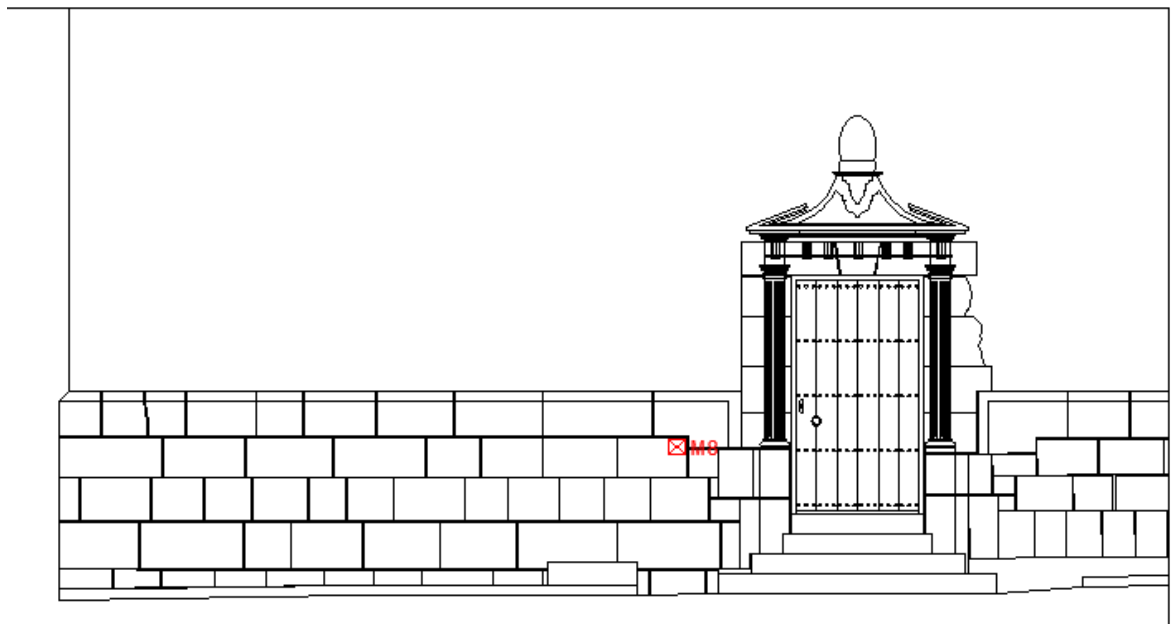
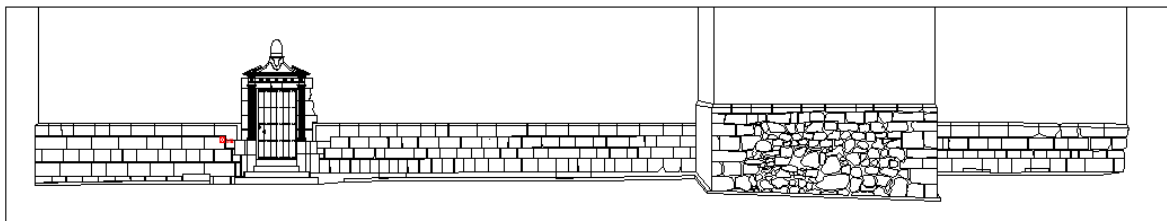
**MUESTRA 8 (M8)**

**DESCRIPCIÓN**

Piedra con pérdida de volumen por lajas que se disgregan del sillar.

**UBICACIÓN**

Fachada lateral izquierda.



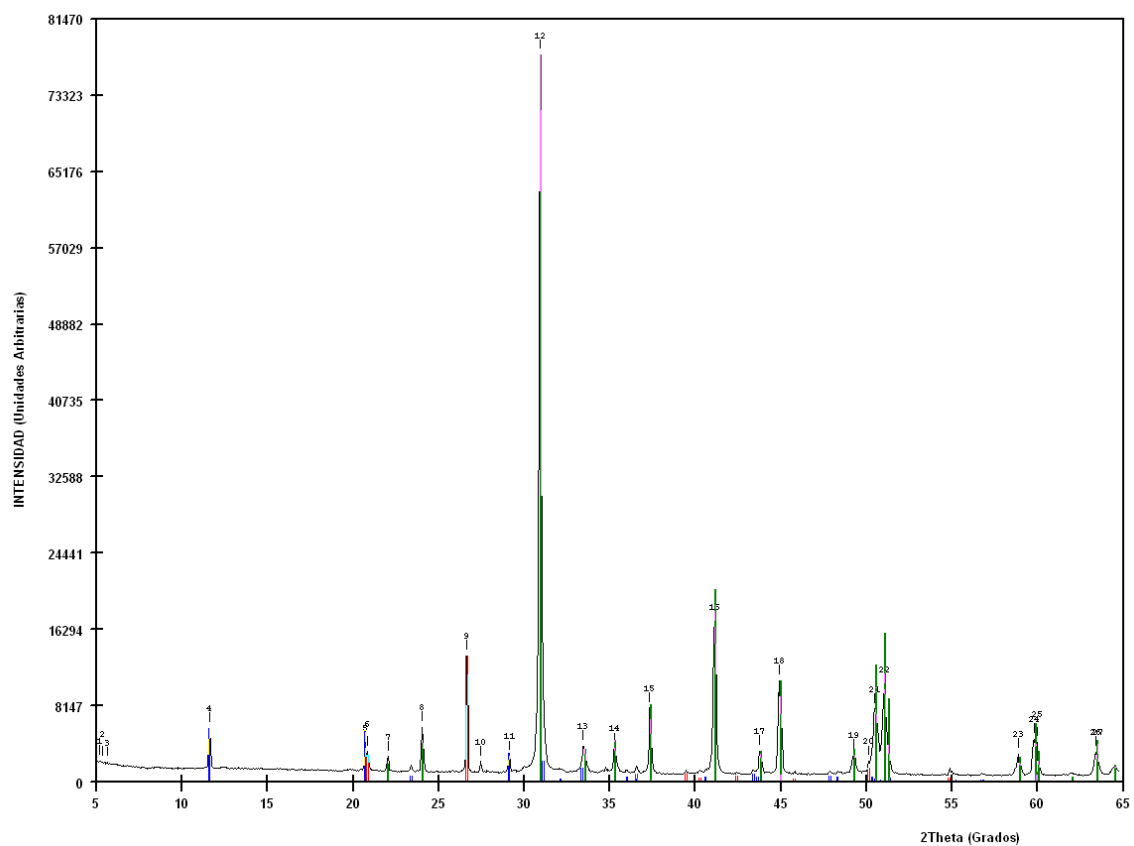
## FOTOS EXTRACCIÓN



## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Carbonato de Calcio y Magnesio,  $\text{Ca Mg} (\text{C O}_3)_2$  (Dolomita)
- Rojo: Oxido de Silicio,  $\text{Si O}_2$  (Sílice, Cuarzo)
- Azul: Sulfato de Calcio hidratado,  $\text{Ca} (\text{S O}_4) (\text{H}_2 \text{O})_2$

## NOMBRE DE LA MUESTRA

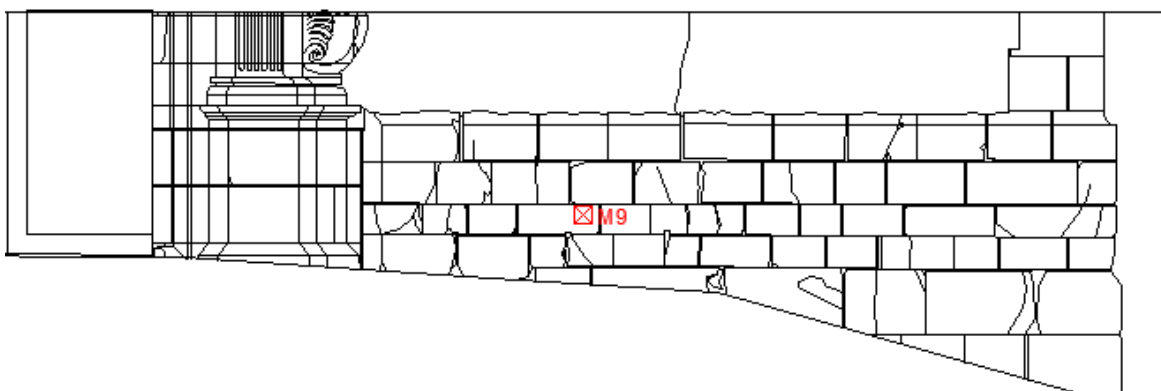
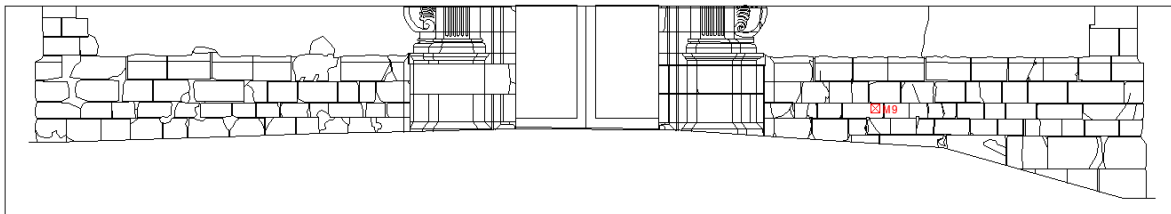
**MUESTRA 9 (M9)**

## DESCRIPCIÓN

Piedra afectada por alveolización con gran pérdida de material en la superficie.

## UBICACIÓN

Fachada principal.



## FOTOS EXTRACCIÓN

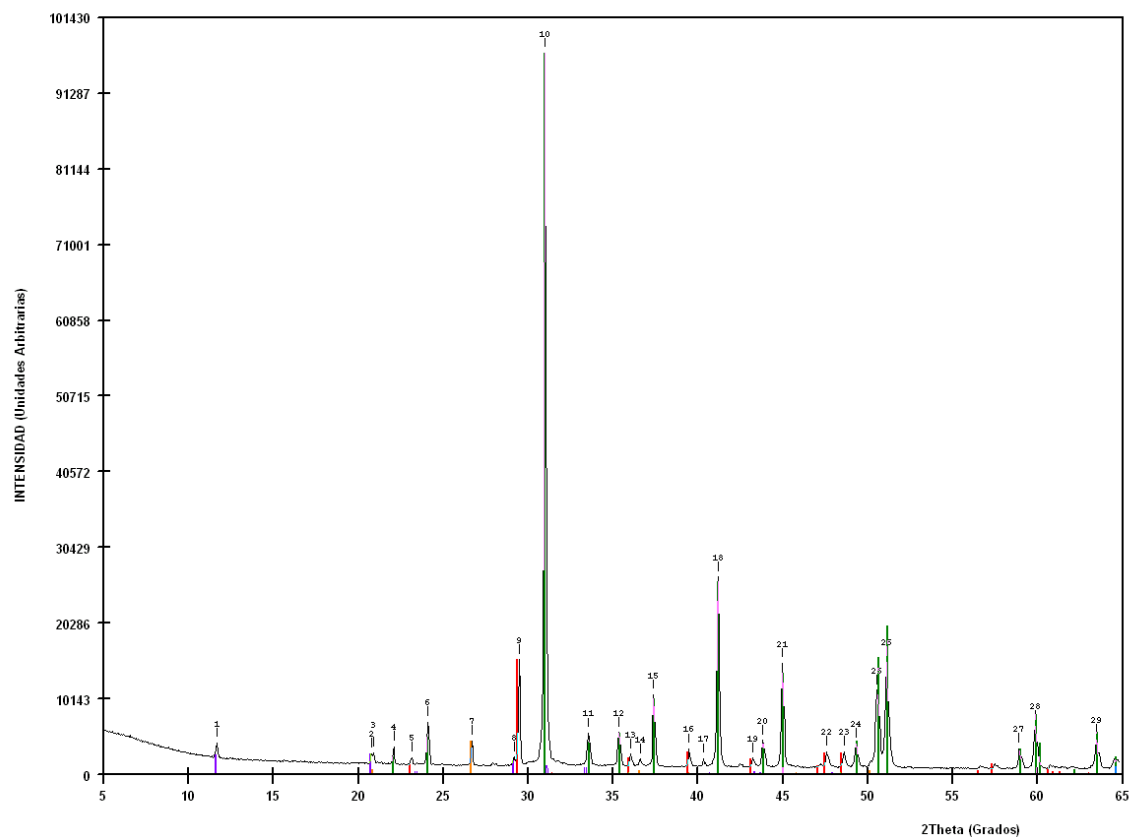


## FOTOS ANALISIS





## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Carbonato de Calcio y Magnesio,  $\text{Ca Mg} (\text{C O}_3)_2$  (Dolomita)
- Rojo: Carbonato cálcico,  $\text{Ca C O}_3$  (Calcita)
- Morado: Sulfato de Calcio hidratado,  $\text{Ca} (\text{S O}_4) (\text{H}_2 \text{O})_2$

## NOMBRE DE LA MUESTRA

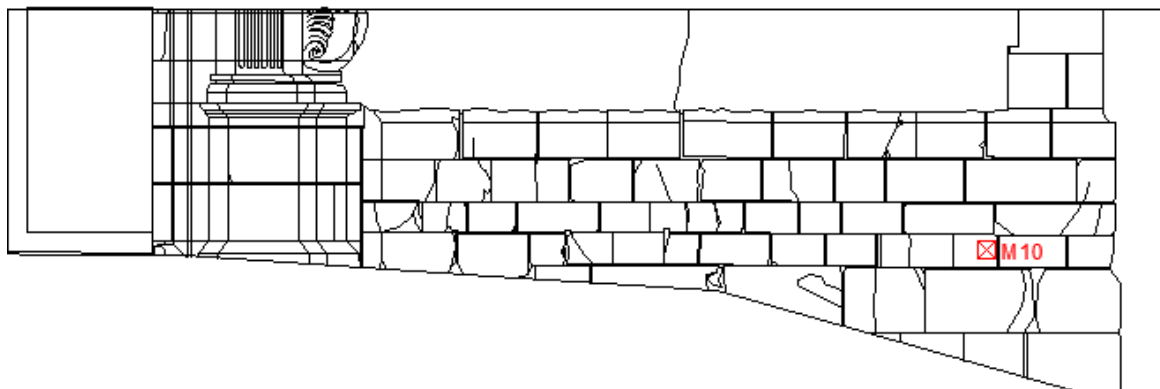
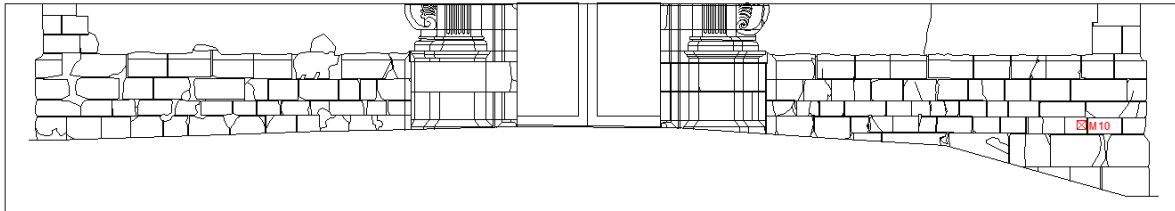
**MUESTRA 10 (M10)**

## DESCRIPCIÓN

Piedra con gran pérdida de material, afectada por presencia de sales en algunas partes de la superficie.

## UBICACIÓN

Fachada principal.



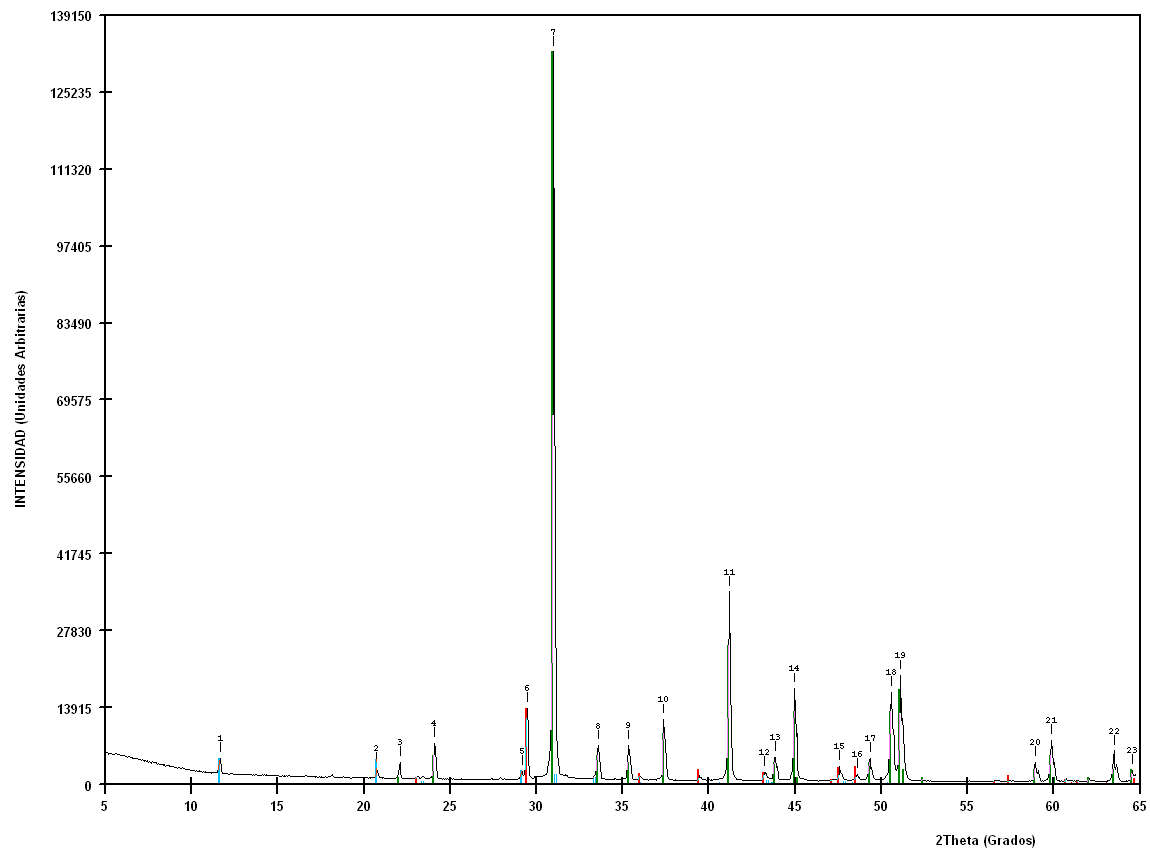
## FOTOS EXTRACCIÓN



## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Carbonato de Calcio y Magnesio,  $\text{Ca Mg} (\text{C O}_3)_2$  (Dolomita)
- Rojo: Carbonato cálcico,  $\text{Ca C O}_3$  (Calcita)

Cian: Sulfato de Calcio hidratado,  $\text{Ca} (\text{S O}_4) (\text{H}_2 \text{O})_2$

**NOMBRE DE LA MUESTRA**

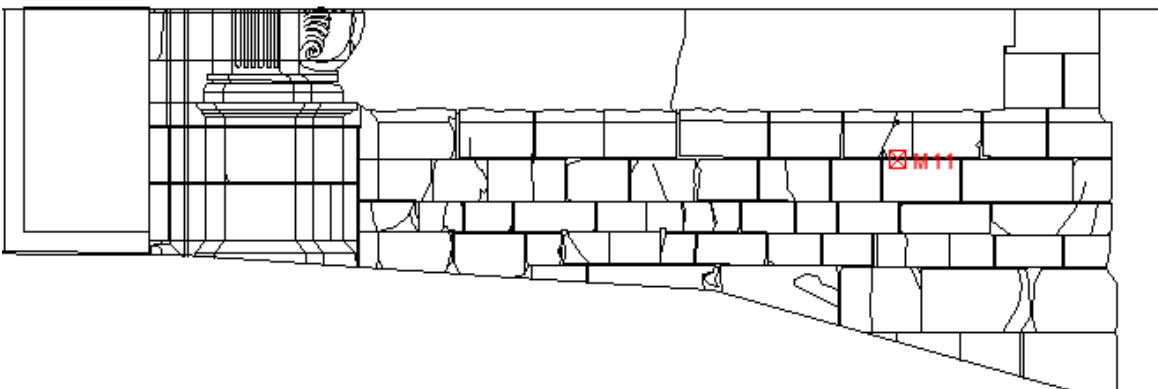
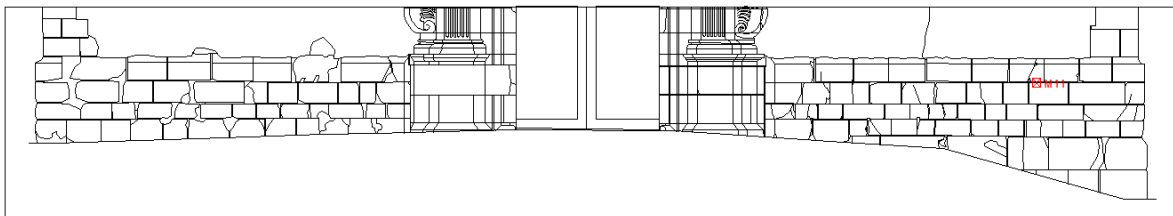
**MUESTRA 11 (M11)**

**DESCRIPCIÓN**

Mortero de relleno de juntas de la fachada principal.

**UBICACIÓN**

Fachada principal.



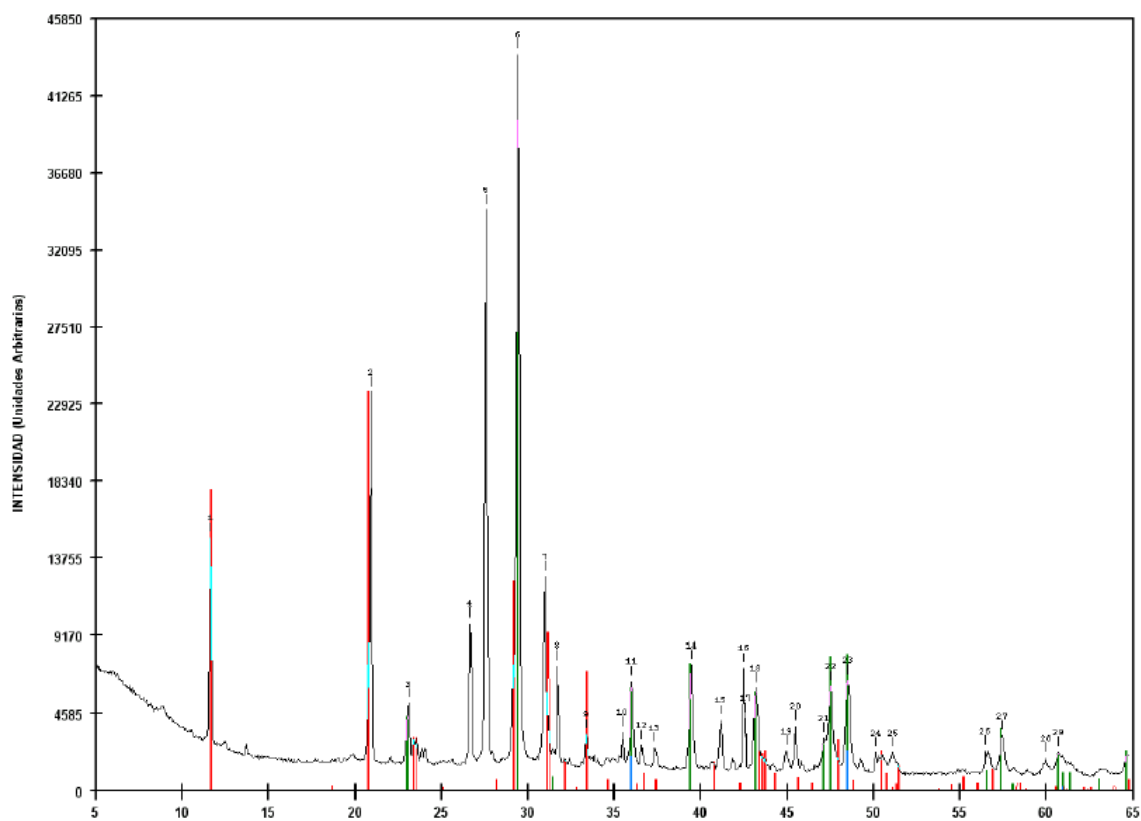
## FOTOS EXTRACCIÓN



## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Carbonato cálcico,  $\text{CaCO}_3$  (Calcita)
- Rojo: Sulfato de Calcio hidratado,  $\text{Ca(SO}_4\text{)(H}_2\text{O)}_2$

**NOMBRE DE LA MUESTRA**

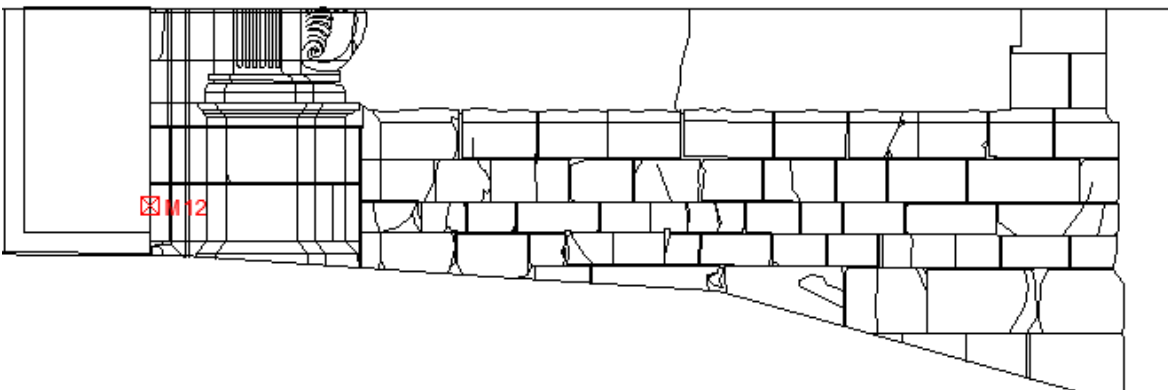
**MUESTRA 12 (M12)**

**DESCRIPCIÓN**

Mortero de reparación en la ornamentación de la portada.

**UBICACIÓN**

Fachada principal.





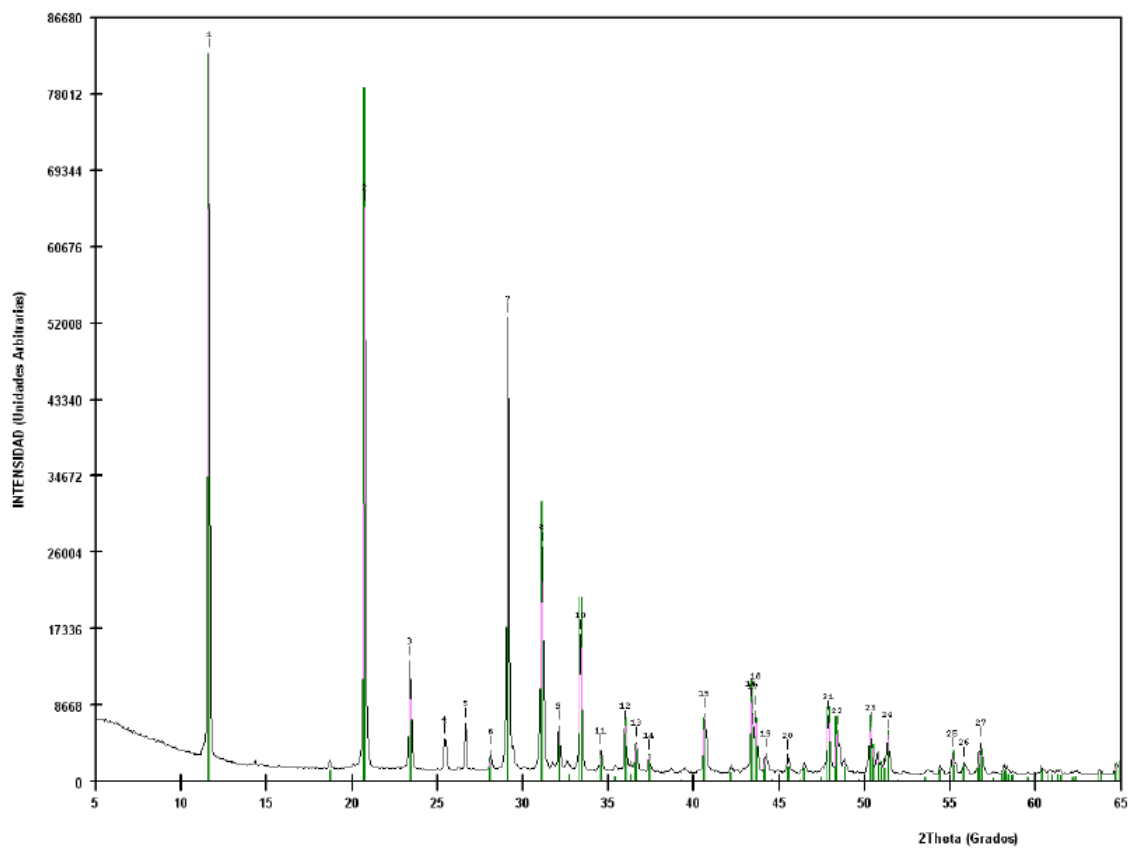
## FOTOS EXTRACCIÓN



## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Sulfato de Calcio hidratado,  $\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$

**NOMBRE DE LA MUESTRA**

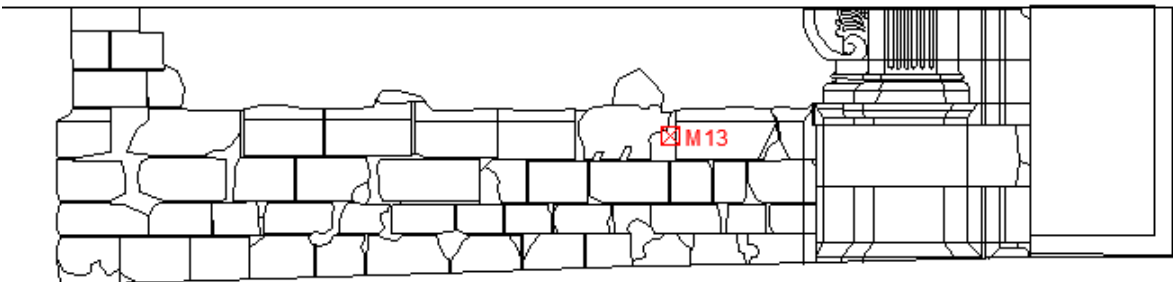
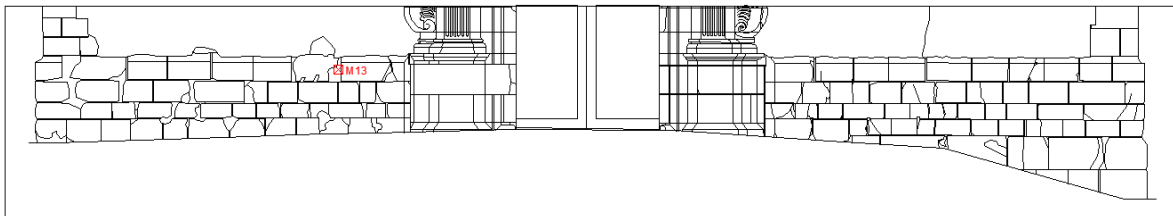
**MUESTRA 13 (M13)**

**DESCRIPCIÓN**

Mortero de reparación en piedras afectadas de la fachada principal.

**UBICACIÓN**

Fachada principal.



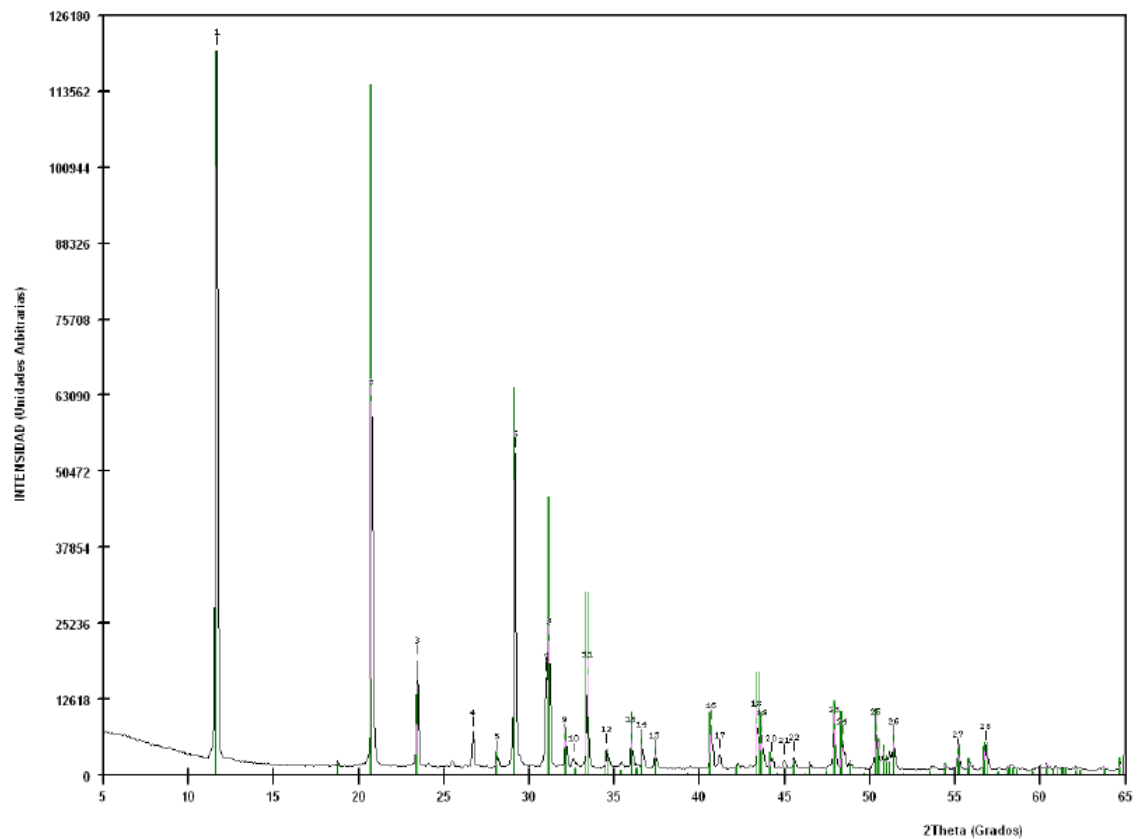
## FOTOS EXTRACCIÓN



## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

Verde: Sulfato de Calcio hidratado,  $\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$

**NOMBRE DE LA MUESTRA**

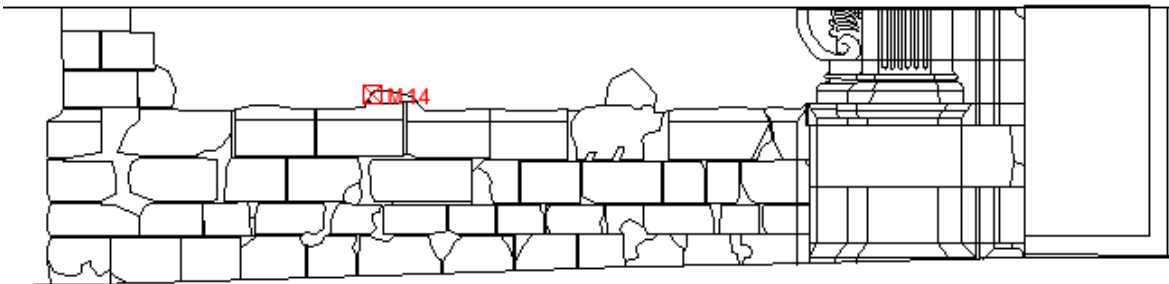
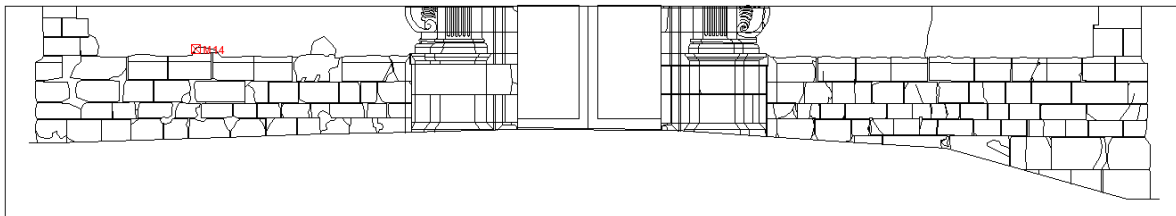
**MUESTRA 14 (M14)**

**DESCRIPCIÓN**

Mortero monocapa desprendido de la fachada principal.

**UBICACIÓN**

Fachada principal.



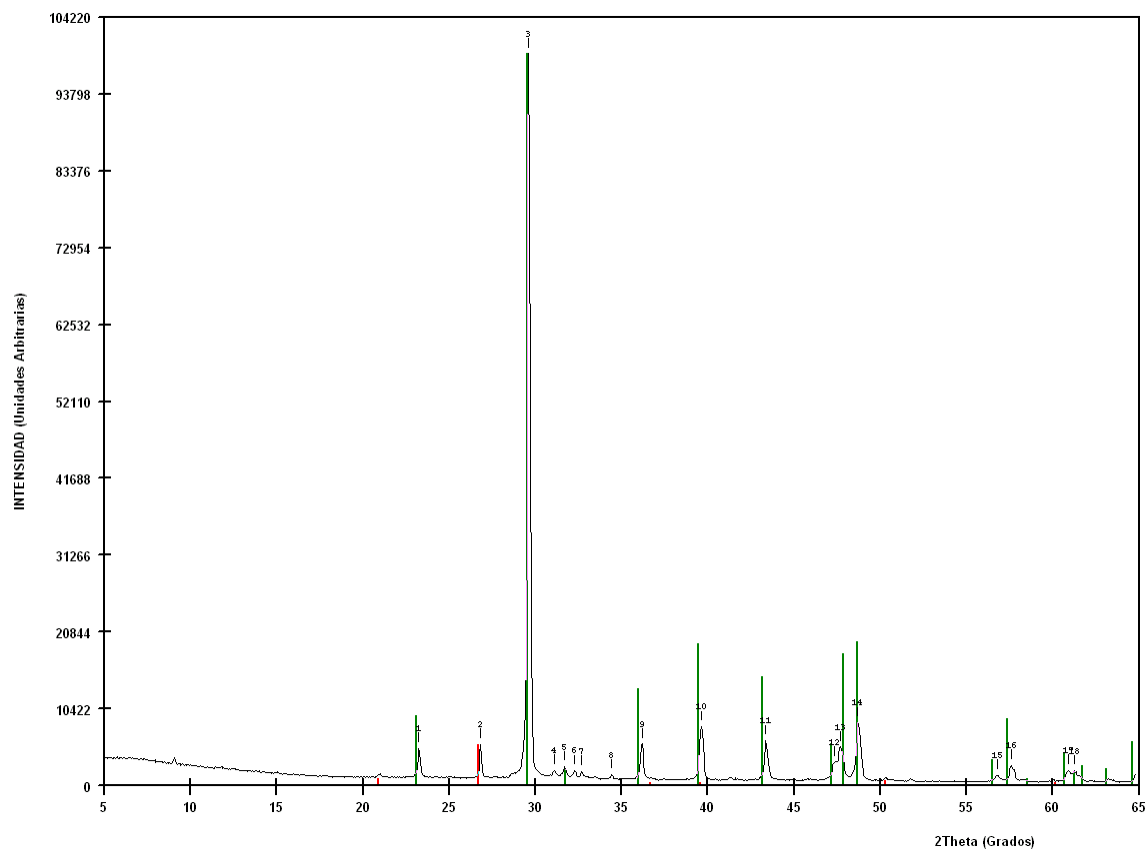
## FOTOS EXTRACCIÓN



## FOTOS ANALISIS



## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Oxido de Silicio,  $\text{Si O}_2$  (Sílice, Cuarzo)
- Rojo: Carbonato Cálcico,  $\text{Ca C O}_3$  (Calcita)



**NOMBRE DE LA MUESTRA**

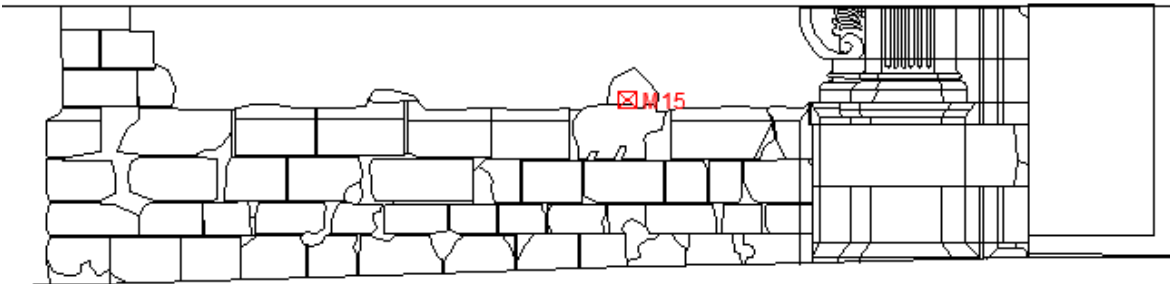
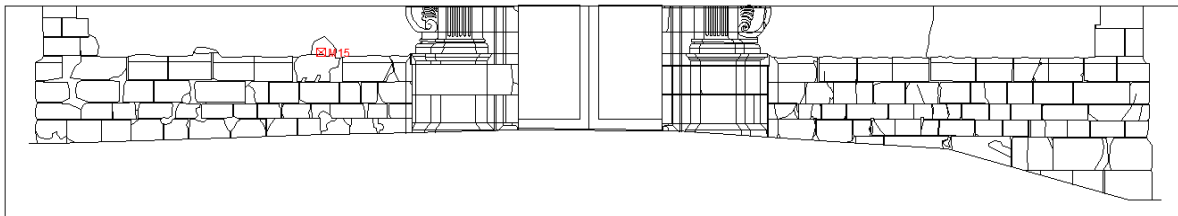
**MUESTRA 15 (M15)**

**DESCRIPCIÓN**

Mortero base sobre el cual está el mortero monocapa.

**UBICACIÓN**

Fachada principal.



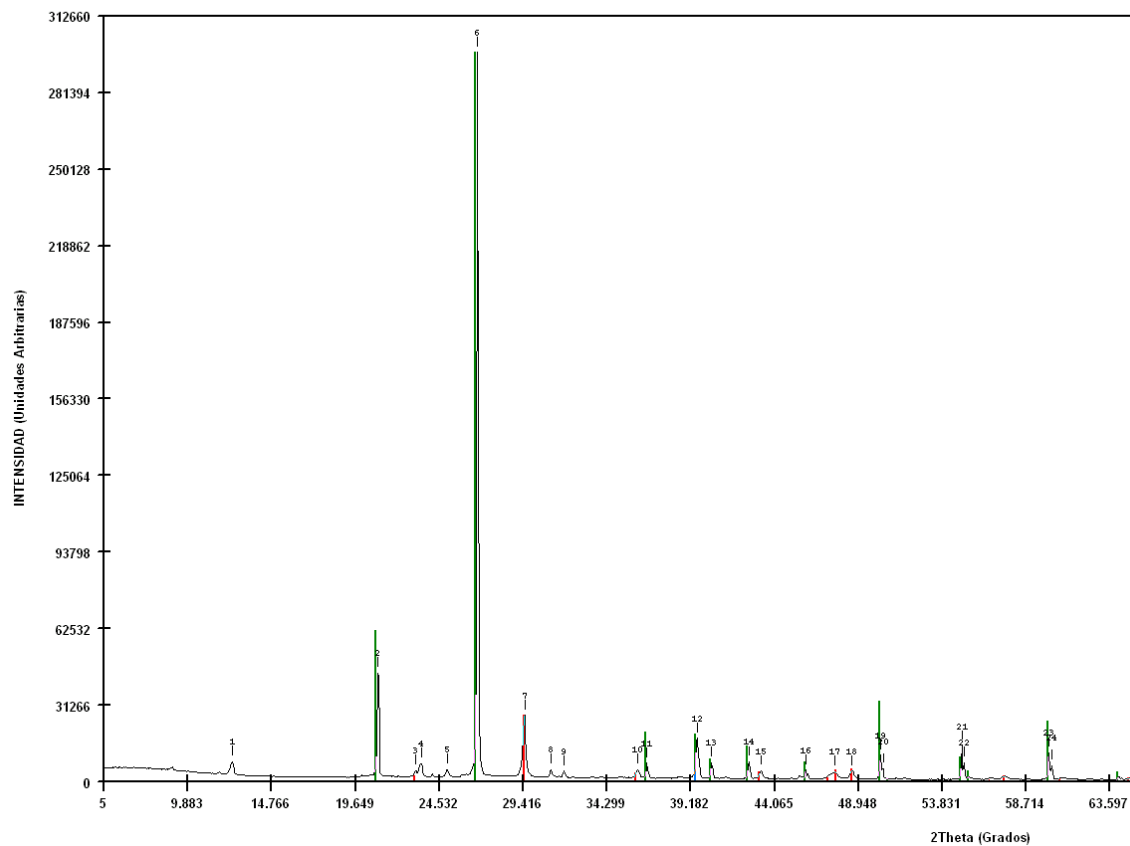
## FOTOS EXTRACCIÓN



## FOTOS ANALISIS




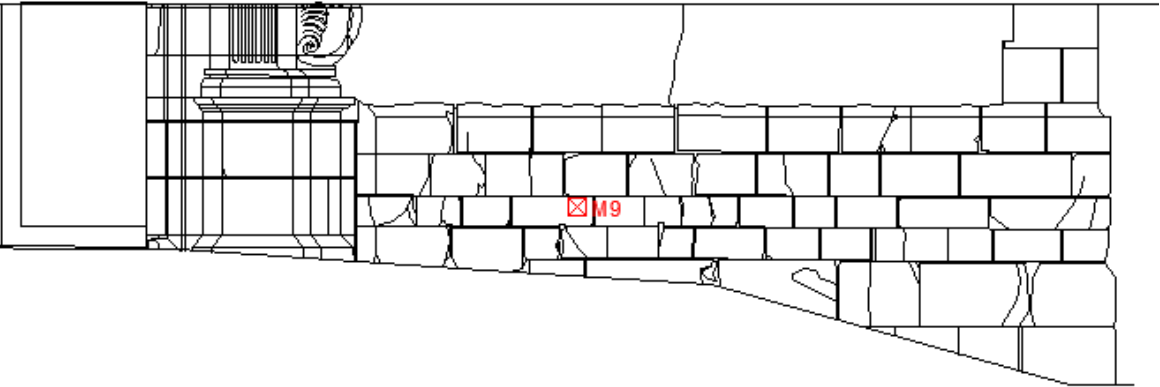
## CONCLUSIONES



Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Verde: Carbonato Cálcico,  $\text{CaCO}_3$  (Calcita)
- Rojo: Oxido de Silicio,  $\text{SiO}_2$  (Sílice, Cuarzo)

### 3.2.1.2.- MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (SEM)

<b>NOMBRE DE LA MUESTRA</b>
<b>MUESTRA 9 (M9)</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>
Piedra afectada por alveolización con gran pérdida de material en la superficie.
<b>UBICACIÓN</b>
Fachada principal.



## FOTOS EXTRACCIÓN

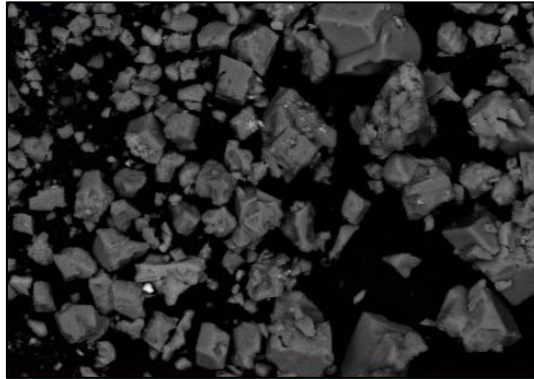


## FOTOS ANALISIS

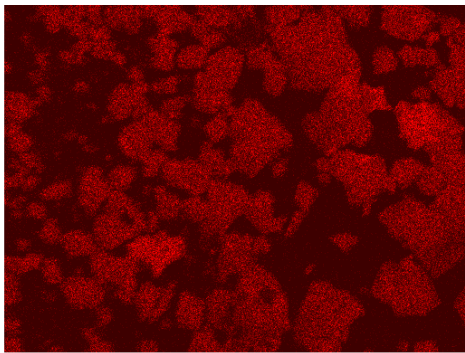


## CONCLUSIONES

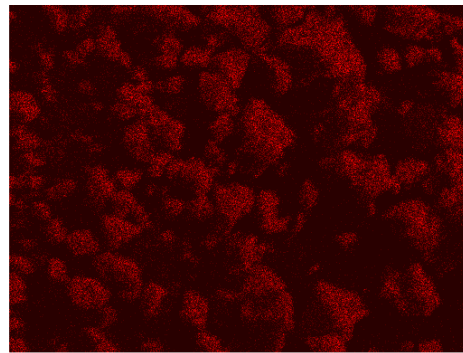
Vista de la muestra por el microscopio



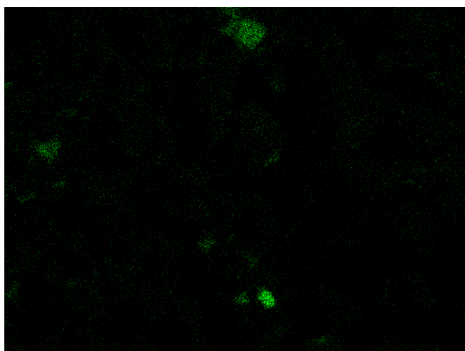
Composición



Ca Ka1



Mg Ka1\_2



Si Ka1



Cl Ka1

Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Componentes mayoritarios:
  - Calcio (Ca)
  - Magnesio (Mg)

- Componentes minoritarios:

Silicio (Si)

Cloro (Cl)

Potasio (K)

Debido a los componentes de la muestra y la cantidad en la que se encuentran se establece que se trata de una Dolomita.

## NOMBRE DE LA MUESTRA

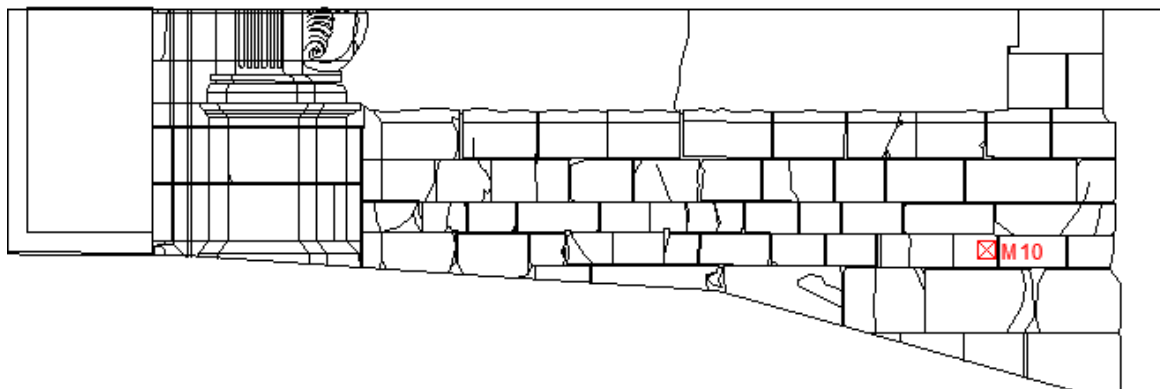
**MUESTRA 10 (M10)**

## DESCRIPCIÓN

Piedra con gran pérdida de material, afectada por presencia de sales en algunas partes de la superficie.

## UBICACIÓN

Fachada principal.





## FOTOS EXTRACCIÓN

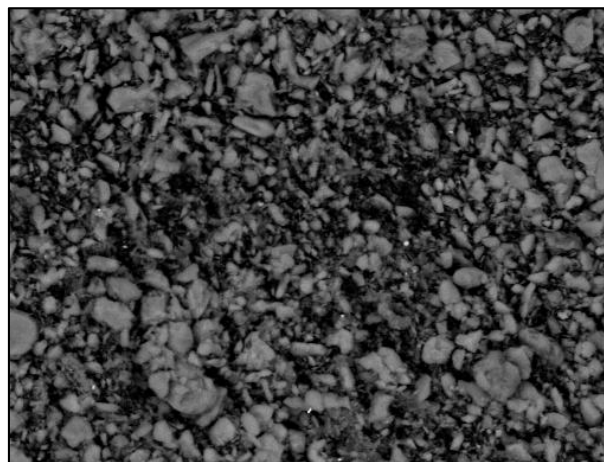


## FOTOS ANALISIS

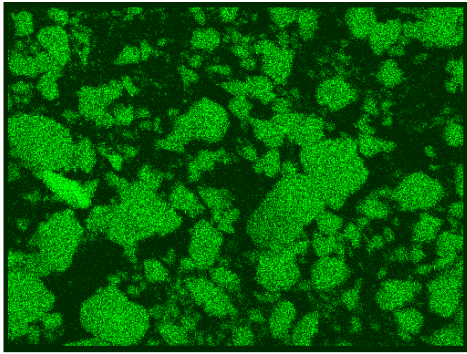


## CONCLUSIONES

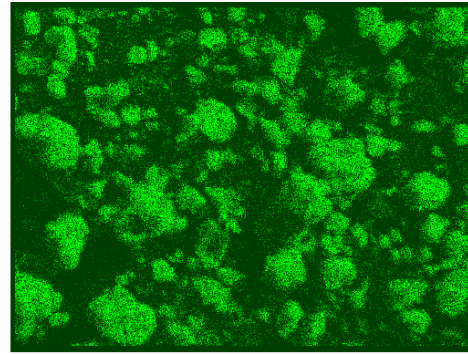
Vista de la muestra por el microscopio



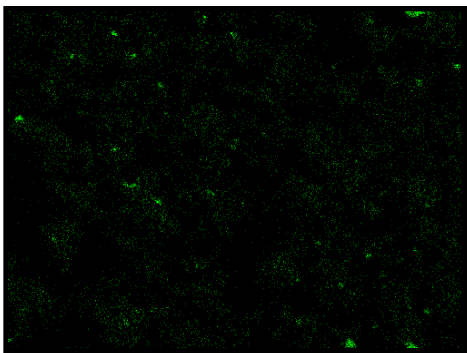
## Composición



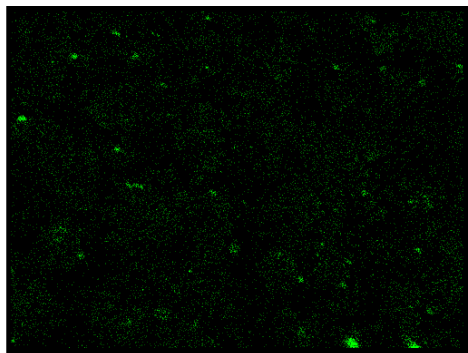
Ca Ka1



Mg Ka1\_2



Na Ka1\_2



Cl Ka1

Tras el análisis de la muestra se determina que la composición de la muestra es la siguiente.

- Componentes mayoritarios:
  - Calcio (Ca)
  - Magnesio (Mg)
- Componentes minoritarios:
  - Sodio (Na)
  - Cloro (Cl)

Debido a los componentes de la muestra y la cantidad en la que se encuentran se establece que se trata de una Dolomita.

### 3.2.2.- TECNICAS DE ANALISIS NO DESTRUCTIVOS

#### 3.2.2.1.- CAMARA TERMOGRÁFICA

El método que se ha empleado, ha sido la utilización de la cámara termográfica TESTO 880-3 con la cual se han realizado una serie de fotografías al exterior del edificio.

Para realizar las fotografías, se han tenido en cuenta una serie de condiciones entre las que se encuentra algunas como, realizarlas a primera hora de la mañana para evitar que la temperatura superficial variase por la salida del sol y realizar el estudio en las zonas afectadas por algún tipo de lesión para intentar determinar cual ha podido ser la causa.

**Estudio termográfico nº 1:** Imagen realizada en la fachada principal, zócalo izquierdo, esquina izquierda.

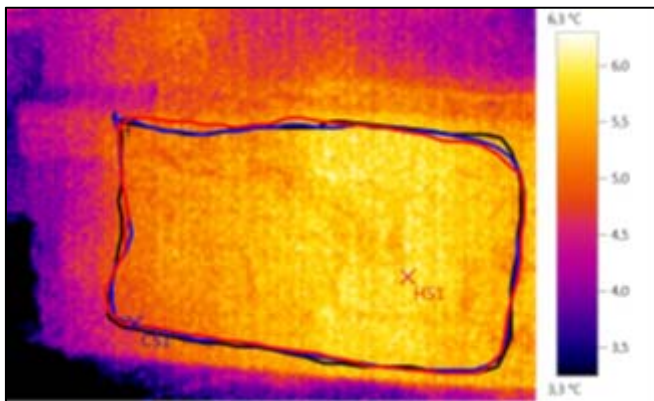


Figura 68: Fotografía de cámara termográfica



Figura 69: Fotografía de la zona

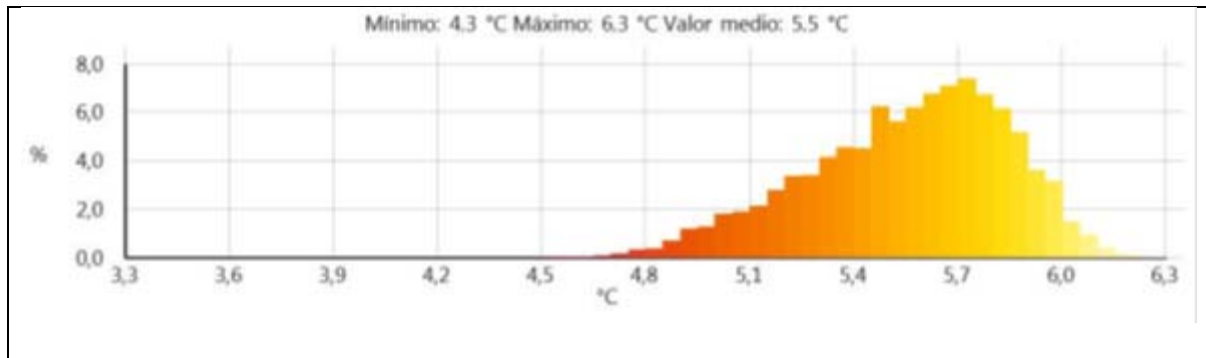


Figura 70: Histograma de la zona seleccionada

Se observa un ascenso de temperatura en la parte central del zócalo de hasta 2°C en comparación con la parte superior y el extremo que compone la esquina, esto es debido al cambio de material de los sillares y el mortero, ya que tienen distinto comportamiento térmico.

- **Estudio termográfico nº 2:** Imagen realizada en la fachada principal, zócalo izquierdo, esquina izquierda.

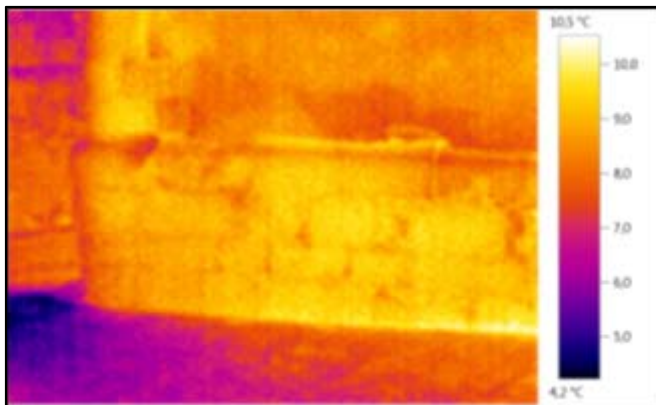


Figura 71: Fotografía de cámara termográfica



Figura 72: Fotografía de la zona

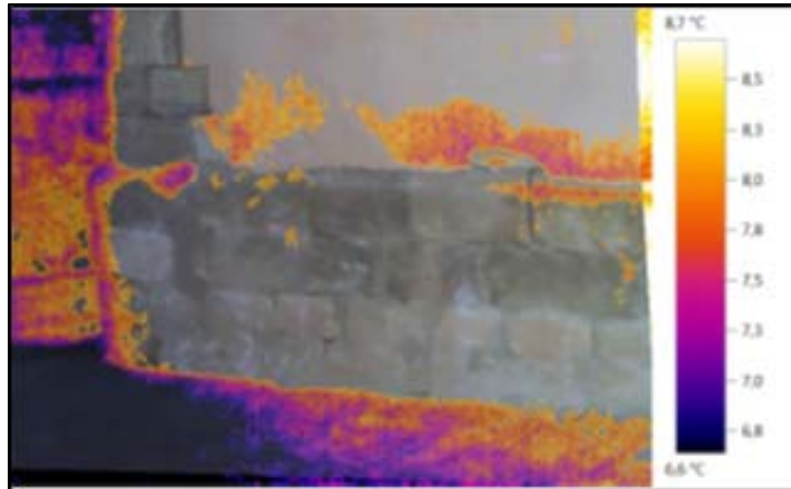


Figura 73: Superposición de la fotografía original con la realizada por la cámara termográfica

Se muestra tanto la fotografía termográfica como la imagen real de la zona, así como la superposición de ambas en la que se aprecia como en la parte superior del zócalo, en la unión con el mortero monocapa hay un ascenso de temperatura con respecto a la parte del zócalo y un descenso con respecto al mortero monocapa.

Esta variación viene dada debido a que el zócalo es de sillería y el mortero monocapa de cemento, con conductividades térmicas distintas en la que los sillares mantienen durante mayor tiempo la temperatura (en este caso fría por ser a primera hora de la mañana).

La zona intermedia coincide con la altura a la que llega la humedad capilar, mostrando la zona afectada por las sales.

- **Estudio termográfico nº 3:** Imagen realizada en la fachada principal, zócalo izquierdo, parte central.

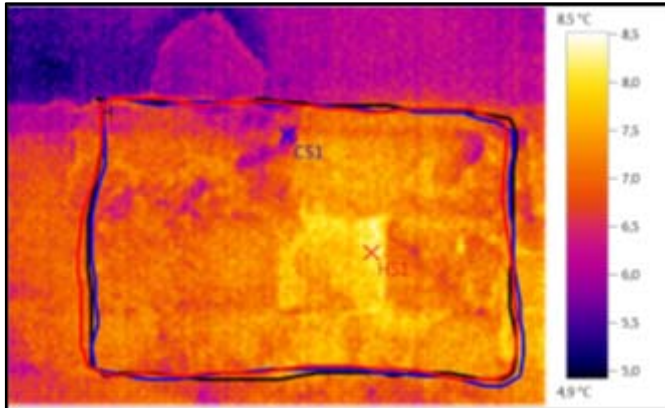


Figura 74: Fotografía de cámara termográfica



Figura 75: Fotografía de la zona

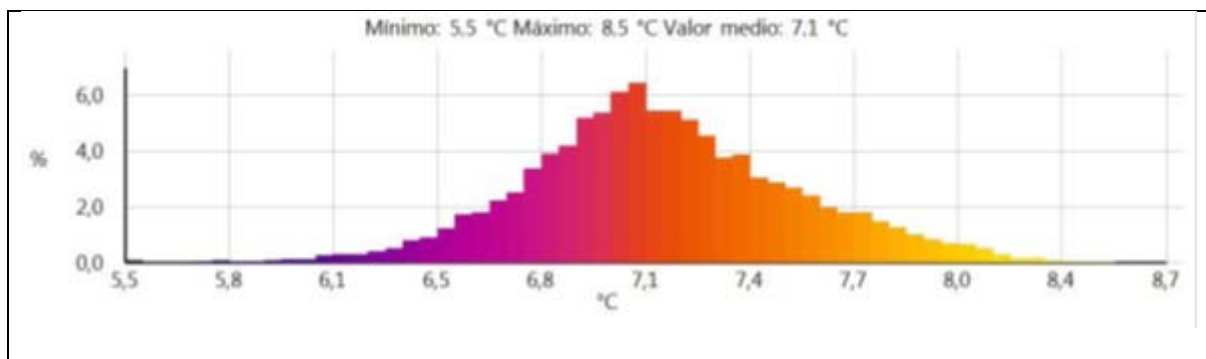


Figura 75: Histograma de la zona seleccionada

Se observa como el sillar que está más afectado por sales, es el que mayor temperatura tiene. Esto es debido a la porosidad del material que favorece la deposición de las sales en su interior.

También se observa que el sillar más afectado por el hielo-deshielo es el que menor temperatura tiene haciendo que mantenga mayor tiempo la humedad en su interior lo cual ha provocado también que se desconche el mortero monocapa en esa zona.

- **Estudio termográfico nº 4:** Imagen realizada en la fachada principal, zócalo izquierdo, esquina derecha.

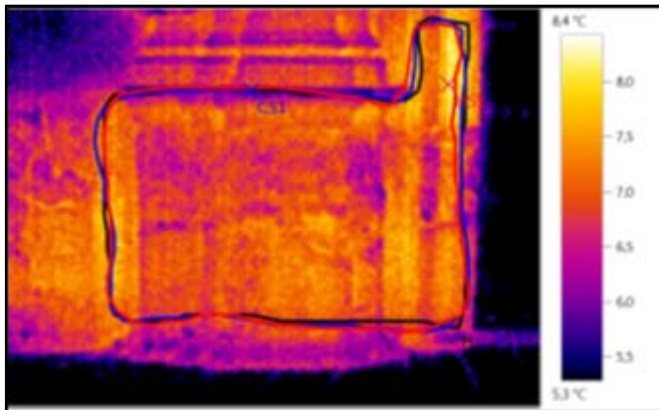


Figura 76: Fotografía de cámara termográfica



Figura 77: Fotografía de la zona

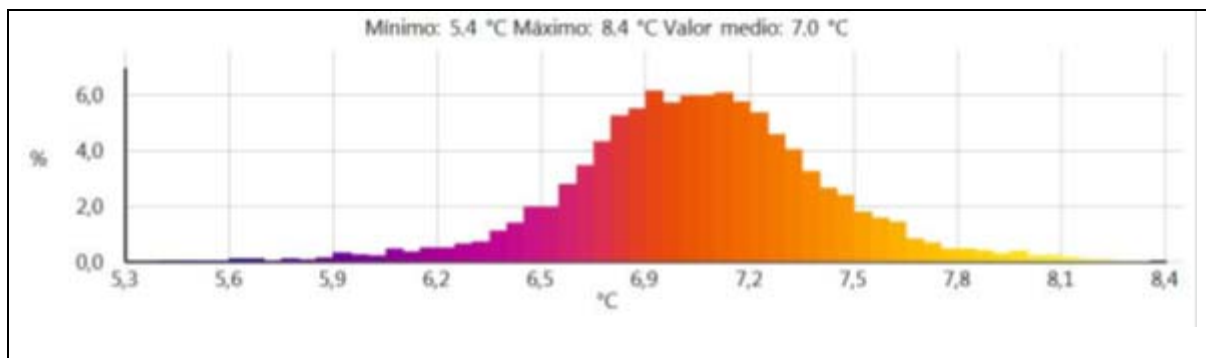


Figura 78: Histograma de la zona seleccionada

Se observa como la zona más fría coincide con la que se encuentra más afectada por la pérdida de material, este se ha producido por albergar humedad capilar en su interior. Además cuando se producen heladas, el agua aumenta de volumen, lo que hace que se desprendan pequeñas lajas de material.

- **Estudio termográfico nº 5:** Imagen realizada en la fachada principal, zócalo derecho, esquina izquierda.

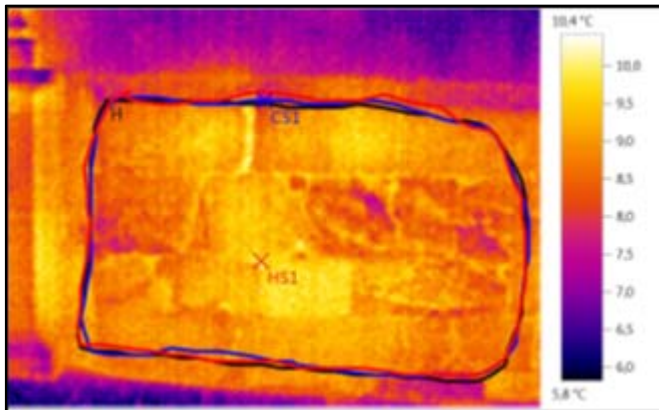


Figura 79: Fotografía de cámara termográfica



Figura 80: Fotografía de la zona

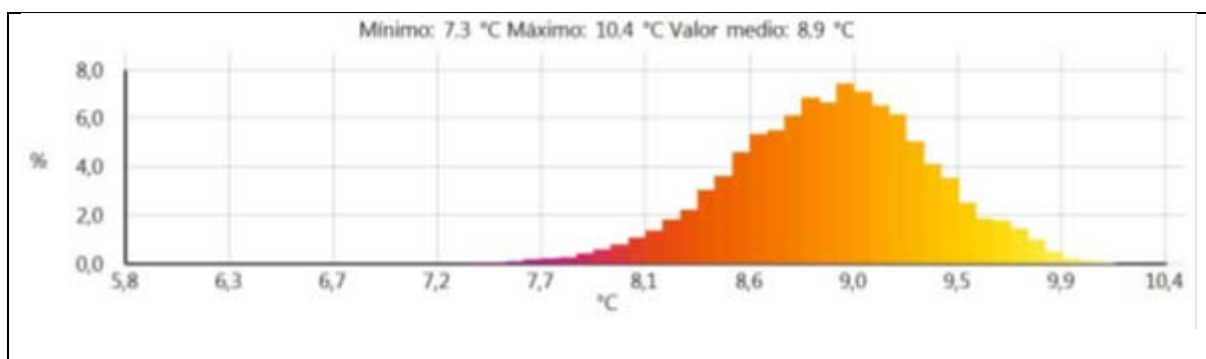


Figura 81: Histograma de la zona seleccionada

Esta fotografía está realizada a una hora a la que el sol ha estado incidiendo sobre la zona, por lo que se muestra que todo el zócalo tiene una temperatura elevada debido a la absorción térmica superficial del material.



- **Estudio termográfico nº 6:** Imagen realizada en la fachada principal, zócalo derecho, esquina derecha.

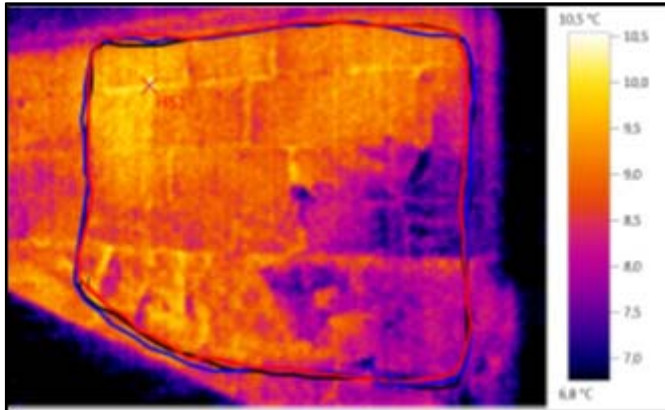


Figura 82: Fotografía de cámara termográfica



Figura 83: Fotografía de la zona

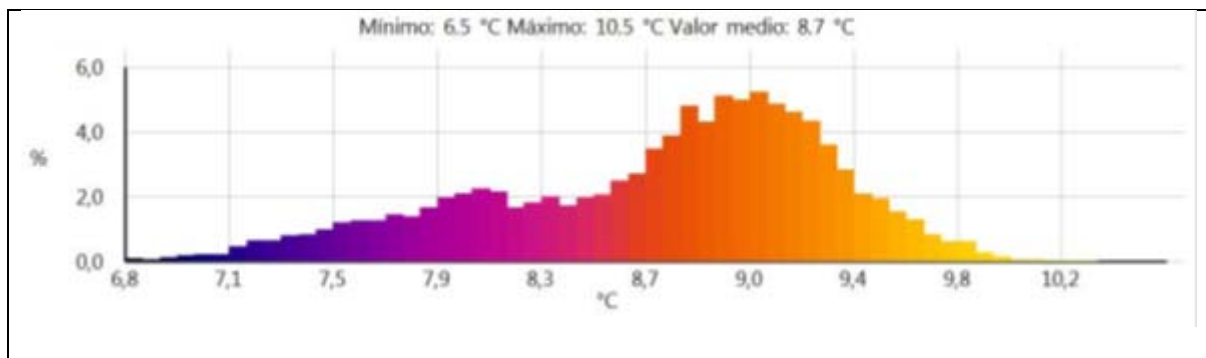


Figura 84: Histograma de la zona seleccionada

En esta imagen se muestra una gran variación de temperatura, pasando de los 6,5°C a los 10,5°C, esta variación de 4°C es muy elevada para un mismo elemento.

Como se observa en la comparativa de las imágenes la parte más fría corresponde con los sillares más afectados por pérdida de material, esto es debido a que los sillares con los que está compuesto el zócalo en esa zona tienen una composición distinta que el resto del zócalo, como se observa en el análisis de muestras.

Este tipo de piedras son areniscas, por lo que la densidad es menor. Además albergan mayor cantidad de agua, la cual favorece la aparición de sales y la pérdida de material en los ciclos hielo-deshielo.

- **Estudio termográfico nº 7:** Imagen realizada en la fachada principal, zócalo derecho, esquina derecha.

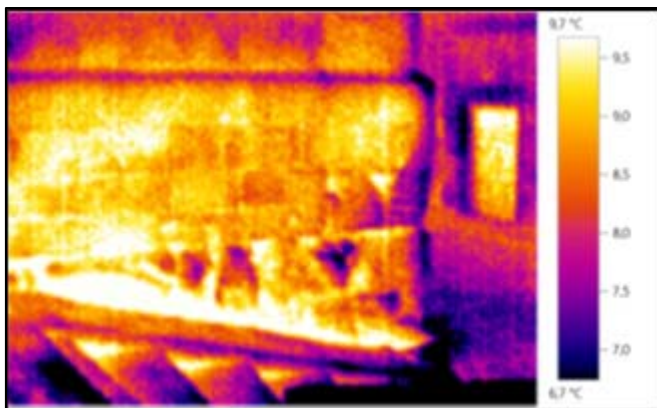


Figura 85: Fotografía de cámara termográfica



Figura 86: Fotografía de la zona

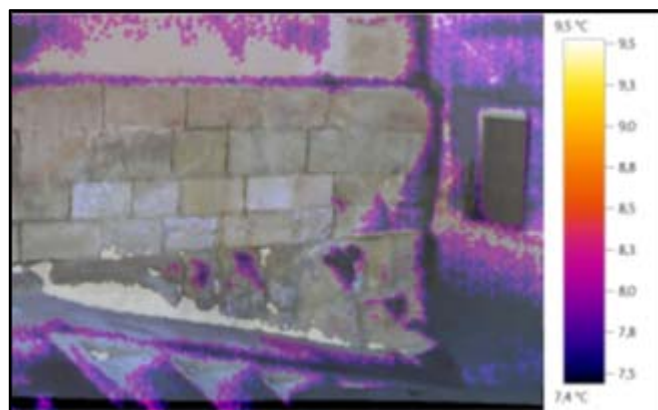


Figura 87: Superposición de la fotografía original con la realizada por la cámara termográfica

Al igual que en la fotografía anterior se muestra la alta diferencia de temperatura entre unos sillares y otros.

Superponiendo la imagen termográfica y la fotografía se muestra que las zonas más frías son las coincidentes con la aparición de sales y por consiguiente la pérdida de material.

- **Estudio termográfico nº 8:** Imagen realizada en la fachada lateral izquierda, encuentro entre la Torre y fachada de la Iglesia.

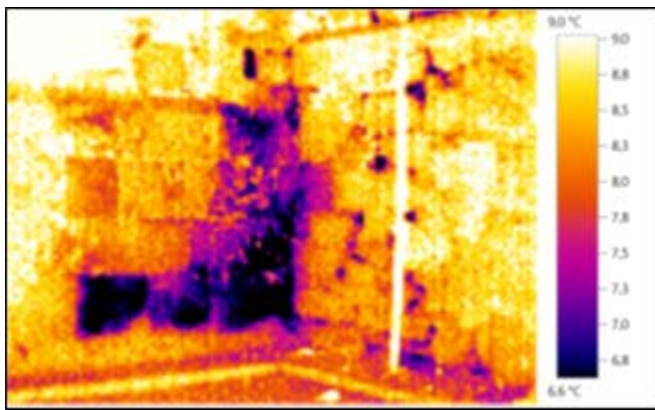


Figura 88: Fotografía de cámara termográfica



Figura 89: Fotografía de la zona



Figura 90: Superposición de la fotografía original con la realizada por la cámara termográfica

En la fotografía, se observa a simple vista la aparición de líquenes y manchas de humedad. Al realizar la fotografía con la cámara termográfica se muestra claramente como esta zona tiene un descenso de temperatura debido a la presencia de humedad.

En la superposición de las imágenes se muestra como hay una diferencia de temperatura entre la zona con húmedas con respecto a la zona con vegetación, esto es debido a que la vegetación mantiene mejor la humedad por lo que esta zona presenta una humedad continua.

### 3.2.2.2.- CONTROL DE GRIETAS

Para la realización de este tipo de control ha sido necesaria la utilización de testigos, los cuales se comprobaban en cada una de las visitas que se realizaba al edificio.

También se ha realizado un estudio fotográfico de las grietas con el fin de comparar la evolución de estas con el paso del tiempo.

Con el fin de establecer algún tipo de relación con el movimiento constante del terreno se procedió a colocar testigos en los que se mostraba cual era el punto exacto de la finalización de las fisuras.

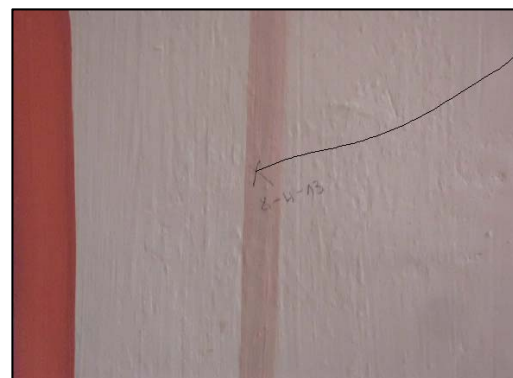
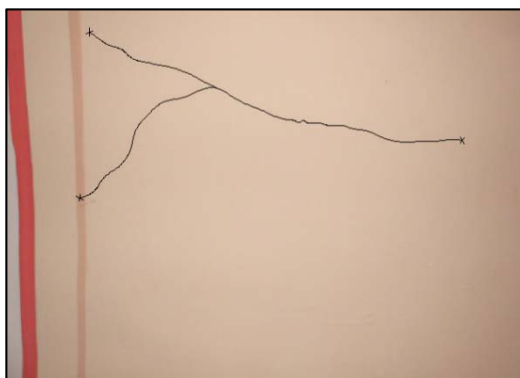


Figura 91: Fisura en uno de los arcos de las capillas (08-04-2013)

Figura 92: Zoom de la fisura (08-04-2013)

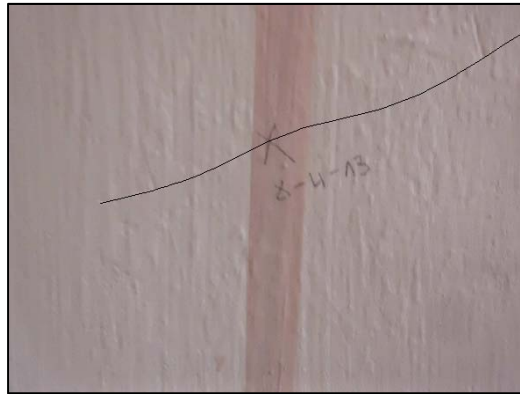


Figura 93: Misma fisura (25-04-2013)

Como se muestra en las figuras, la fisura analizada ha aumentado en el periodo de 17 días transcurridos entre un control y otro una longitud de 3,7cm lo cual demuestra que la fisura sigue viva, por lo que se deberá tener en cuenta y seguir estudiando ya que el edificio se encuentra en constante movimiento por lo que puede afectar a su estabilidad.

En las siguientes imágenes se muestra una grieta en el trasdós de la fachada principal, en concreto en el óculo izquierdo.



Figura 94: Grieta en el óculo izquierdo interior (08-04-2013)



Figura 95: Grieta en el óculo izquierdo interior (25-04-2013)

Se ve como en el periodo de 17 días ha pasado de ser una fisura sin importancia a producirse una grieta la cual debe analizarse ya que ha pasado de tener una separación de 0,5mm a 2,5mm.

Analizando imágenes anteriores a la restauración que se llevó a cabo, y que concluyó en octubre de 2010 se muestra (Figura 96) como la grieta que se está produciendo coincide con una existente antes de la restauración, lo que hace pensar que no se solucionó la patología que produce la causa.



Figura 96: Rotura del cristal del óculo izquierdo interior (08-04-2013)



Figura 97: Estado del óculo antes de la restauración (04-09-2008)  
(José Torrent Martínez)

### 3.3.- CONCLUSIONES

Si consideramos las deformaciones que se produjeron durante su proceso de deterioro y sabiendo que la cimentación de las columnas principales de las naves están apoyadas sobre un material débil humectado (arcillas limosas semiconsistentes), de consistencia muy variable, con un nivel de deformabilidad medio y en proceso de asientos constante.

Conociendo también que los muros de carga que conforman el perímetro de la Iglesia soportan menos cargas que las columnas, nos lleva a pensar que se está produciendo un asiento diferencial entre los muros y las columnas, haciendo que la estructura se vea expuesta a esfuerzos cortantes no previstos, de ahí la aparición de grietas verticales entre soportes.

Con todo ello es necesario plantear teniendo en cuenta las actuaciones a las que ya se ha visto sometida la Iglesia de la Inmaculada Concepción con el afianzado de los muros en su parte superior con la ejecución de un zuncho, sería ahora aconsejable consolidar la cimentación mediante zunchado de sus elementos por medio de vigas centradoras para así crear un nexo de unión entre ellos y reducir en la medida de lo posible estos asientos.

También se considera necesario realizar un recalce del edificio para detener los asientos que han motivado en buena parte la aparición de grietas ya que el extracto sobre el que apoya el edificio son rellenos y arcillas limosas, en cualquiera de los dos casos no son aptos para soportar grandes cargas permanentes, por lo que deberán transmitirse las cargas a un nivel más resistente como es el sustrato rocoso triásico formado por arcillas limosas firmes el cual se encuentra a una profundidad de entre 2,3m y 3,2m y continúa en profundidad hasta donde llegan los sondeos.

#### SISTEMA DE RECALCE “JET-GROUTING”

El “jet-grouting” consiste en la inyección de una mezcla a presión muy elevada, a través de inyectores situados en el extremo del varillaje.

La proyección de la mezcla a gran velocidad debido a la presión empleada corta el terreno y vuelve a mezclarlo, confiriéndole un nuevo orden estructural. El resultado en cada uno de los puntos de trabajo es crear una columna de terreno cementado que mejora la transmisión de las cargas al terreno.

Debido a la versatilidad, economía y rapidez hace de este sistema uno de los más utilizados para recalces de construcciones antiguas

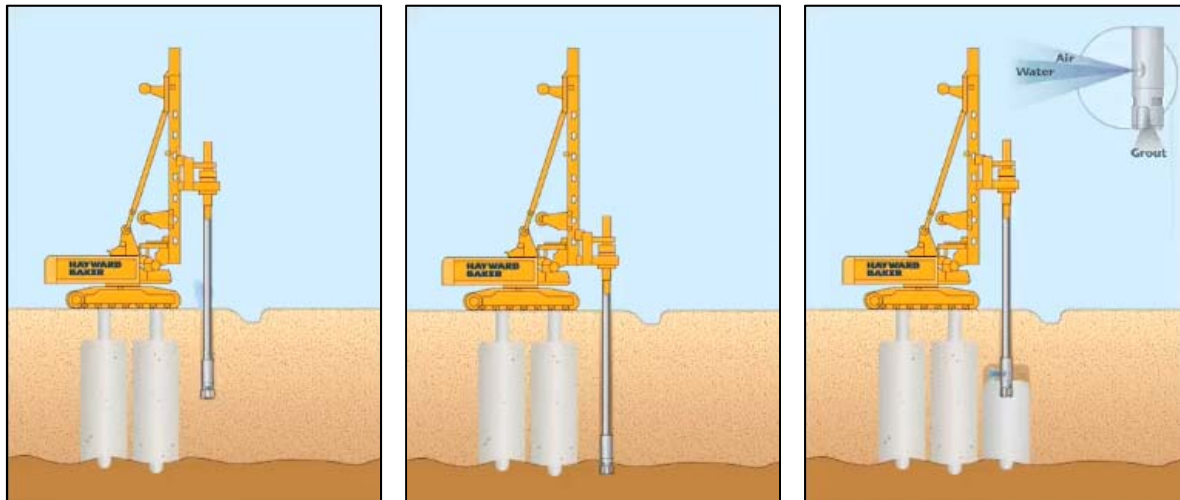


Figura 98: Sistema de recalce "Jet-Grouting"



## 3.4.- PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

### 3.4.1.- MANTENIMIENTO DE LA IGLESIA

Para poder realizar un mantenimiento adecuado, y permitir el acceso a la zona superior de la Iglesia, se ha decidido que la solución más práctica y económica es la de instalar unas escaleras de gato con protección de espalda en distintos lugares para salvar así las distintas alturas existentes en las partes altas de la Iglesia.

Este tipo de escalera se caracteriza por la protección mediante un marco circular compuesto por anillos metálicos, lo que garantiza la seguridad del trabajador o usuario que tenga que utilizarla para ascender a ciertas alturas de la Iglesia.

Estas escaleras sirven tanto para interiores como para exteriores, lo que las hacen idóneas para cualquier situación y principalmente para acceso a zonas altas cuando se realizan tareas de mantenimiento en tejados, terrazas, azoteas, etc. Por lo tanto, se suelen utilizar habitualmente para que el trabajador que va a desarrollar distintas tareas de mantenimiento pueda acceder a zonas altas con una seguridad total de este.

Existente diferentes acabados, entre los que se encuentra el acabado en aluminio y acero galvanizado. Además existe una amplia gama de accesorios disponibles para este tipo de escaleras, entre los que se encuentran la plataforma intermedia, la puerta de seguridad, la salida con base, la pieza de anclaje al suelo, etc.

La altura máxima a la que se puede acceder con esta escalera es de 10,70 metros, debiendo sobresalir 1,10 metros de la zona de acceso, para permitir así un acceso cómodo y seguro por parte de los distintos usuarios, por lo que la altura de subida o de desembarco máxima es de 9,60 metros.

Por lo tanto, como las alturas en la Iglesia de la Inmaculada Concepción en ningún momento son superiores a estas, se puede determinar que la solución escogida es idónea para poder realizar un correcto mantenimiento en dicha Iglesia.

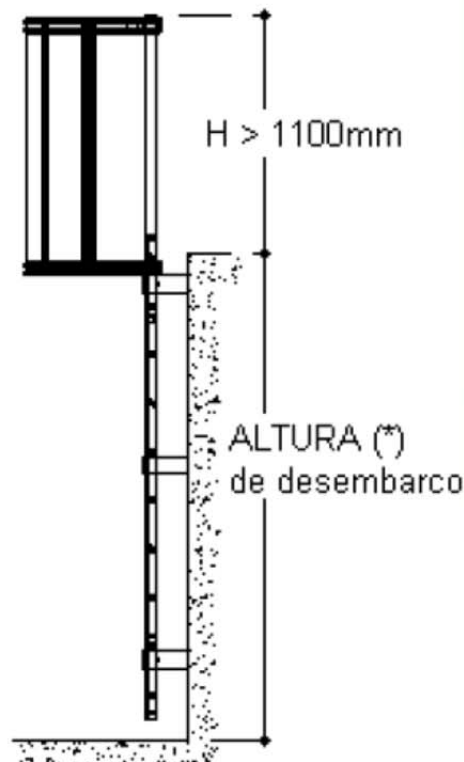
Las características de la escalera fija con protección de espalda son las que se indican a continuación:



**Escalera Fija con protección de espalda**

Escalera de "gato" para interior y exterior en aluminio natural.

- **Tramo escalera:** de aluminio natural; Largueros: perfil de 60 x 25 mm  
Peldaños estriados: de 30 x 30 mm
- **Pieza de sujeción a pared:** acero galvanizado por inmersión; distancia eje peldaño a pared = 200 mm.
- **Barandilla recta de salida:** de acero galvanizado por inmersión; tubo de 60x25
- **Aro protector de espalda:** de aluminio natural; diámetro: 700 mm; distancia vertical entre aros: 1.400 mm.
- **Tirante protector de espalda,** pletina de 65x3 mm
- **Paso entre peldaños:** 280 mm

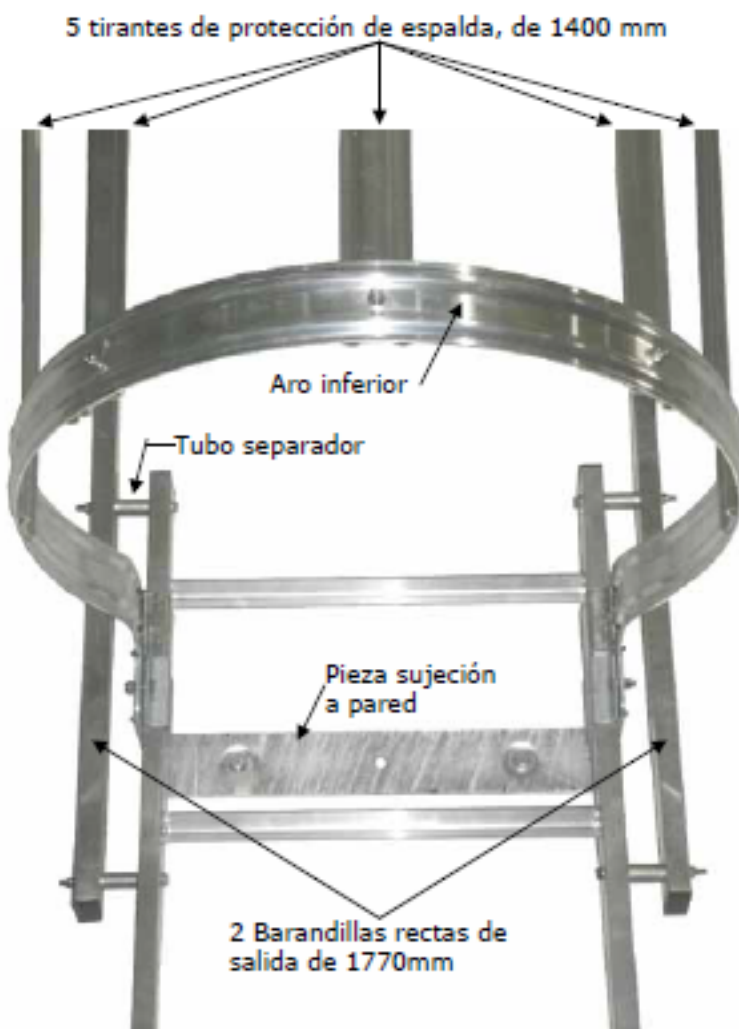




DETALLE: unión Aro superior a Barandilla recta de salida (colocar las tuercas siempre en la parte exterior del Aro)



DETALLE: unión Pieza sujeción a pared a Escalera



DETALLE: unión Tramo recto de escalera a Barandilla recta de salida



Kit de unión entre dos Tramos rectos de escalera, cuando por la altura se requiera

### Fijación a la pared

- La distancia máxima entre Piezas de sujeción a pared debe ser 2000 mm
- Cada Pieza de sujeción a pared llevará DOS anclajes. Cada anclaje deberá resistir un esfuerzo a tracción de al menos 1,5 kN ( 150 kg)
- Los anclajes deberán ser los adecuados para el tipo de pared y autorizados por la Dirección de Obra
- La escalera estandar NO apoya en el suelo. Distancia del primer peldaño al suelo y del último peldaño a la altura del desembarco, deberá ser igual ó menor a 280 mm.

Otro elemento indispensable para realizar trabajos en las cubiertas es la línea de vida, este elemento puede colocarse como elemento temporal para realizar un trabajo o como se propone en este caso colocarlo de modo que su colocación sea permanente para utilizarlo en cada uno de los instantes que sea necesario acceder a la cubierta ya que esta debido a su gran superficie necesita un mantenimiento constante. También es necesario realizar un mantenimiento periódico del alumbrado nocturno colocado en la cubierta.

El sistema se compone por un cable de acero anclado a la cubierta por medio de un soporte que regula la tensión del cable. La colocación de este elemento se hará a lo largo de la cumbrera ya que es el punto más alto de los faldones de la cubierta, asegurándonos así la seguridad en toda la superficie.

El usuario que desee acceder a la cubierta deberá ir previsto de un arnés de seguridad integral al que pueda anclarse una cinta doble. Este tipo de cintas asegura que en ningún momento el usuario quede libre de anclaje a la hora de cambiar el arnés de una línea a otra, ya que al llevar dos líneas el operario podrá anclar una y después desanclar la otra.

Los elementos necesarios para el uso correcto del sistema de línea de vida son los siguientes:



Figura 99: Cable de acero con soporte a cubierta



Figura 100: Arnés de seguridad integral



Figura 101: Cinta de doble gancho

## CARACTERÍSTICAS

**CINTA:** Poliéster 1" de ancho con esfuerzo mínimo de 22.2 KN.




**GANCHOS:** (2 x 1/4") doble bloqueo cumplen con los requerimientos de la norma para aceros, los cierres son probados a 16 KN.

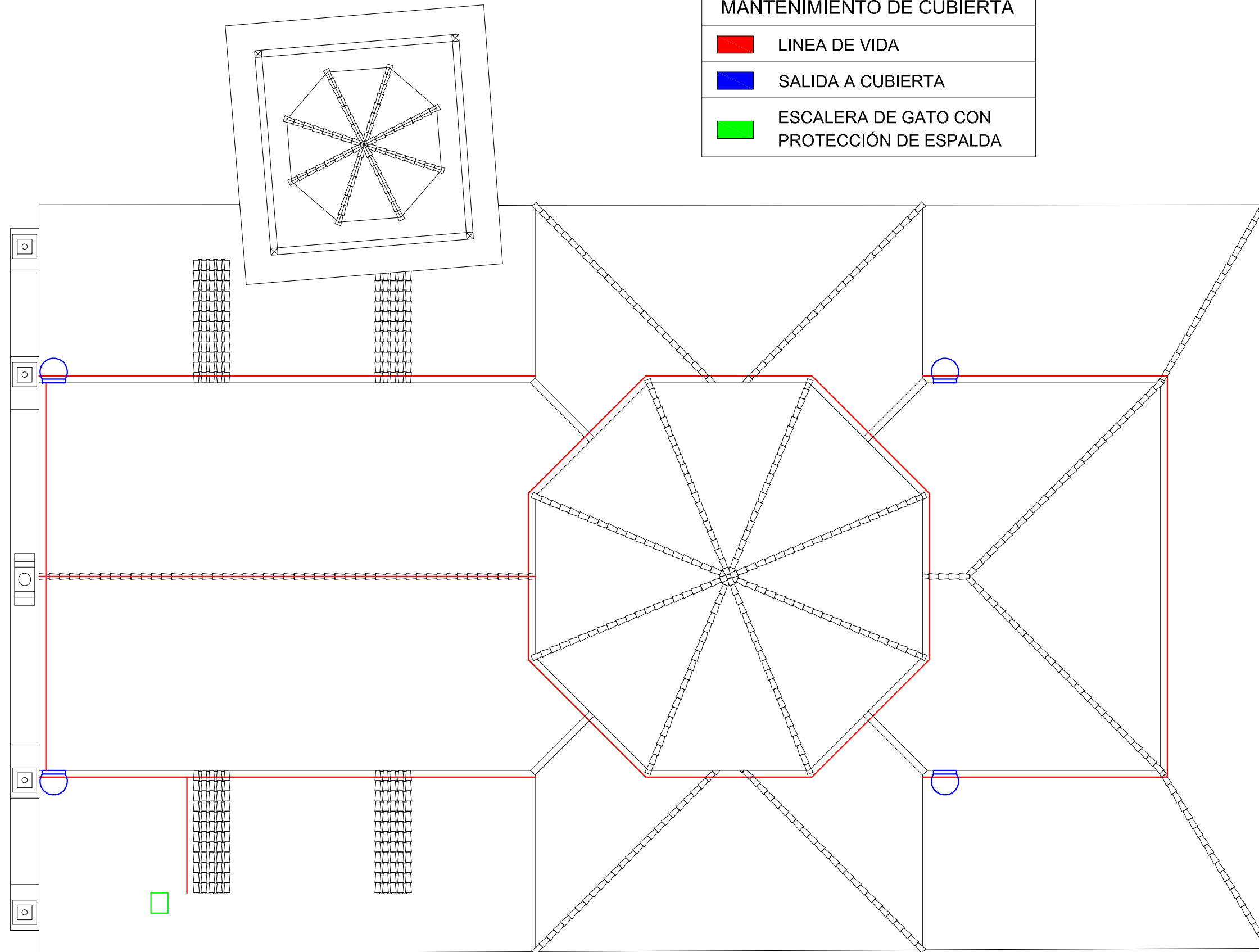
**AMORTIGUADOR DE IMPACTO:** Tipo paquete de poliéster, esfuerzo máximo aplicado sobre trabajador 4 KN.

**PESO MÁXIMO DE TRABAJO:** 140 kg.



### MANTENIMIENTO DE CUBIERTA

-  LINEA DE VIDA
-  SALIDA A CUBIERTA
-  ESCALERA DE GATO CON PROTECCIÓN DE ESPALDA



### **3.4.2.- MANTENIMIENTO DE LA TORRE**

Respecto al mantenimiento de la Torre, para poder realizar este, y debido a su falta de estabilidad y el alto riesgo de desprendimientos de la escalera existente, en primer lugar es necesario eliminar la escalera existente.

Se pensó en la colocación de un andamio de aluminio con escalera interna ya que el técnico de mantenimiento asciende a la parte más alta de la Torre de forma esporádica por lo que este tipo de solución es idónea debido al poco uso que se le va a dar.

Además en caso de necesitar eliminar dicho andamio, debido a que este permite el desmontaje, se podría eliminar de forma momentánea para la realización de otros trabajos o de forma permanente, lo que nos permite una gran versatilidad con la elección de este diseño.

Las dimensiones que se ha escogido para este andamio de aluminio, y debido a que el espacio existente en la Torre no es un problema a la hora de elegir el andamio pertinente se optó por el de 1,35 metros de ancho y 2,50 metros de largo.

Este tipo de andamio nos permite una entrada cómoda, al igual de tanto el ascenso como el descenso ya sea si estamos manipulando algún tipo de carga o no.

Por todo lo anterior y gracias a las características que se pueden ver en la ficha técnica del andamio con escalera interna se decidió inicialmente inclinarse en este primer momento por este tipo de andamio. A continuación se adjunta su ficha técnica:

**Z 600 Andamio de aluminio con escaleras interiores**

- Anchura de andamio: 1,35 m; Medidas de andamio disponibles: 1,80 m; 2,50 m.
- Para alturas de trabajo de 4,50 m hasta 12,35 m.
- Homologado según DIN EN 1004 grupo de andamios clase 3, (peso de carga hasta 200 kg/m<sup>2</sup>) en función del tamaño de plataforma desde 486 kg hasta máx. 675 kg.
- Ruedas de serie: ruedas móviles de 200 mm Ø con husillo (Ref. 42 917) para graduar al milímetro los desniveles.
- Bajo pedido se pueden sustituir por ruedas más pequeñas y económicas pero con restricciones en alturas de trabajo.
- Entrada ancha y cómoda.
- Distancia entre plataformas: 2,00 m.
- Escaleras con peldaños de 100 mm de fondo.
- Pasamanos en la parte exterior.



Medida de plataforma 1,35 x 1,80 m						
Altura de trabajo <sup>1)</sup>	m	4,50	6,45	8,40	10,40	12,35
Altura de andamio	m	3,50	5,45	7,40	9,40	11,35
Altura de plataforma	m	2,50	4,45	6,40	8,40	10,35
Peso	kg	123,7	206,2	258,9	311,6	364,3
Referencia		53023	53043	53063	53083	53003

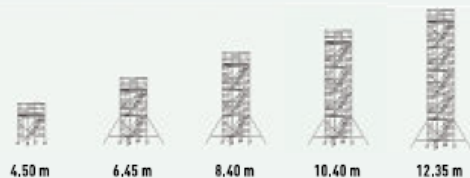
Medida de plataforma 1,35 x 2,50 m						
Altura de trabajo <sup>1)</sup>	m	4,50	6,45	8,40	10,40	12,35
Altura de andamio	m	3,50	5,45	7,40	9,40	11,35
Altura de plataforma	m	2,50	4,45	6,40	8,40	10,35
Peso	kg	143,4	236,9	300,4	363,9	427,4
Referencia		53024	53044	53064	53084	53004

**Despiece y contrapesos**

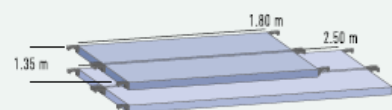
Medida de plataforma	m	1,35 x 1,80 m				1,35 x 2,50 m						
		4,50	6,45	8,40	10,40	4,50	6,45	8,40	10,40	12,35		
Despiece	Ref.	53023	53043	53063	53083	53024	53044	53064	53084	53004		
Marco andamio	42928	1	1	1	1	42928	1	1	1	1		
Marco andamio 2,00 m	42901	1	3	5	7	9	42901	1	3	5	7	9
Marco barandilla 1,00 m	42903	2	2	2	2	2	42903	2	2	2	2	2
Barandilla longitudinal	42955	2	3	4	5	6	42956	2	3	4	5	6
Plataforma con trampilla	42970	1	1	1	1	1	42860	1	1	1	1	1
Plataforma sin trampilla	42932	1	2	3	4	5	42930	1	2	3	4	5
Rodapié frontal	42911	2	2	2	2	2	42911	2	2	2	2	2
Rodapié lateral	42943	2	2	2	2	2	42914	2	2	2	2	2
Escalera	42961	1	2	3	4	5	42861	1	2	3	4	5
Barandilla escalera	42929	-	1	2	3	4	42862	-	1	2	3	4
Barandilla escalera superior	42939	1	1	1	1	1	42863	1	1	1	1	1
Tirante diagonal	42937	1	2	3	4	5	42908	1	2	3	4	5
Tirante horizontal	42935	2	2	2	2	2	42907	2	2	2	2	2
Estabilizador lateral	42926	-	4	4	4	4	42926	-	4	4	4	4
Rueda móvil con husillo Ø 200 mm	42917	4	4	4	4	4	42917	4	4	4	4	4
Estribo	42940	1	1	1	1	1	42940	1	1	1	1	1
Contrapesos		Nº de contrapesos en cada rueda o pata a colocar en el estabilizador lateral										
En interiores	42912	2	0	0	0	1	42912	2	0	0	0	0
En exteriores		2	0	2	x	x		2	0	0	x	x

- <sup>1)</sup> Con husillo de la rueda (Ref. 42917) extendido al máximo. (Rango de regulación: 30 cm.)
- Observen las indicaciones del manual de montaje en relación a los contrapesos.

**Altura de trabajo**



**Medida de plataforma**





Como se puede observar en la ficha técnica anterior, según esta la altura máxima de montaje en estas condiciones es de 12,35 metros, por lo que la altura a salvar es mayor que esta y existe la necesidad de modificar el diseño o bien optar por otra solución que resuelva la altura a que se desea ascender para poder realizar el mantenimiento necesario en la Torre.

Por lo tanto, la solución final a adoptar será la colocación del andamio de aluminio con escalera interior, que se ha detallado y se ha descrito anteriormente, pero con la salvedad de que cada 2,5 metros este se ancla al paramento vertical mediante pernos adecuados, lo que asegura en todo momento la estabilidad del conjunto.

Gracias a esta medida técnica y con el sistema descrito anteriormente se puede alcanzar la altura necesaria para realizar el mantenimiento necesario en la Torre de la Iglesia de la Inmaculada Concepción del municipio de Arcos de las Salinas (Teruel).

Debido al alto coste que este método supondría se ha decidido desecharlo, optando por una solución más económica, pero garantizando que dicha solución fuera al menos igual de segura que la solución descrita anteriormente.

El método escogido cumpliría las condiciones de seguridad, durabilidad y economía es la ejecución de una nueva escalera de obra realizada con el sistema de bóveda tabicada compuesta por dos roscas con acabado de yeso en la parte inferior y enlucido de cemento en los peldaños para aumentar su resistividad al roce.

La estructura abovedada hace que las cargas se repartan teniendo como únicos puntos de apoyo los descansillos, debiendo estar estos anclados a los muros de la Torre. El peldañado se ejecuta mediante ladrillo hueco sobre la bóveda de dos roscas.

Por último se enlucen con mortero de yeso por la parte inferior y con mortero de cemento en la parte superior para aumentar la resistencia al desgaste por su uso.



Figura 102: Escalera tabicada de dos roscas.

Para asegurar a los usuarios que utilicen la escalera y evitar su caída al vacío se colocará en esta una barandilla provista de pasamanos a una altura de un metro, con listón intermedio y otro en la parte inferior. También se colocaran montantes cada dos peldaños para rigidizar la estructura. Todos ellos serán de hierro tratados con pintura que evite su corrosión con el fin de economizar al máximo, sin perder en calidad ni seguridad, ya que es una escalera la cual se le da poco un uso.

## 4.- BIBLIOGRAFIA

- Aragón. Patrimonio cultural restaurado. 1984/2009: Bienes restaurados por la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón
- Un patrimonio en apuros. Heraldo de Aragón. 13/08/2010 p. 13
- Manual del Restauo Arquitectónico. Varios autores
- Técnicas de Intervención en el Patrimonio Arquitectónico. Manuel Jesús Ramírez Blanco
- Página Web del Instituto Geográfico Nacional. Servicio de Información Sísmica
- Página Web del Ministerio del Interior. Listado de Bienes de Interés Cultural (BIC)
- Página Web del Instituto Nacional de Estadística <http://www.ine.es>
- Página Web de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) <http://www.aemet.es>
- Página Web de la empresa <http://www.escalerasyandamios.com>
- Página Web de la empresa <https://www.esmelux.com/>
- Página Web de la empresa <http://www.industriasecurity.com/>

## ANEXOS

---

## ANEXO I: ESTUDIO GEOTÉCNICO

---

Anexo I.A.- MUESTRAS DE LOS SONDEOS REALIZADOS



Anexo I.B.- CORTE DE LOS SONDEOS Y LA CALICATA

CONSULTORES TECNICOS ASOCIADOS S.A.L					GRAFICO Nº	93011/03
CLIENTE : DIPUTACION GENERAL DE ARGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION					VERIFICADO	
DESIGNACION					SONDEO Nº	ESCALA:
<b>CORTE DEL SONDEO</b>					1 (v)	1/100
TIPO PERFORAC.	PROFUND. m.	ESPESOR CAPAS	NIVEL FREATICO MUESTRAS	CORTE	ENSAYO STANDARD	DESCRIPCION
	0,00					
ROTACION 115 mm. Ø	0,50	0,50				0,00 - 0,50 m. Rellenos heterogéneos con cascotes y restos de obra. Muy flojo, no compactado
	1,20				15 (5,8,7)	0,50 - 2,60 m. Arcillas limoarenosas pardo-negruczas pasando a rojizas en profundidad. Terreno natural arcilloso, contaminado. De consistencia media-baja
	1,80				20 (9,10,10)	
	2,60	2,10			45 (15,22,25)	2,60 - 8,00 m. Paso a arcillas marrón-rojizas de semiconsistentes a consistentes, algo contaminadas al principio, muy firmes y con trazas de yeso sacaroideo, en profundidad..
	2,70		11 12 		R (20,28,31)	
	3,45		12 		R (> 50)	
	4,80					
	6,25					
8,00	5,40					

(v) SONDEO VERTICAL

NO SE REGISTRA NIVEL FREATICO

MUESTRA DE TESTIGO PARAFINADA

11 12  
 MUESTRA DE TESTIGO INALTERADA

12  
 MUESTRA DE TESTIGO INALTERADA

20 ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (golpeo)  
(9,10,10)

R RECHAZO EN ENSAYO DE PENETRACION (golpeo)  
(> 50)

CONSULTORES TECNICOS ASOCIADOS S.A.L				GRAFICO Nº 93011/04			
CLIENTE : DIPUTACION GENERAL DE ARGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION				VERIFICADO			
DESIGNACION				CORTE DEL SONDEO			
				SONDEO Nº 2 (i - 15°)			
				ESCALA: 1/100			
TIPO PERFORAC.	PROFUND. m.	ESPESOR CAPAS	NIVEL FREATICO	MUESTRAS	CORTE	ENSAYO STANDARD	DESCRIPCION
	0.00	0.60					0,00 - 0,60 m. Rellenos heterogéneos con cascotes y restos de obra. Muy flojo, no compactado
	1.40	0.80					0,60 - 1,40 m. Arcillas fangosas pardo-negruzcas. Terreno arcilloso flojo, alterado, contaminado. Muy poco consistente.
	1.80	0.40					1,40 - 1,80 m. Nivel arenosos-arcilloso marron-rojizo, húmedo muy contaminado, de consistencia media-baja
	2.30	0.50					1,80 - 2,30 m. Arcillas fangosas pardo-negruzcas. Terreno arcilloso flojo, alterado, contaminado poco consistente.
	6.00	3.35					2,30 - 6,00 m. Paso a arcillas marrón-rojizas de semiconsistentes a consistentes, muy firmes y con trazas de yeso sacaroideo, en profundidad..

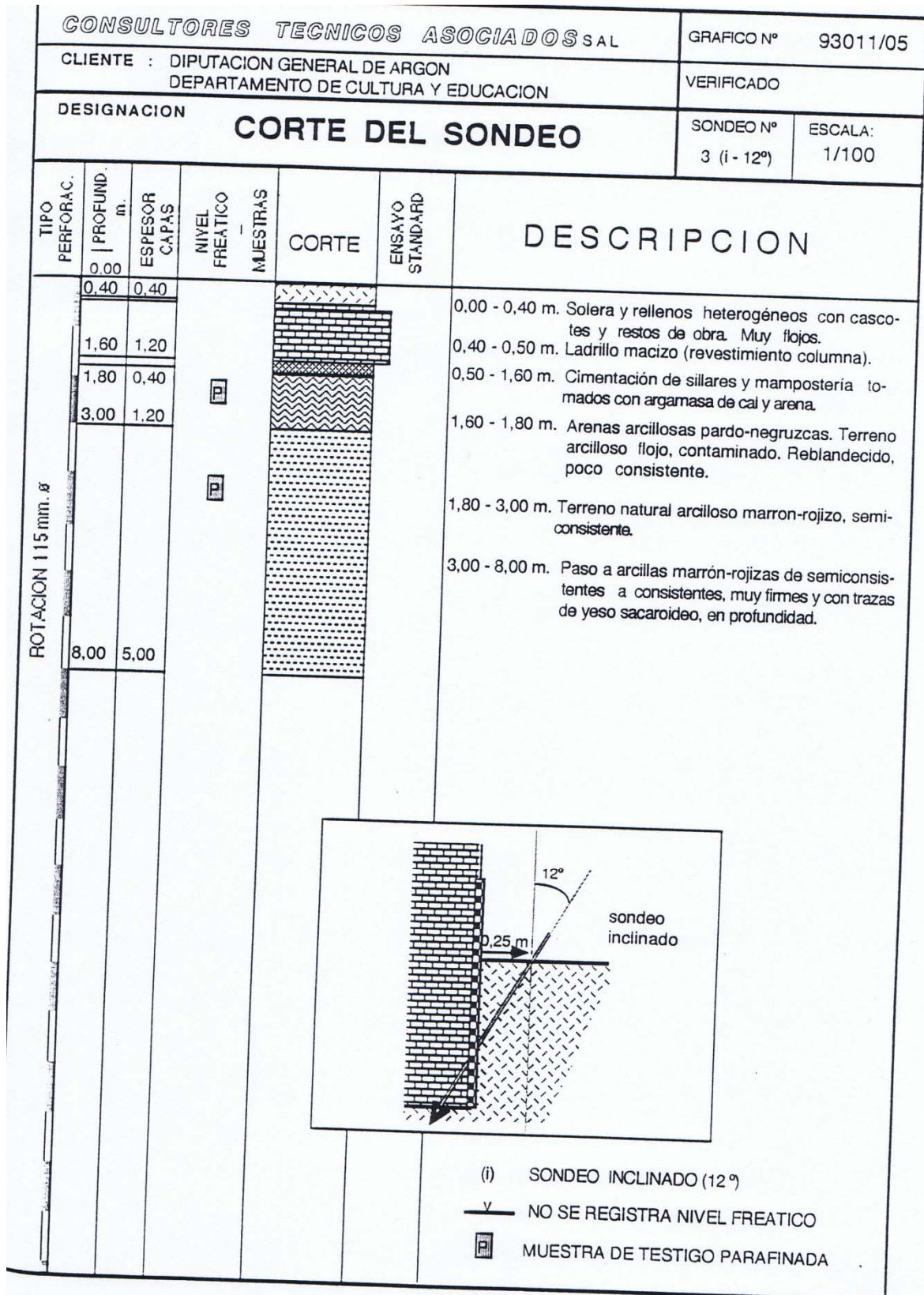
sondeo inclinado

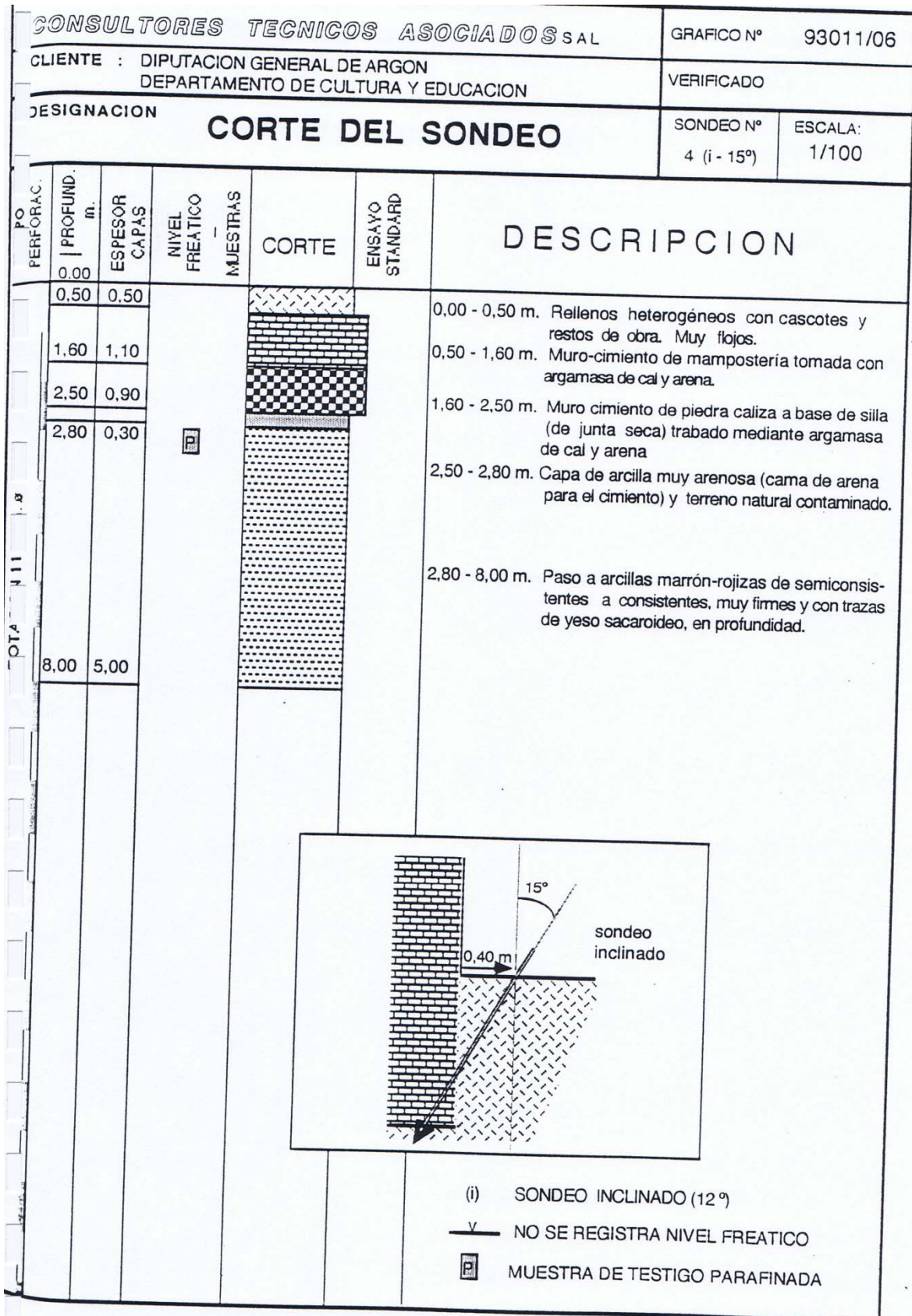
(i) SONDEO INCLINADO (15°)

— NO SE REGISTRA NIVEL FREATICO

MUESTRA DE TESTIGO PARAFINADA







CONSULTORES TECNICOS ASOCIADOS SAL				GRAFICO Nº 93011/07		
CLIENTE : DIPUTACION GENERAL DE ARGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION				VERIFICADO		
DESIGNACION				SONDEO Nº		
CORTE DEL SONDEO				5 (v)		
				ESCALA: 1/100		
TIPO PERFORAC.	PROFUND. m.	ESPESOR CAPAS	NIVEL FREATICO MUESTRAS	CORTE	ENSAYO STANDARD	DESCRIPCION
	0.00					
	0.40	0.40				0,00 - 0,40 m. Solera de hormigón pobre.
	1.20	0.80			2 2 (8,10,12)	0,00 - 1,20 m. Rellenos heterogéneos con cascotes y restos de obra. Muy flojo, no compactado
	2.00		10 15			
	2.45		18		5 9 (13,28,31)	1,20 - 3,20 m. Arcillas limoarenosas pardo-negruczas pasando a rojizas en profundidad. Terreno natural arcilloso, muy humedo, contaminado. De consistencia media-baja aumentando en el primer metro de profundidad.
	3.20	2.00				
	5.00				R (20,28,31)	3,20 - 8,00 m. Paso a arcillas marrón-rojizas de semiconsistentes a consistentes, algo arenosas, húmedas en el primer metro, muy firmes y con trazas de yeso sacaroideo, en profundidad..
	7.00					
	8.60				R (> 60)	
	10.00	6.80				

ROTACION 115 mm. g

(v) SONDEO VERTICAL

— y — NO SE REGISTRA NIVEL FREATICO

MUESTRA DE TESTIGO PARAFINADA




MUESTRA DE TESTIGO INALTERADA

10 15

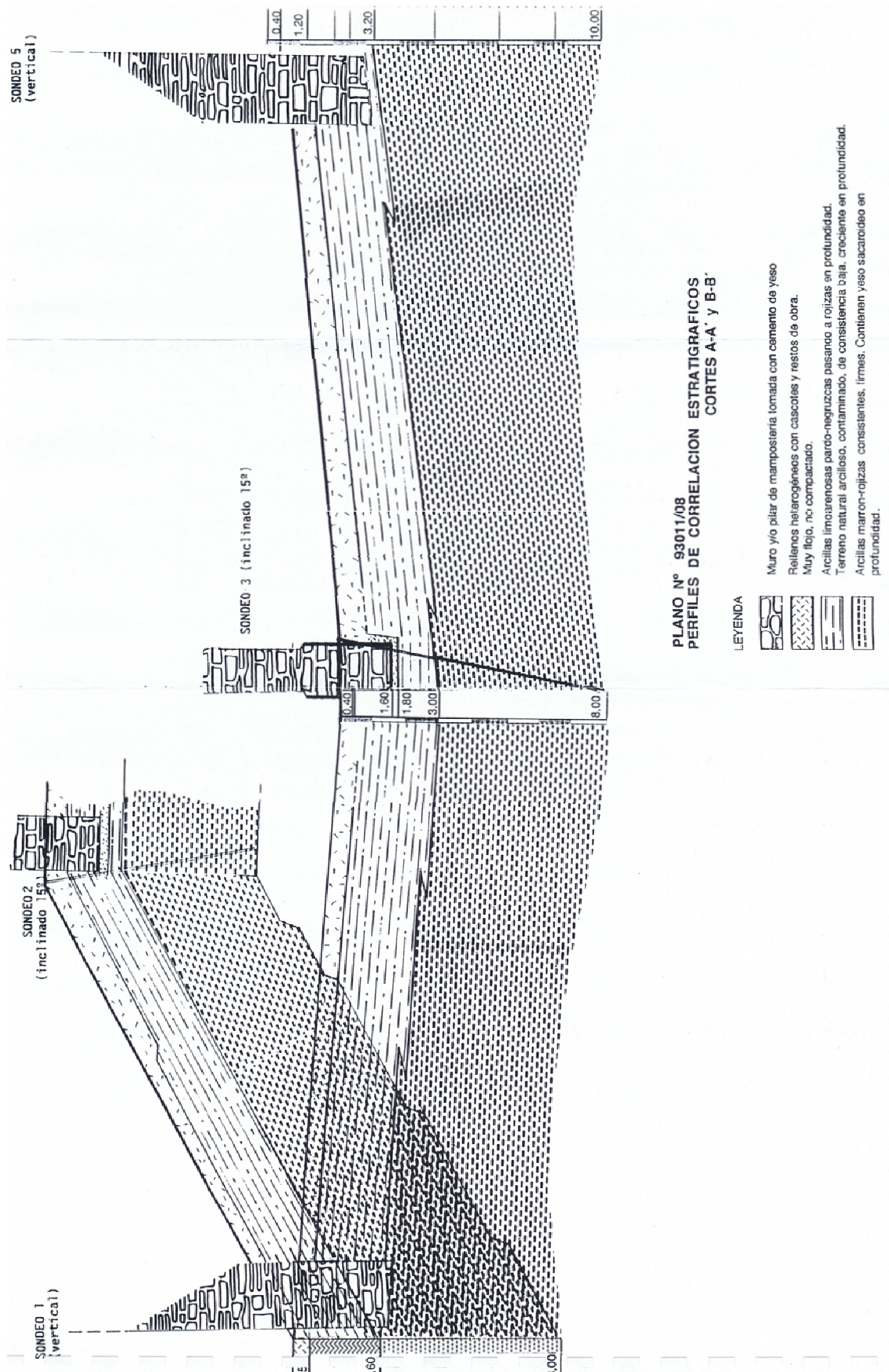
18

2 0 ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (9,10,10) (golpeo)

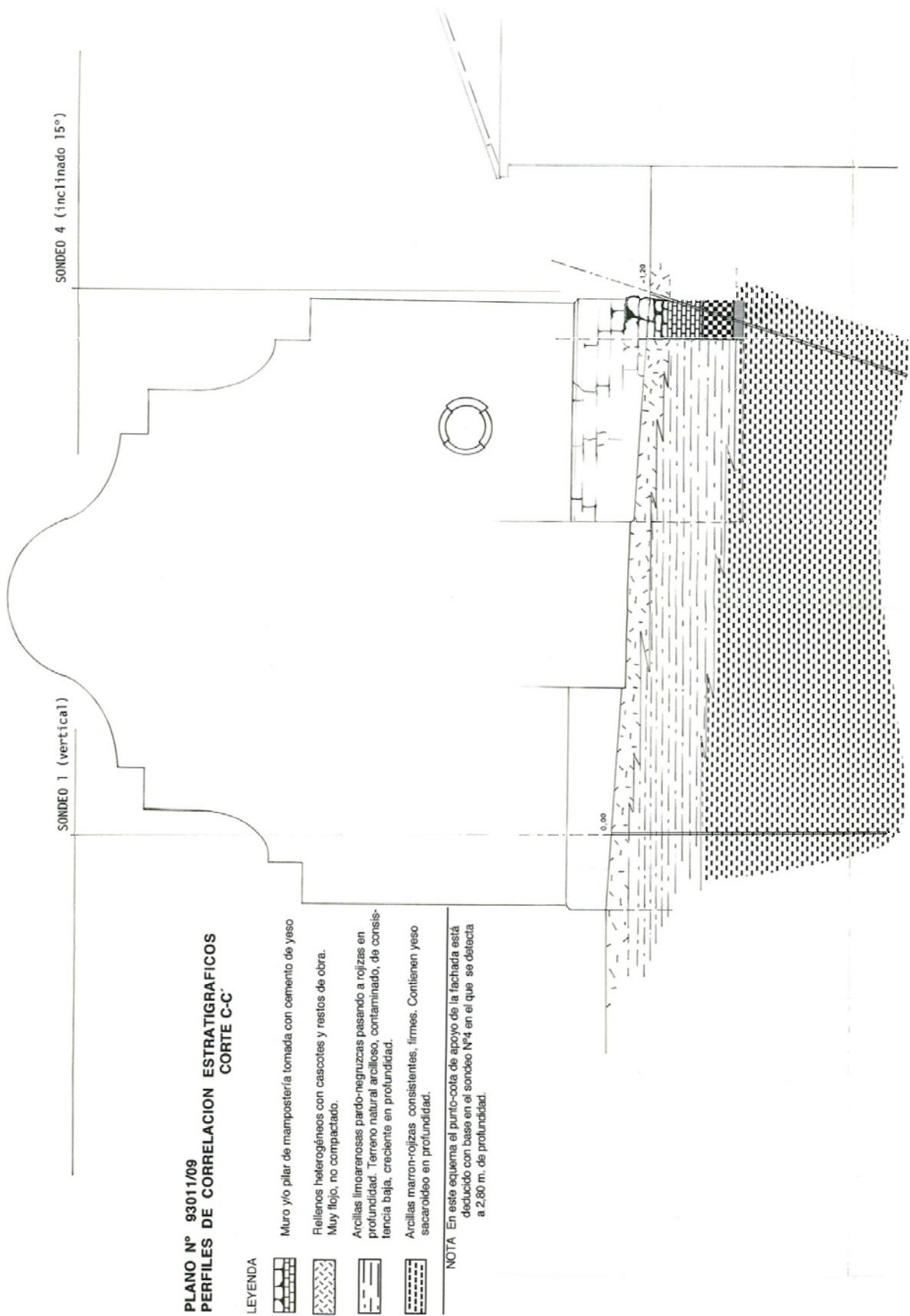
R RECHAZO EN ENSAYO DE PENETRACION (> 60) (golpeo)

CONSULTORES TECNICOS ASOCIADOS S.A.L						PLANO Nº 93011/10
CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION						VERIFICADO
DESIGNACION : <b>CORTE DE LA CALICATA</b>						CATAS nº 1
						ESCALA: 1/50
CATA Nº	PROFUND. m. 0.00	ESPEJOR CAPAS	NIVEL FREATICO	MUESTRA	COLUMNA LITOLOGICA	DESCRIPCION
	0,20	0,20				0,00-0,20 Solera de losas apoyadas sobre un empedrado de cantos de piedra con yeso.
	0,50	0,30				0,20-0,50 Rellenos heterogéneos muy flojos con restos de obra y huesos de enterramientos.
	1,30	0,80				0,50-1,30 Arcillas limosas marrones de semiconsistentes a consistentes en profundidad. Nivel de alteración o capa activa.
<p>NOTA: El muro-cimiento corrido de la columna no termina prolongándose aún en profundidad. Este muro cimiento aparece con una estructura-composición similar a la observada en el resto de la columna: Mampuestos irregulares trabados con argamasa de yeso y asena</p>						

Anexo I.C.- PERFIL ESTRATIGRÁFICO



PLANO Nº 93011/08  
PERFILES DE CORRELACION ESTRATIGRAFICOS  
CORTES A-A' y B-B'



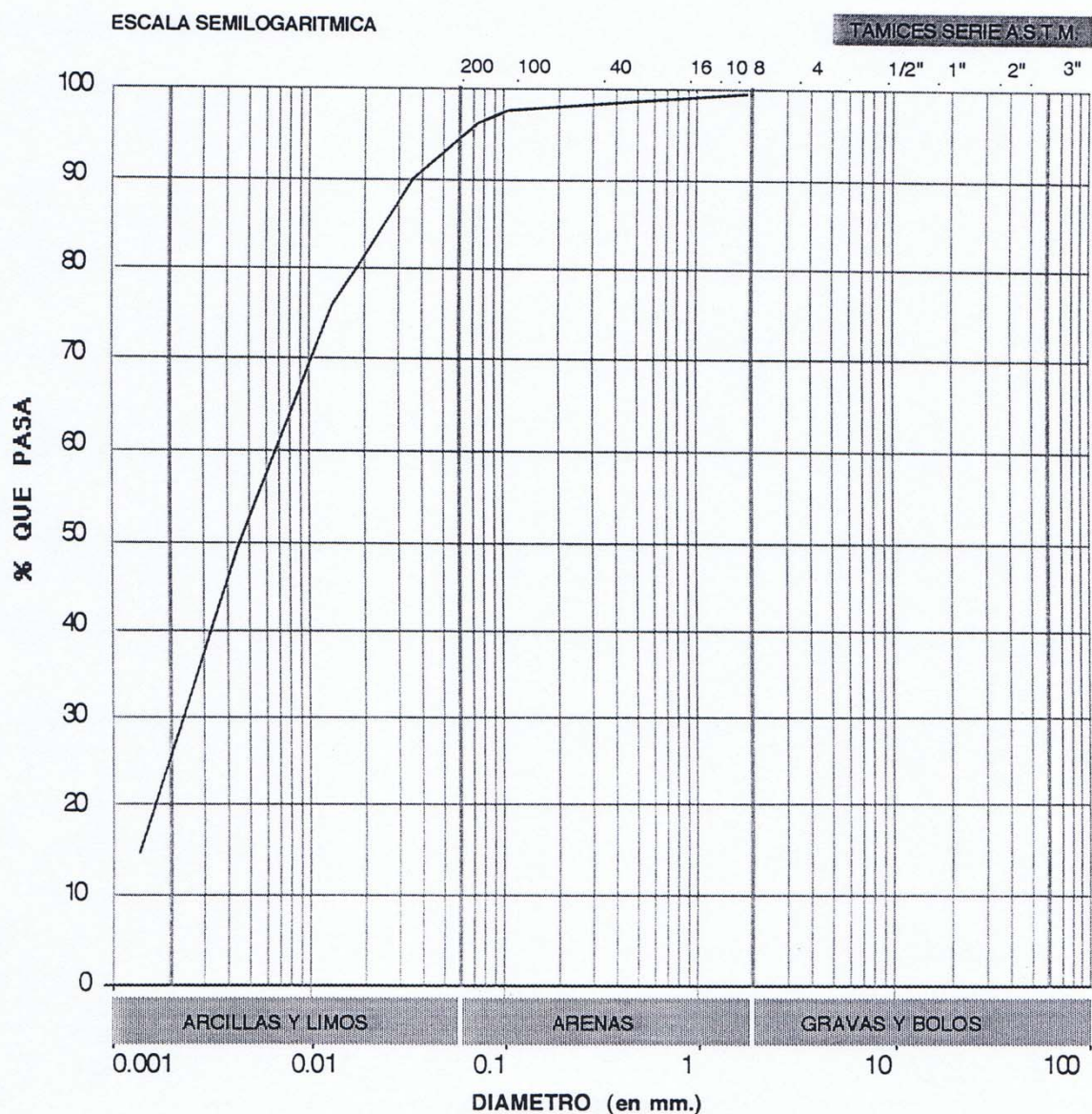
Anexo I.D.- ENSAYOS REALIZADOS

CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION						PLANO Nº 93011/11		VERIFICADO	
CUADRO GENERAL DE ENSAYOS DE LABORATORIO									
SONDEO Nº	1	1	2	3	4	5	5		
MUESTRA Nº	1	2	3	4	5	6	7		
PROFUNDIDAD m.	3,15 - 3,45	4,50 - 4,80	2,00 - 2,30	2,00 - 2,30	2,80 - 3,15	2,00 - 2,35	5,00 - 5,30		
U.S.C.S.									
w (%)	22,5	20,7	23,5	24,8	22,6	24,6	20,3		
$\gamma$ (t/m3)	2,00	2,09	2,00	1,96	2,06	2,04	2,06		
$\gamma_d$ (t/m3)									
$\gamma_s$ (t/m3)	1,63	1,73	1,60	1,57	1,68	1,59	1,71		
WL (%)	46,4	48,3	40,3	45,5	46,8	43,9	49,0		
Wp (%)	18,3	20,8	22,7	25,7	22,8	23,3	22,9		
lp (%)									
pasa T-200 (%)	28,1	27,5	17,6	19,8	24,0	20,6	26,1		
retenido T-4 (%)	96,7	96,7	95,2	95,7	93,6	88,1	92,3		
Cc	0,0	0,0	(*)0,0	0,0	1,7	0,0	0,0		
qu (kg/cm2)	2,86		3,71	2,53	2,76	3,66			
$\epsilon$ (%)	12		13	13	11	11			
c (kg/cm2)									
$\varphi$ (°)									
Ph (kg/cm2)			0,60				0,52		
$\epsilon_h$ (%)			0,75				0,46		0,46
proctor	H opt (%)								
	$\gamma$ máx (t/m3)								
lambe	Cambio potencial de volumen								
	Clasificación								
mat. orgán. (%)									
SO <sub>3</sub> (%)	2,5896		1,983	2,702					
CO <sub>3</sub> Ca (%)									
COLAPSO			(*)	(*)					(*) VER GRAFICO

CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>		

SONDEO Nº: 1  
 PROFUNDIDAD: 3,15-3,45

PASA T - 200 (%): 96.7  
 RETENIDO T - 4 (%): 0.0

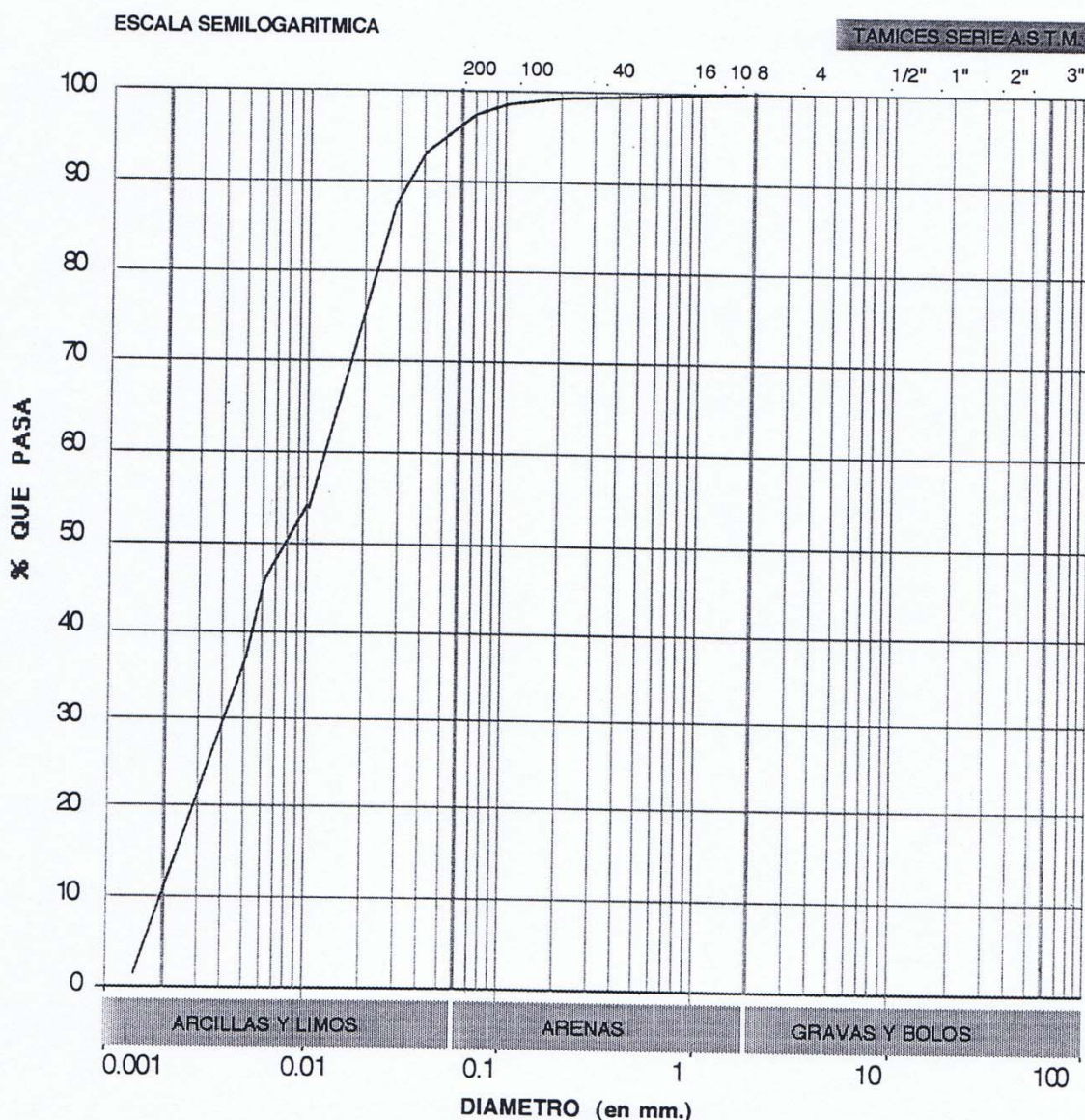




CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>		

SONDEO Nº: 1  
 PROFUNDIDAD: 4,50-4,80

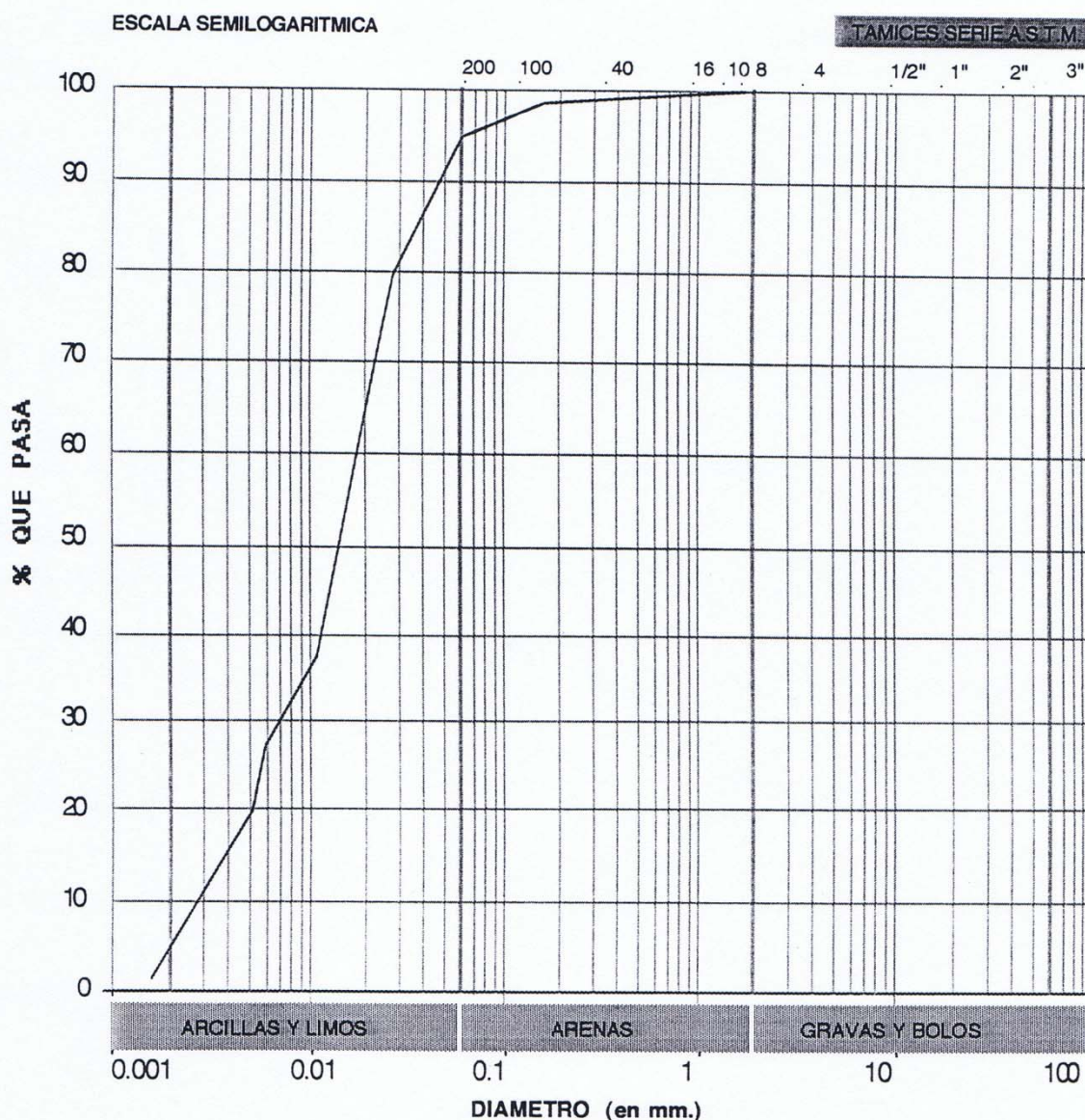
PASA T-200 (%): 96.7  
 RETENIDO T-4 (%): 0.0



CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>		

SONDEO Nº: 2  
 PROFUNDIDAD: 2,00-2,30

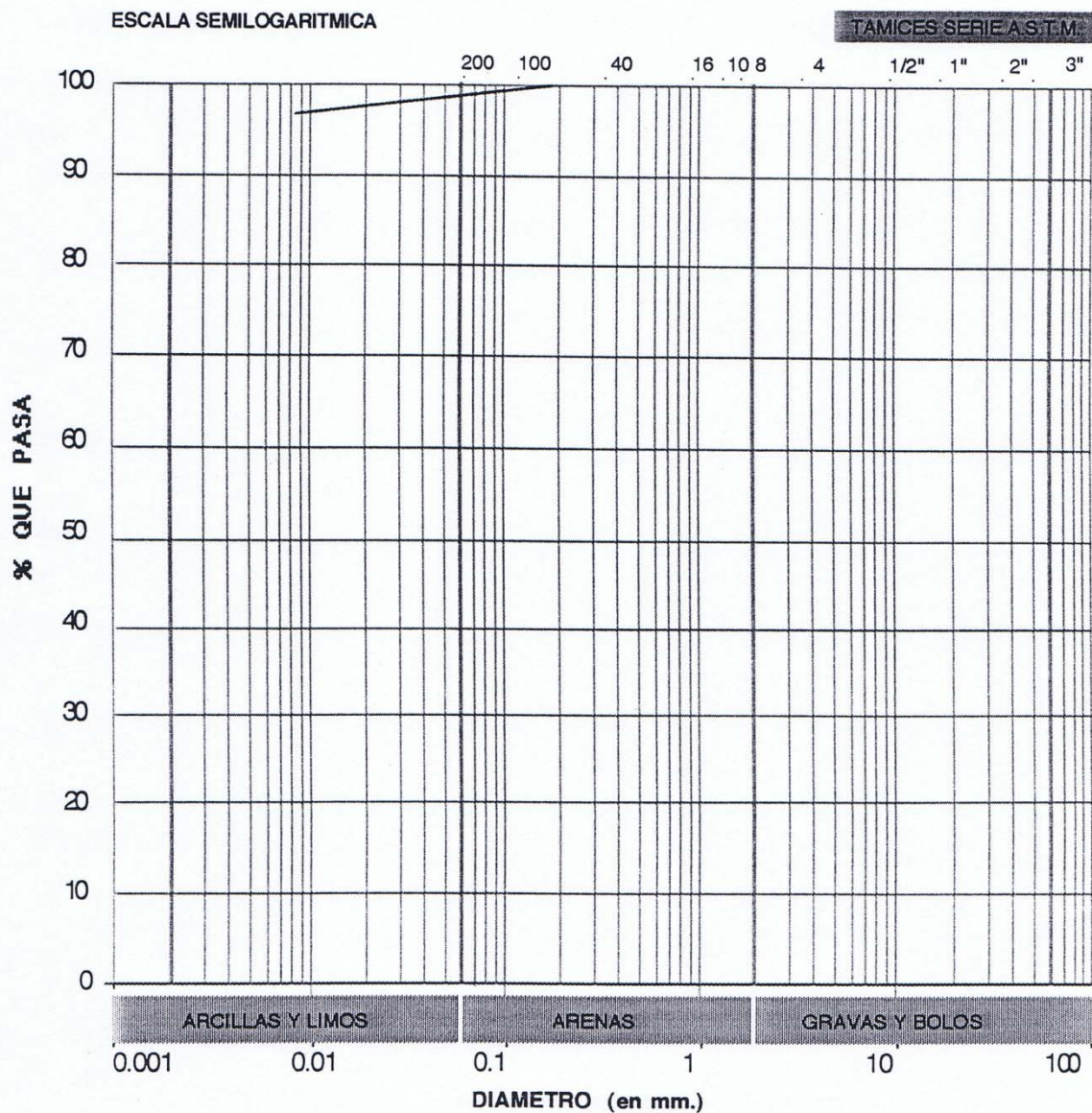
PASA T-200 (%): 95,2  
 RETENIDO T-4 (%): 0,0



CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>		

SONDEO Nº: 3  
PROFUNDIDAD: 2,00-2,30

PASA T-200 (%): 95,7  
RETENIDO T-4 (%): 0.0

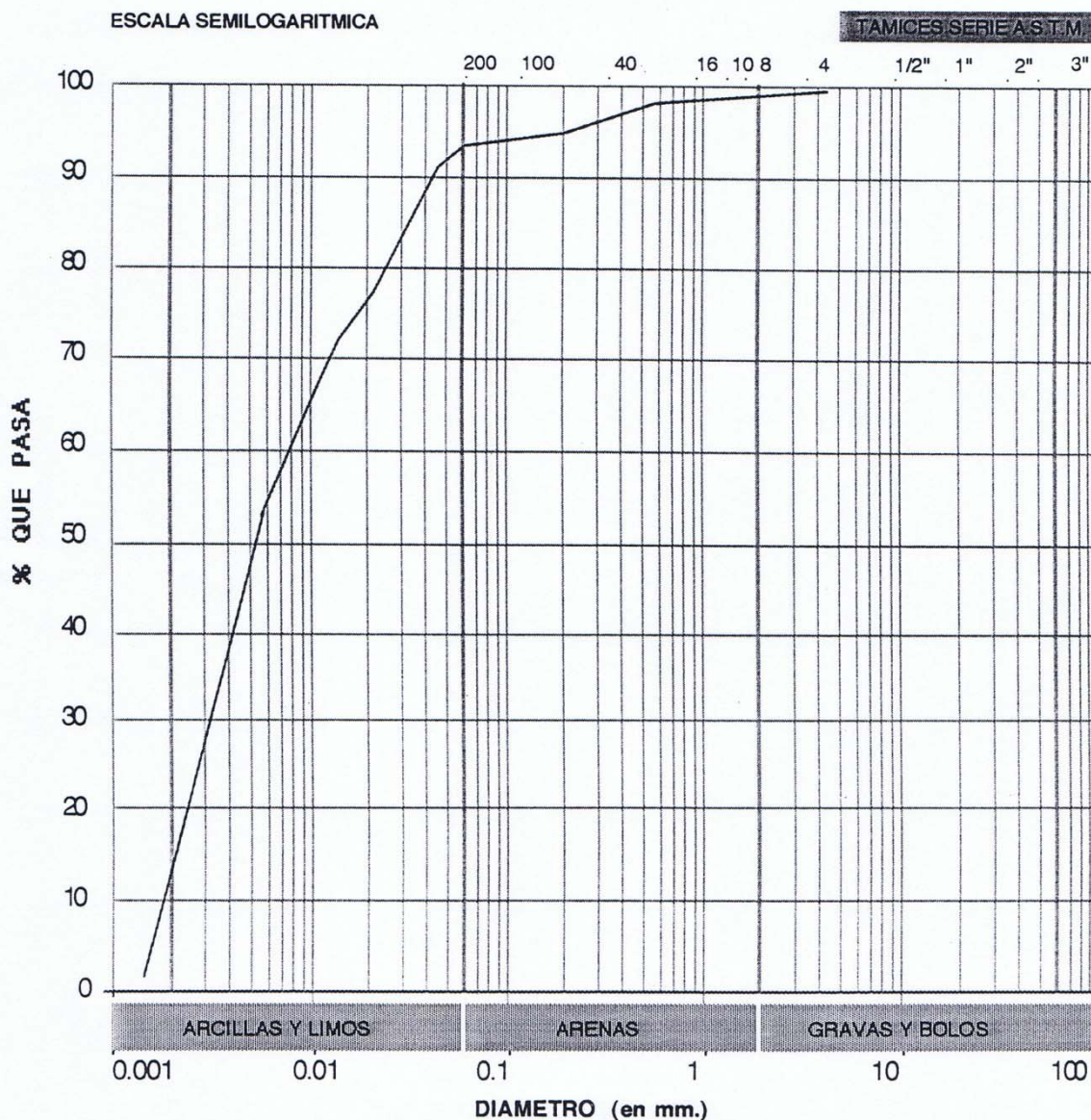


CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>		

SONDEO Nº: *B4*  
 PROFUNDIDAD: 200-230

PASA T-200 (%): *93.6*  
 RETENIDO T-4 (%): *6.4*

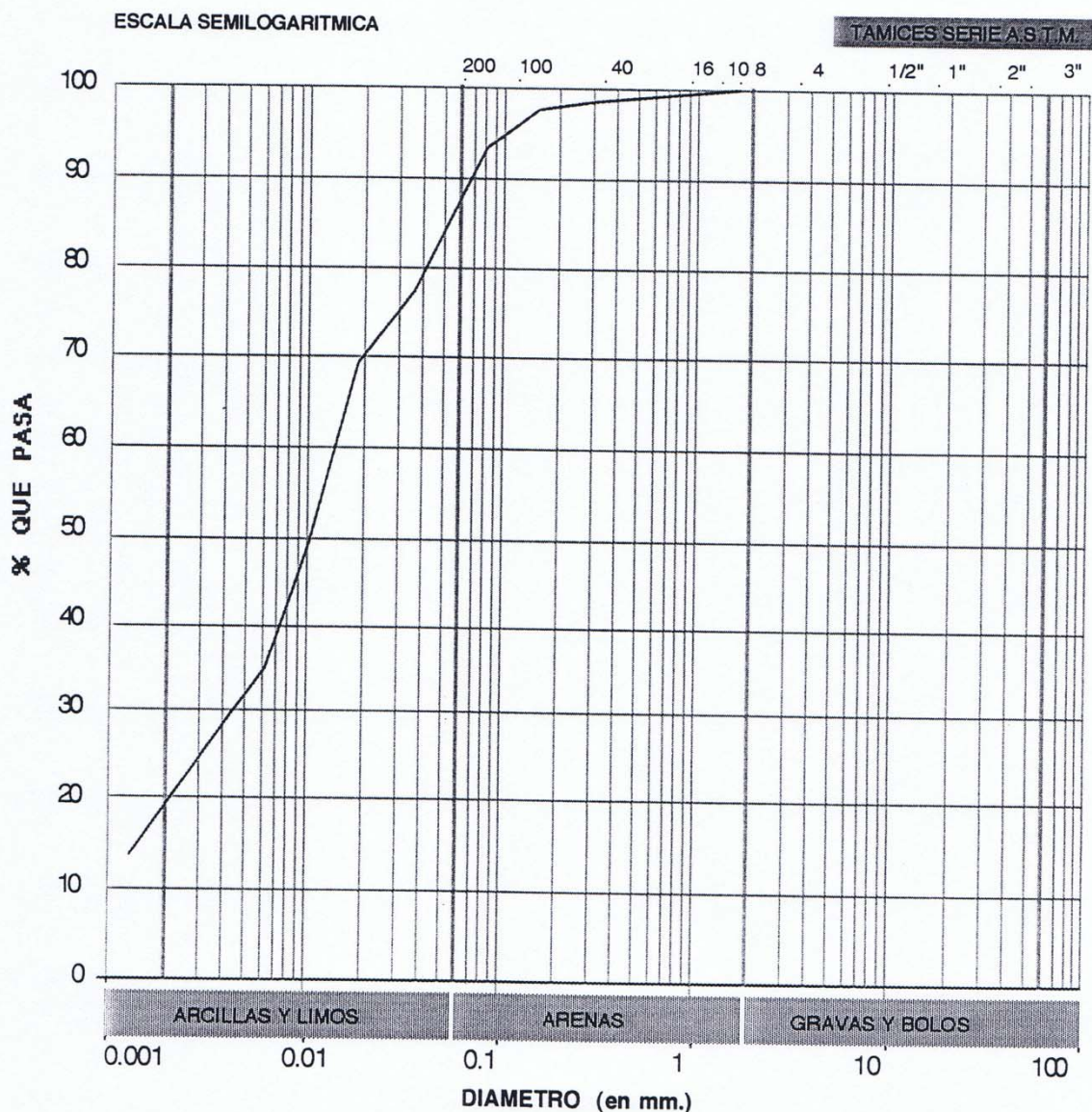
*2.80 - 3.15*



CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>		

SONDEO Nº: 5  
PROFUNDIDAD: 2,00-2,35

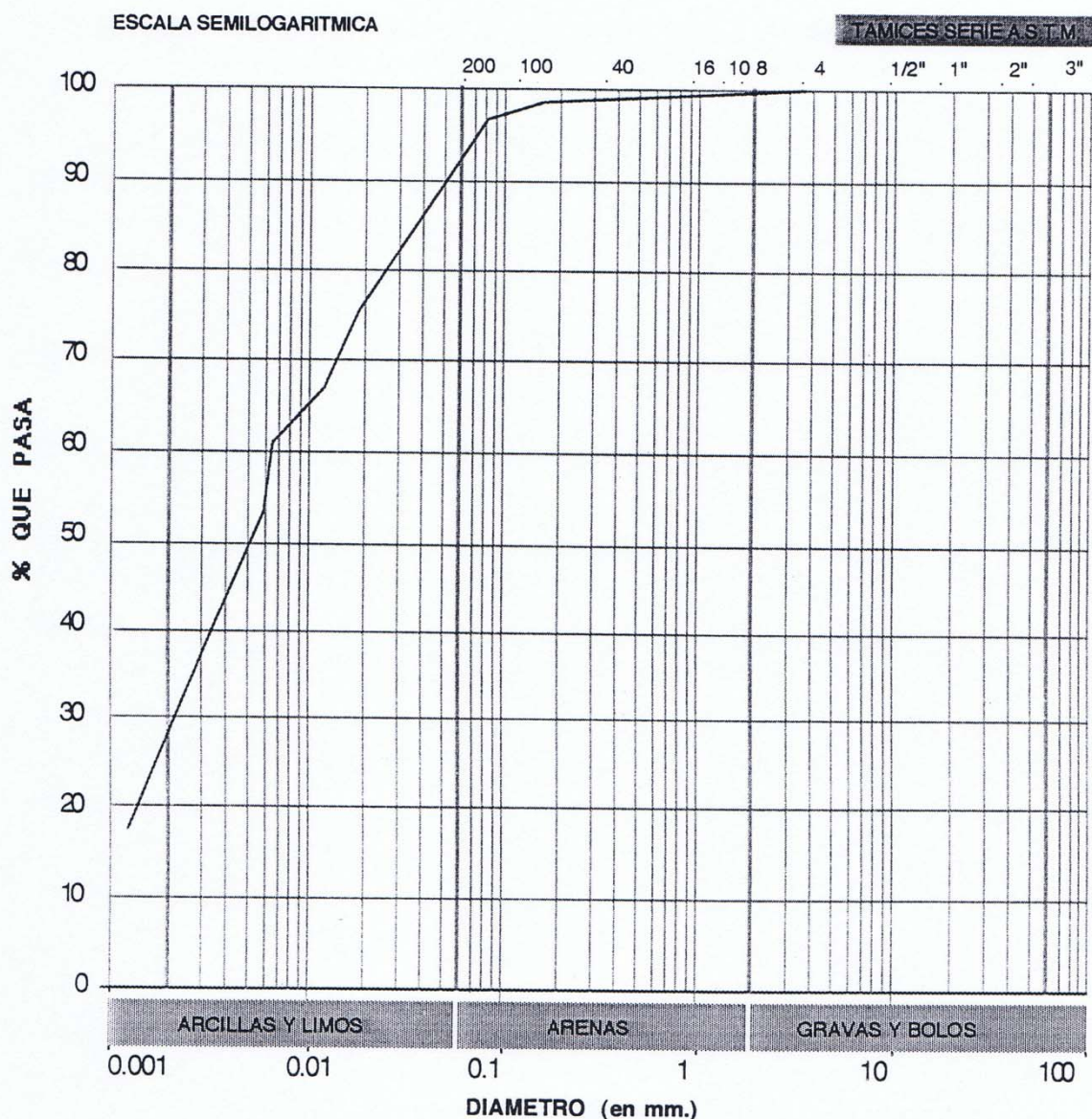
PASA T-200 (%): 94,0 88,5  
RETENIDO T-4 (%): 0,0 0,05



CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>CURVA GRANULOMETRICA</b>		

SONDEO Nº: 5  
PROFUNDIDAD: 5,00-5,30

PASA T-200 (%): <sup>2.13</sup> ~~97.2~~  
RETENIDO T-4 (%): 0.0

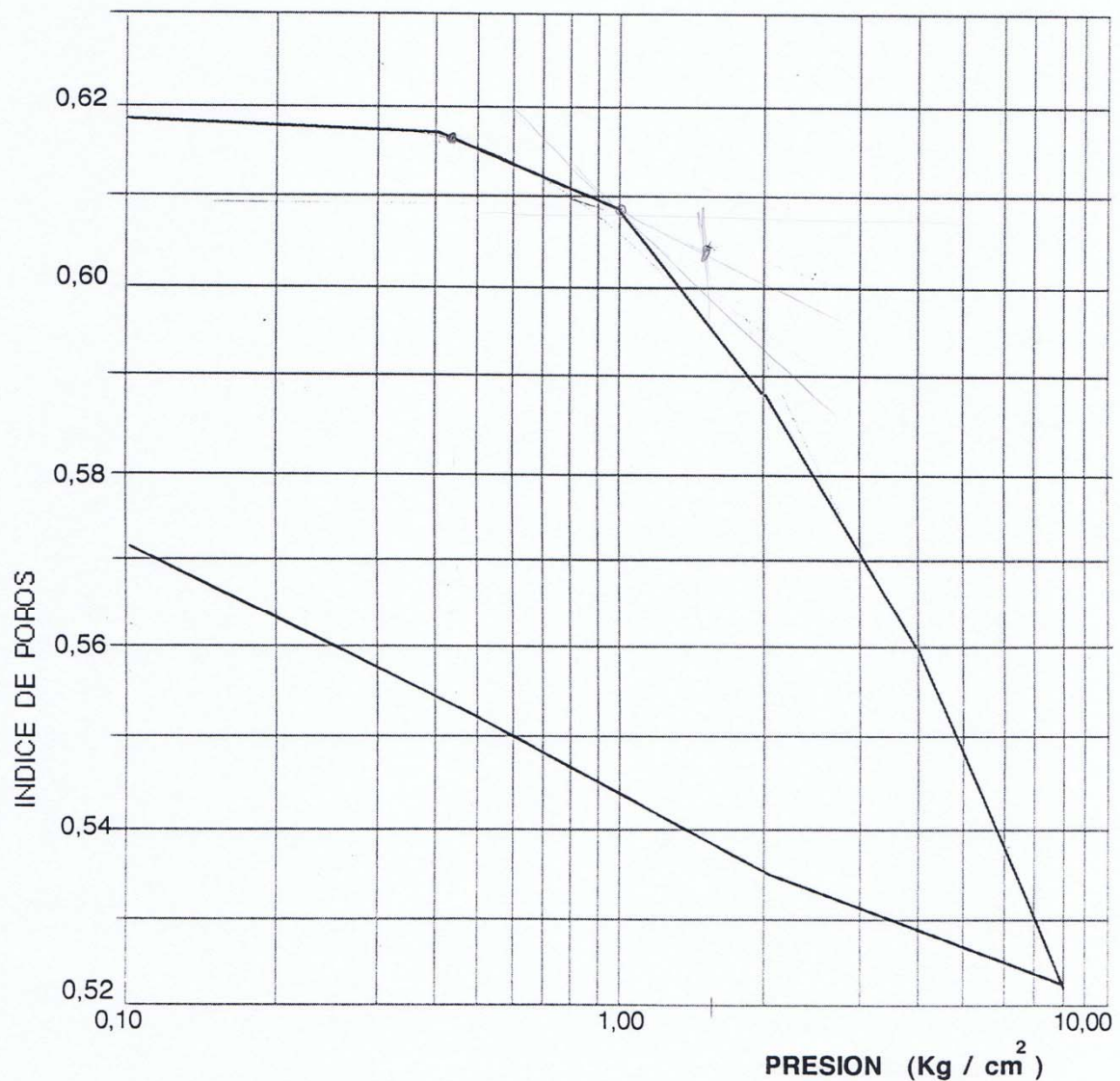


CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO: J.ANGEL	VERIFICADO:
<b>ENSAYO DE CONSOLIDACION</b>		

SONDEO Nº : 2  
MUESTRA : 3  
PROFUNDIDAD : 2,00-2,30 m.

HUMEDAD INICIAL: 18,3  
HUMEDAD FINAL: 20,7  
INDICE DE POROS INICIAL: 0,619

CURVA EDOMETRICA

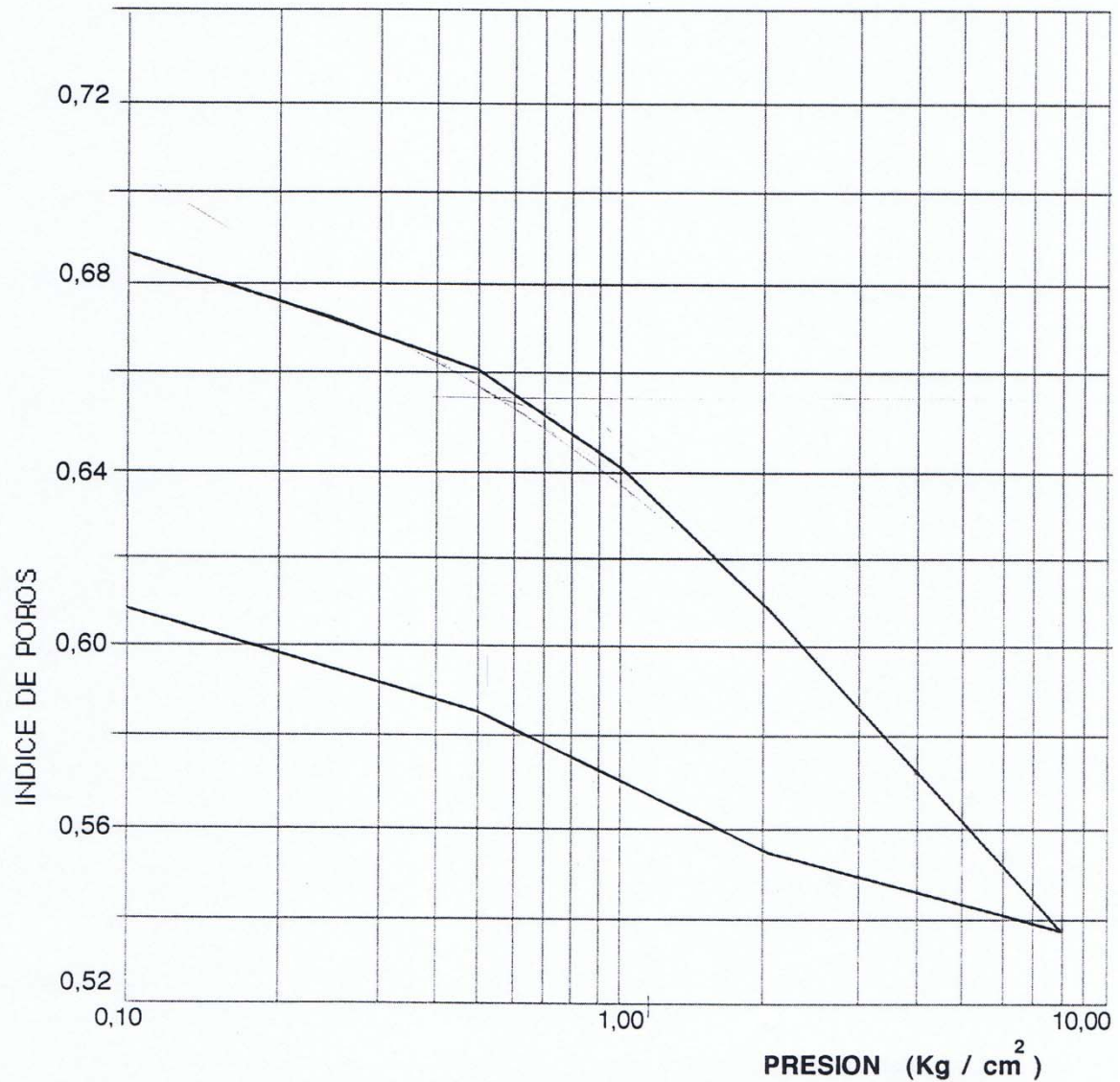


CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO: J.ANGEL	VERIFICADO:
<b>ENSAYO DE CONSOLIDACION</b>		

SONDEO Nº : 5  
MUESTRA : 7  
PROFUNDIDAD : 5,00-5,30

HUMEDAD INICIAL: 20,1  
HUMEDAD FINAL: 20,3  
INDICE DE POROS INICIAL: 0,682

CURVA EDOMETRICA



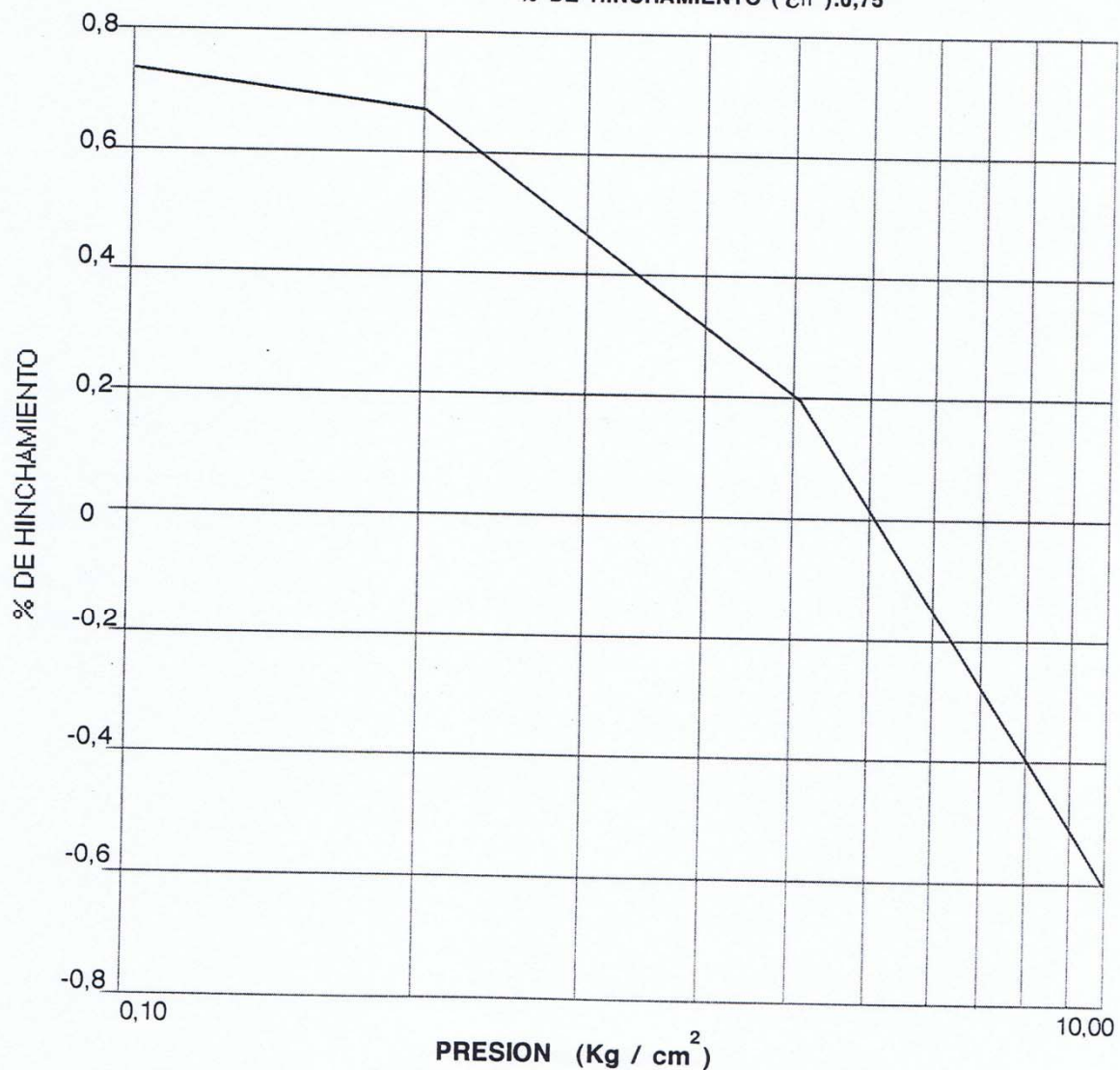


<b>CLIENTE:</b> DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	<b>TECNICO:</b> J. Angel	<b>VERIFICADO:</b>
<b>ENSAYO DE HINCHAMIENTO</b>		

SONDEO Nº : 2  
 MUESTRA : 3  
 PROFUNDIDAD : 2,00-2,30m.

HUMEDAD INICIAL: 18,3%  
 HUMEDAD FINAL: 20,7%  
 DENSIDAD SECA INICIAL: 1,69 gr/cm3.

**PRESION DE HINCHAMIENTO (Ph): 0,60 kgs/cm2.**  
**% DE HINCHAMIENTO (ε<sub>h</sub>): 0,75**

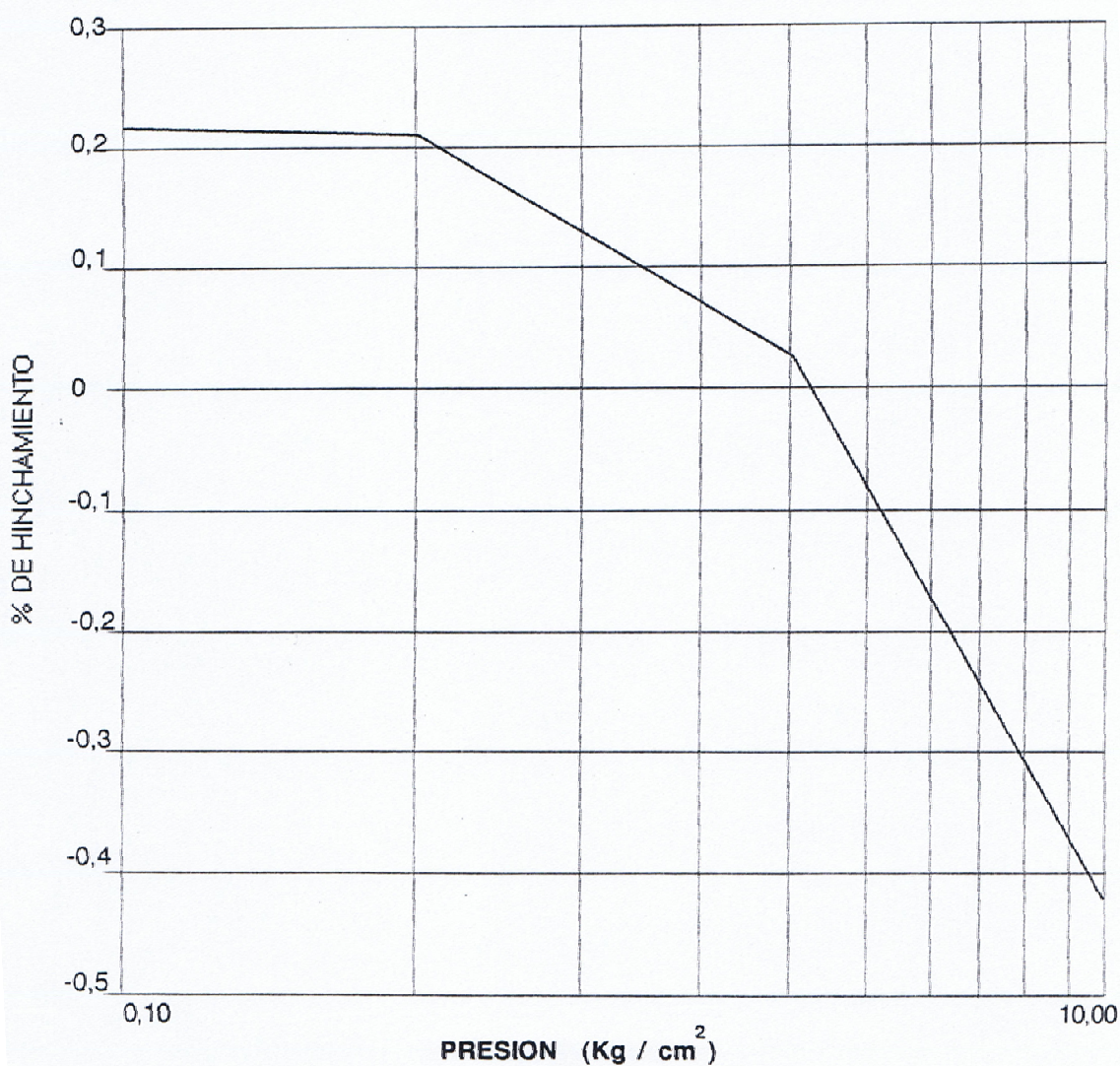


CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO: J. Angel	VERIFICADO:
<b>ENSAYO DE HINCHAMIENTO</b>		

SONDEO Nº :5  
MUESTRA : 6  
PROFUNDIDAD : 2,00-2,35m.

HUMEDAD INICIAL: 20,1%  
HUMEDAD FINAL: 19,7%  
DENSIDAD SECA INICIAL: 1,57 gr/cm3.

PRESION DE HINCHAMIENTO (Ph): 0,52 kgs/cm2.  
% DE HINCHAMIENTO ( $\epsilon_h$ ): 0,46

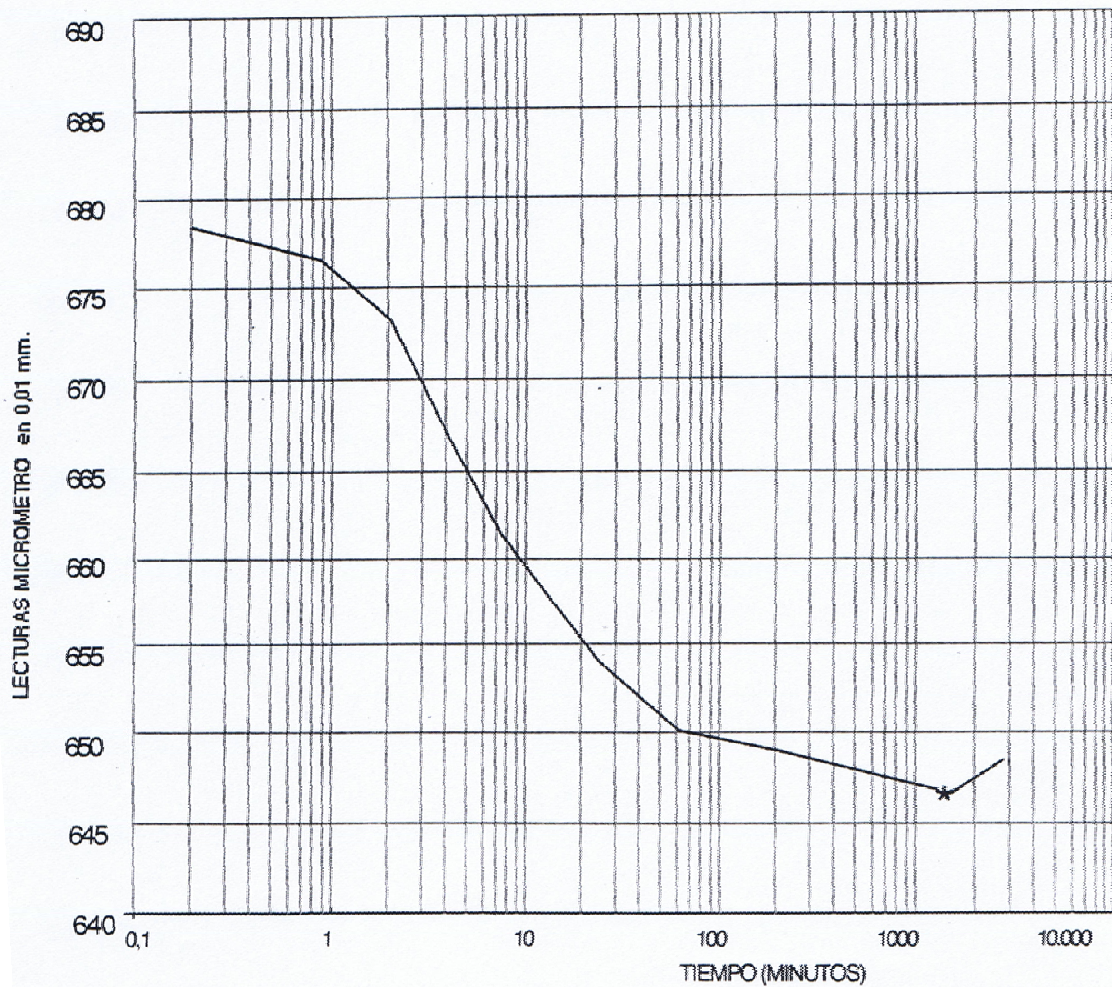


CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>ENSAYO DE COLAPSO</b>		

SONDEO Nº: 2  
 PROFUNDIDAD: 2,00 - 2,30

LECTURA INICIAL CON CARGA NULA: 700,00  
 PRESION: 1,00 kp/cm<sup>2</sup>  
 HUMEDAD INICIAL: 22,7%  
 HUMEDAD FINAL: 22,0%  
 DENSIDAD SECA: 1,83 gr.  
 ALTURA EDMETRO: 20,00 mm.  
 SATURACION..... \*

ESCALA SEMILOGARITMICA

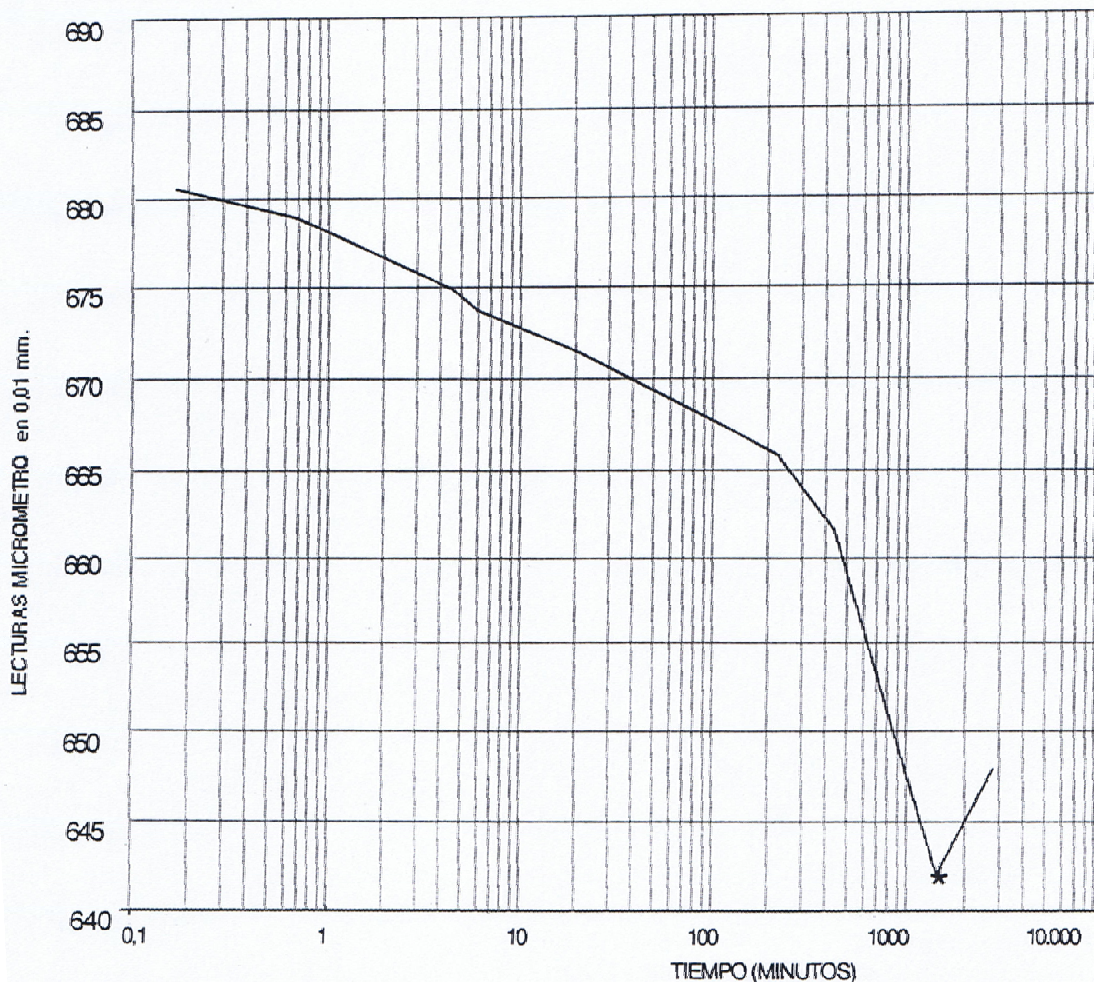


CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>ENSAYO DE COLAPSO</b>		

SONDEO Nº: 3  
PROFUNDIDAD: 2,00 - 2,30

LECTURA INICIAL CON CARGA NULA: 700,00  
PRESION: 1,00 kp/cm<sup>2</sup>  
HUMEDAD INICIAL: 24,3 %  
HUMEDAD FINAL: 24,4  
DENSIDAD SECA: 1,57 gr.  
ALTURA EDMETRO: 20,00 mm.  
SATURACION..... \*

ESCALA SEMILOGARITMICA



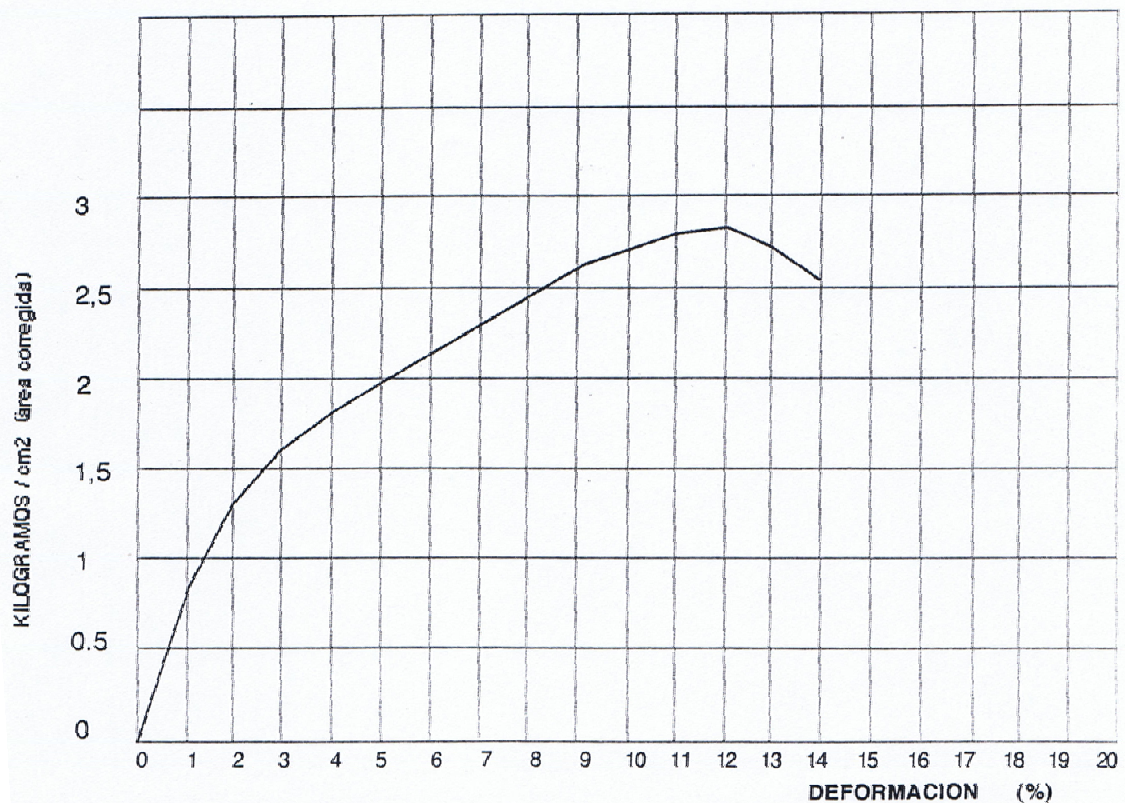
CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE</b>		

SONDEO Nº: 1  
PROFUNDIDAD: 3,15-3,45

PESO HUMEDO: 1200,00 g  
DIAMETRO: 7,35 cm.  
ALTURA: 14,15 cm.  
AREA INICIAL: 42,43 cm.  
DENSIDAD HUMEDA: 2,00 g/cm<sup>3</sup>.  
DENSIDAD SECA: 1,63g/cm<sup>3</sup>.

CARGA MAXIMA 137,75 kp  
DEFORMACION 12 %  
RESISTENCIA 2,86 kg/cm<sup>2</sup>

CURVAS DE ROTURA



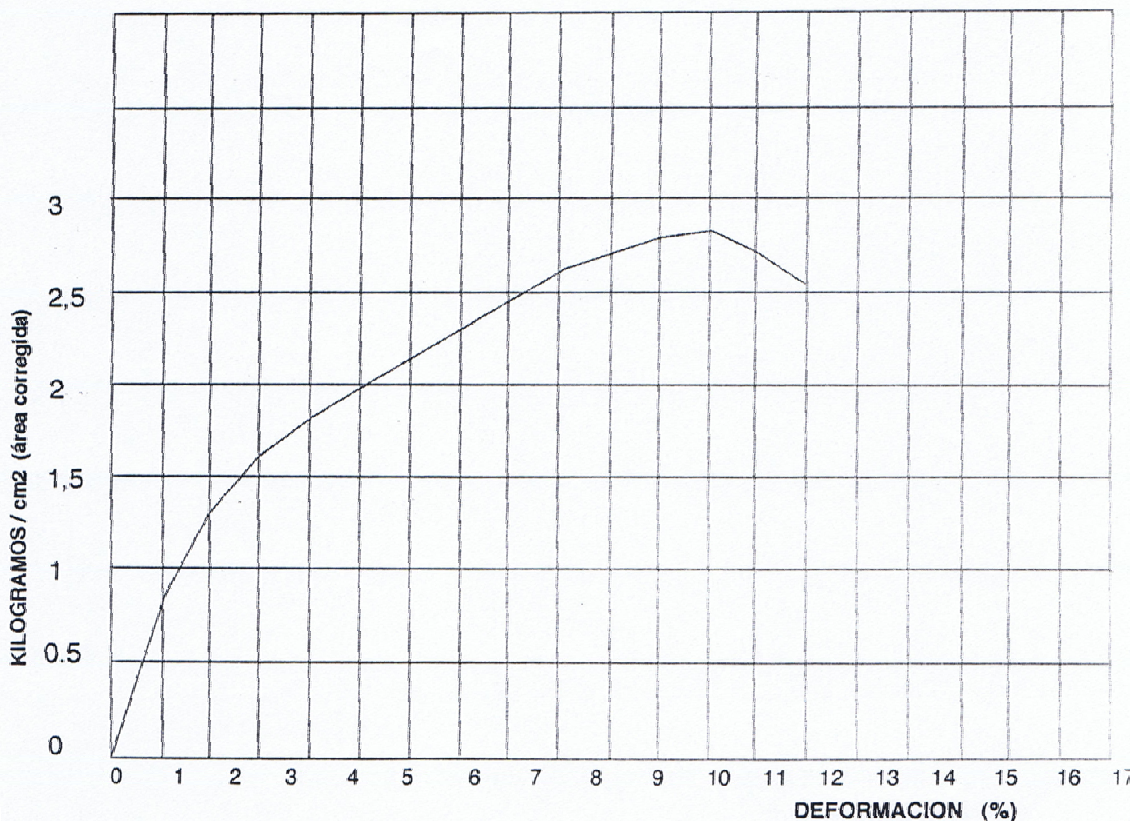
CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE</b>		

SONDEO Nº: 3 (inclinado)  
PROFUNDIDAD: 5,50-5,85

PESO HUMEDO: 1200,00 g  
DIAMETRO: 7,35 cm.  
ALTURA: 14,13 cm.  
AREA INICIAL: 42,34cm.  
DENSIDAD HUMEDA: 1,99 g/cm<sup>3</sup>.  
DENSIDAD SECA: 1,72g/cm<sup>3</sup>.

CARGA MAXIMA 136,75 kp  
DEFORMACION 12 %  
RESISTENCIA 2,86 kg/cm<sup>2</sup>

CURVAS DE ROTURA



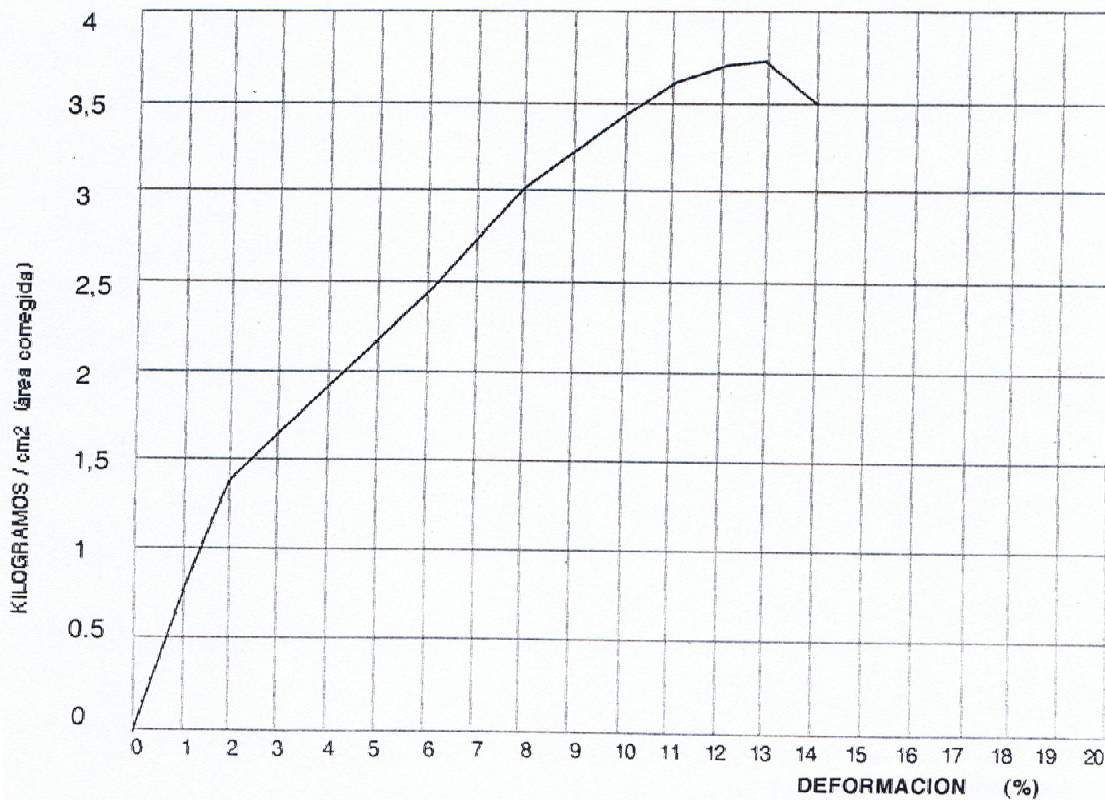
CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE</b>		

SONDEO Nº: 2  
PROFUNDIDAD: 2,00-2,30

PESO HUMEDO: 1144,00 g  
DIAMETRO: 7,30 cm.  
ALTURA: 13,30 cm.  
AREA INICIAL: 41,85 cm.  
DENSIDAD HUMEDA: 2,06 g/cm<sup>3</sup>.  
DENSIDAD SECA: 1,69 g/cm<sup>3</sup>.

CARGA MAXIMA 178,35 kp  
DEFORMACION 13 %  
RESISTENCIA 3,71 kg/cm<sup>2</sup>

CURVAS DE ROTURA



CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE</b>		

SONDEO Nº: 3  
PROFUNDIDAD: 2,00-2,30 m.

PESO HUMEDO: 1207,00 g  
DIAMETRO: 7,40 cm.  
ALTURA: 14,30 cm.  
AREA INICIAL: 43,01 cm.  
DENSIDAD HUMEDA: 1,96 g/cm<sup>3</sup>.  
DENSIDAD SECA: 1,57g/cm<sup>3</sup>.

CARGA MAXIMA 125,28 kp  
DEFORMACION 13 %  
RESISTENCIA 2,53 kg/cm<sup>2</sup>

CURVAS DE ROTURA





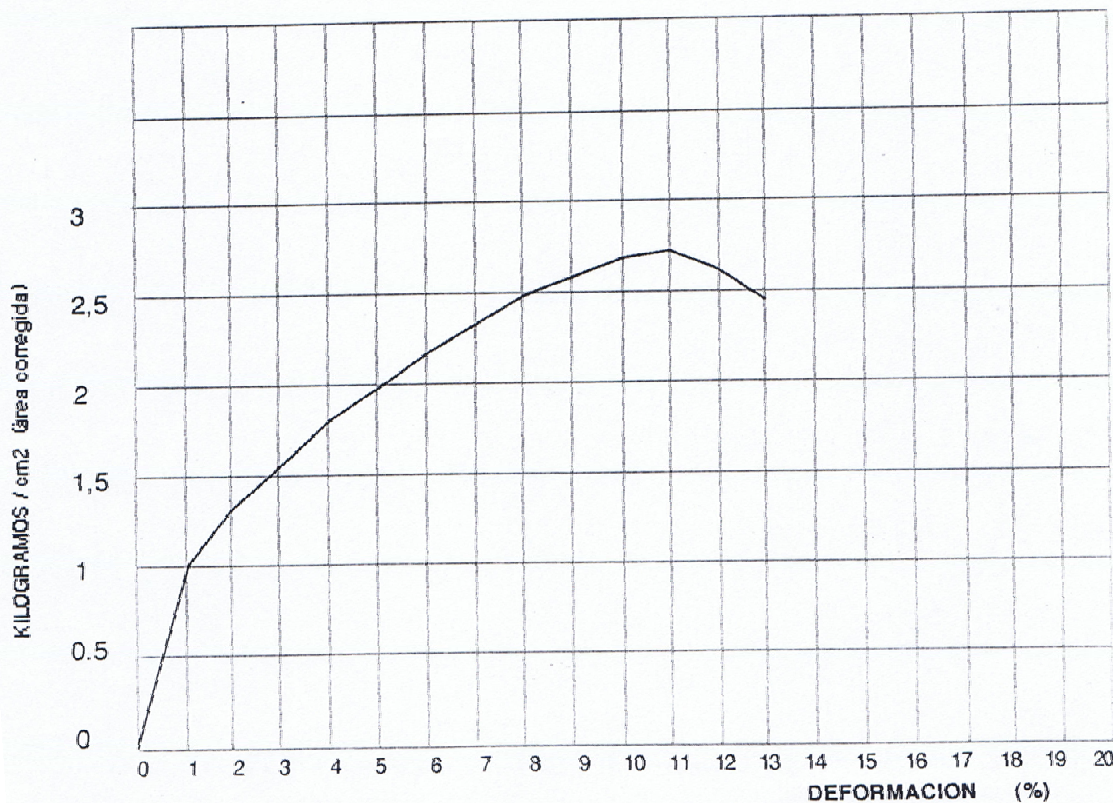
CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE</b>		

SONDEO N°: 4  
PROFUNDIDAD: 2,80-3,15 m.

PESO HUMEDO: 756,00 g  
DIAMETRO: 6,20 cm.  
ALTURA: 12,15 cm.  
AREA INICIAL: 30,19 cm.  
DENSIDAD HUMEDA: 2,06 g/cm<sup>3</sup>.  
DENSIDAD SECA: 1,68 g/cm<sup>3</sup>.

CARGA MAXIMA 93,67 kp  
DEFORMACION 11 %  
RESISTENCIA 2,76 kg/cm<sup>2</sup>

CURVAS DE ROTURA



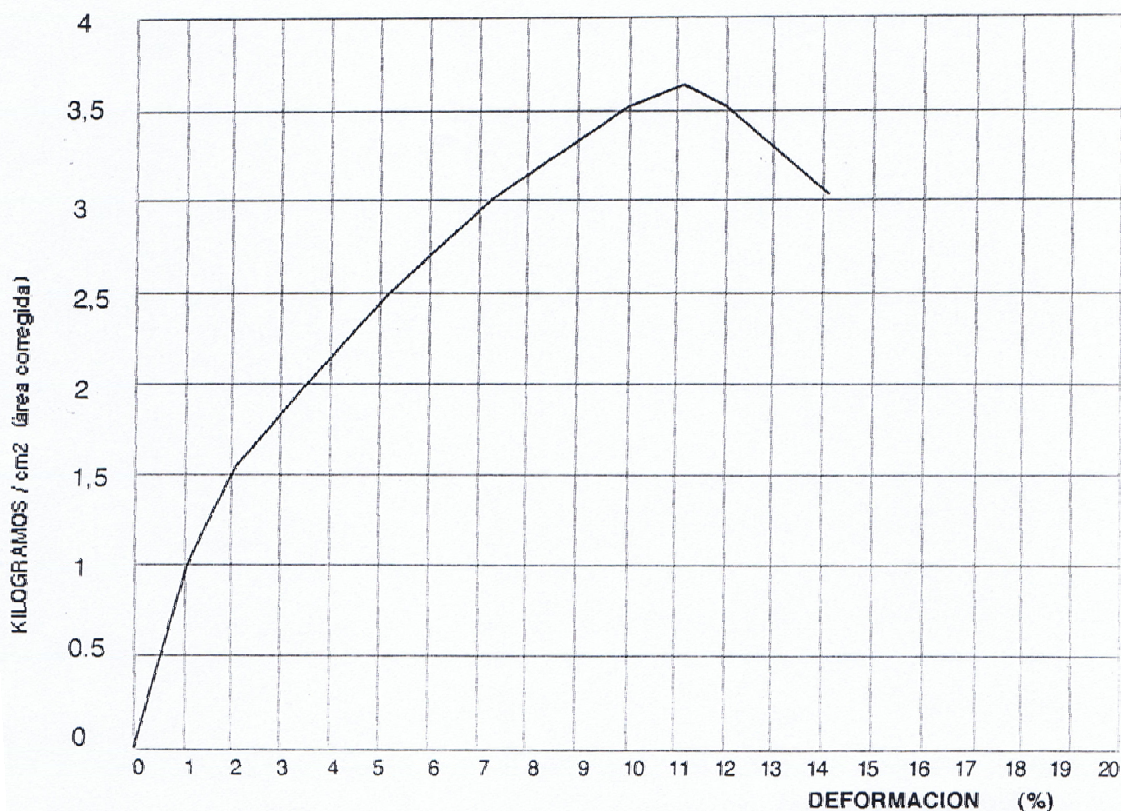
CLIENTE: DIPUTACION GENERAL DE ARAGON DEPARTAMENTO DE CULTURA Y EDUCACION	TECNICO J. Angel	VERIFICADO
<b>ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE</b>		

SONDEO Nº: 5  
PROFUNDIDAD: 3,15-3,45

PESO HUMEDO: 900,00 g  
DIAMETRO: 7,20 cm.  
ALTURA: 12,15 cm.  
AREA INICIAL: 41,22 cm.  
DENSIDAD HUMEDA: 1,93 g/cm<sup>3</sup>.  
DENSIDAD SECA: 1,60g/cm<sup>3</sup>.

CARGA MAXIMA 141,75 kp  
DEFORMACION 11 %  
RESISTENCIA 3,66 kg/cm<sup>2</sup>

CURVAS DE ROTURA



## ANEXO II: LEVANTAMIENTO GRÁFICO

---



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO  
  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL  
PROYECTO  
TÍTULO DEL  
PLANO

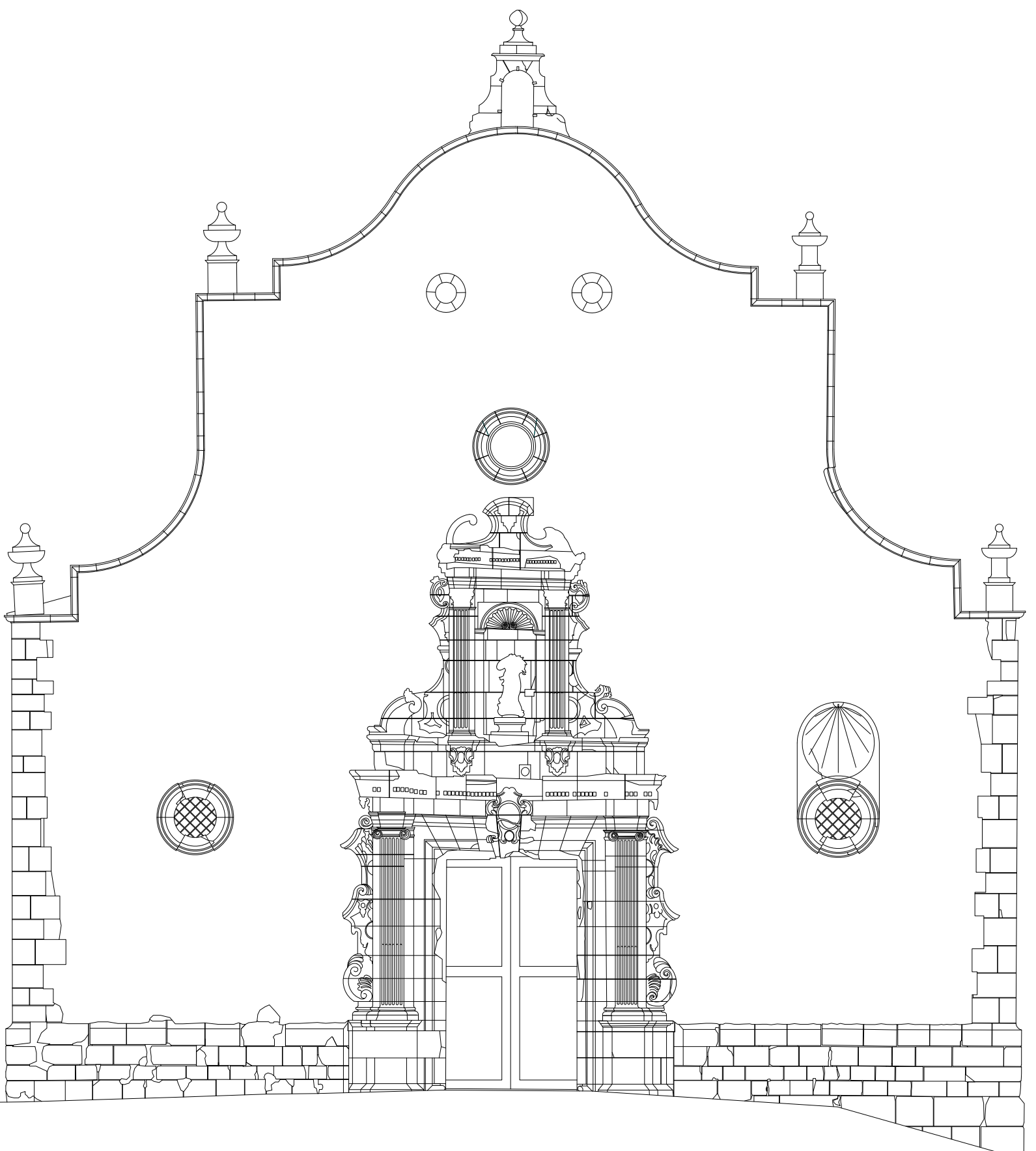
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
FACHADA PRINCIPAL

ESCALA  
ESCALA:  
1/100

FECHA  
JUNIO 2013

Nº PLANO  
HOJA

ANEXO II  
1





**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**  
*Miguel Angulo Rodríguez*  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

**TÍTULO DEL PROYECTO**  
TÍTULO DEL PLANO

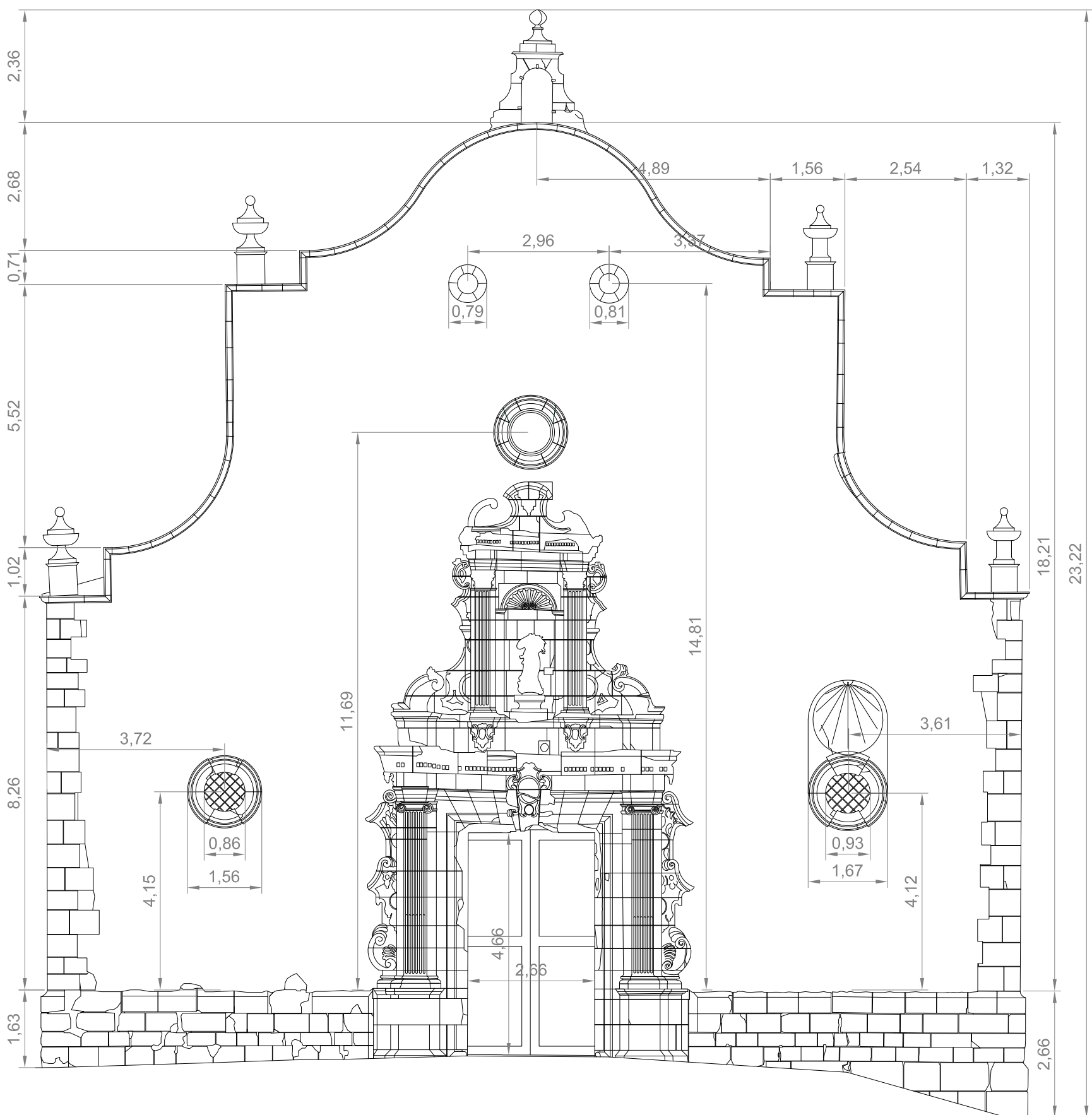
**FACHADA PRINCIPAL ACOTADA**  
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

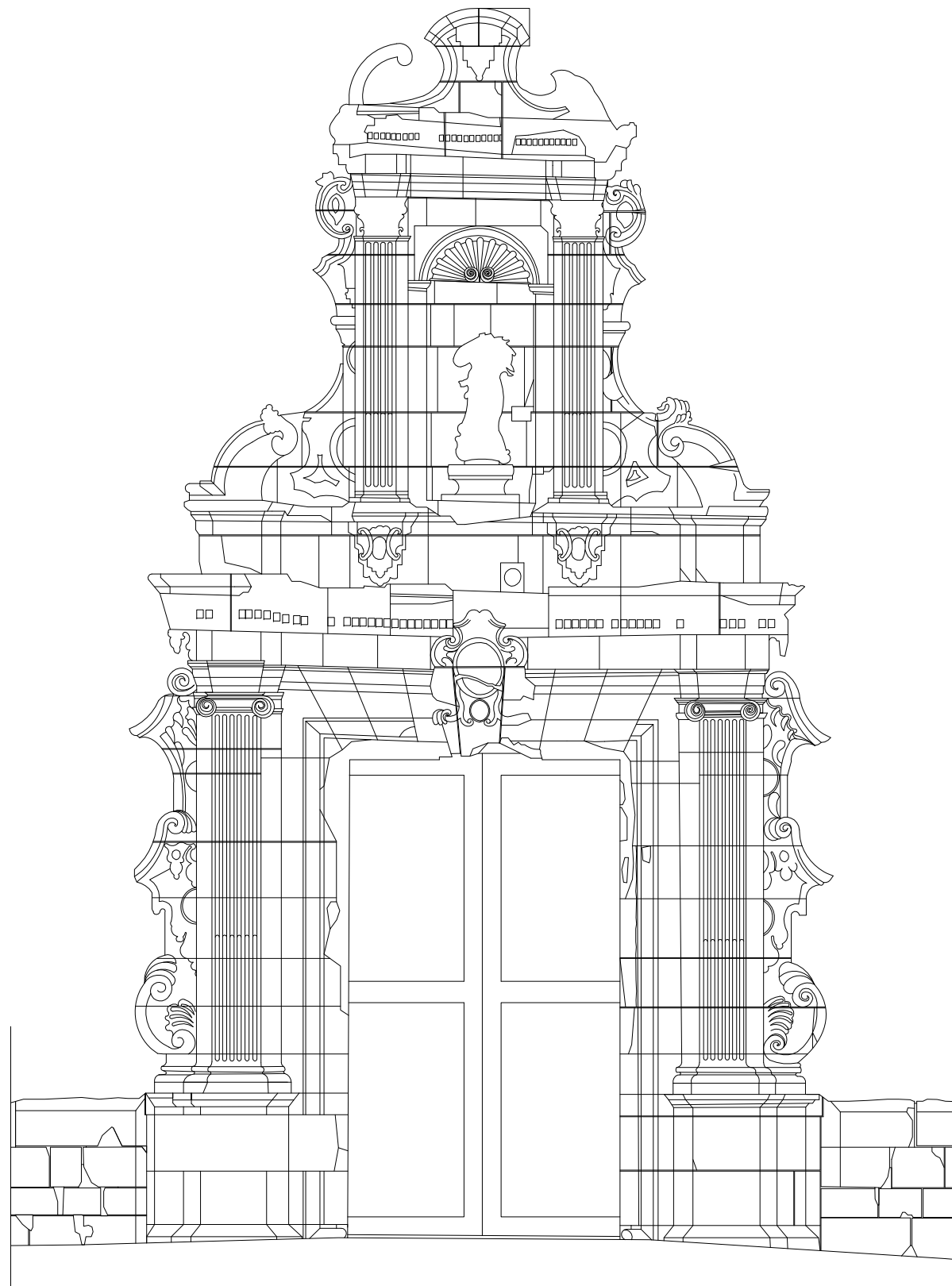
**ESCALA**  
ESCALA:  
1/1100

**FECHA**  
JUNIO 2013

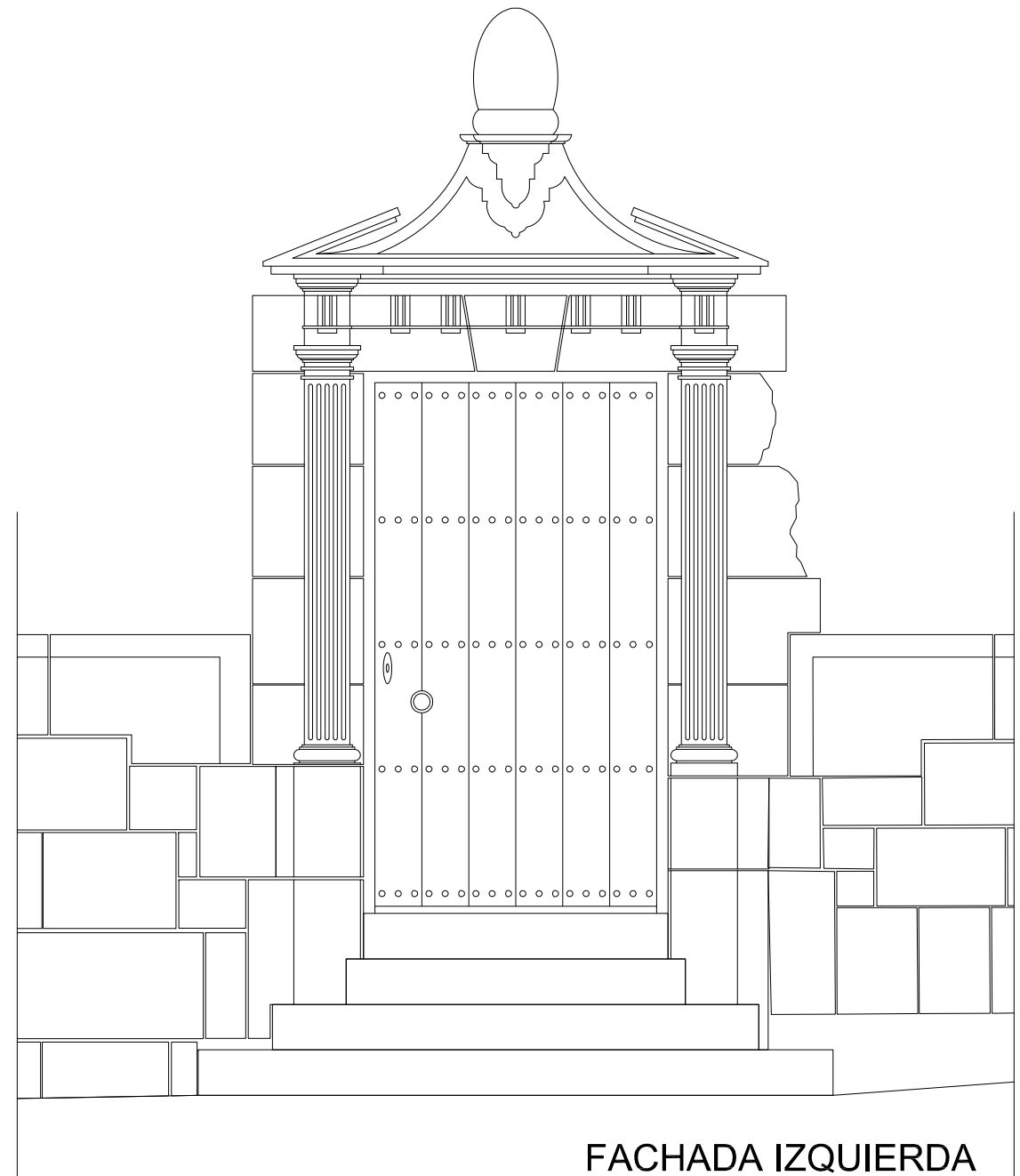
**Nº PLANO**  
HOJA

**ANEXO II**  
2

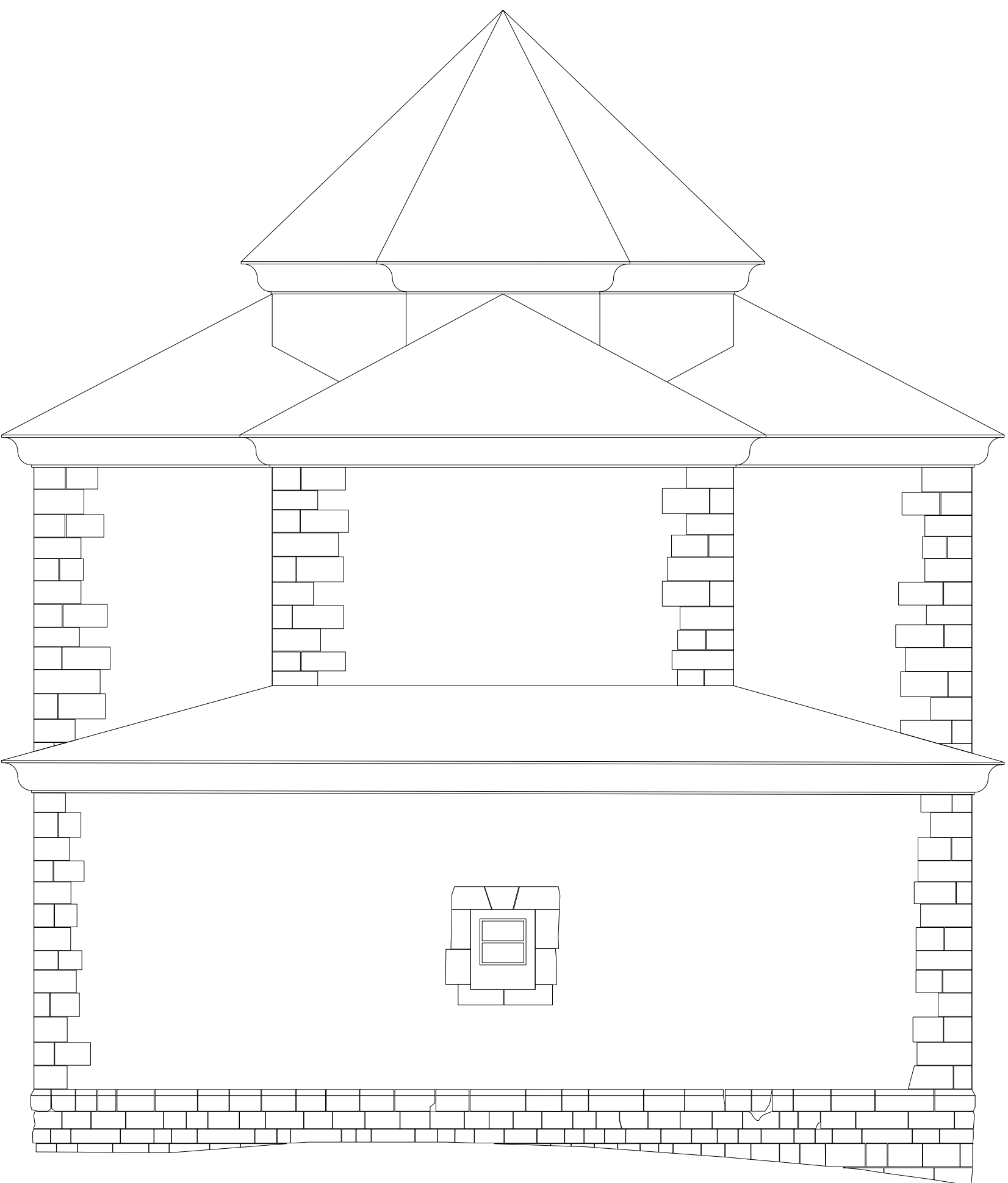




FACHADA PRINCIPAL



FACHADA IZQUIERDA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA

TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO

MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL  
PROYECTO

TÍTULO DEL  
PLANO

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

FACHADA POSTERIOR

ESCALA

ESCALA:

1/100

FECHA

JUNIO 2013

Nº PLANO

HOJA

ANEXO II

4



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**  
*Miguel Ángel Rodríguez*  
MIGUEL ÁNGULO RODRÍGUEZ

**TÍTULO DEL PROYECTO**  
TÍTULO DEL PLANO

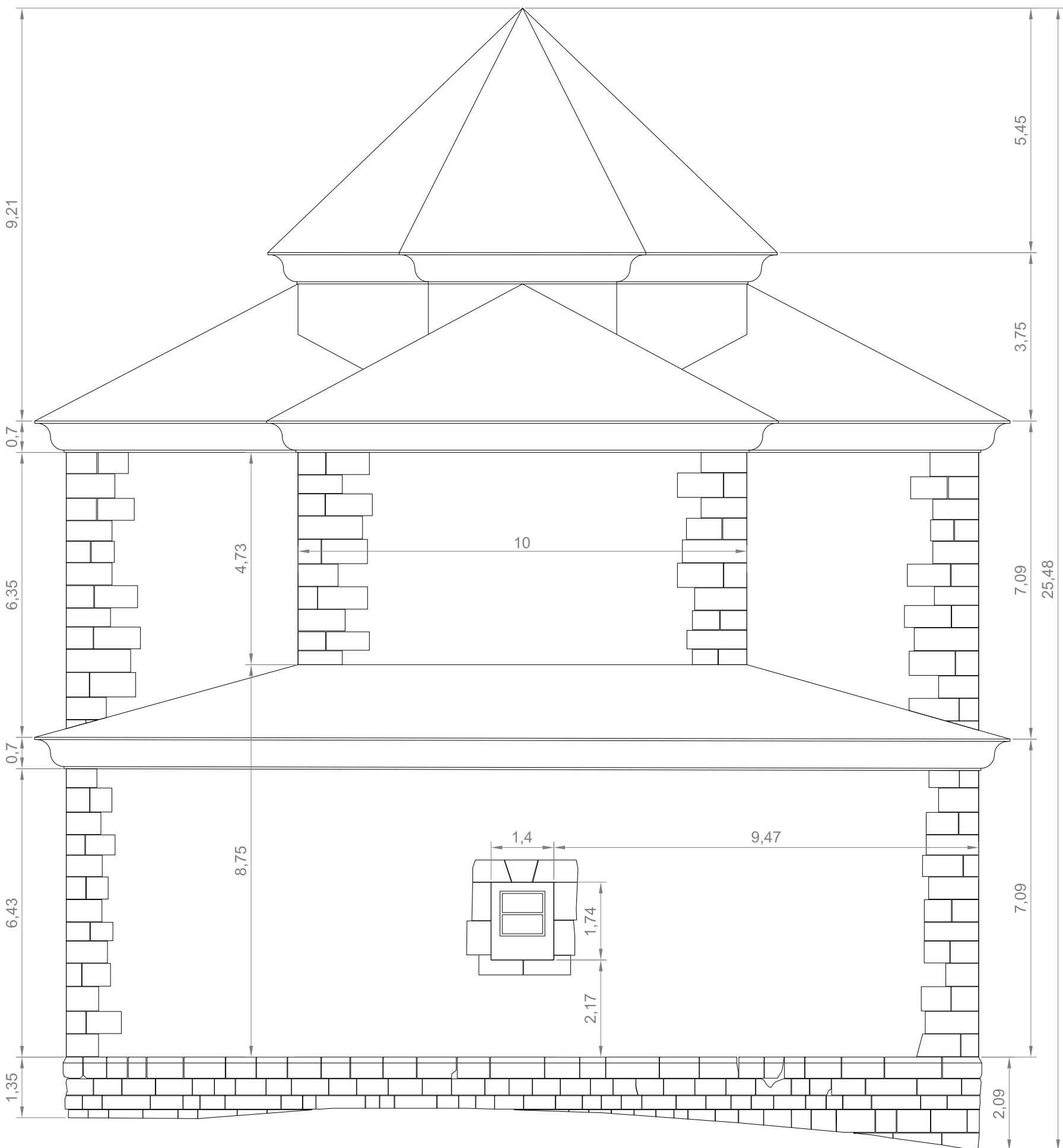
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
**FACHADA POSTERIOR ACOTADA**

**ESCALA**  
ESCALA:  
**1/100**

**FECHA**  
JUNIO 2013

**Nº PLANO**  
HOJA

**ANEXO II**  
5







**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**

*Miguel*  
MIGUEL ÁNGULO RODRÍGUEZ

**TÍTULO DEL  
PROYECTO**

**TÍTULO DEL  
PLANO**

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

**FACHADA IZQUIERDA**

**ESCALA**

ESCALA:

**1/125**

**FECHA**

JUNIO 2013

**Nº PLANO**

**HOJA**

**ANEXO II**

**6**



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO

*Miguel Angulo*  
MIGUEL ÁNGULO RODRÍGUEZ

TÍTULO DEL  
PROYECTO  
TÍTULO DEL  
PLANO

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

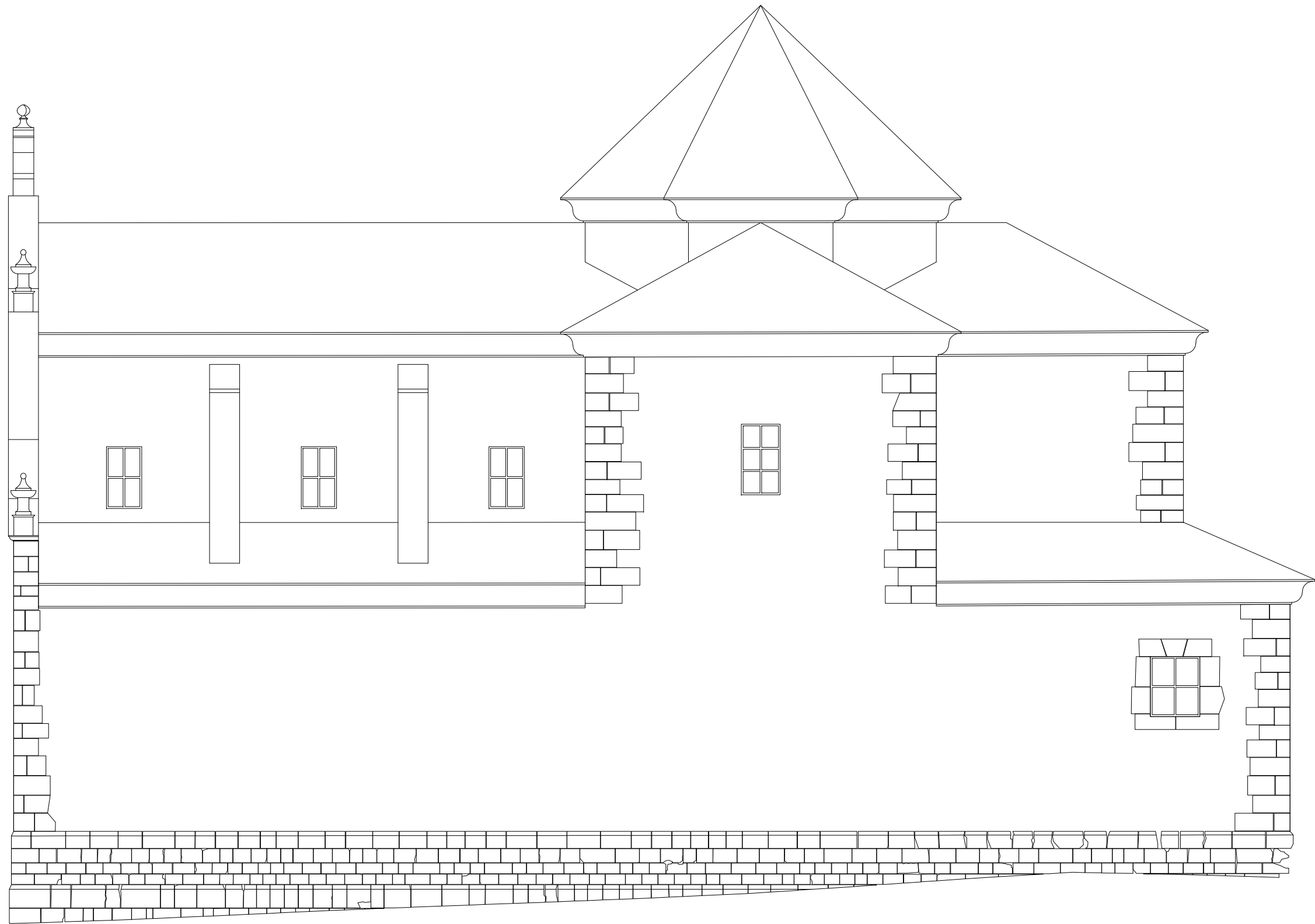
FACHADA IZQUIERDA ACOTADA

ESCALA  
ESCALA:  
1/125

FECHA  
JUNIO 2013

Nº PLANO  
HOJA

ANEXO II  
7



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**

*Angulo*  
MIGUEL ÁNGULO RODRÍGUEZ

**TÍTULO DEL  
PROYECTO**

**TÍTULO DEL  
PLANO**

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

**FACHADA DERECHA**

**ESCALA**

ESCALA:

**1/125**

**FECHA**

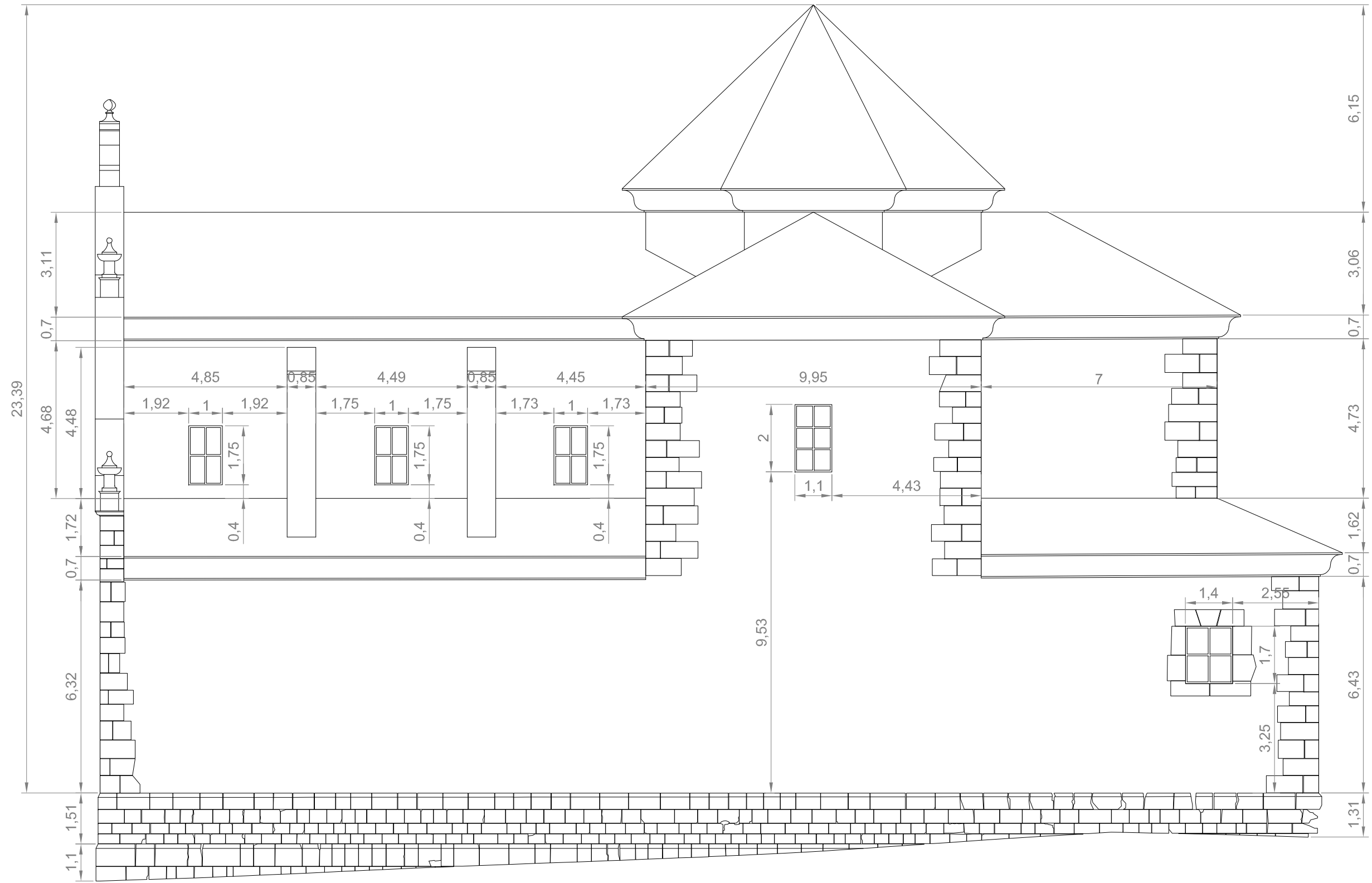
JUNIO 2013

**Nº PLANO**

**HOJA**

**ANEXO II**

**8**





**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**  
  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

**TÍTULO DEL PROYECTO**  
TÍTULO DEL PLANO

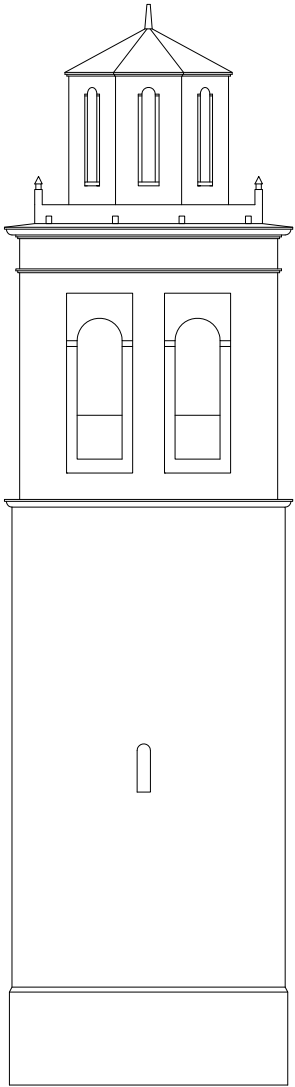
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
**FACHADAS DE LA TORRE**

**ESCALA**  
ESCALA:  
**1/200**

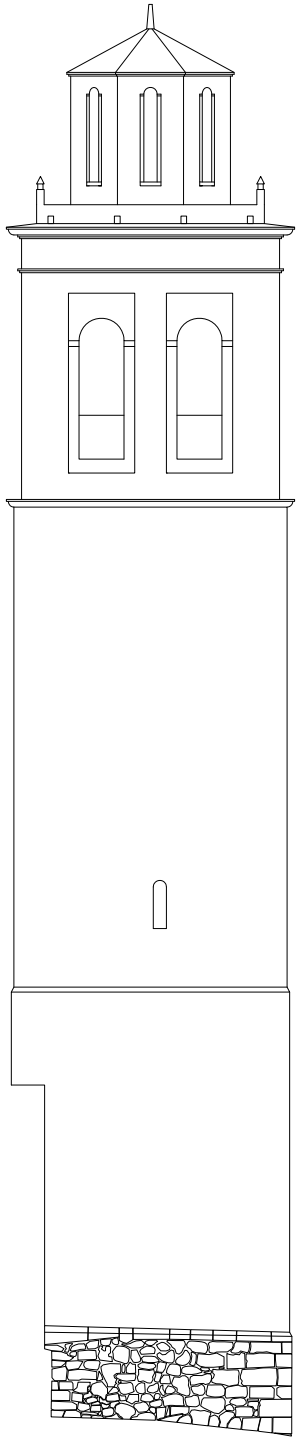
**FECHA**  
JUNIO 2013

**Nº PLANO**  
HOJA

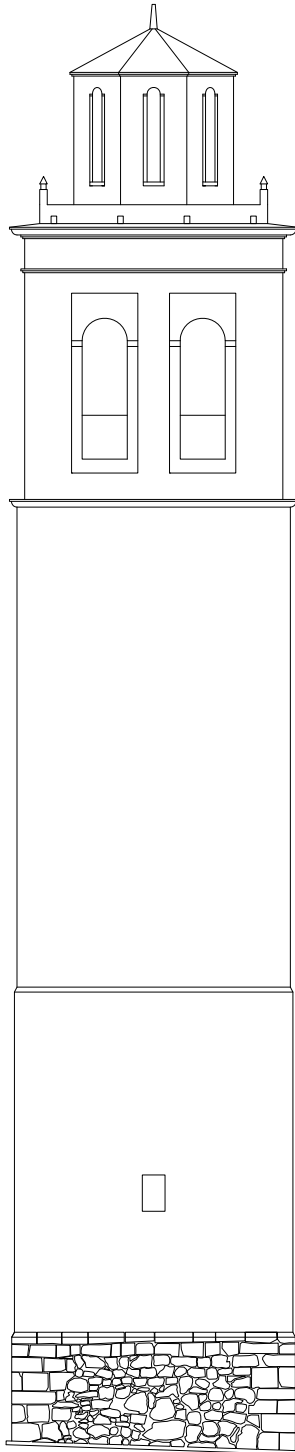
**ANEXO II**  
10



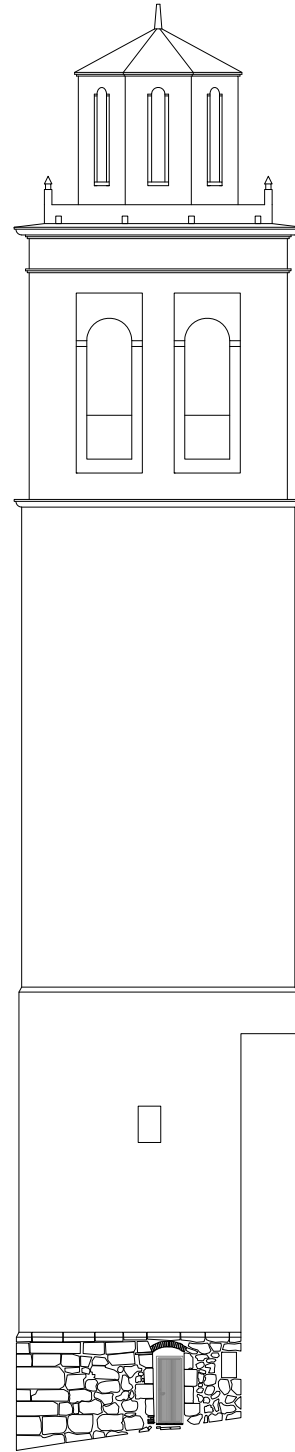
FACHADA ESTE



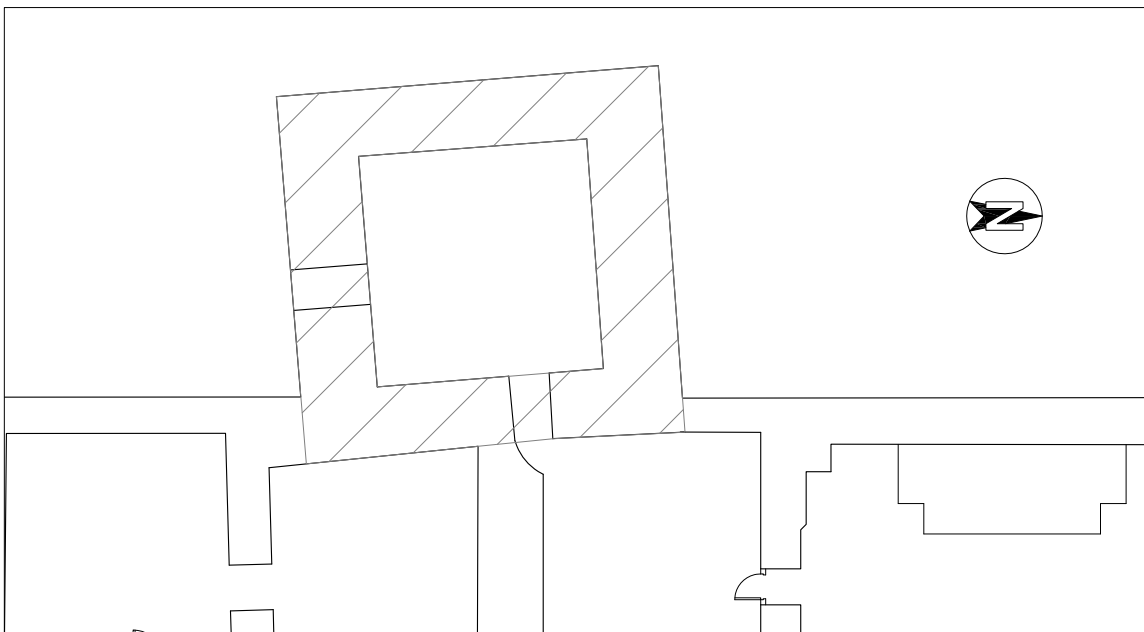
FACHADA NORTE



FACHADA OESTE



FACHADA SUR





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO  
*Miguel Ángel Rodríguez*  
MIGUEL ÁNGULO RODRÍGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO  
TÍTULO DEL PLANO

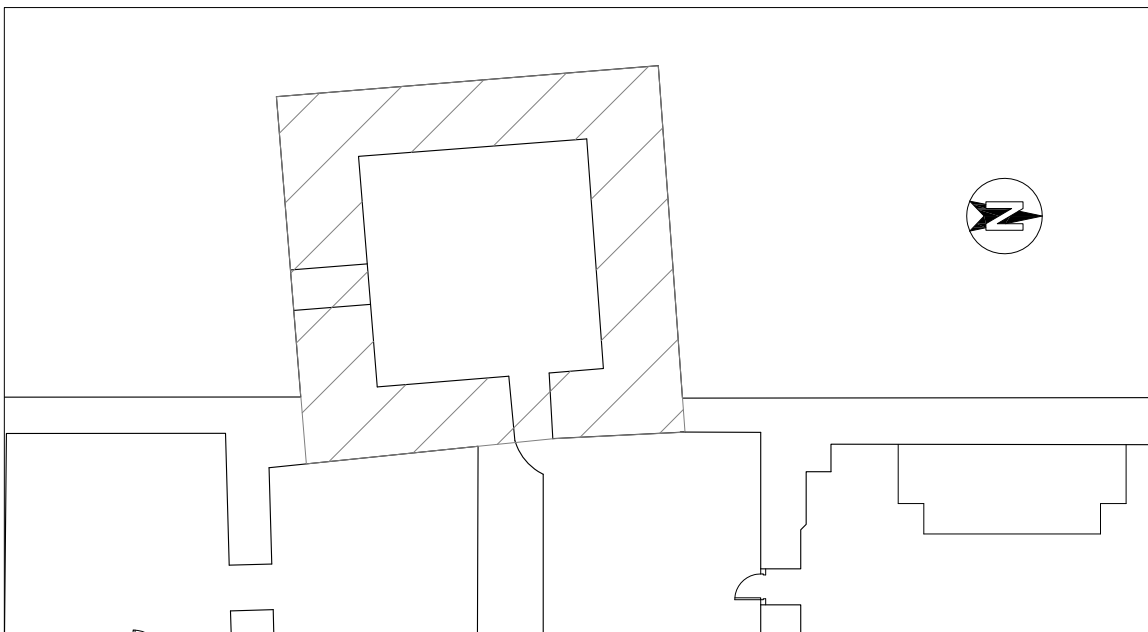
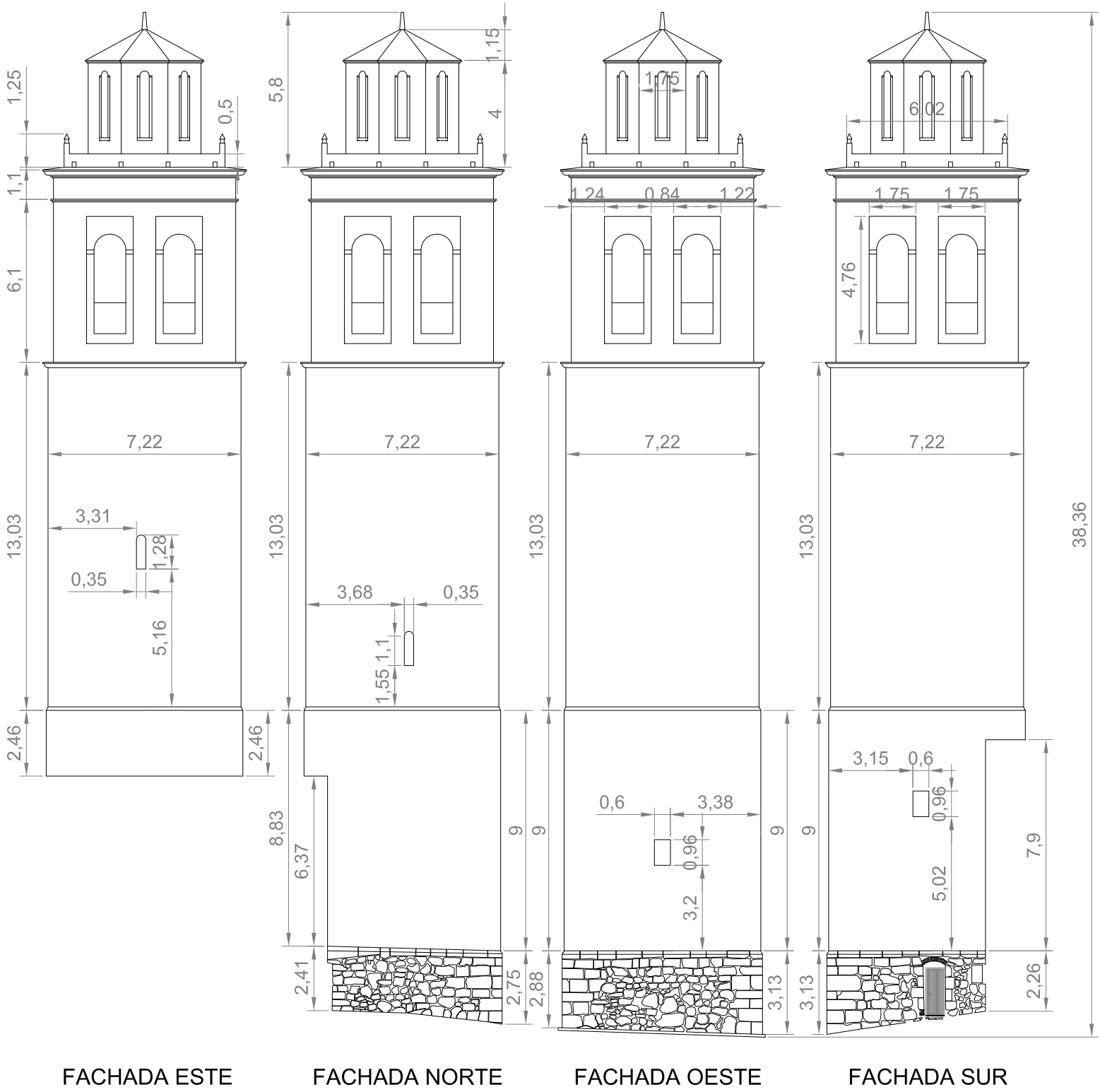
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
FACHADAS DE LA TORRE ACOTADA

ESCALA  
ESCALA:  
1/200

FECHA  
JUNIO 2013

Nº PLANO  
HOJA

ANEXO II  
11





**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**  
  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

**TÍTULO DEL PROYECTO**  
TÍTULO DEL PLANO

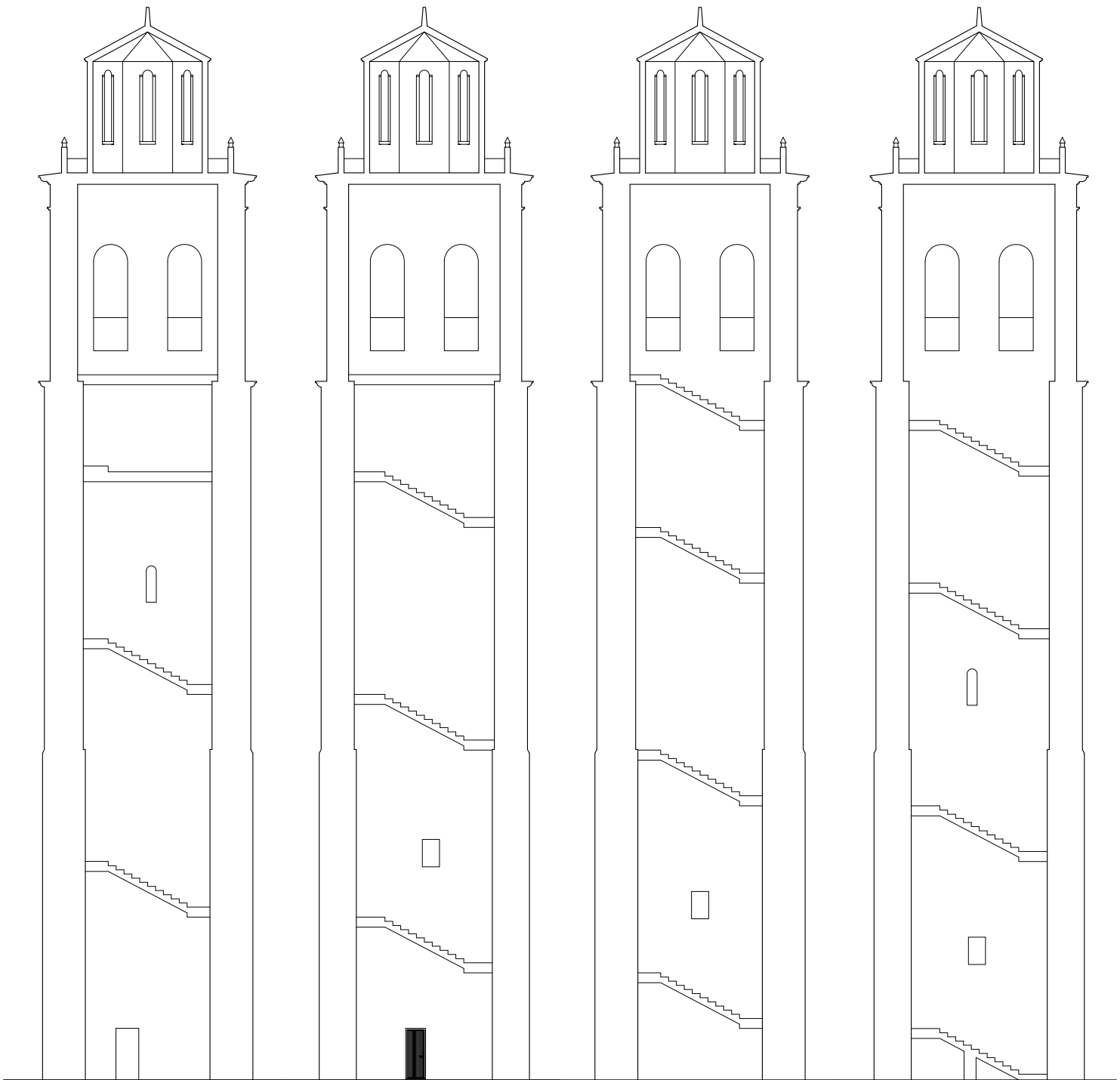
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
**SECCIÓN TORRE**

**ESCALA**  
ESCALA:  
**1/200**

**FECHA**  
JUNIO 2013

**Nº PLANO**  
HOJA

**ANEXO II**  
12

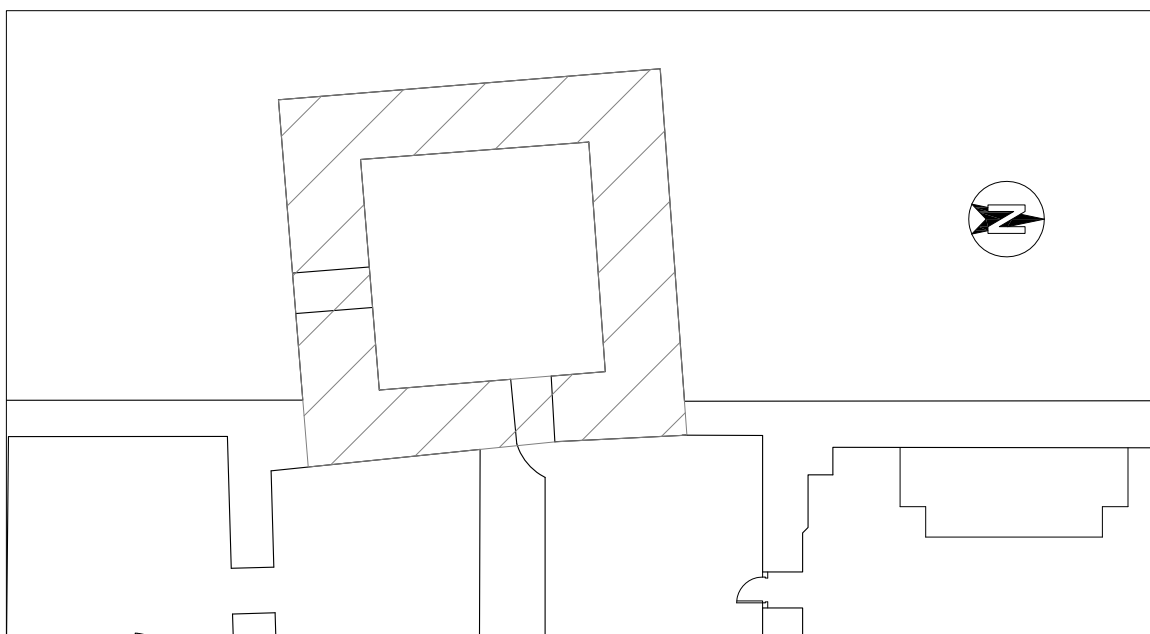


FACHADA ESTE

FACHADA SUR

FACHADA OESTE

FACHADA NORTE





PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO  
*Miguel Angulo Rodríguez*  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO  
TÍTULO DEL PLANO

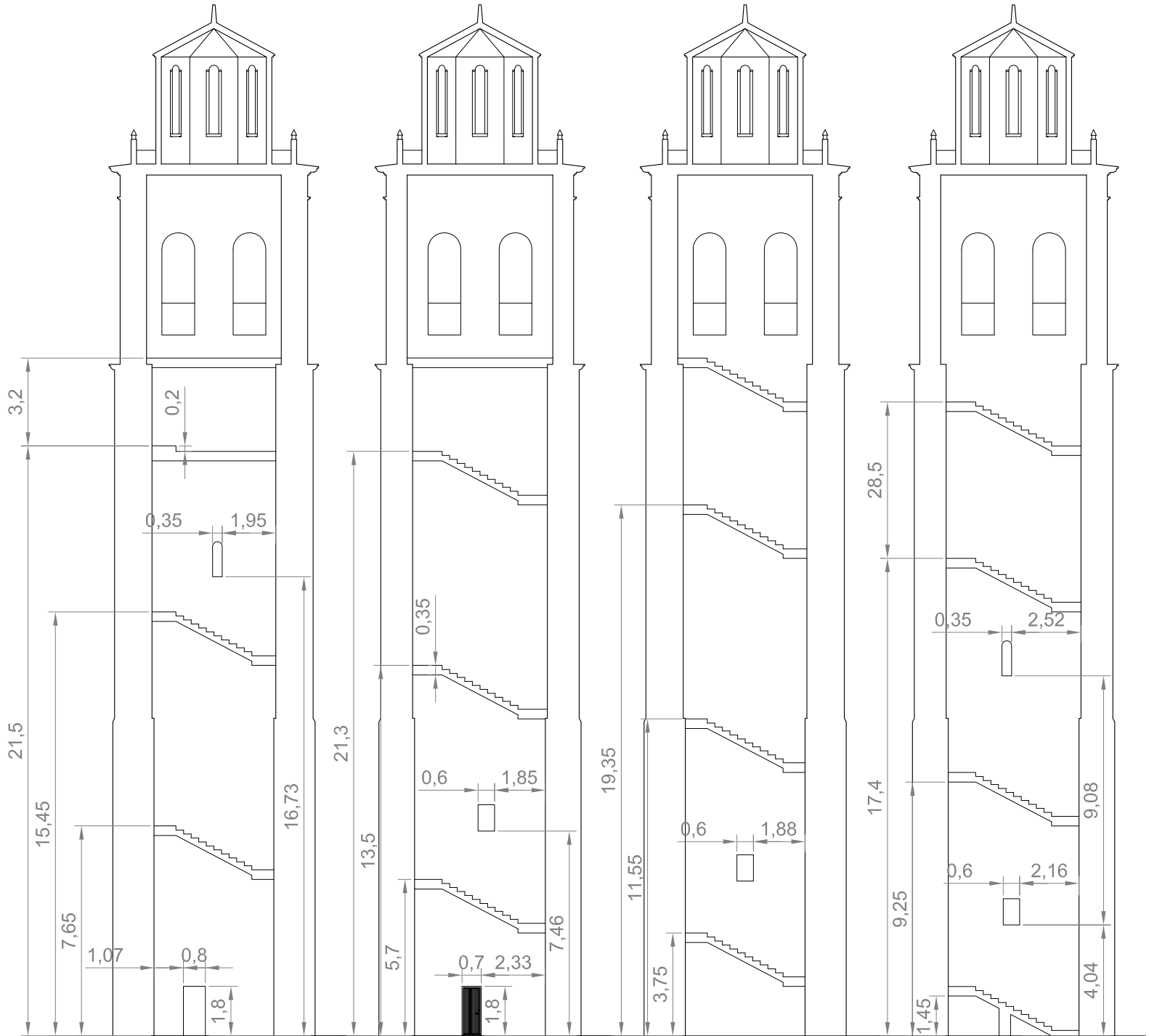
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
SECCIÓN TORRE ACOTADA

ESCALA  
ESCALA:  
1/200

FECHA  
JUNIO 2013

Nº PLANO  
HOJA

ANEXO II  
13

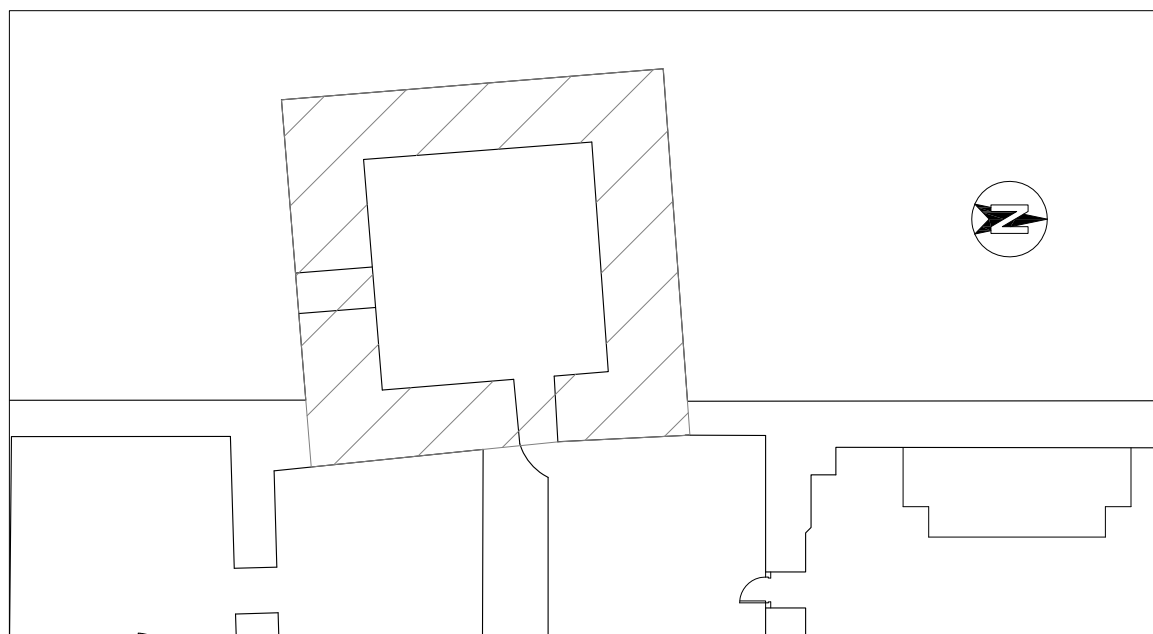


FACHADA ESTE

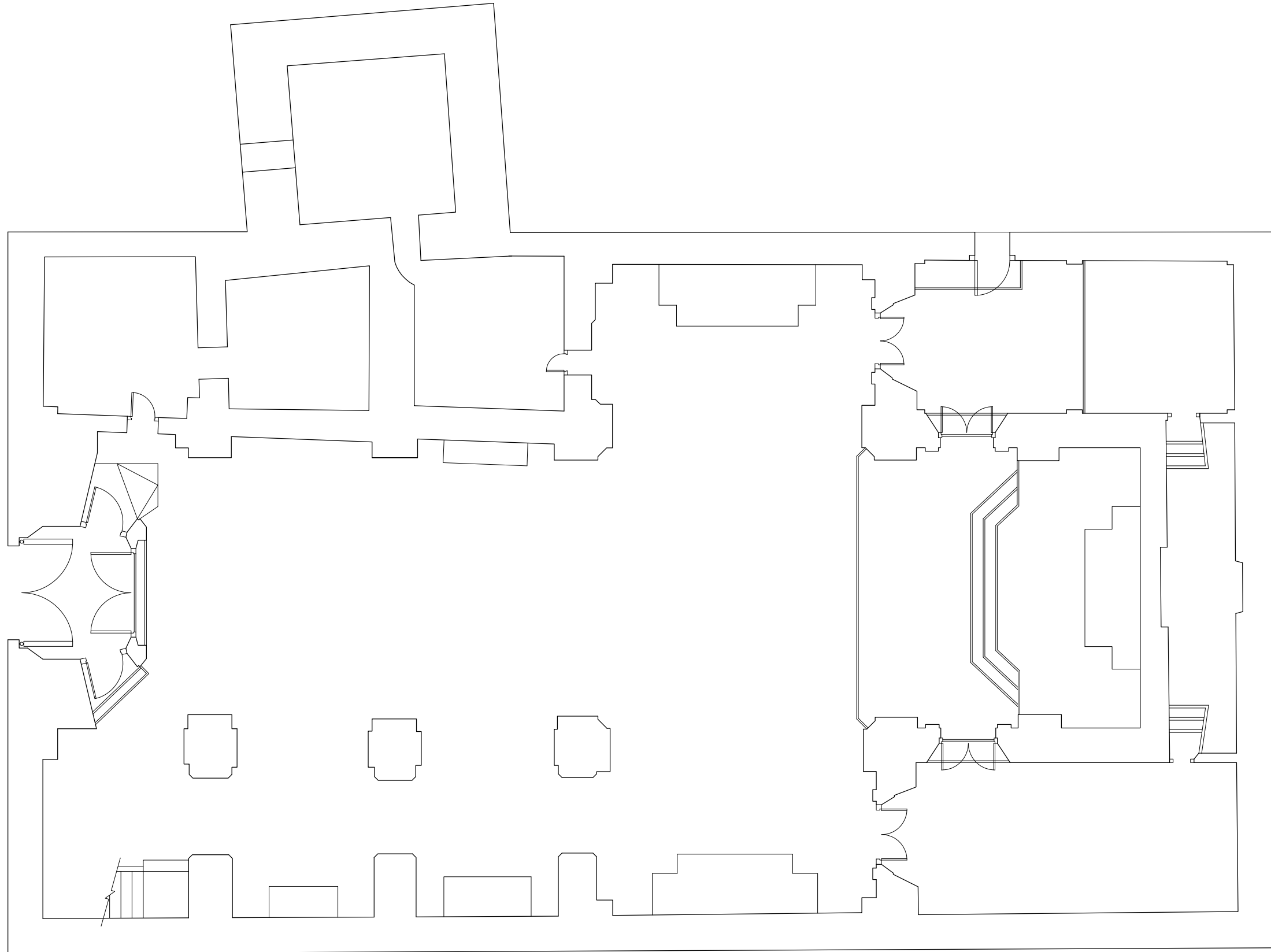
FACHADA SUR

FACHADA OESTE

FACHADA NORTE



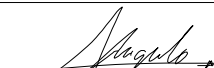




UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**  
  
MIGUEL ÁNGULO RODRÍGUEZ

**TÍTULO DEL PROYECTO**  
**TÍTULO DEL PLANO**

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

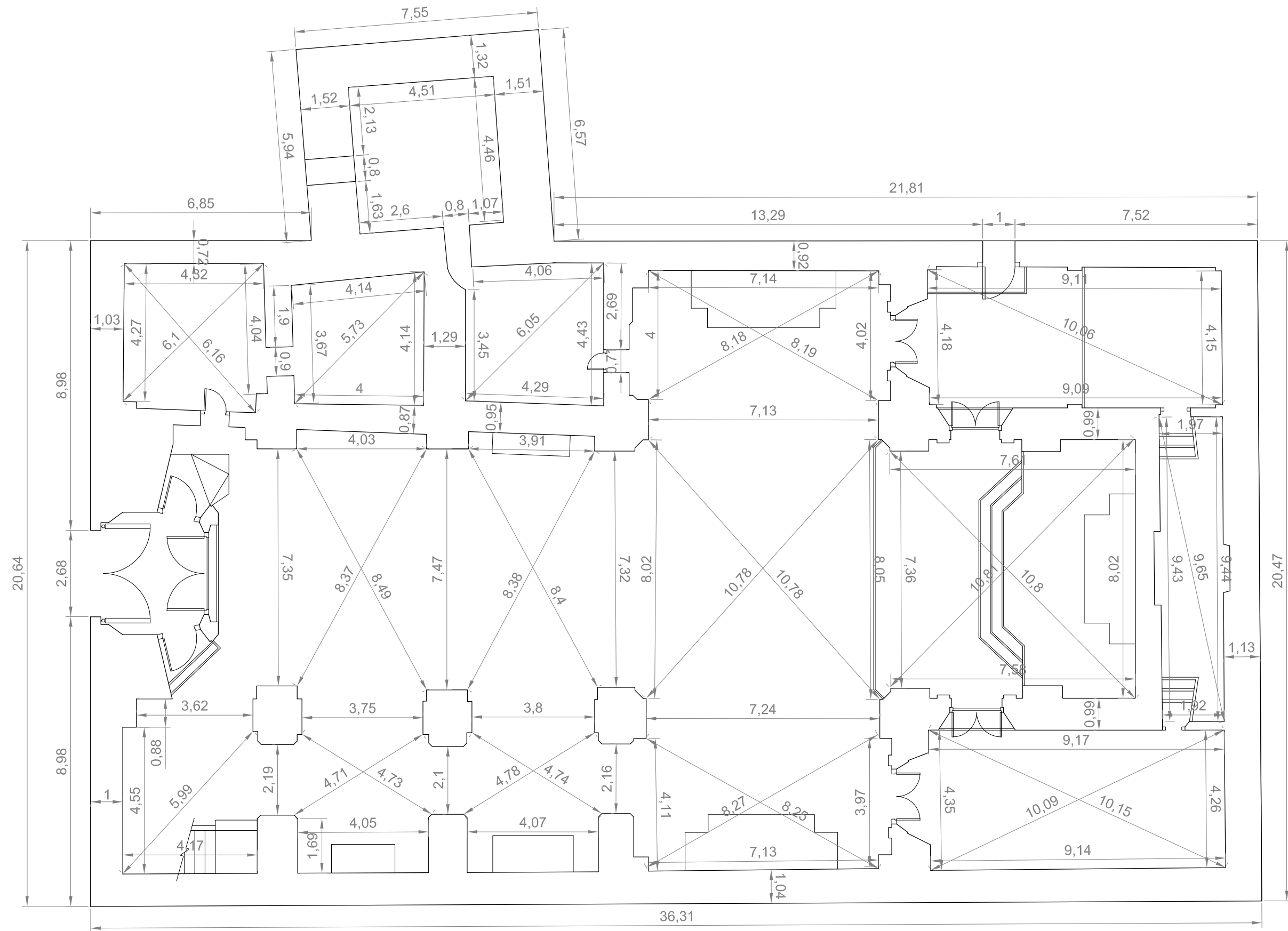
**PLANTA NÍVEL ZÓCALO**

**ESCALA**  
ESCALA:  
**1/125**

**FECHA**  
JUNIO 2013

**Nº PLANO**  
**HOJA**

**ANEXO II**  
14



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**

*Miguel Ángel Rodríguez*  
MIGUEL ÁNGULO RODRÍGUEZ

**TÍTULO DEL PROYECTO**

**TÍTULO DEL PLANO**

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

**PLANTA NÍVEL ZÓCALO ACOTADA**

**ESCALA**  
ESCALA:

**1/125**

**FECHA**

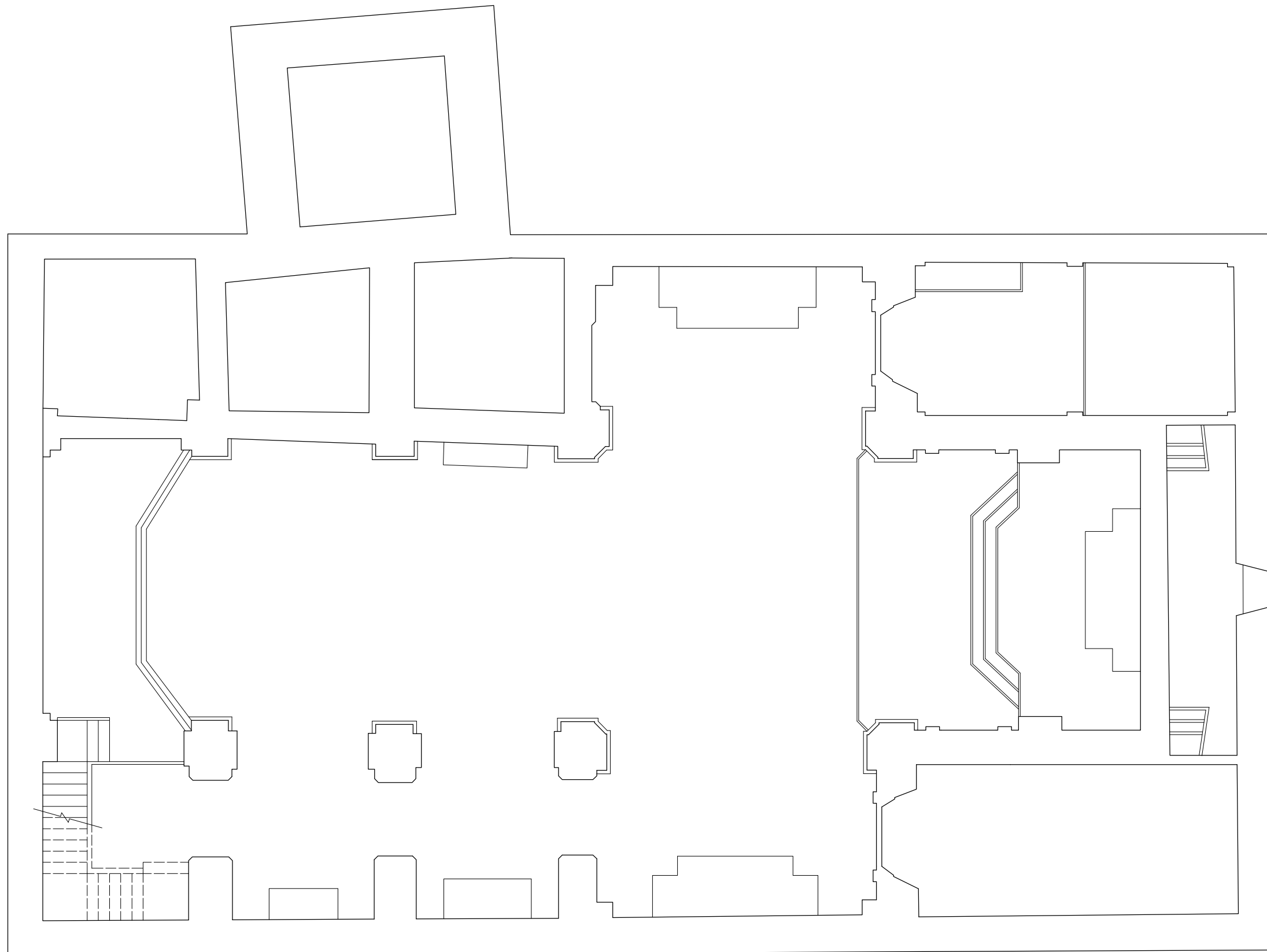
JUNIO 2013

**Nº PLANO**

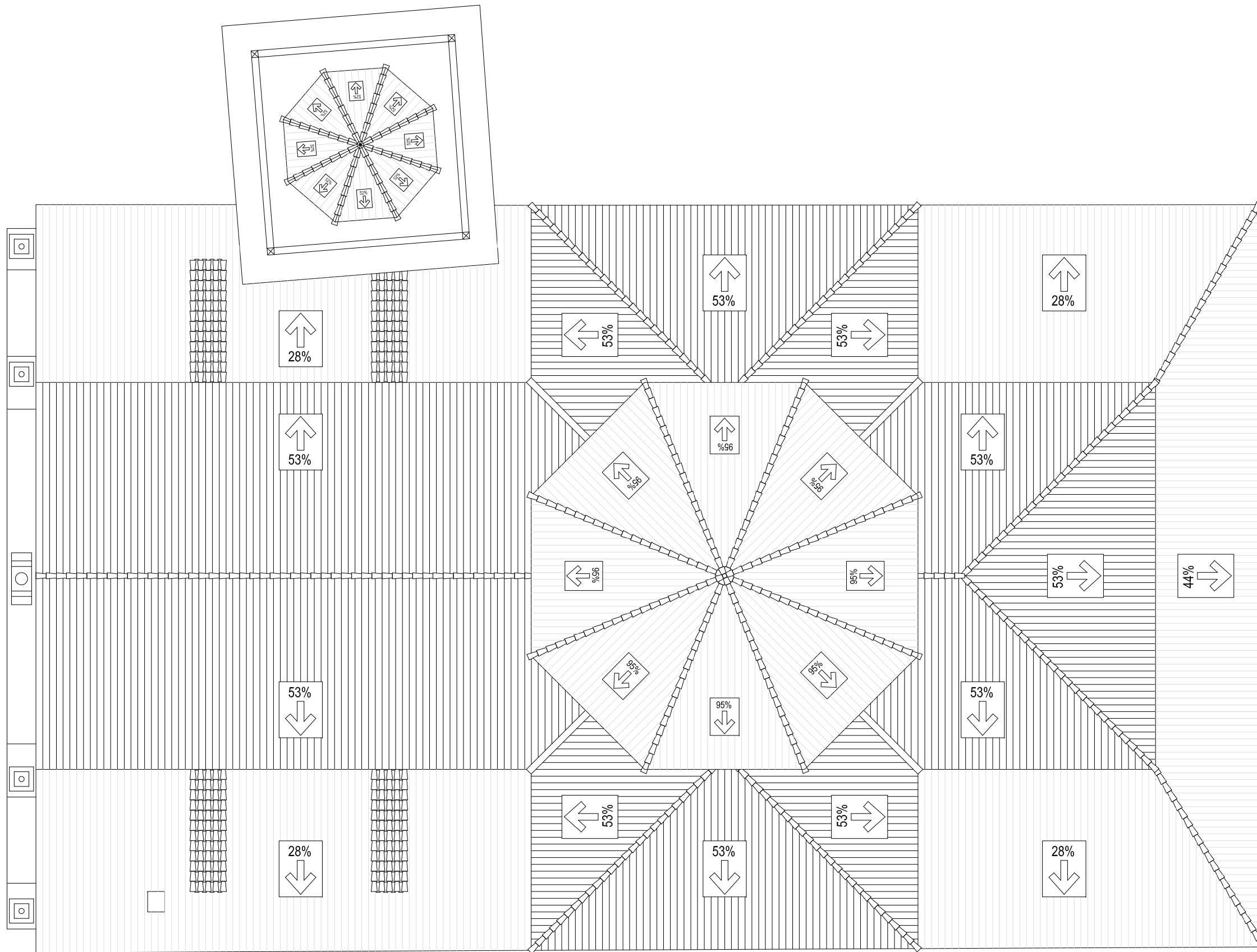
**HOJA**

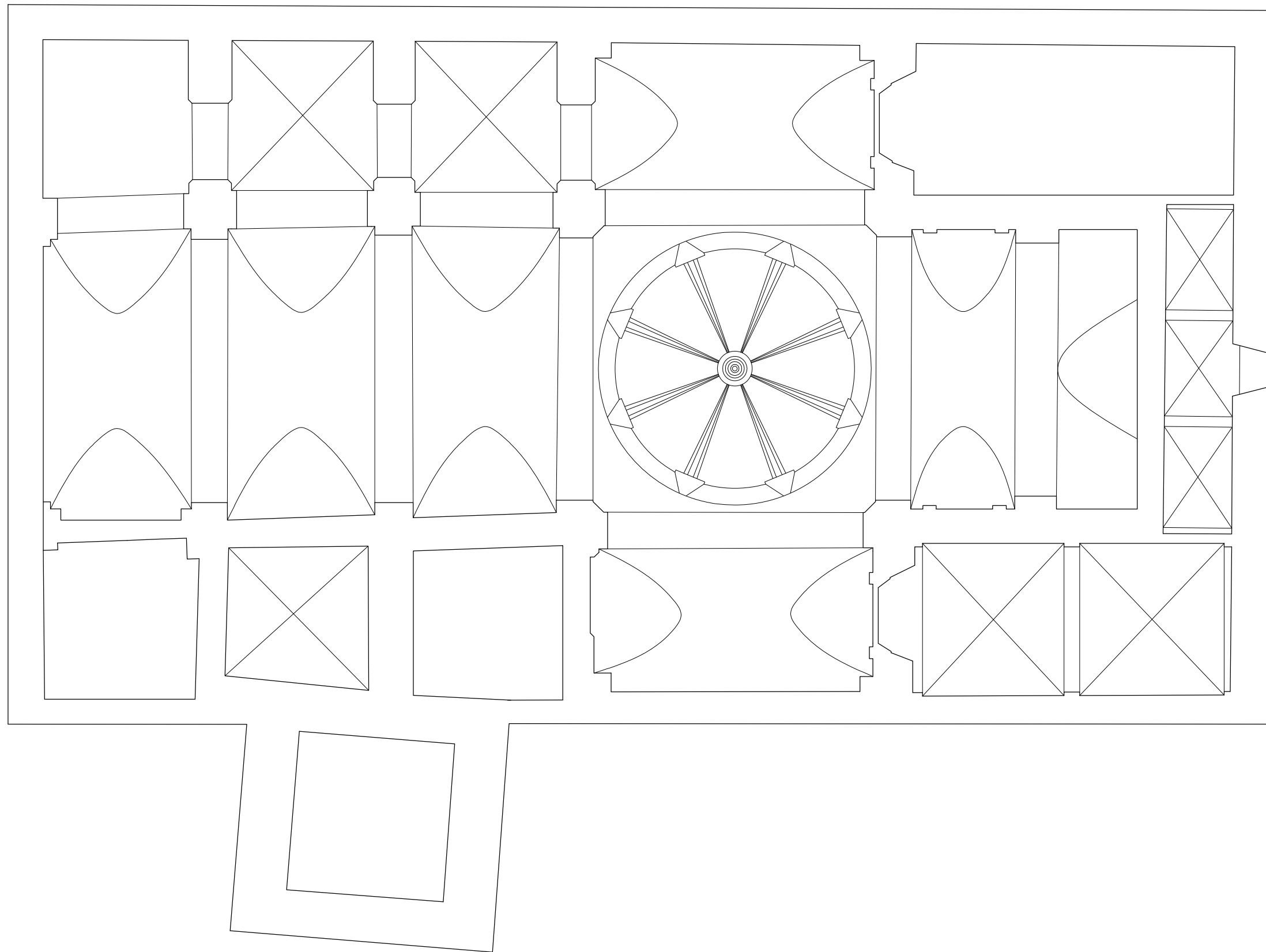
**ANEXO II**

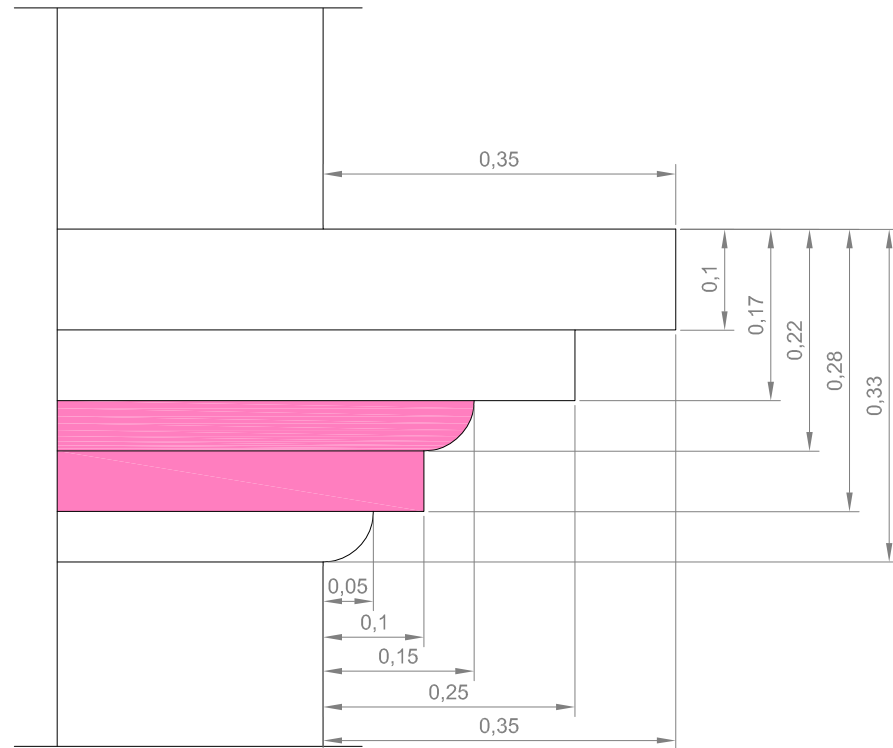
15



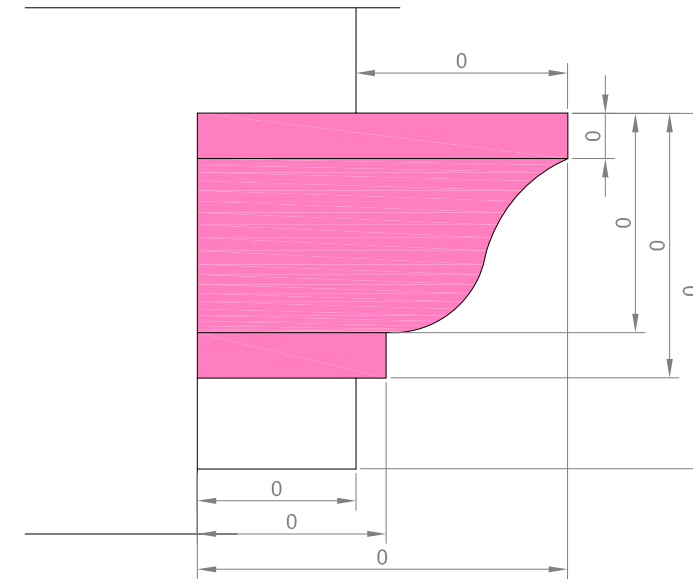




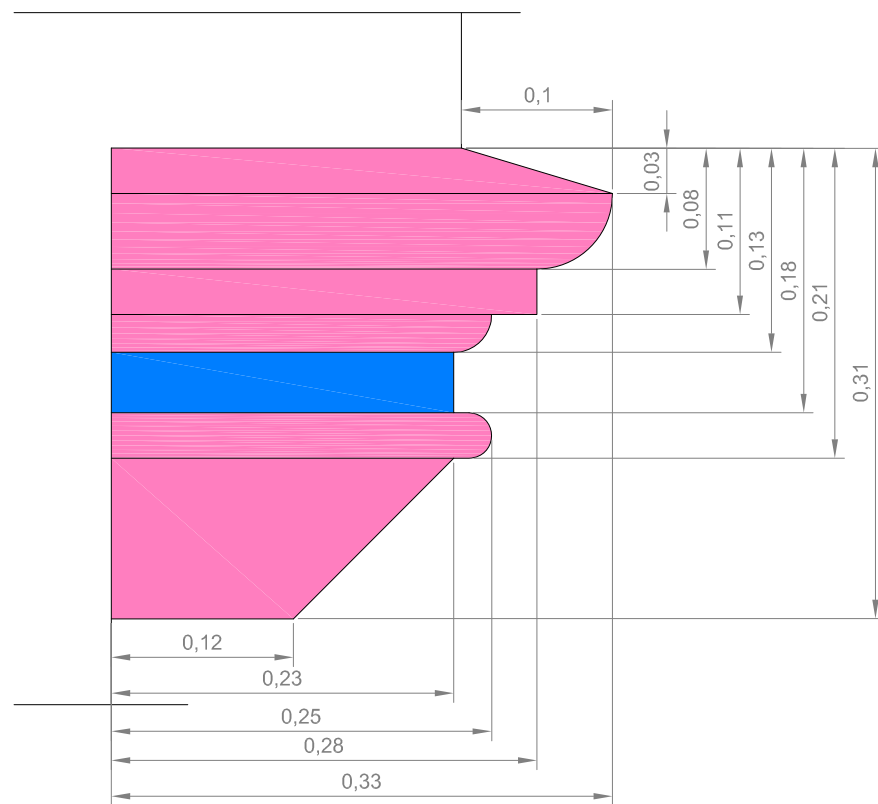




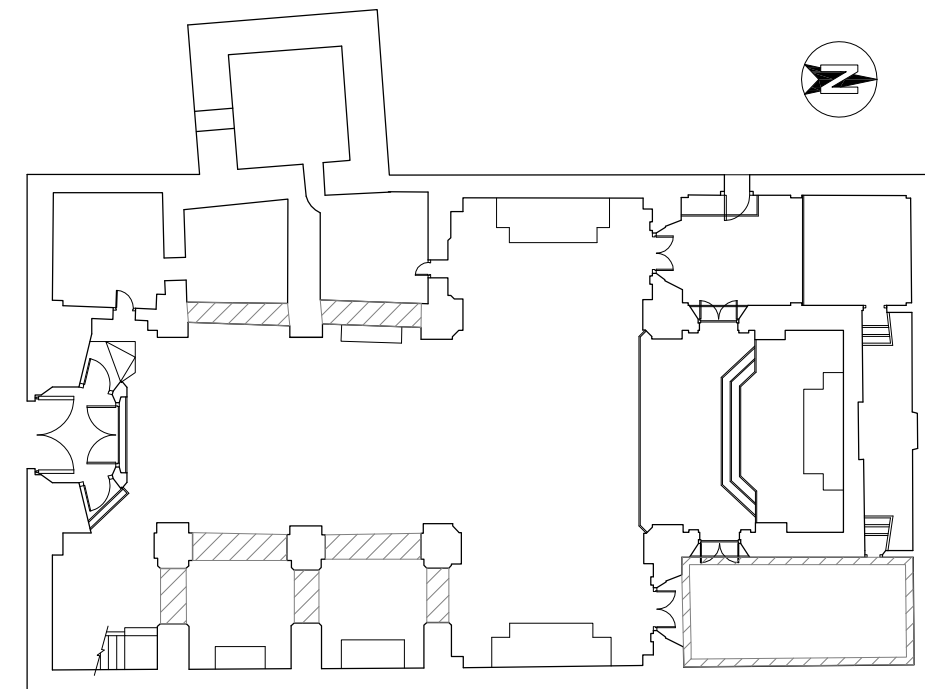
SACRISTIA DERECHA E: 1/7'5



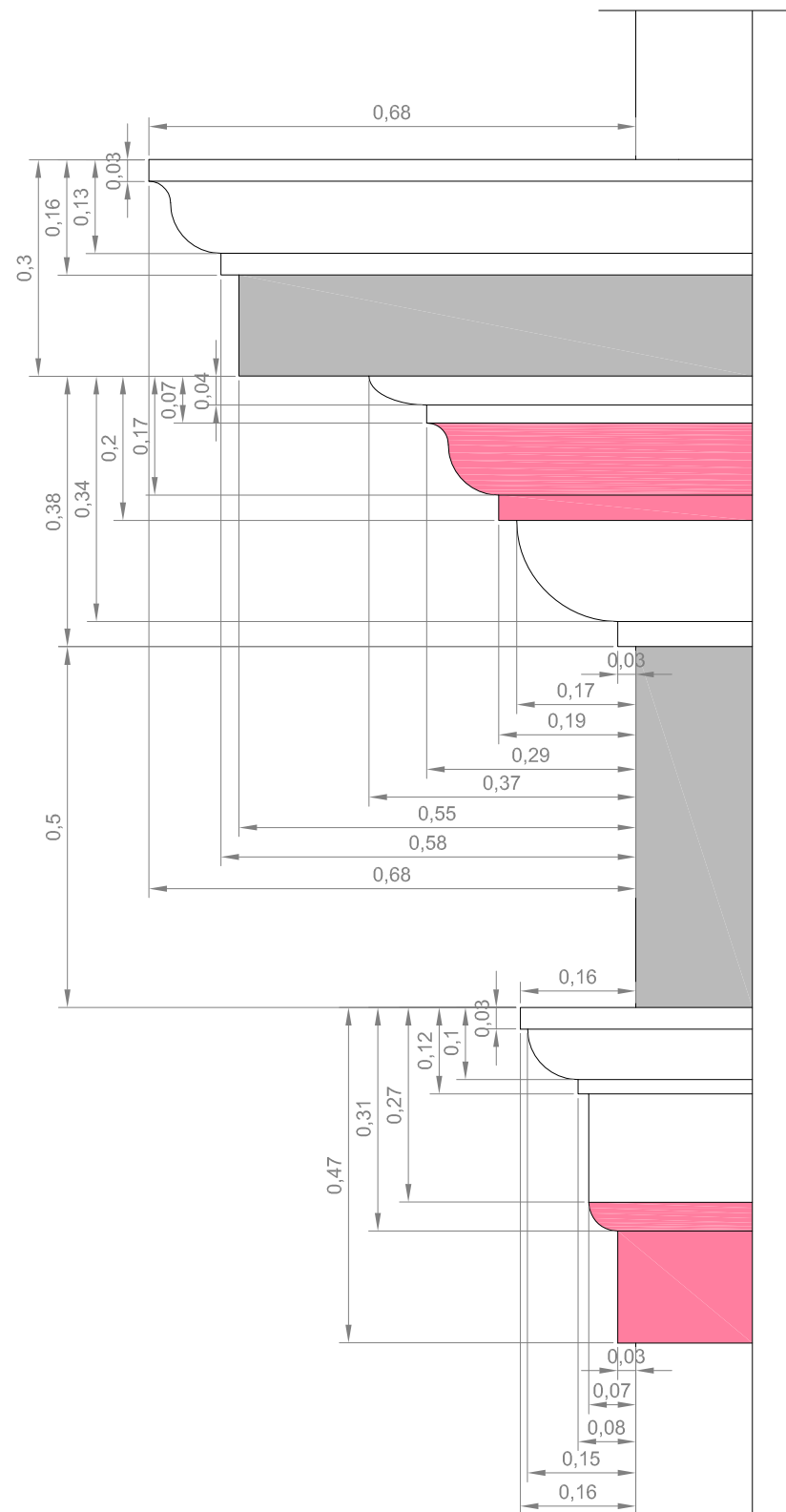
ARCO NAVE CENTRAL E: 1/5



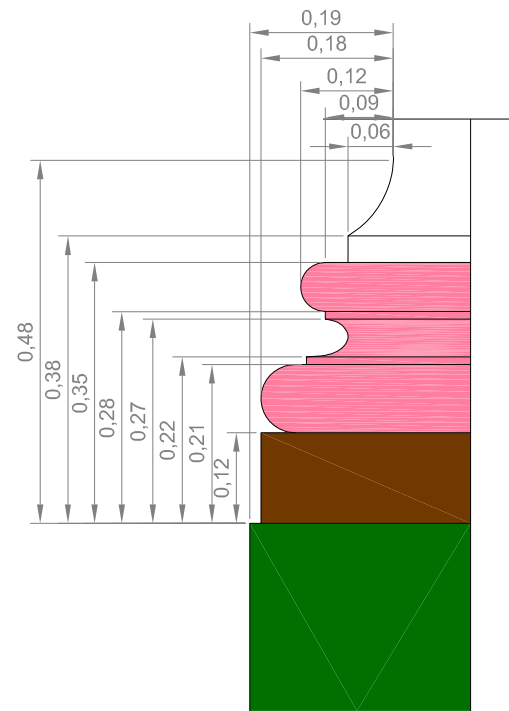
ARCO ENTRE CAPILLAS E:1/5



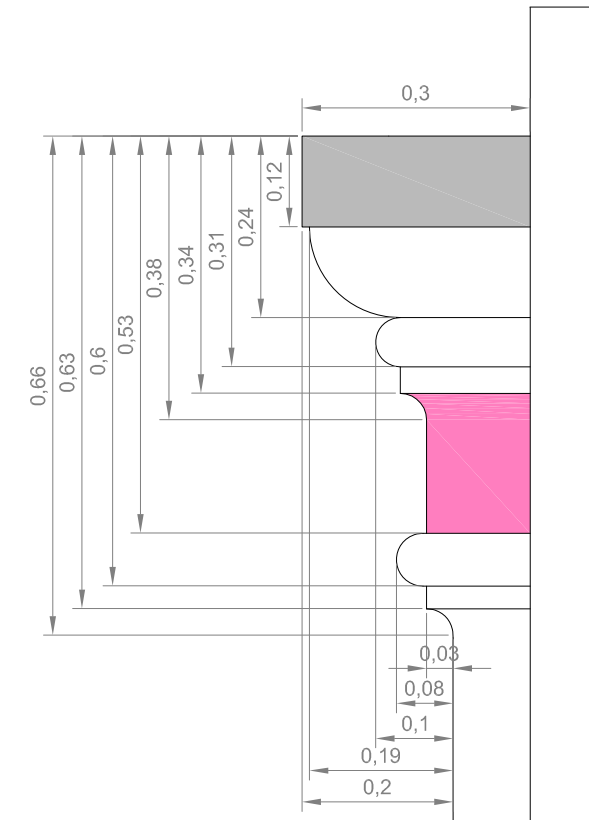
COTAS EN METROS



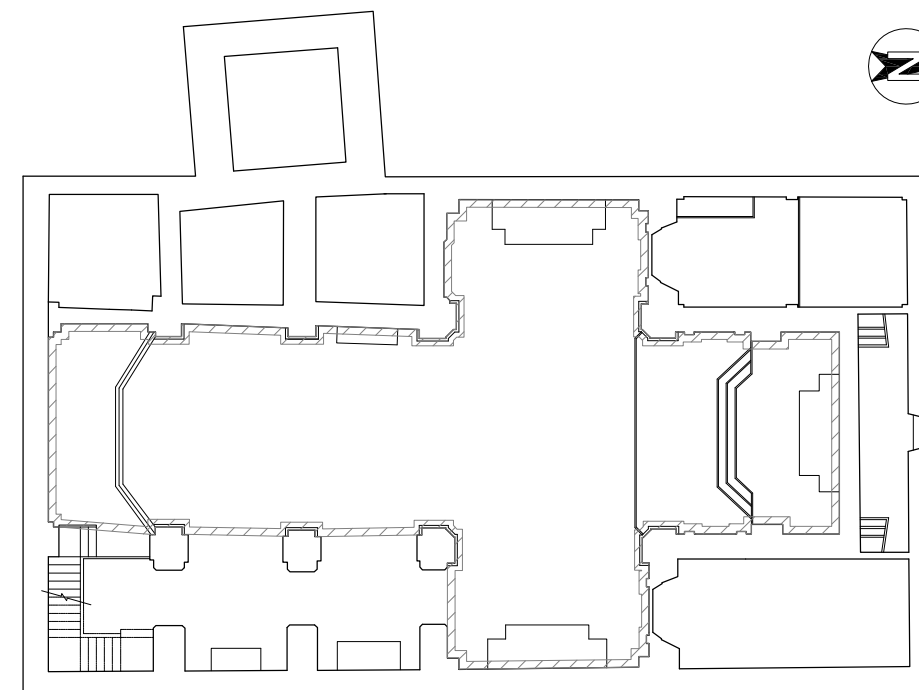
NAVE CENTRAL Y CRUCERIA E: 1/10



SOPORTES (BASE) E: 1/10

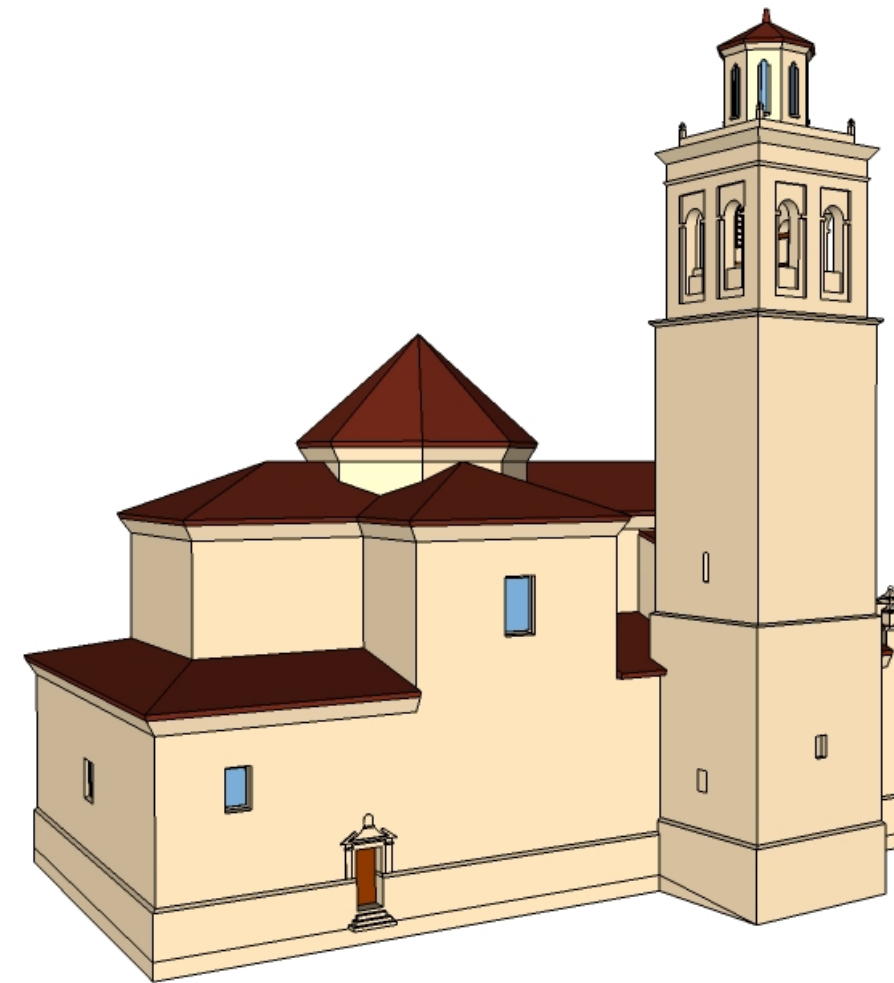
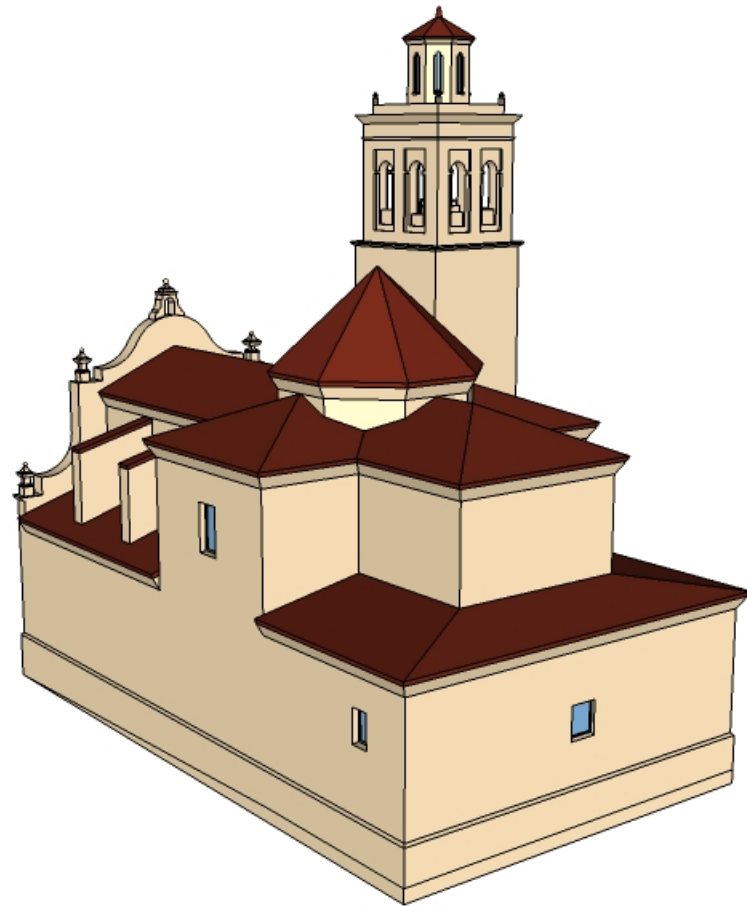
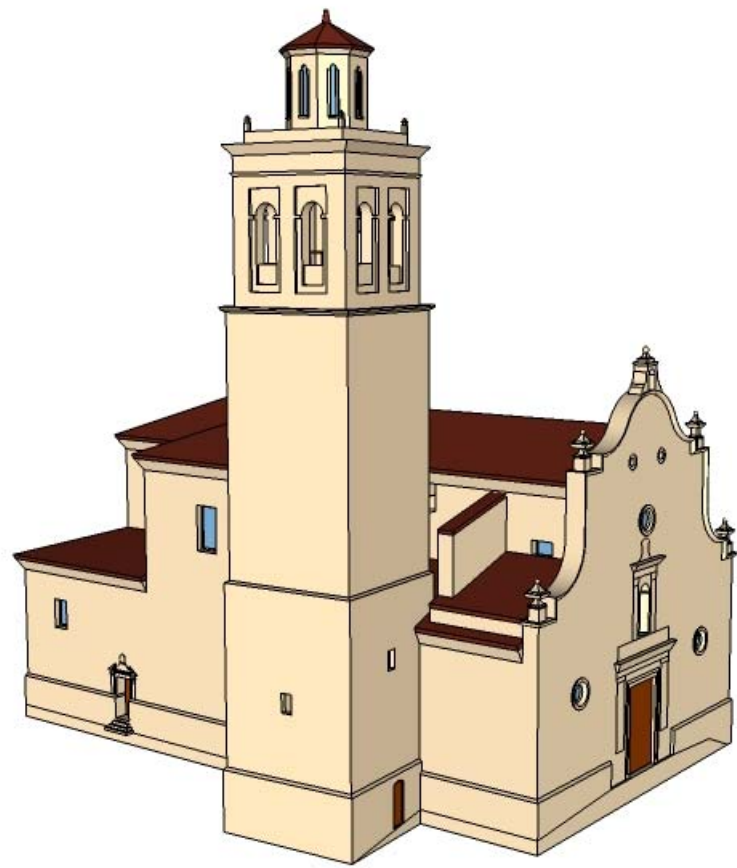


SOPORTES (CAPITEL) E: 1/10



COTAS EN METROS





UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO

*Angulo*  
MIGUEL ÁNGULO RODRÍGUEZ

TÍTULO DEL  
PROYECTO

TÍTULO DEL  
PLANO

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

PERSPECTIVAS

ESCALA

ESCALA:

S/N

FECHA

JUNIO 2013

Nº PLANO

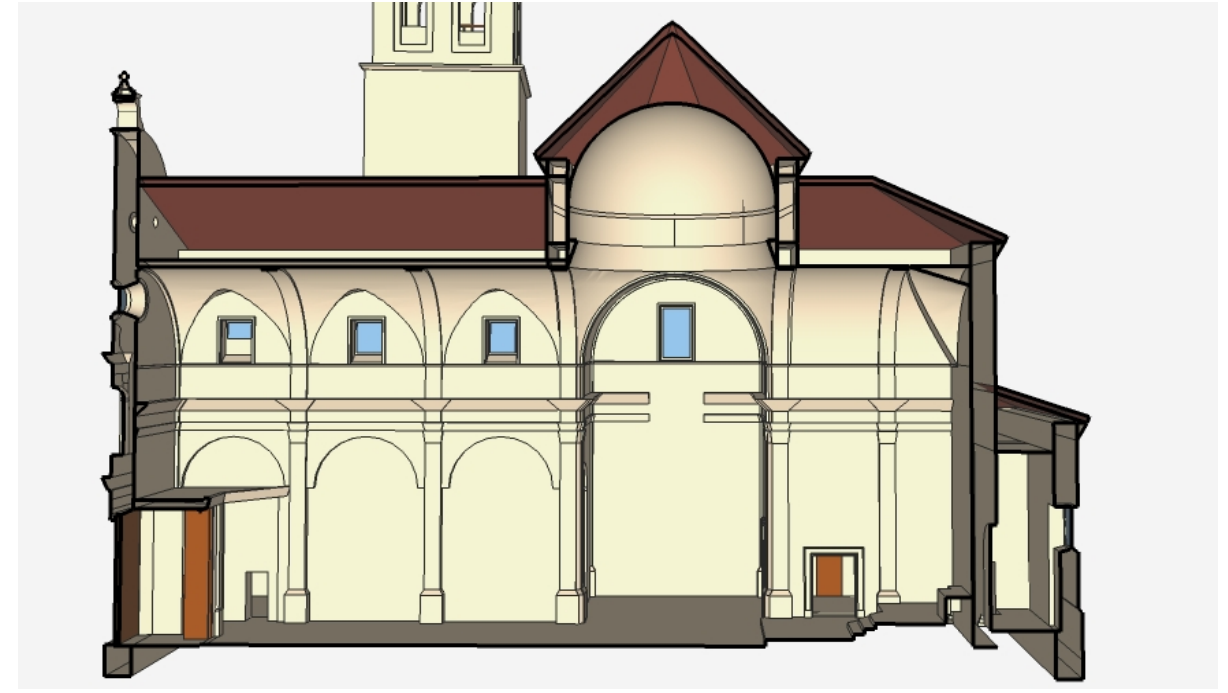
HOJA

ANEXO II

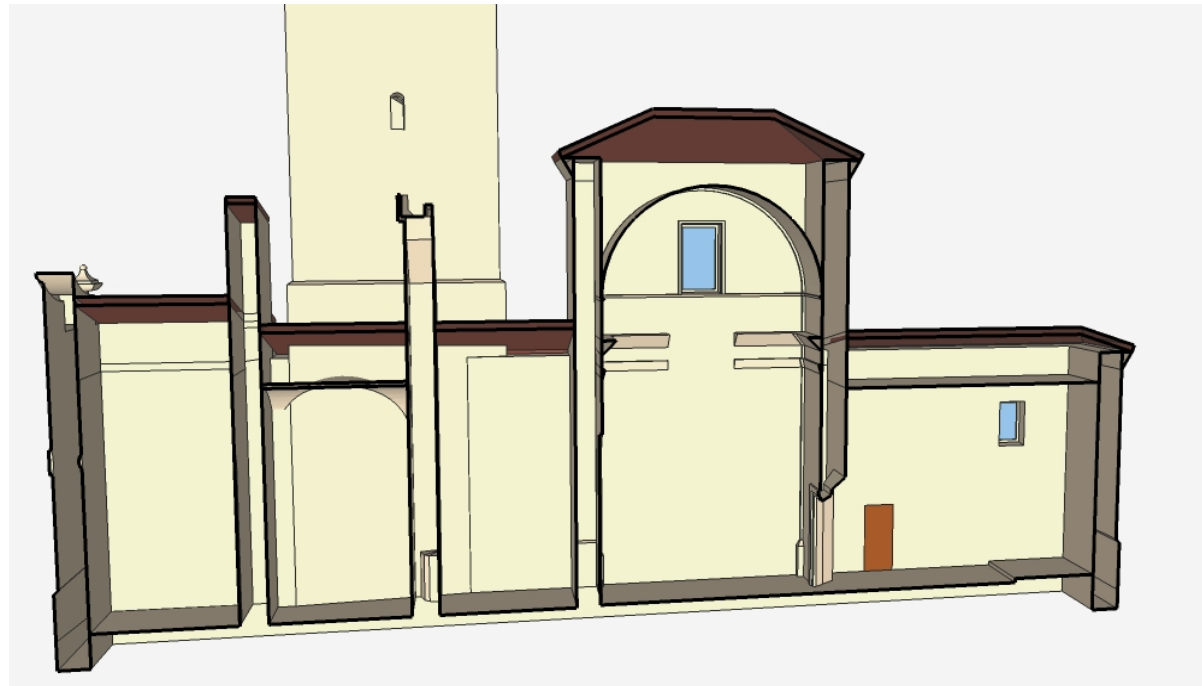
22



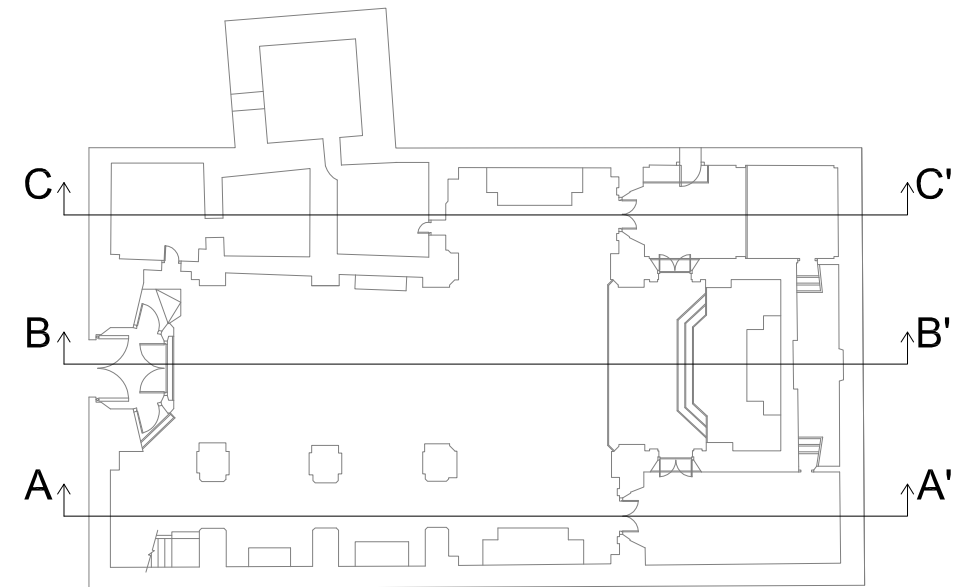
SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'

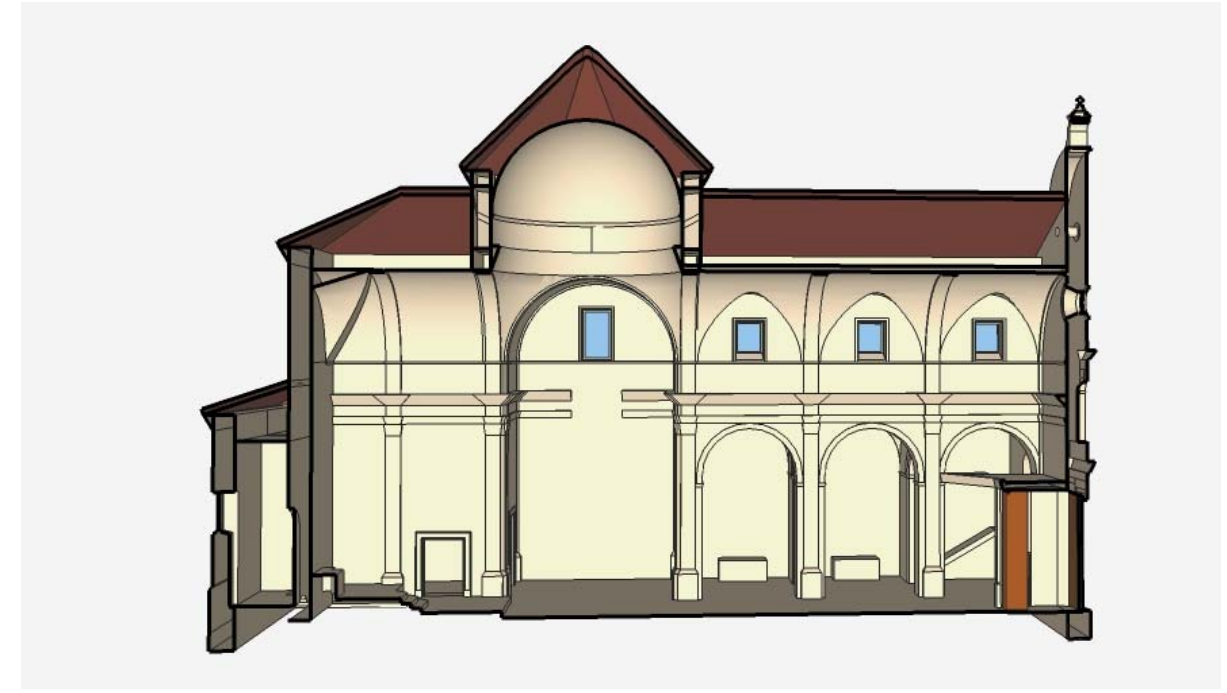


SECCIÓN C-C'





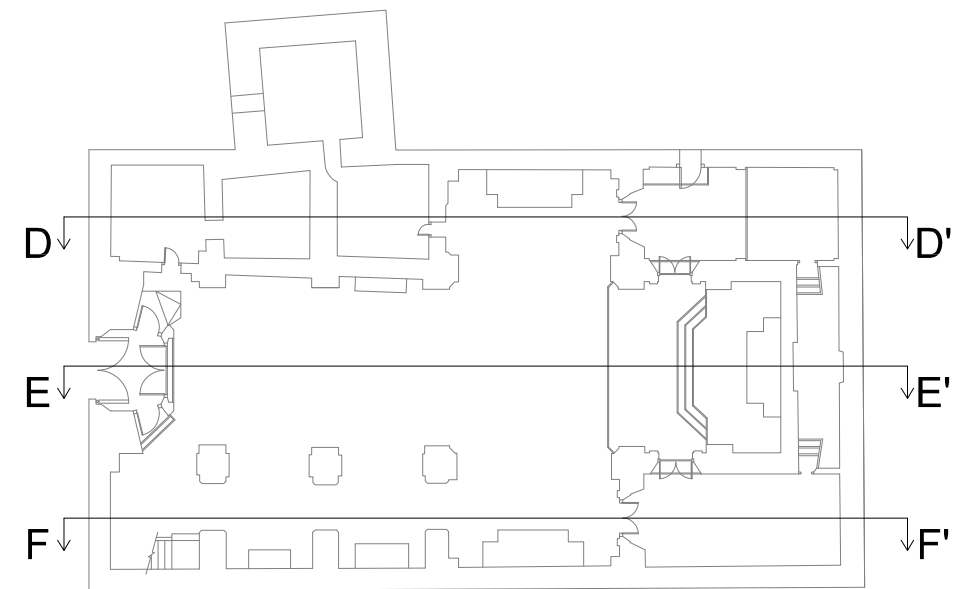
SECCIÓN D-D'



SECCIÓN E-E'

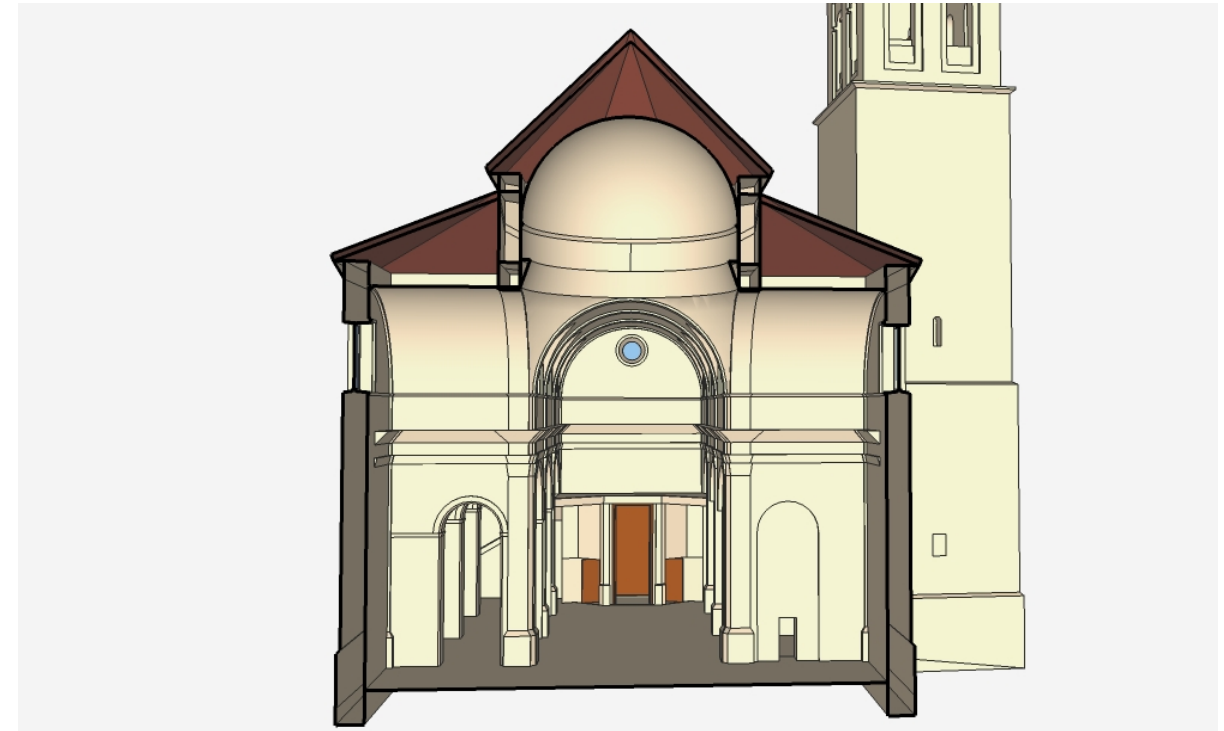


SECCIÓN F-F'





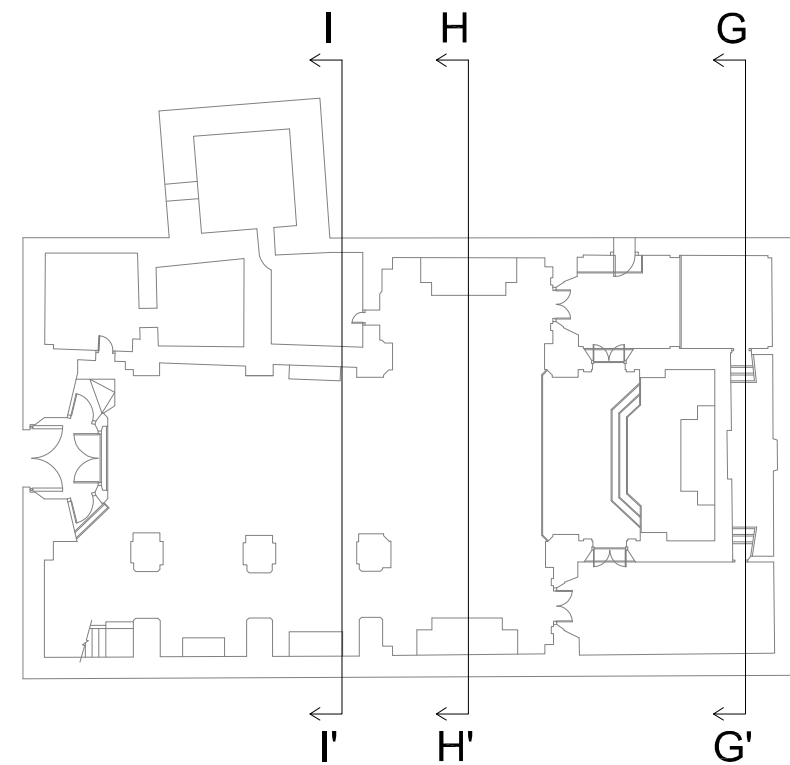
SECCIÓN G-G'



SECCIÓN H-H'



SECCIÓN I-I'

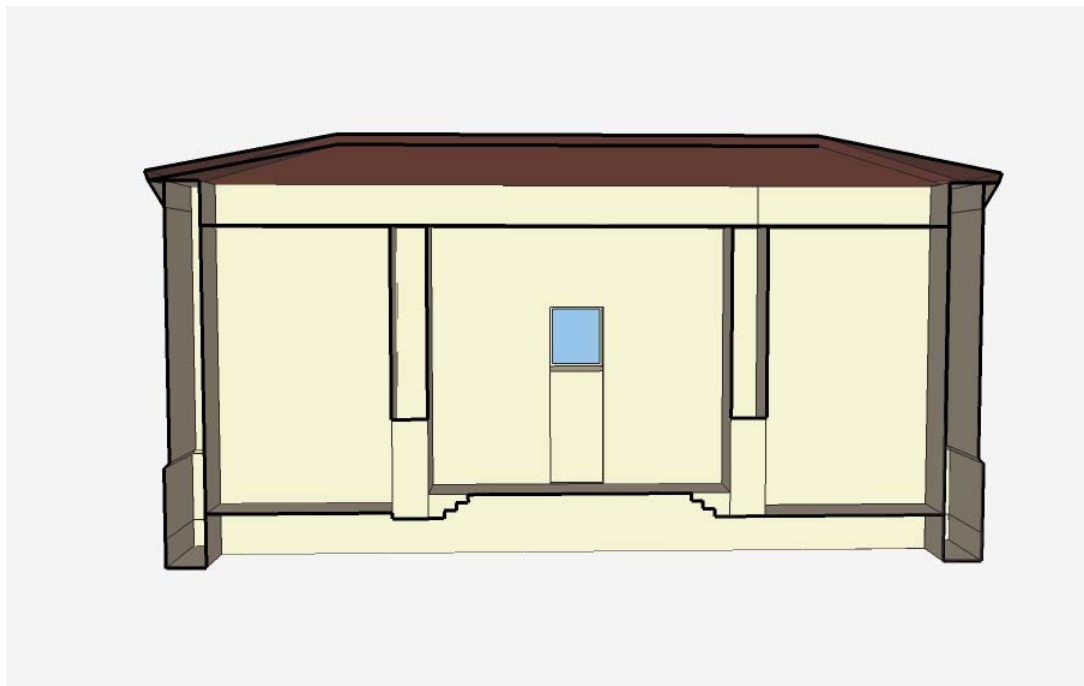




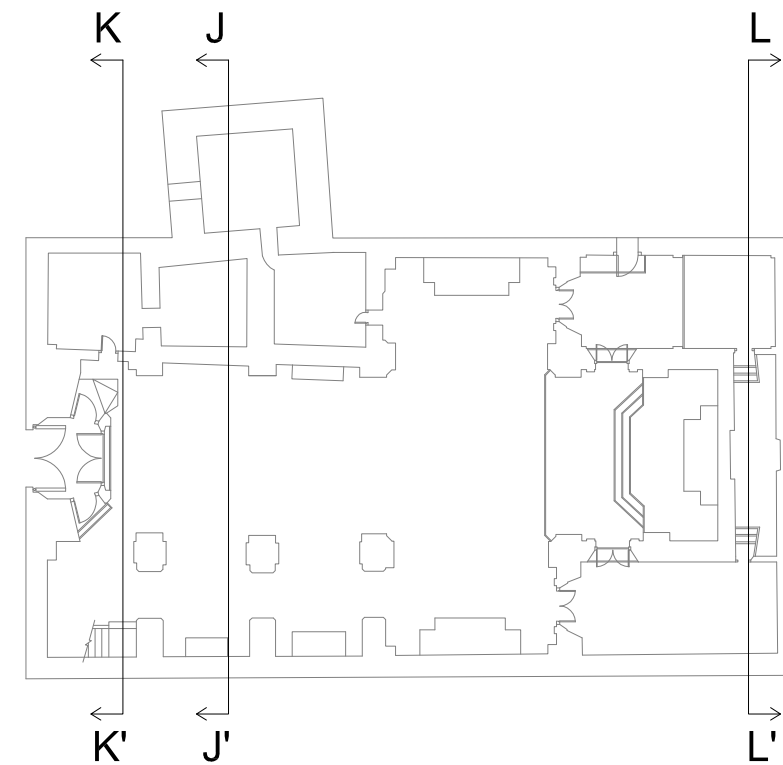
SECCIÓN J-J'

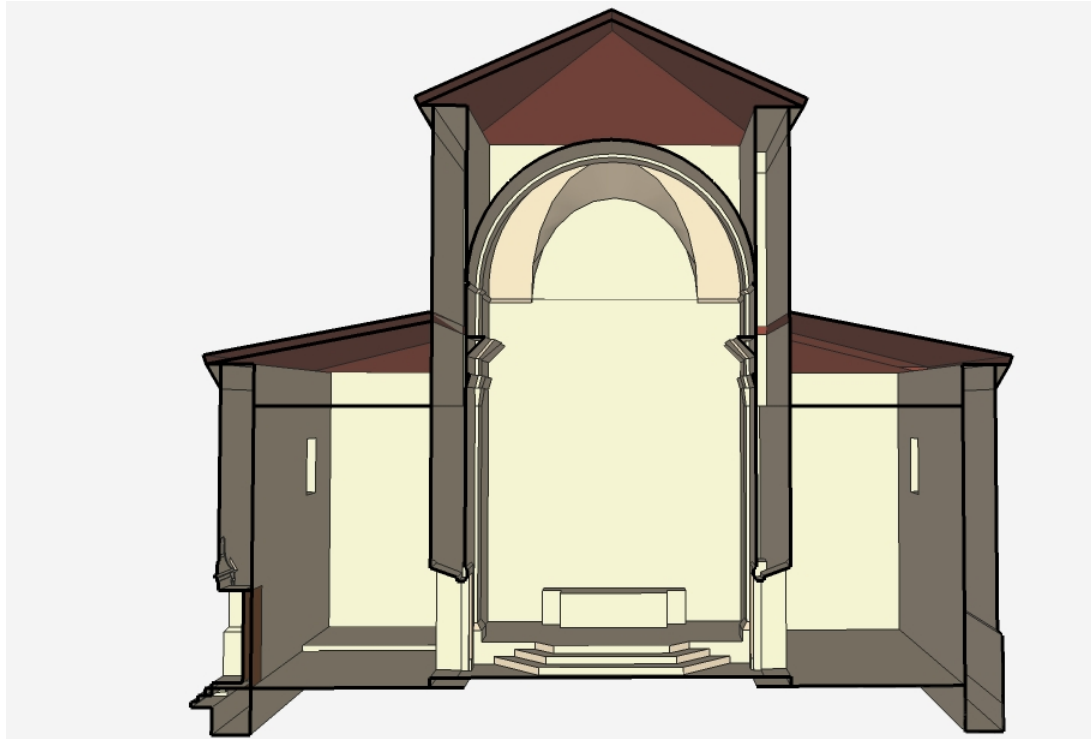


SECCIÓN K-K'

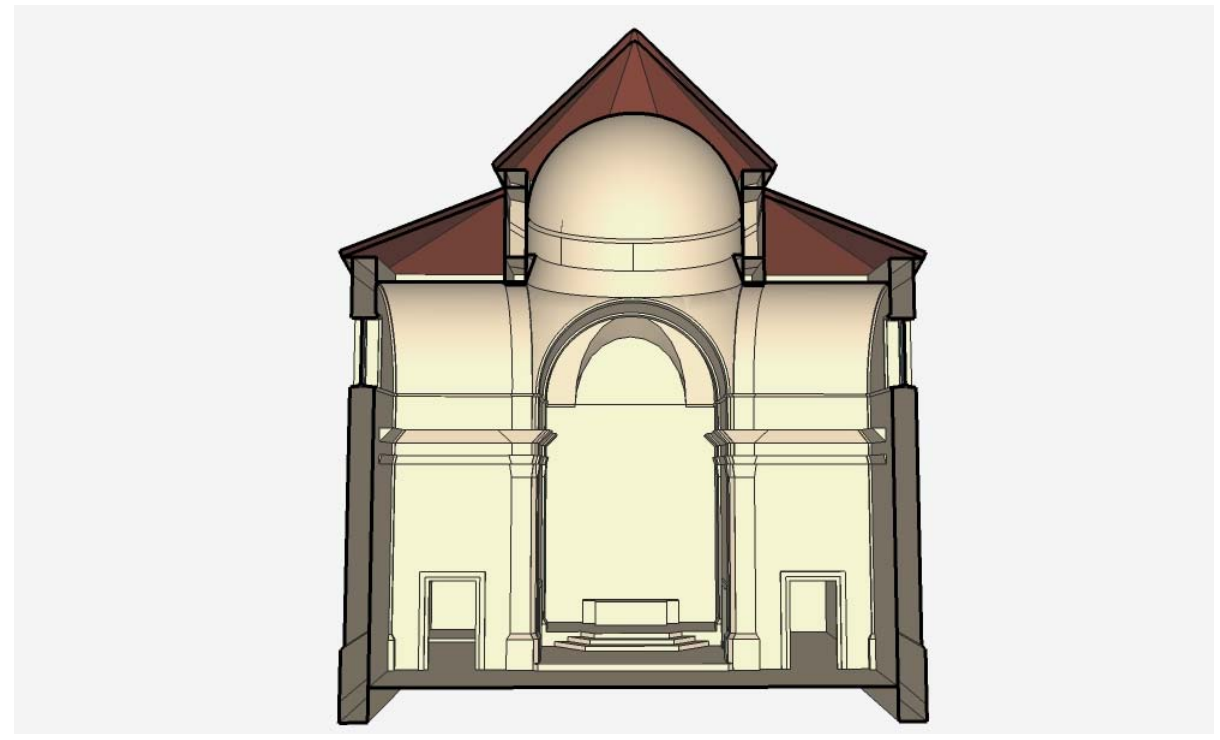


SECCIÓN L-L'

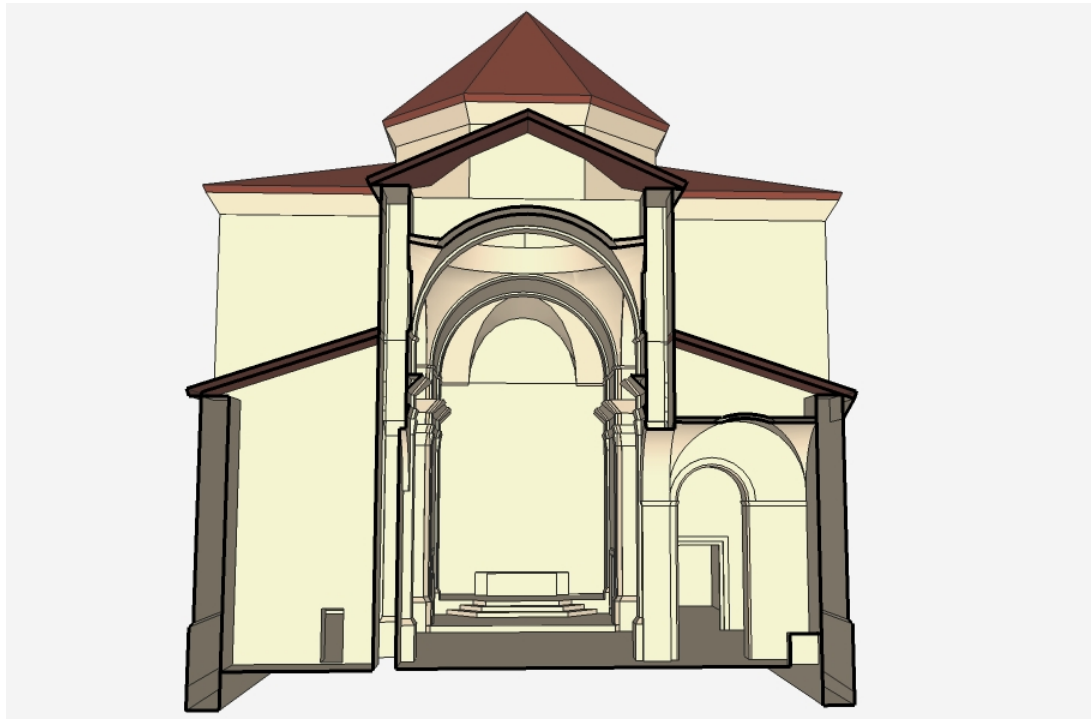




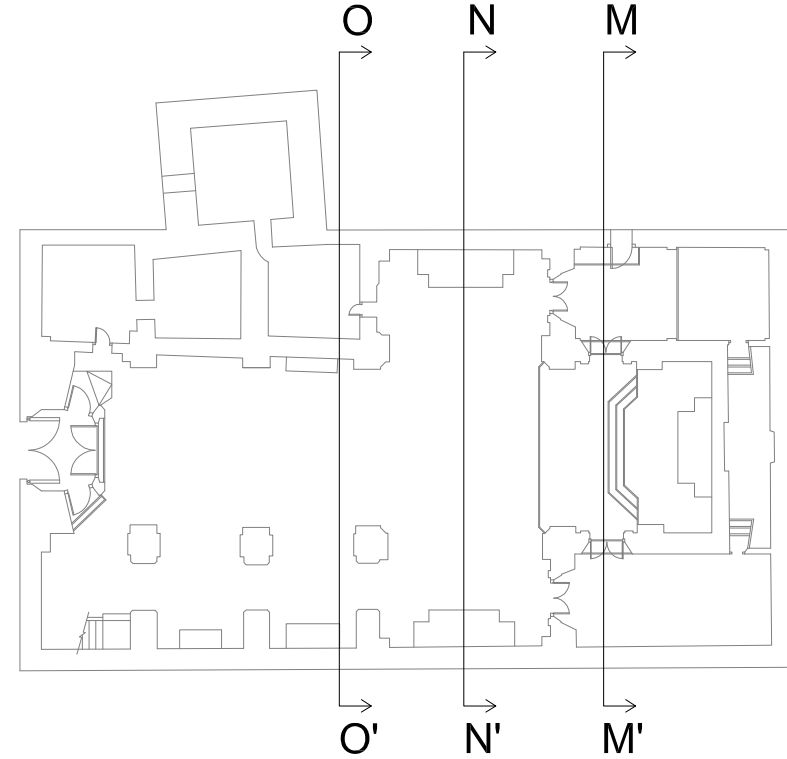
SECCIÓN M-M'

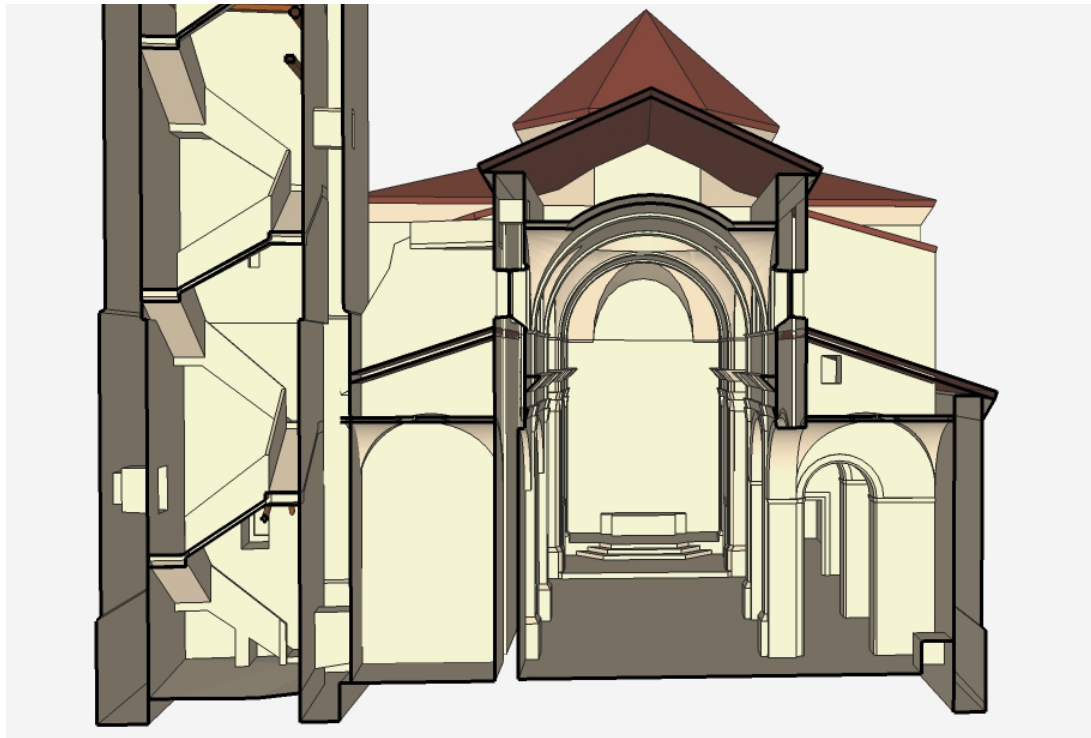


SECCIÓN N-N'



SECCIÓN O-O'

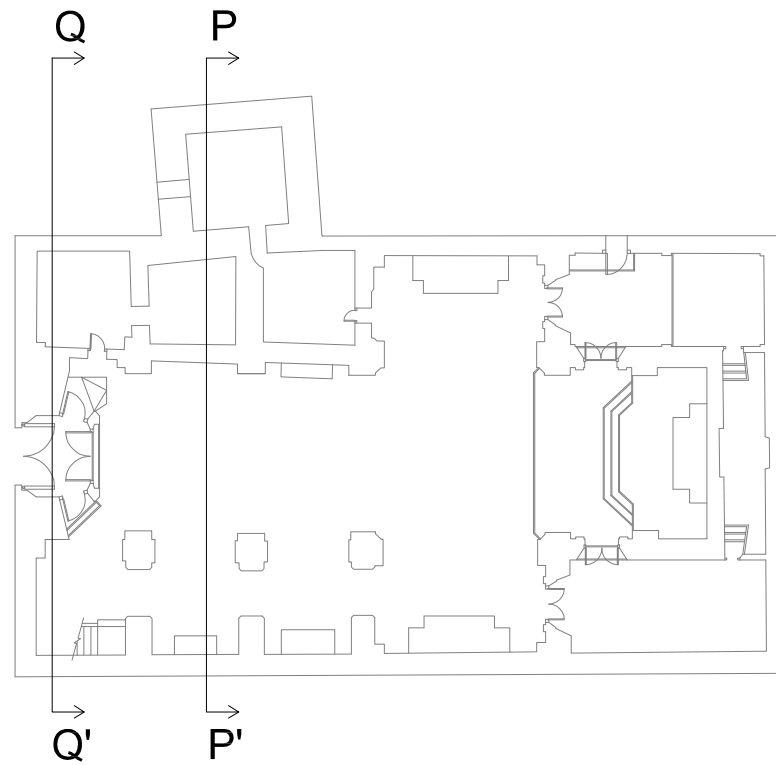


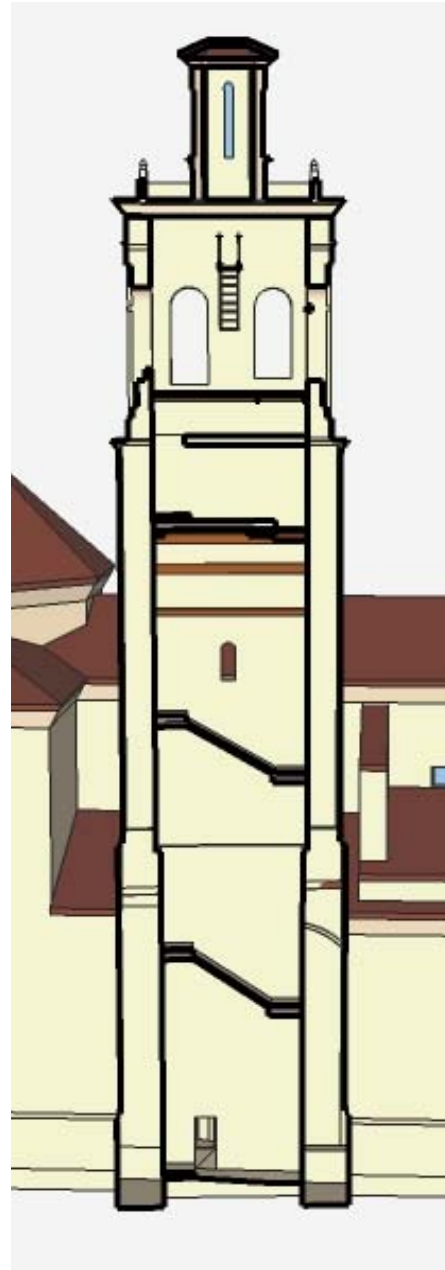


SECCIÓN P-P'

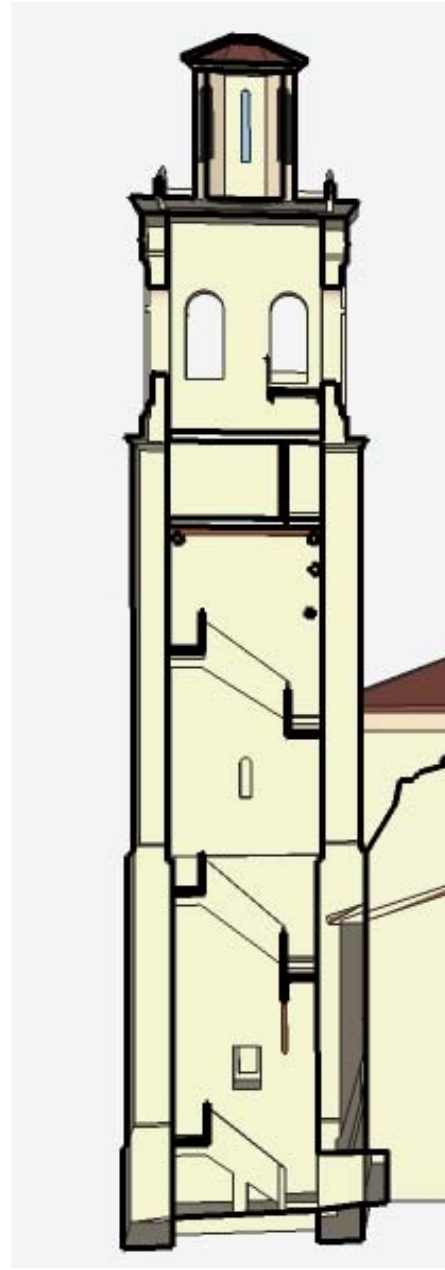
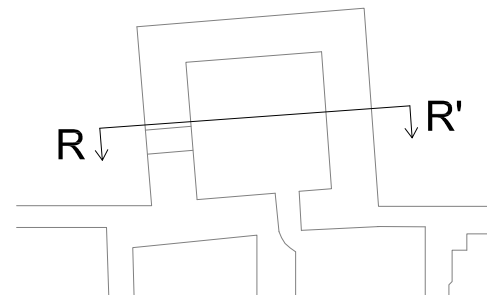


SECCIÓN Q-Q'

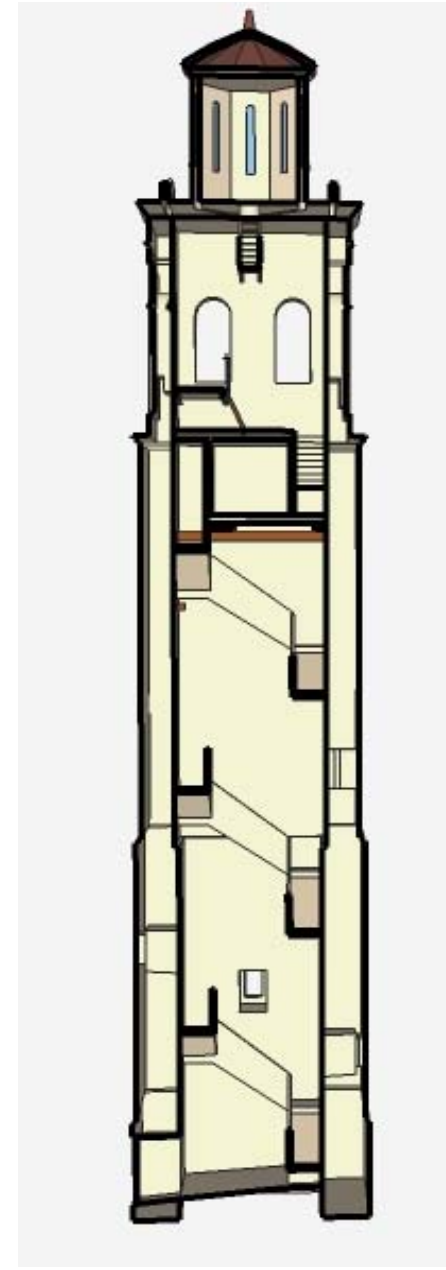
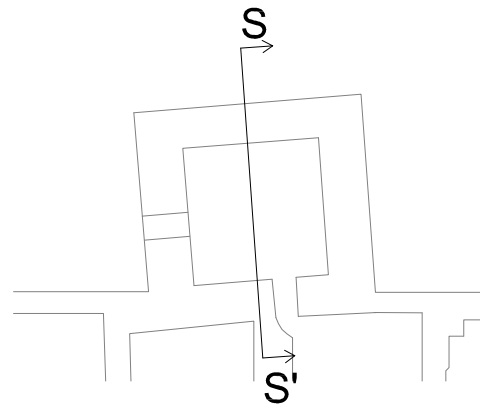




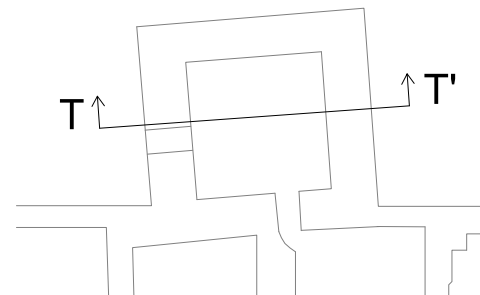
SECCIÓN R-R'



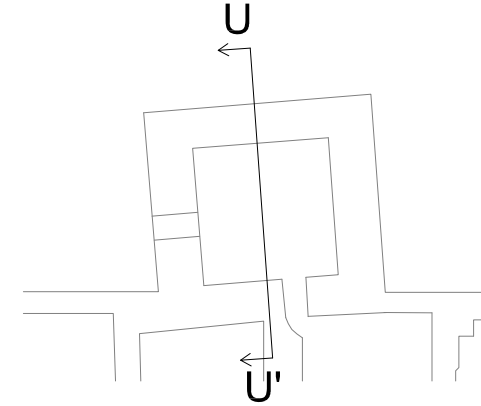
SECCIÓN S-S'



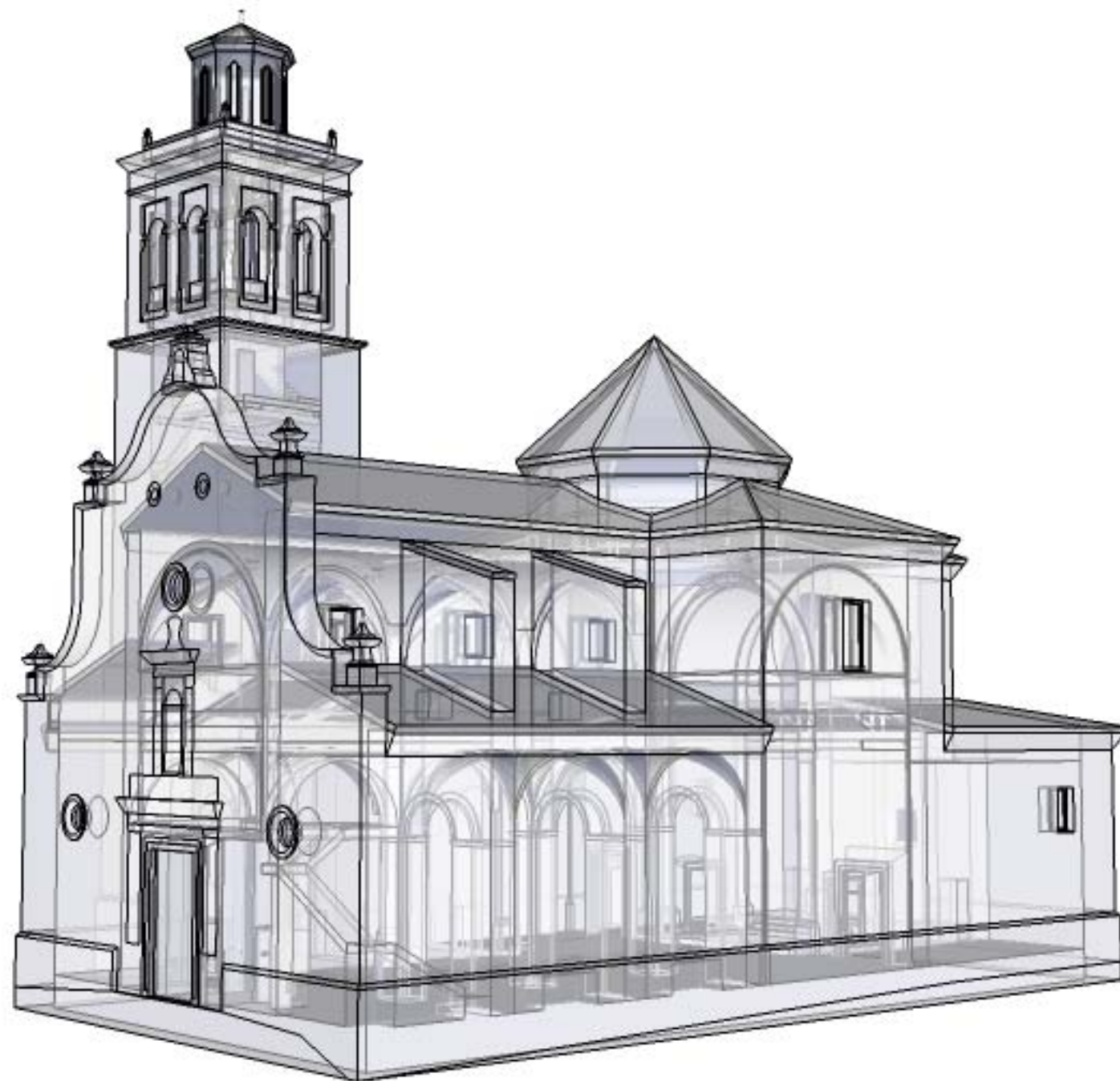
SECCIÓN T-T'

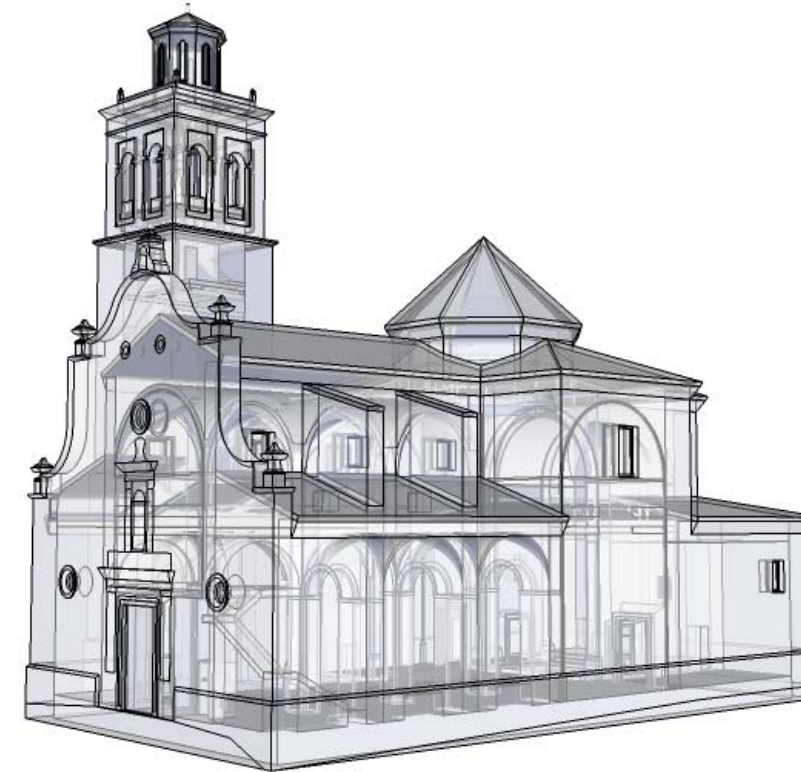


SECCIÓN U-U'









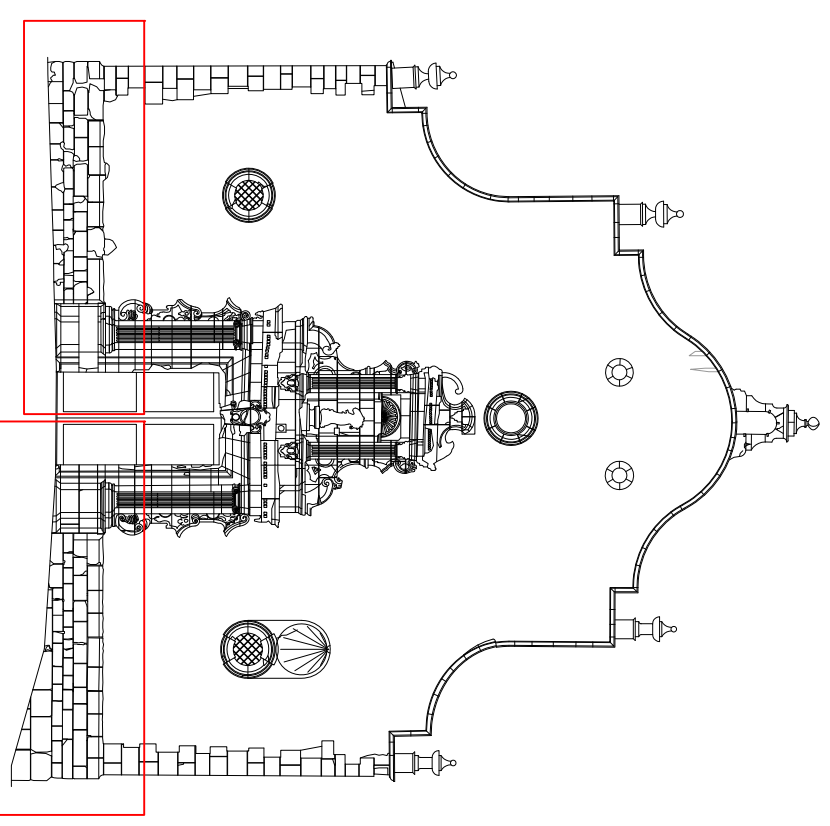
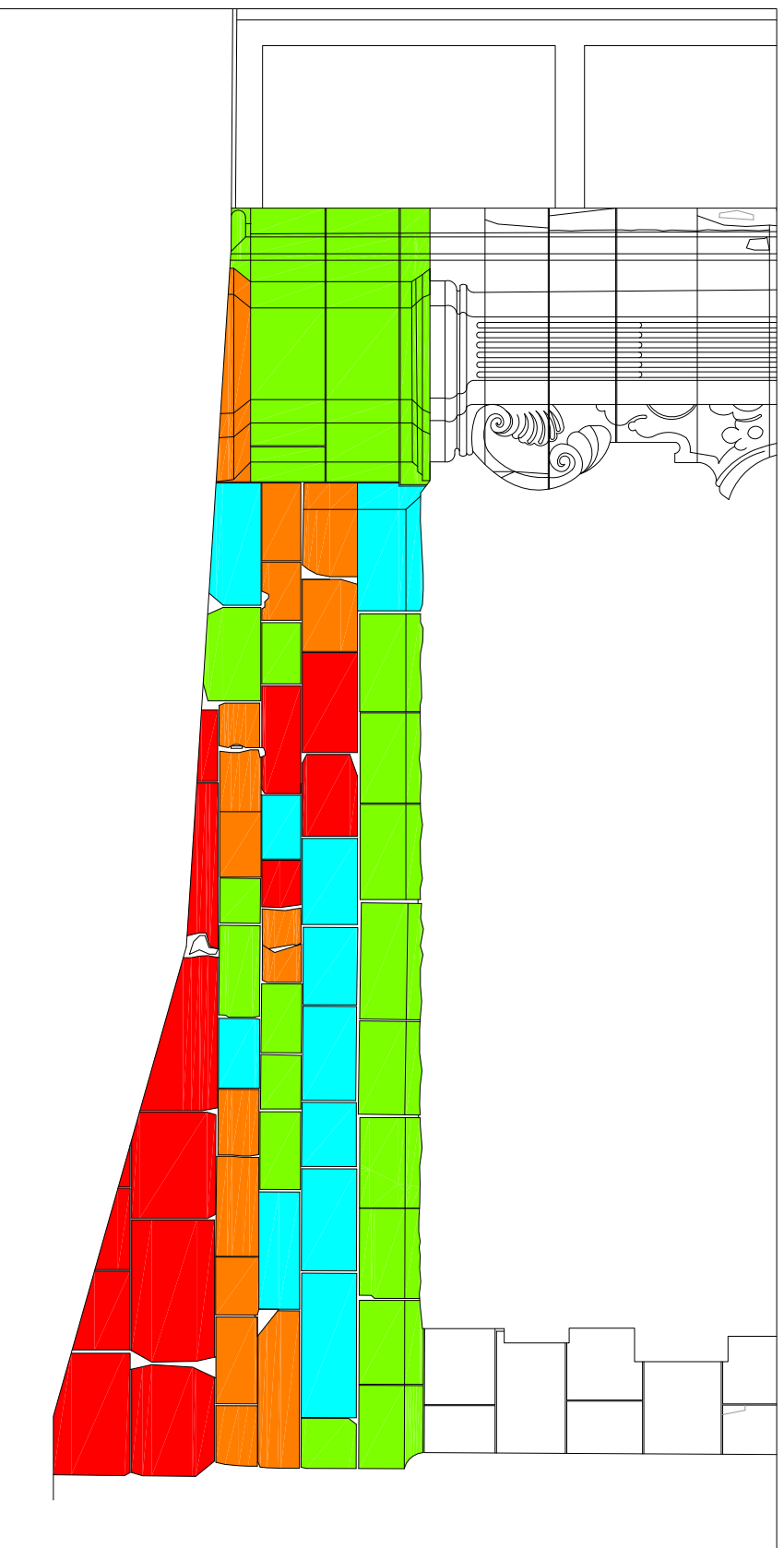
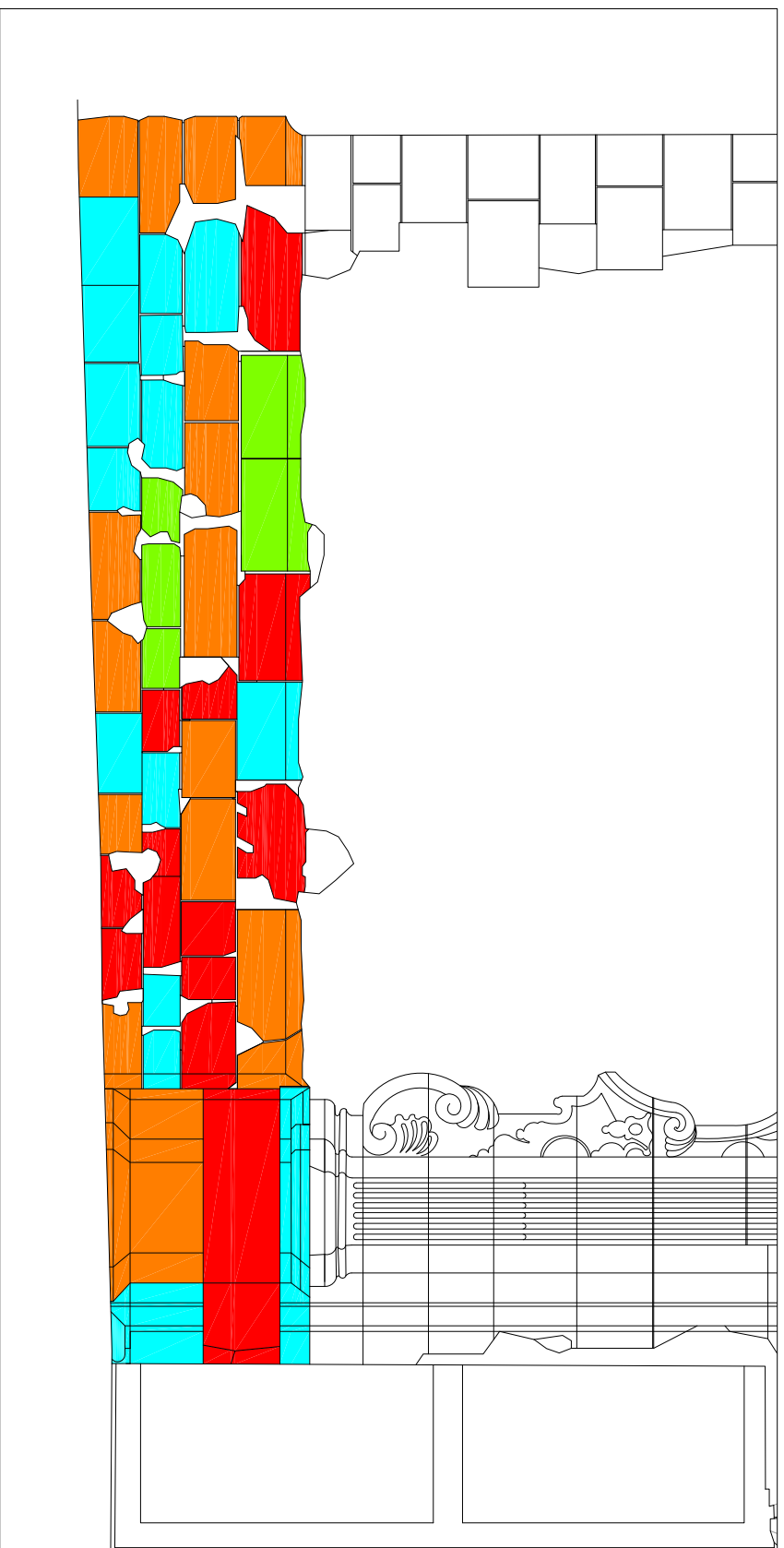




## **ANEXO III: LEVANTAMIENTO GRÁFICO DE LA CONSERVACIÓN DE LOS ZÓCALOS DE LA IGLESIA Y LA TORRE**

---

ESTADO DE LOS SILLARES	
	SIN DAÑOS
	MENOS 50% SUP. AFECTADA
	MÁS 50% SUP. AFECTADA
	PARA SUSTITUIS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA

TTULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERIA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO

*Miguel*  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO

TÍTULO DEL PLANO

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA CONCEPCION DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERRUEL)

ESTADO DEL ZÓCALO F. PRINCIPAL

ESCALA

ESCALA:

S/N

FECHA

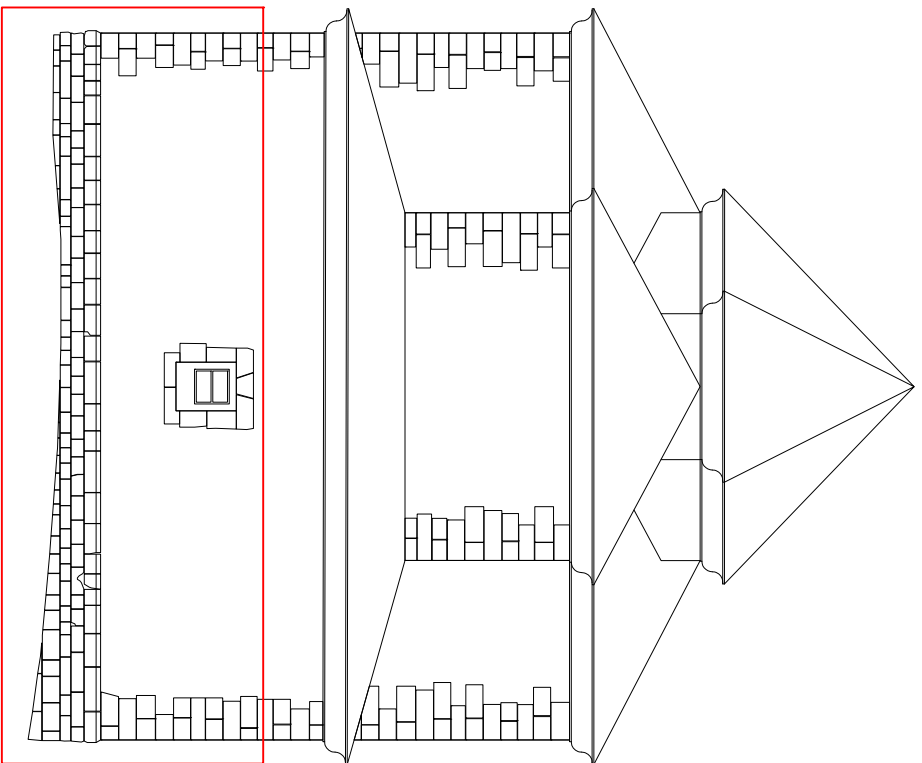
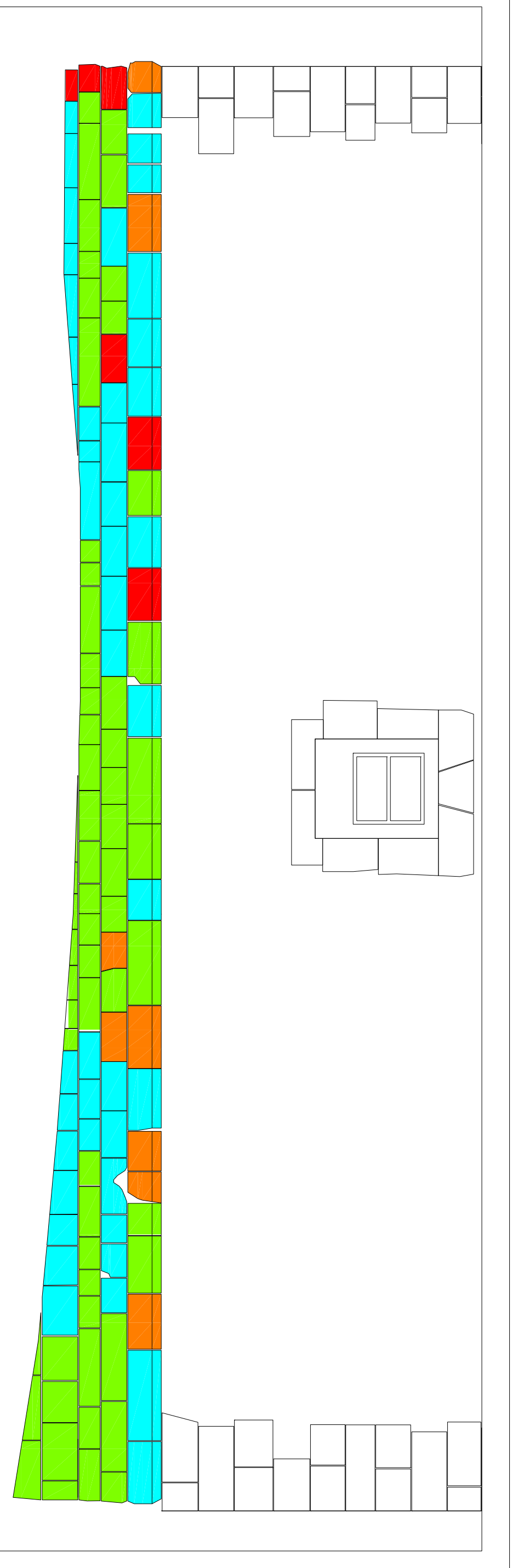
JUNIO 2013





Nº PLANO

HOJA

ANEXO III

1



ESTADO DE LOS SILLARES	
	SIN DAÑOS
	MENOS 50% SUP. AFECTADA
	MÁS 50% SUP. AFECTADA
	PARA SUSTITUIR



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA

TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO

*Miguel*  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCION DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERRUEL)

TÍTULO DEL PLANO

ESTADO DEL ZÓCALO F. POSTERIOR

ESCALA

ESCALA:  
S/N

FECHA

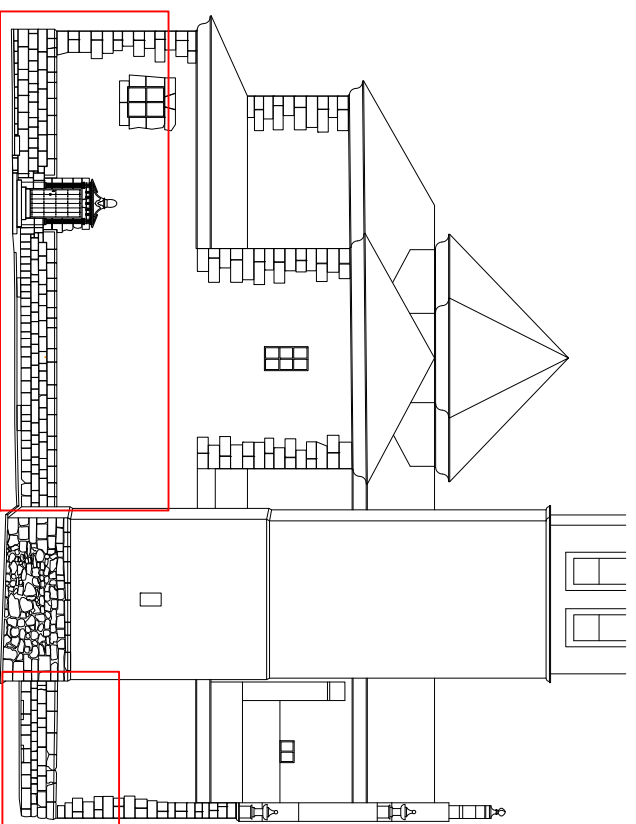
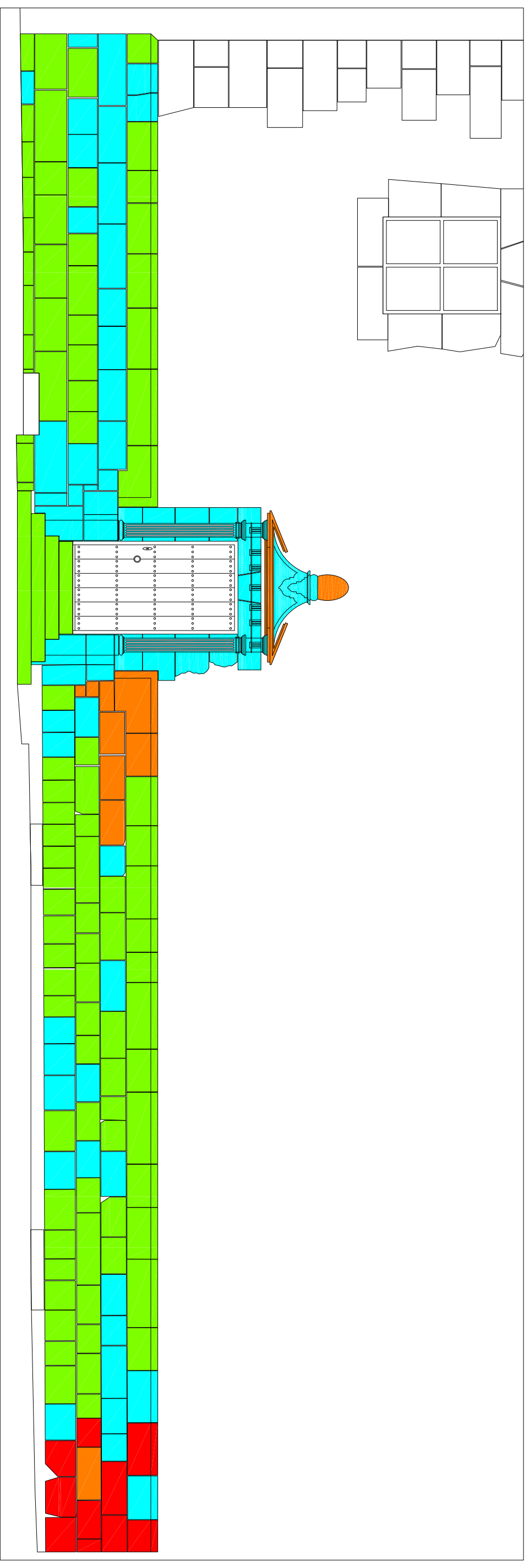
JUNIO 2013

Nº PLANO

HOJA

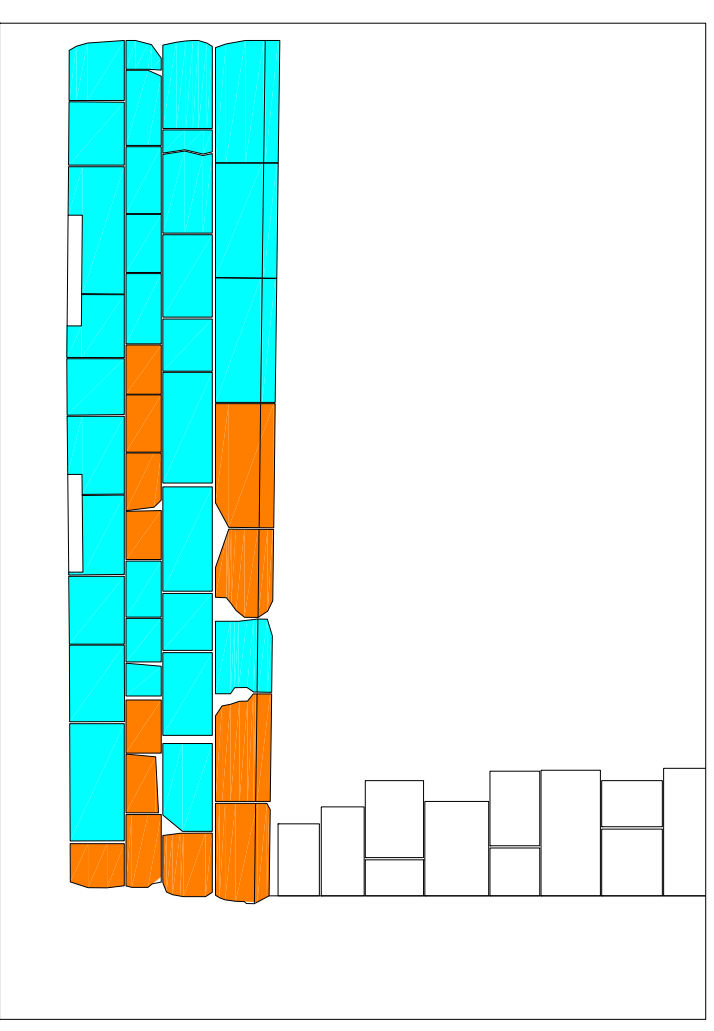
ANEXO III

2



### ESTADO DE LOS SILLARES

- SIN DAÑOS
- MENOS 50% SUP. AFECTADA
- MÁS 50% SUP. AFECTADA
- PARA SUSTITUIR



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO

*Miguel*  
MIGUEL ANGUÑO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

TÍTULO DEL PLANO

ESTADO DEL ZÓCALO F. IZQUIERDA

ESCALA

S/N

FECHA

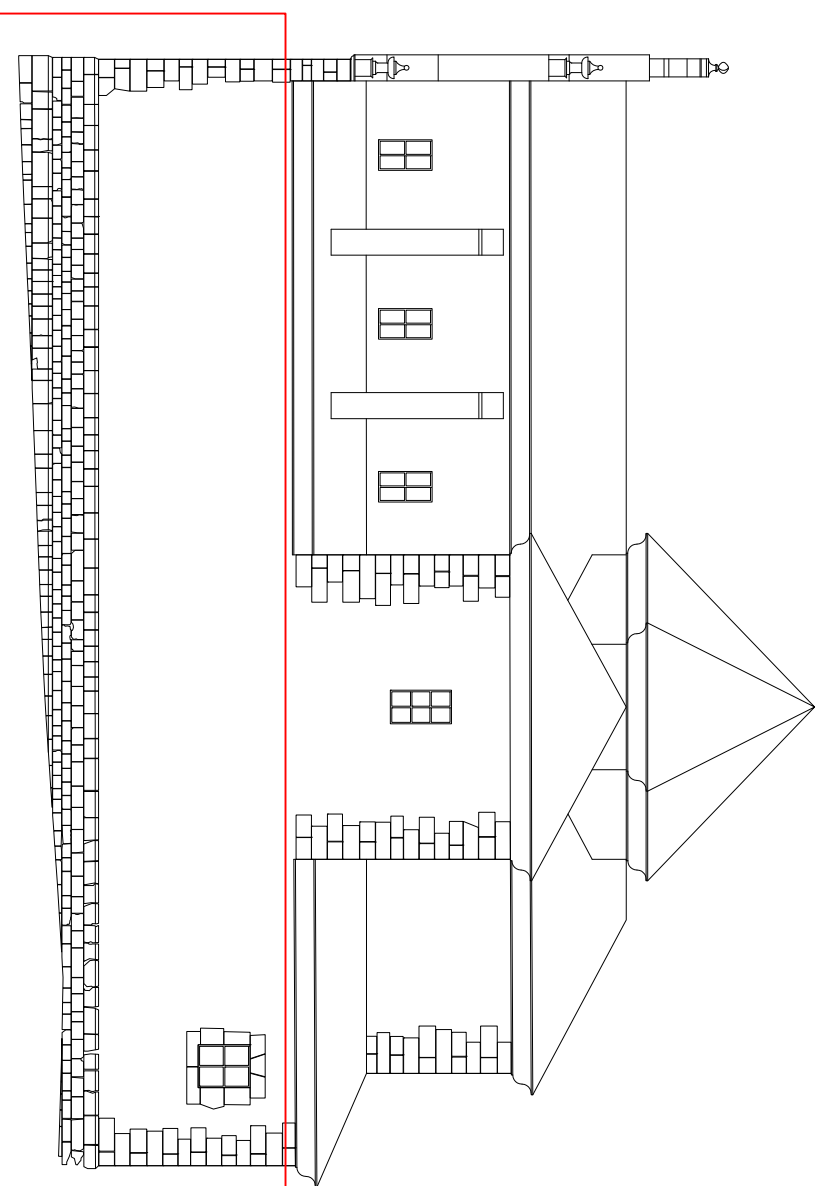
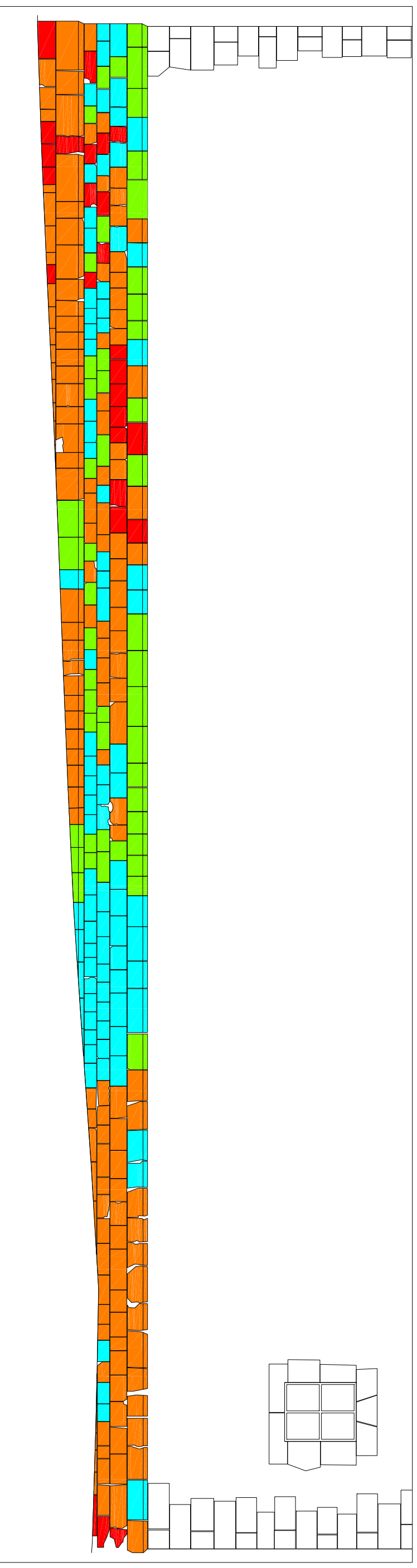
JUNIO 2013





Nº PLANO

HOJA

ANEXO III

3



ESTADO DE LOS SILLARES	
	SIN DAÑOS
	MENOS 50% SUP. AFECTADA
	MÁS 50% SUP. AFECTADA
	PARA SUSTITUIS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA

TTULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERIA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO

*Miguel*  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCION DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

TÍTULO DEL PLANO

ESTADO DEL ZÓCALO F. DERECHA

ESCALA

ESCALA:

S/N

FECHA

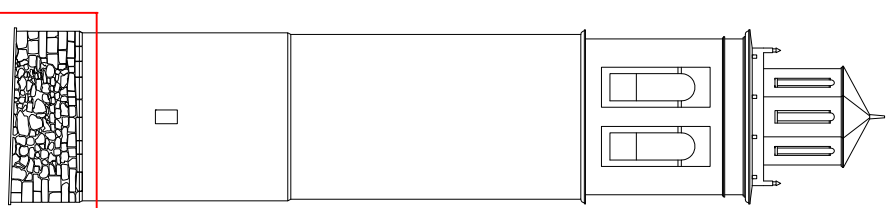
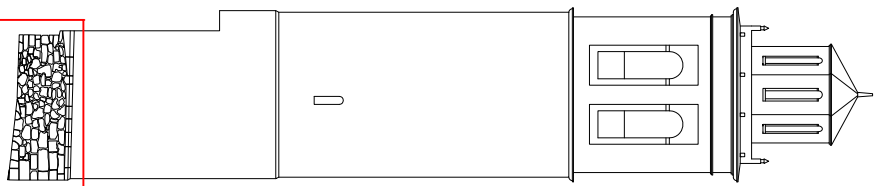
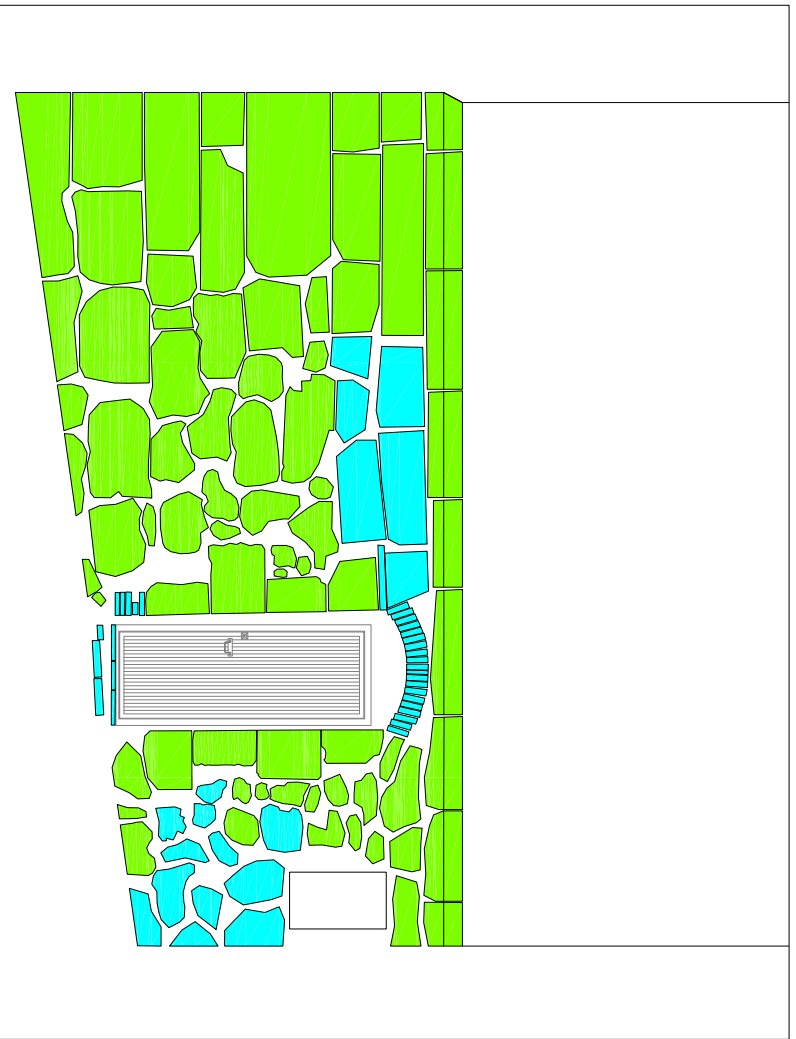
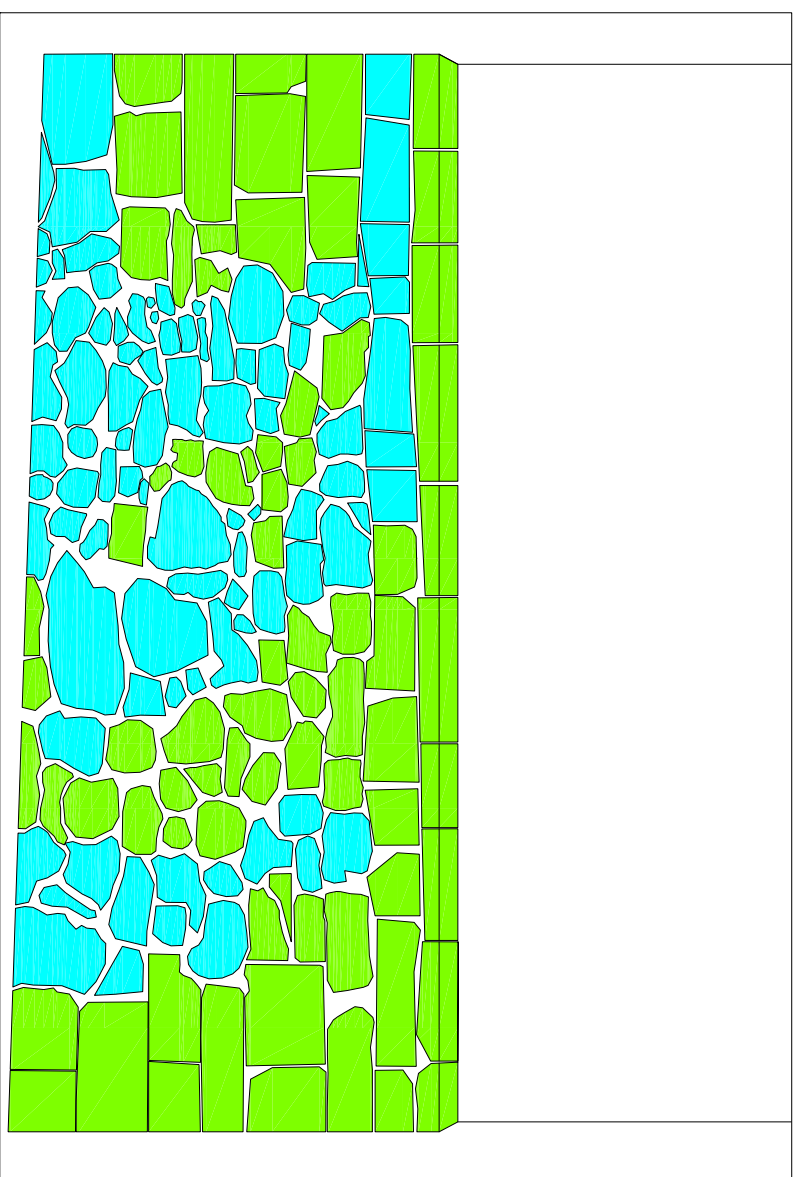
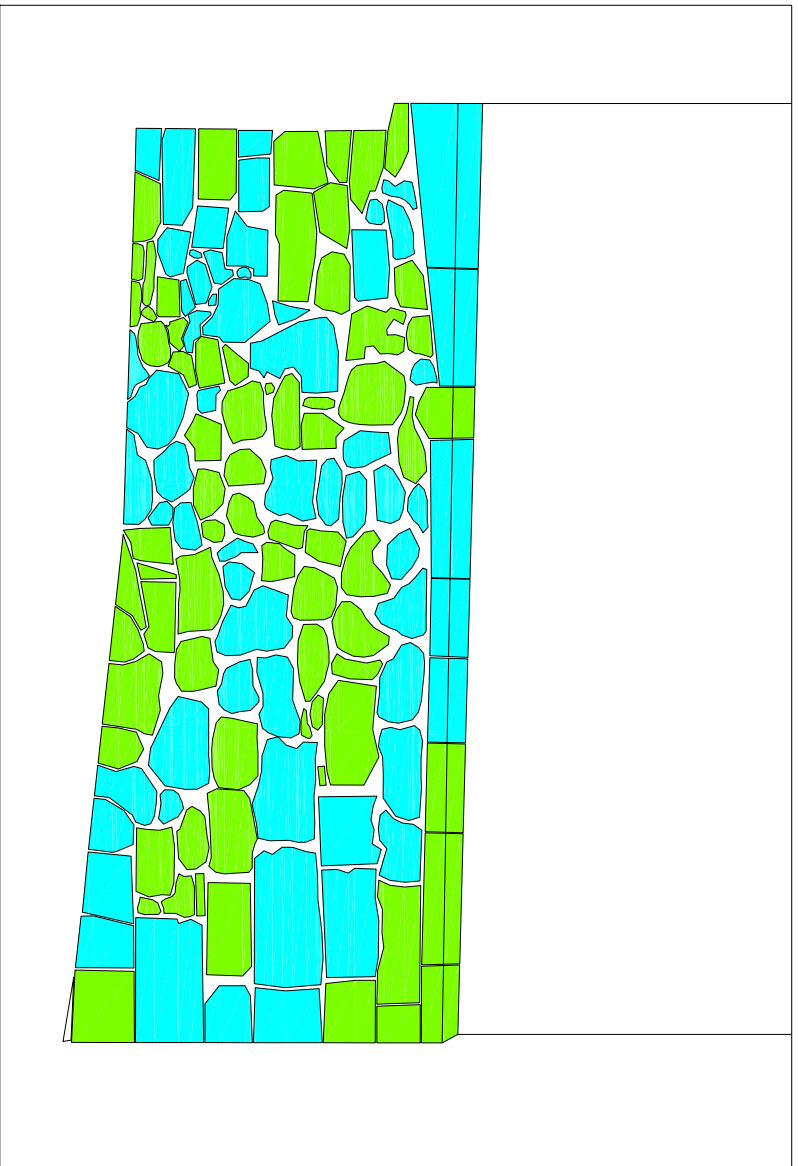
JUNIO 2013





Nº PLANO

HOJA

ANEXO III

4



ESTADO DE LOS SILLARES	
	SIN DAÑOS
	MENOS 50% SUP. AFECTADA
	MÁS 50% SUP. AFECTADA
	PARA SUSTITUIS



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO  
*Miguel*  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO  
TÍTULO DEL PLANO

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCION DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

ESTADO DEL ZÓCALO TORRE

ESCALA  
ESCALA:

S/N

FECHA  
JUNIO 2013

Nº PLANO  
HOJA

ANEXO III  
5



## ANEXO IV: LEVANTAMIENTO GRÁFICO DE LAS LESIONES EN LAS FACHADAS DE LA IGLESIA

---



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**  
*Miguel Angulo Rodríguez*  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

**TÍTULO DEL PROYECTO**  
TÍTULO DEL PLANO

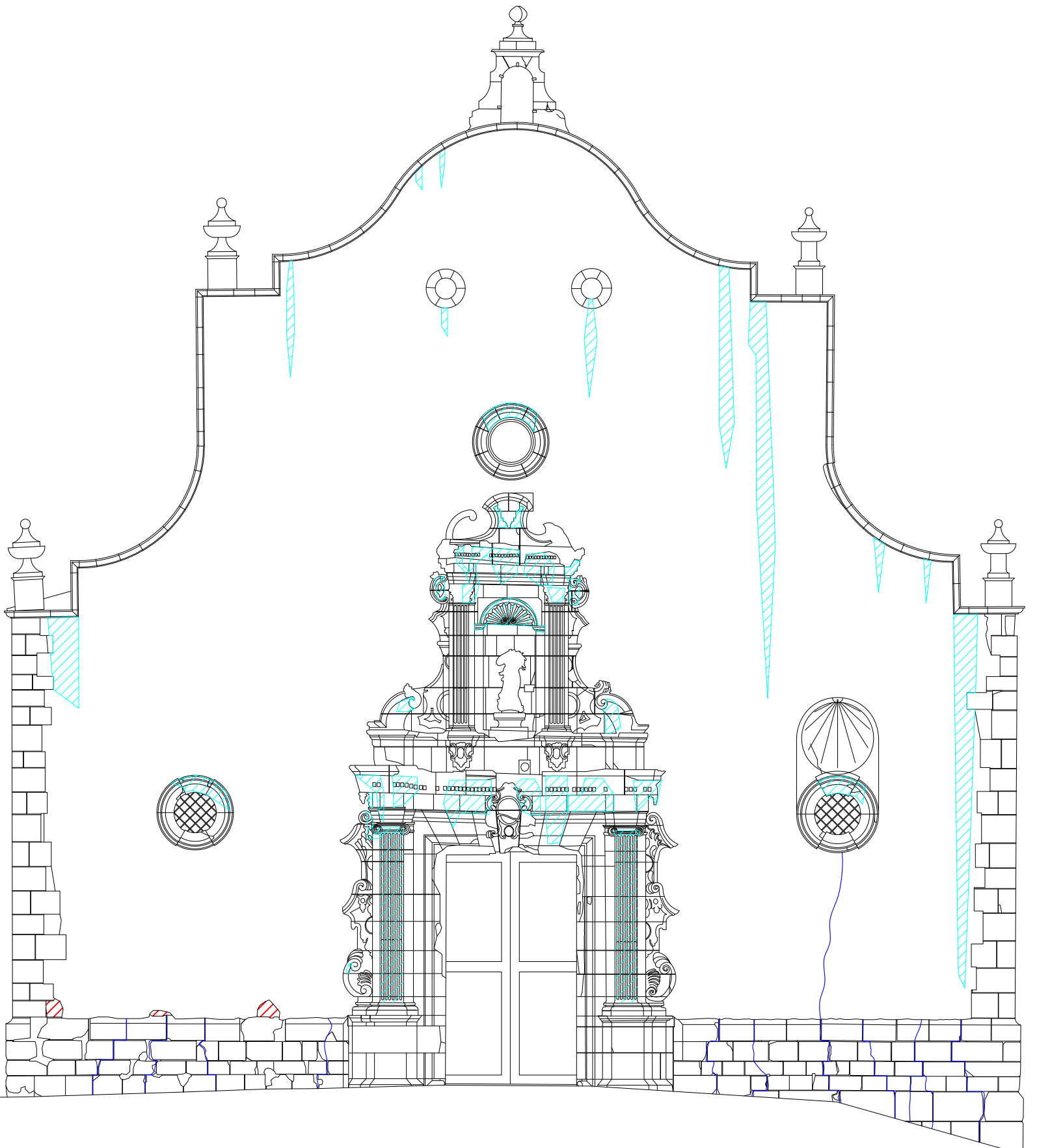
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
**FACHADA PRINCIPAL LESIONES**

**ESCALA**  
ESCALA:  
1/1100

**FECHA**  
JUNIO 2013

**Nº PLANO**  
HOJA

**ANEXO IV**  
1



LESIONES	
	GRIETAS / FISURAS
	DESCONCHADOS
	SUCIEDAD
	ENNEGRECIMIENTO
	VEGETACIÓN



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**

TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**

*Miguel Angulo Rodríguez*  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

**TÍTULO DEL PROYECTO**

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

**TÍTULO DEL PLANO**

**FACHADA POSTERIOR LESIONES**

**ESCALA**

ESCALA:

**1/100**

**FECHA**

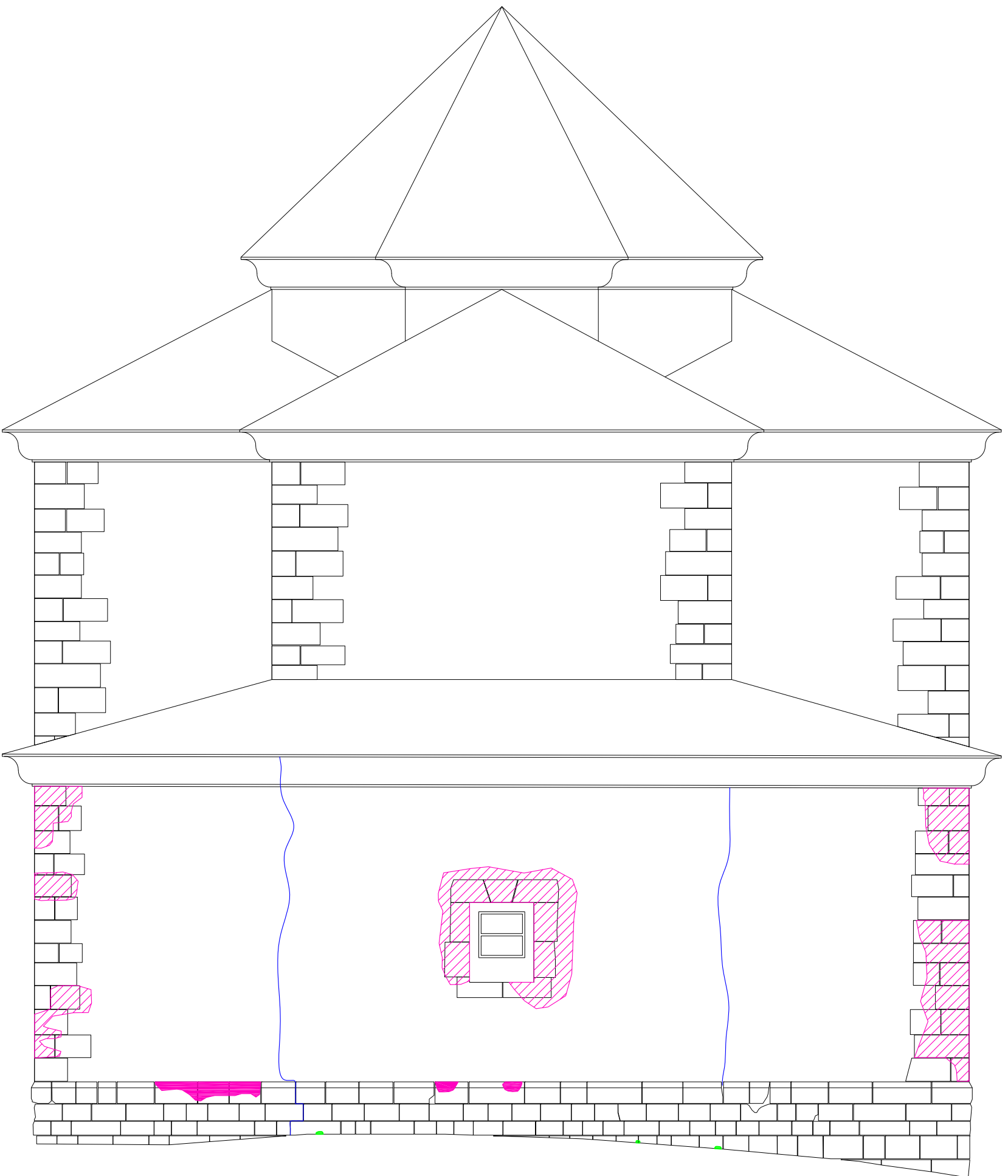
JUNIO 2013

**Nº PLANO**

HOJA

**ANEXO IV**

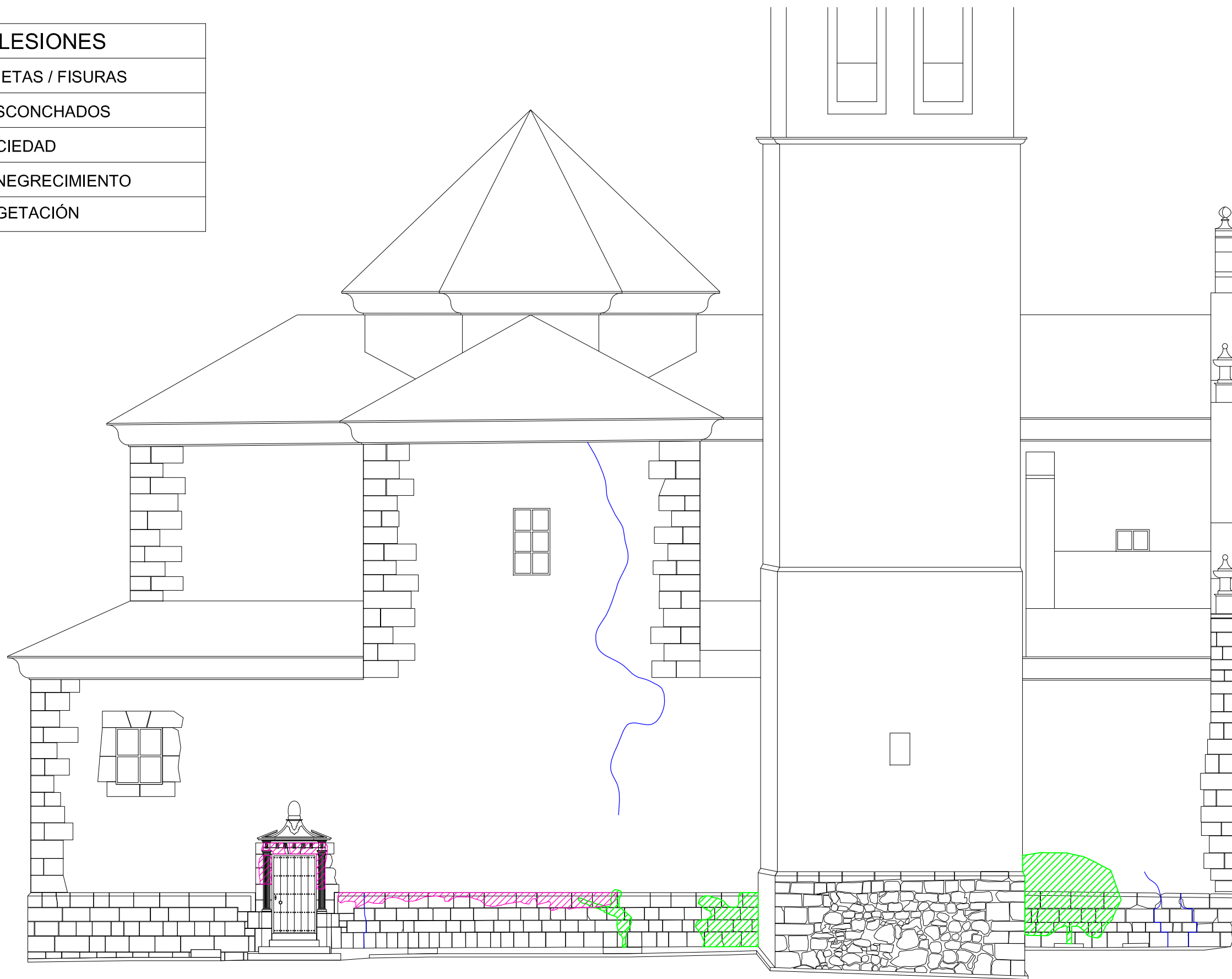
2



**LESIONES**

	GRIETAS / FISURAS
	DESCONCHADOS
	SUCIEDAD
	ENNEGRECIMIENTO
	VEGETACIÓN

LESIONES	
	GRIETAS / FISURAS
	DESCONCHADOS
	SUCIEDAD
	ENNEGRECIMIENTO
	VEGETACIÓN



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO

  
MIGUEL ÁNGULO RODRÍGUEZ

TÍTULO DEL  
PROYECTO

TÍTULO DEL  
PLANO

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

FACHADA IZQUIERDA LESIONES

ESCALA

ESCALA:

1/125

FECHA

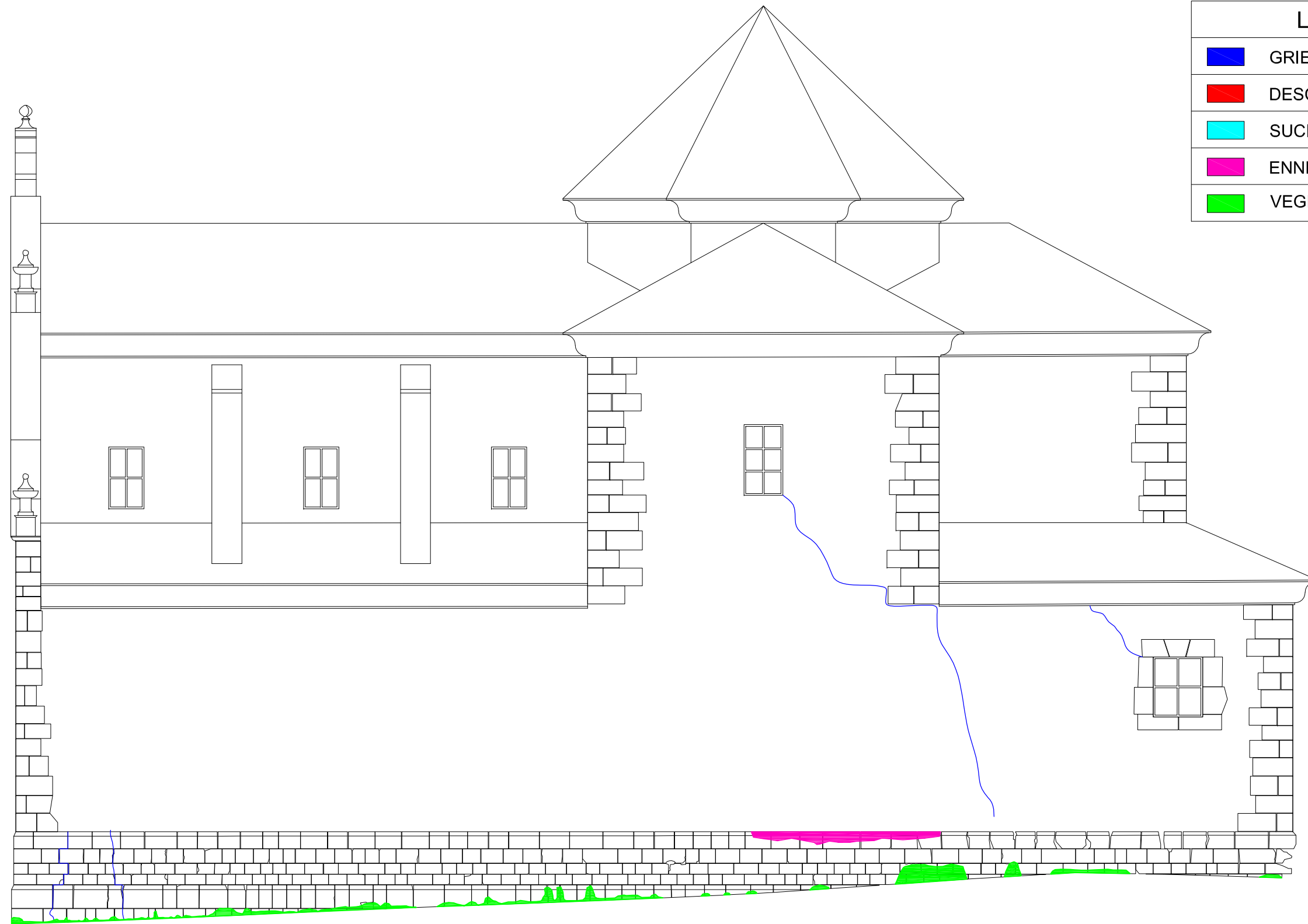
JUNIO 2013

Nº PLANO

HOJA

ANEXO IV

3



LESIONES	
<span style="color: blue;">■</span>	GRIETAS / FISURAS
<span style="color: red;">■</span>	DESCONCHADOS
<span style="color: cyan;">■</span>	SUCIEDAD
<span style="color: magenta;">■</span>	ENNEGRECIMIENTO
<span style="color: green;">■</span>	VEGETACIÓN



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**

TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

**AUTOR PROYECTO**

MIGUEL ANGLUO RODRIGUEZ

**TÍTULO DEL PROYECTO**

ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

**TÍTULO DEL PLANO**

**FACHADA PRINCIPAL LESIONES**

**ESCALA**

ESCALA:  
1/1100

**FECHA**

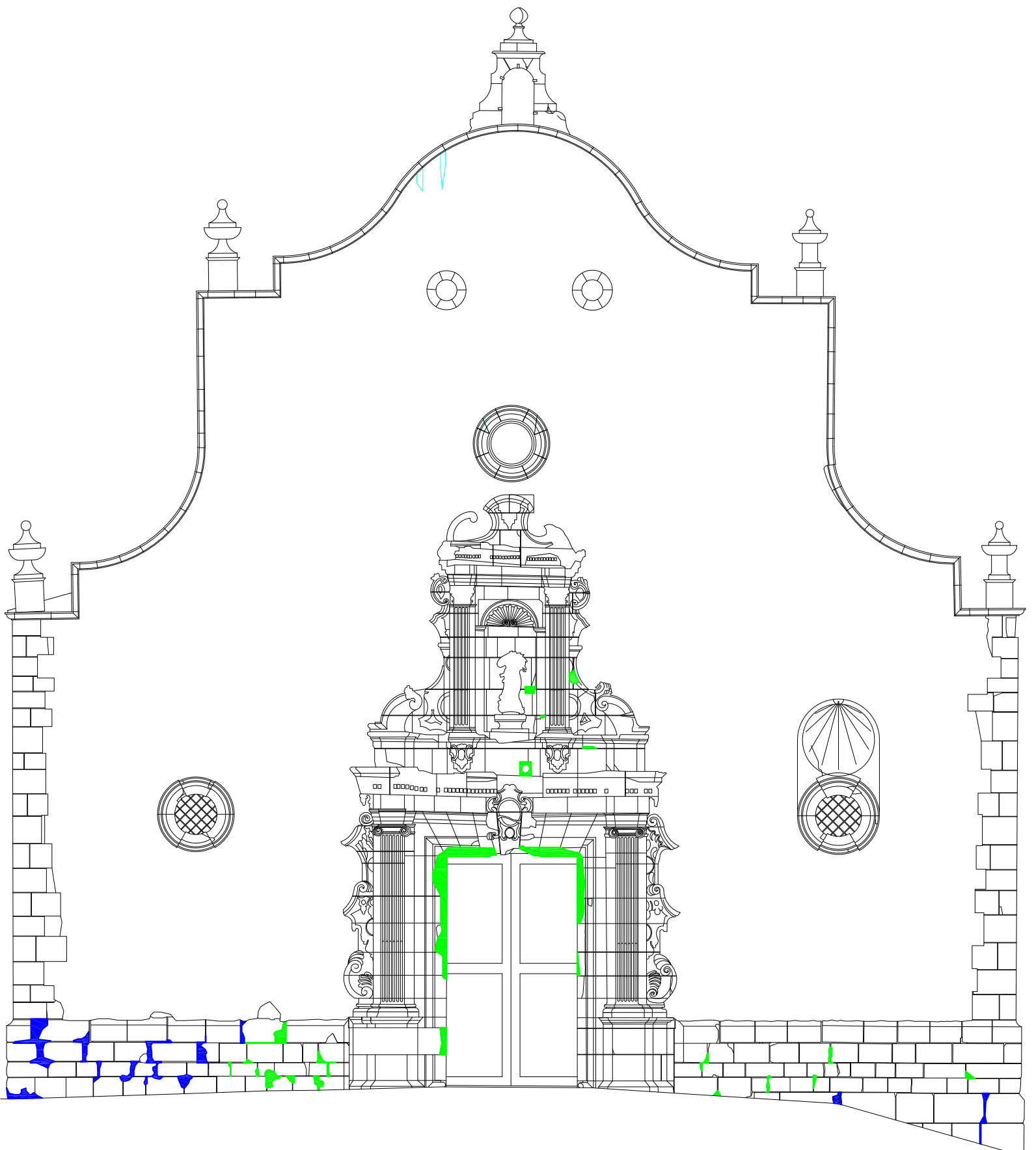
JUNIO 2013

**Nº PLANO**

HOJA

**ANEXO IV**

5



### LESIONES

	FALTA DE MATERIAL
	VACIADO DE JUNTAS
	REPARACIÓN CON MORTERO DE YESO
	REPARACIÓN CON MORTERO DE CEMENTO



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO  
*Miguel Angulo Rodríguez*  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO  
TÍTULO DEL PLANO

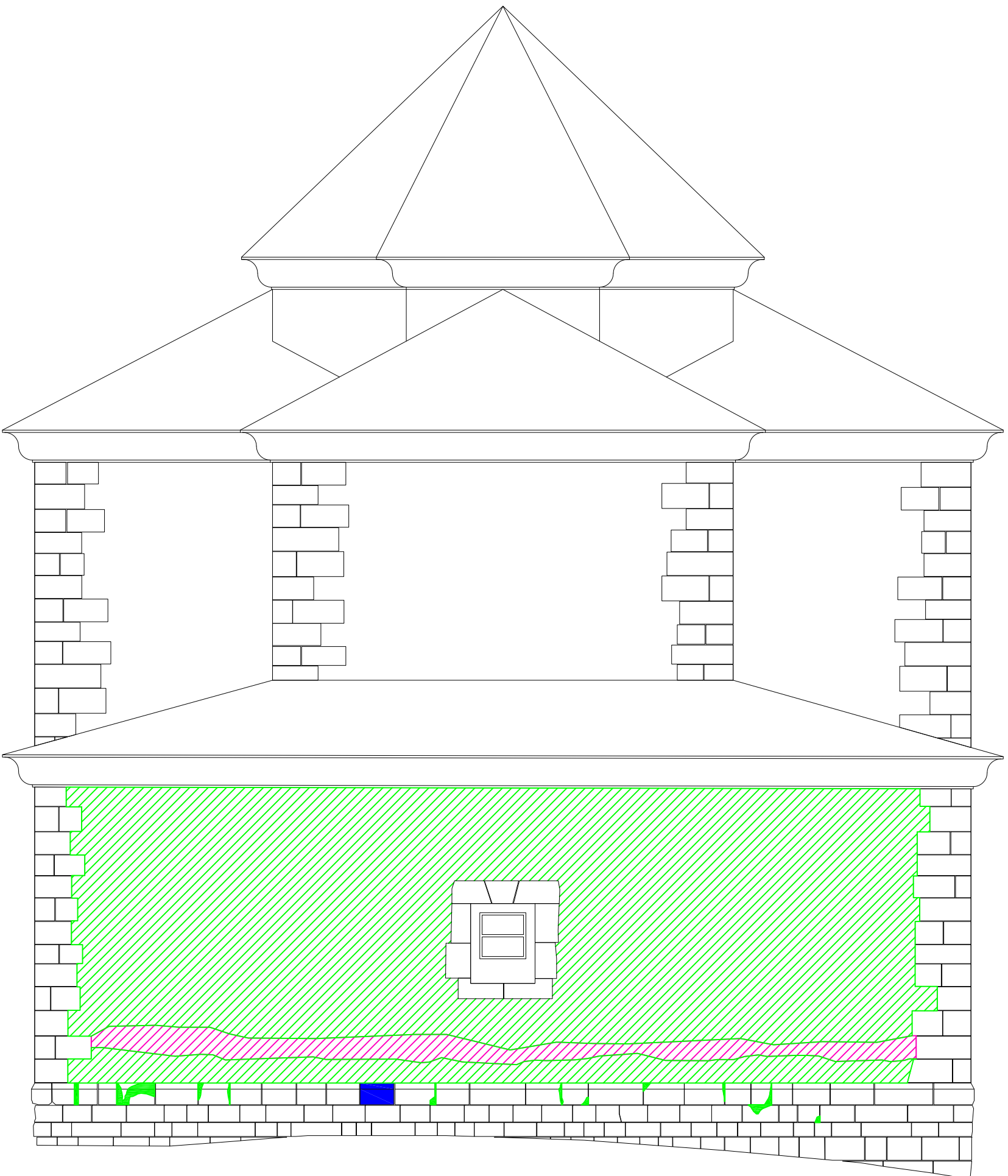
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
FACHADA POSTERIOR LESIONES

ESCALA  
ESCALA:  
1/100

FECHA  
JUNIO 2013

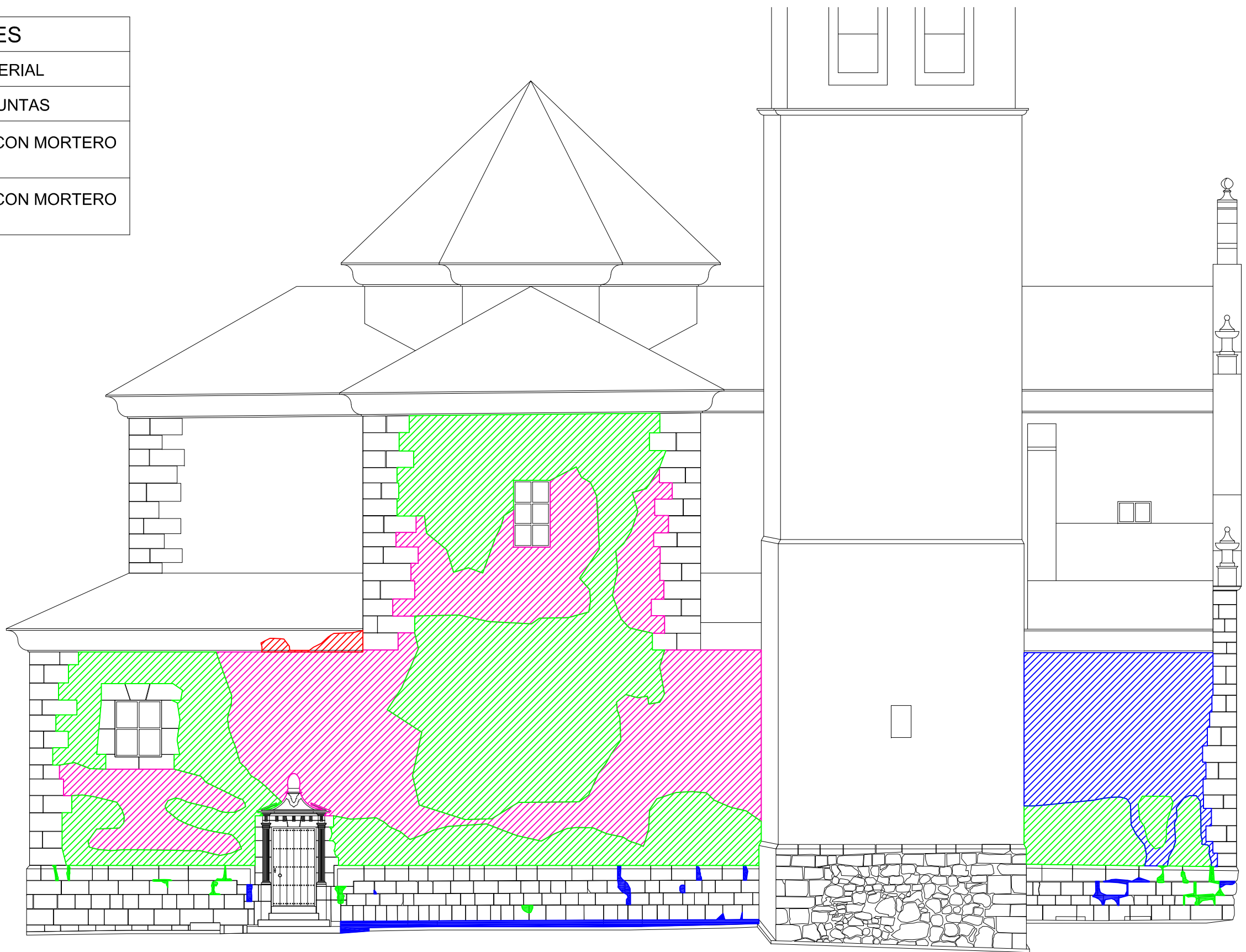
Nº PLANO  
HOJA

ANEXO IV  
6



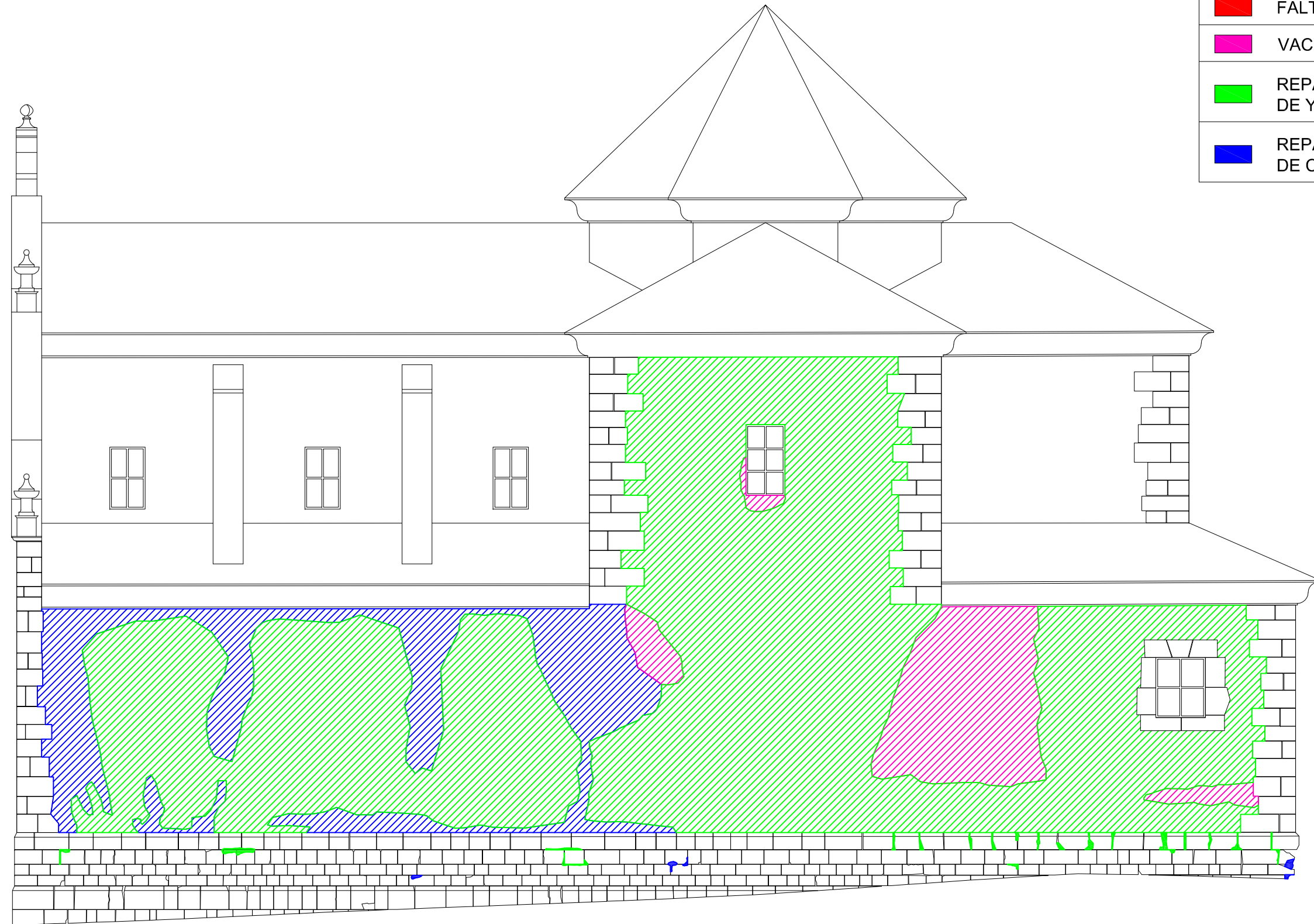
LESIONES	
	FALTA DE MATERIAL
	VACIADO DE JUNTAS
	REPARACIÓN CON MORTERO DE YESO
	REPARACIÓN CON MORTERO DE CEMENTO

LESIONES	
	FALTA DE MATERIAL
	VACIADO DE JUNTAS
	REPARACIÓN CON MORTERO DE YESO
	REPARACIÓN CON MORTERO DE CEMENTO





LESIONES	
	FALTA DE MATERIAL
	VACIADO DE JUNTAS
	REPARACIÓN CON MORTERO DE YESO
	REPARACIÓN CON MORTERO DE CEMENTO



## ANEXO V: LEVANTAMIENTO GRÁFICO DE LAS LESIONES EN LA FACHADA E INTERIOR DE LA TORRE

---



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO  
*Miguel Ángel Rodríguez*  
MIGUEL ÁNGULO RODRÍGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO  
TÍTULO DEL PLANO

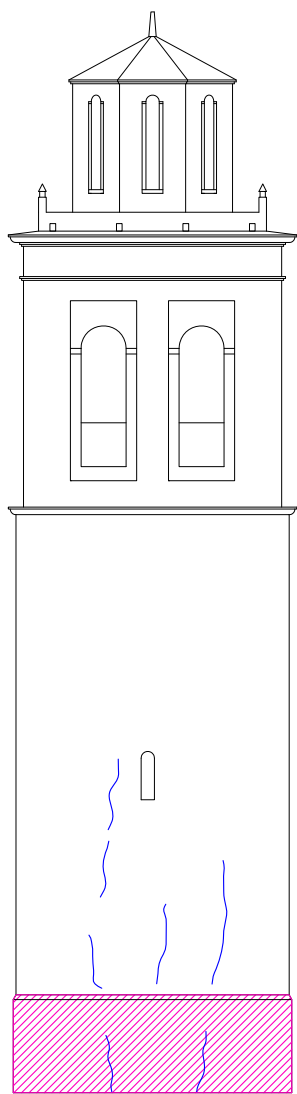
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
FACHADA DE LA TORRE LESIONES

ESCALA  
1/200

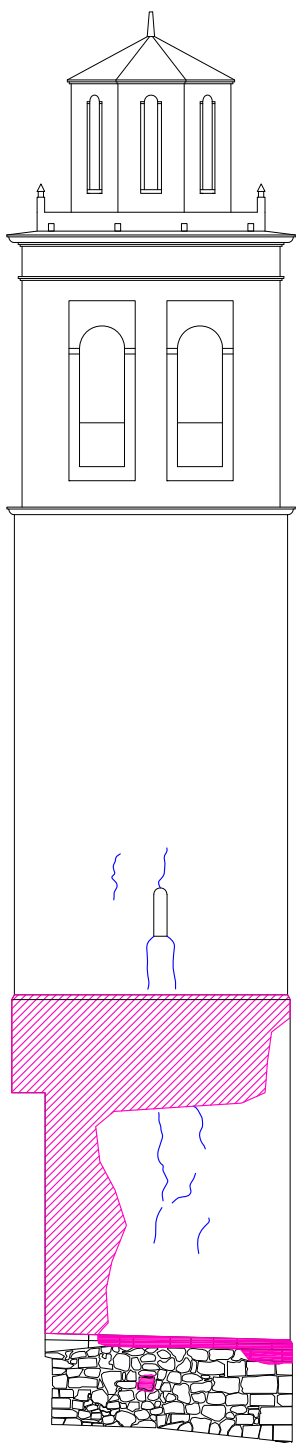
FECHA  
JUNIO 2013

Nº PLANO  
HOJA

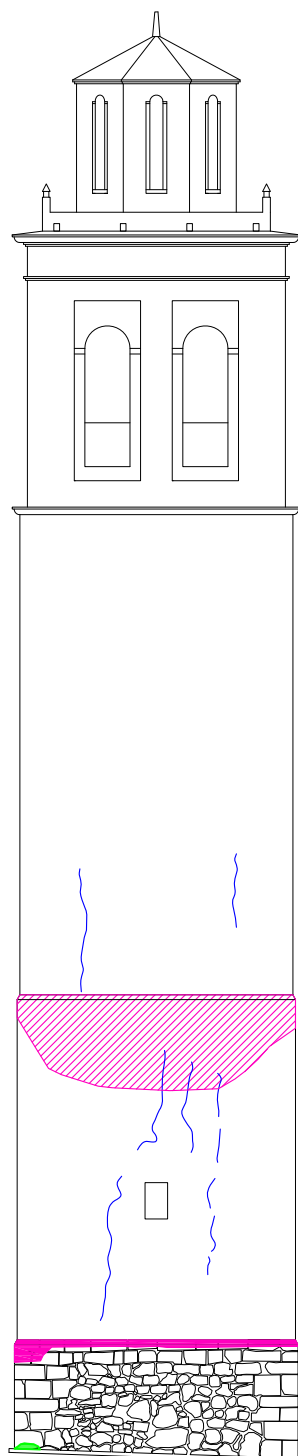
ANEXO V  
1



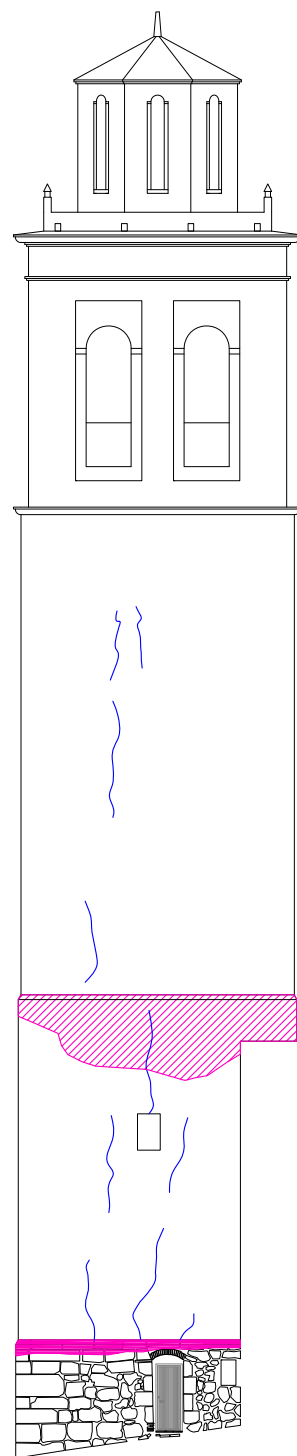
FACHADA ESTE



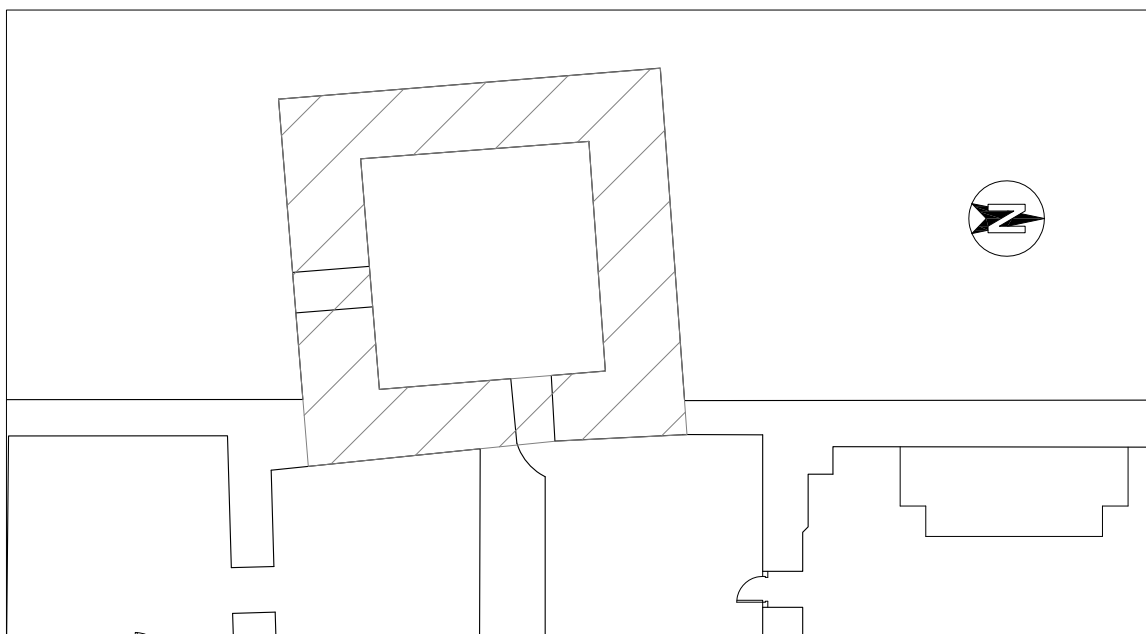
FACHADA NORTE



FACHADA OESTE



FACHADA SUR



LESIONES	
	GRIETAS / FISURAS
	DESCONCHADOS
	SUCIEDAD
	ENNEGRECIMIENTO
	VEGETACIÓN



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO  
MIGUEL ANGULO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO  
TÍTULO DEL PLANO

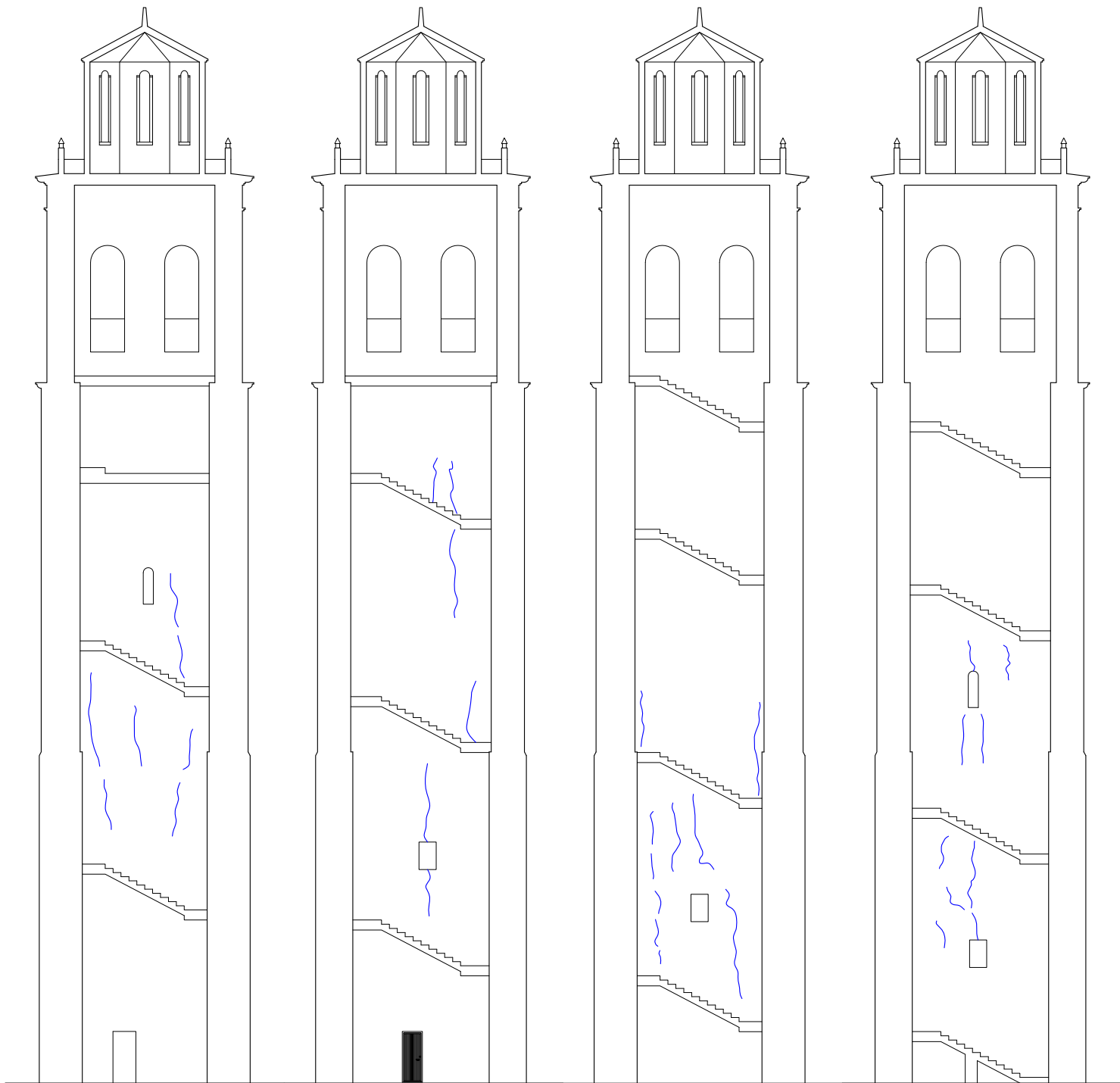
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
SECCIÓN DE LA TORRE LESIONES

ESCALA  
ESCALA:  
1/200

FECHA  
JUNIO 2013

Nº PLANO  
HOJA

ANEXO V  
2

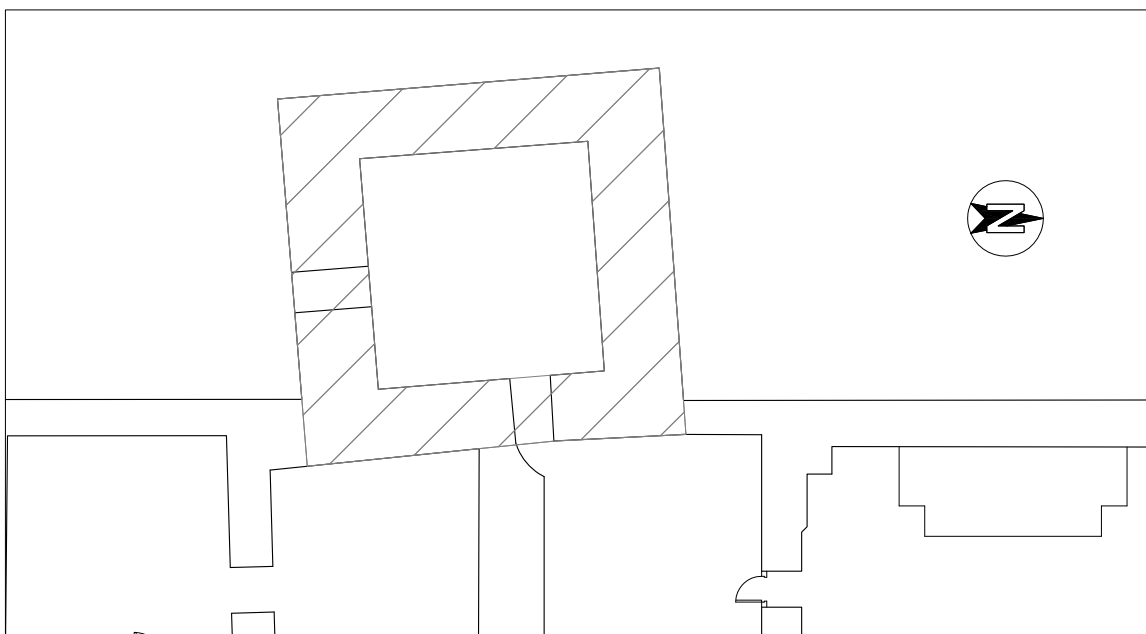


FACHADA ESTE

FACHADA SUR

FACHADA OESTE

FACHADA NORTE



LESIONES	
	GRIETAS / FISURAS
	DESCONCHADOS
	SUCIEDAD
	ENNEGRECIMIENTO
	VEGETACIÓN



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO  
*Miguel Angulo Rodríguez*  
MIGUEL ANGULO RODRÍGUEZ

TÍTULO DEL  
PROYECTO  
TÍTULO DEL  
PLANO

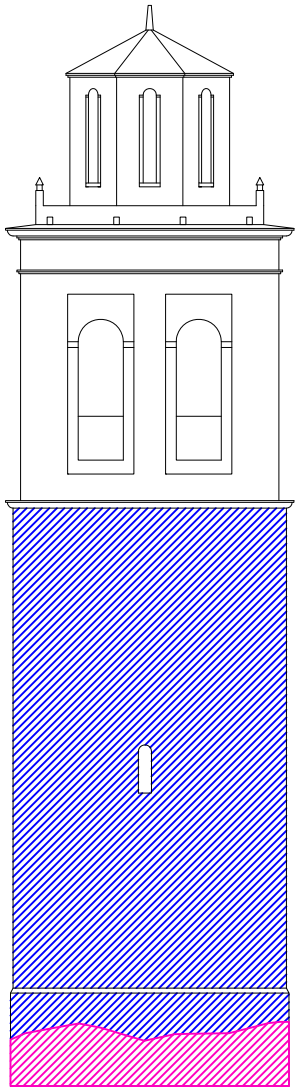
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)  
FACHADA DE LA TORRE LESIONES

ESCALA  
ESCALA:  
1/200

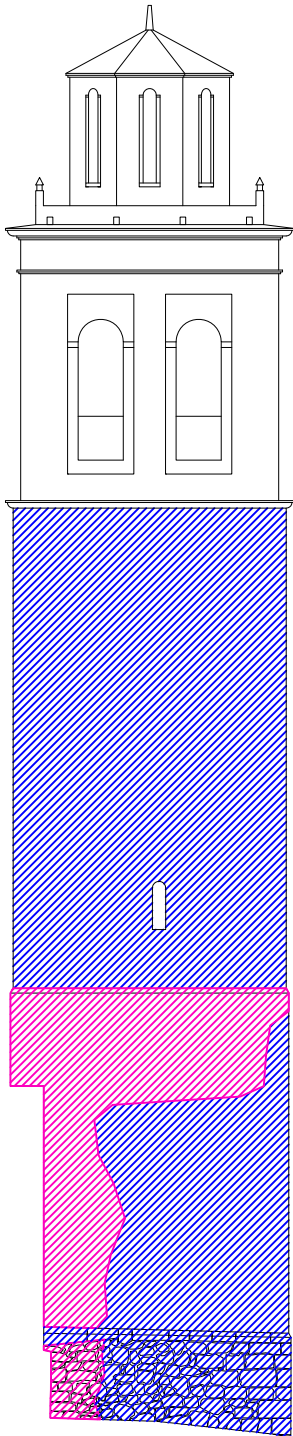
FECHA  
JUNIO 2013

Nº PLANO  
HOJA

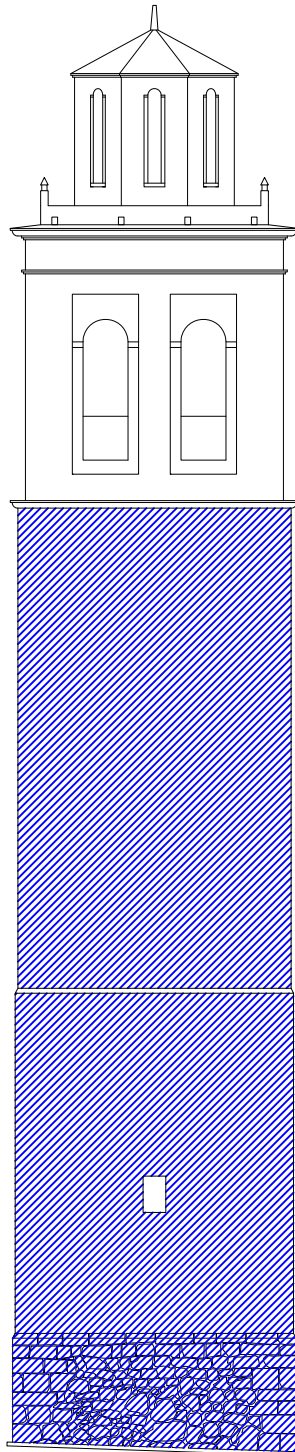
ANEXO V  
3



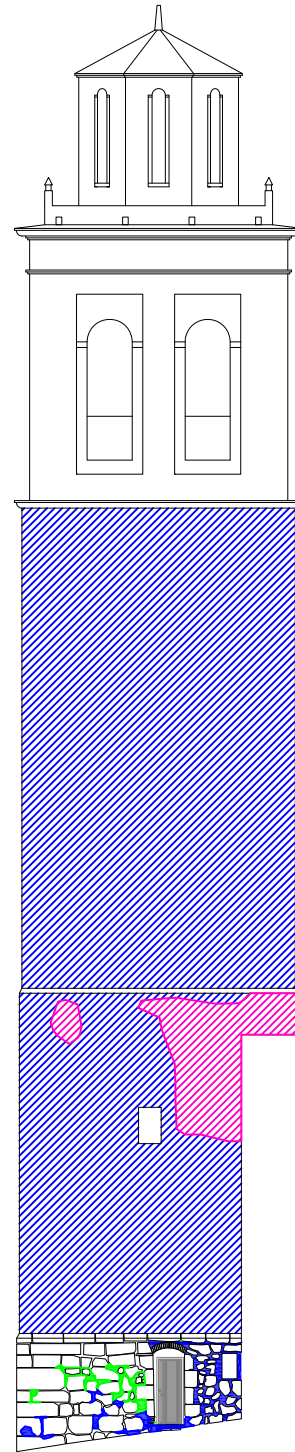
FACHADA ESTE



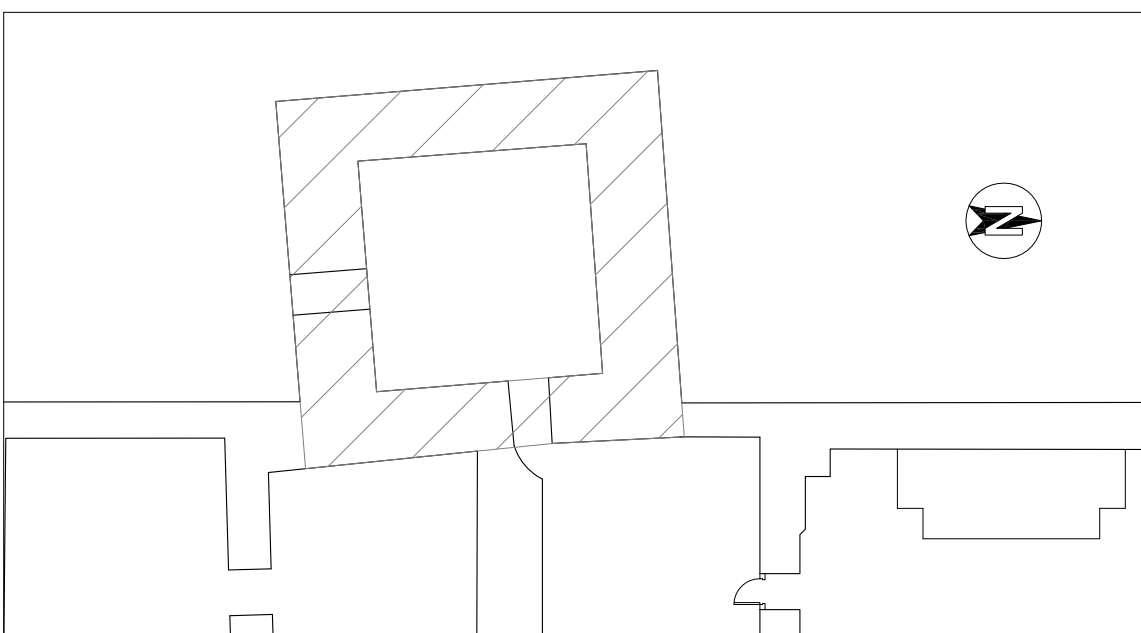
FACHADA NORTE



FACHADA OESTE



FACHADA SUR



LESIONES	
	FALTA DE MATERIAL
	VACIADO DE JUNTAS
	REPARACIÓN CON MORTERO DE YESO
	REPARACIÓN CON MORTERO DE CEMENTO



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación



PROYECTO FINAL DE CARRERA  
TITULACIÓN:  
GRADO EN INGENIERÍA DE LA  
EDIFICACIÓN

AUTOR PROYECTO  
MIGUEL ANGLUO RODRIGUEZ

TÍTULO DEL PROYECTO  
TÍTULO DEL PLANO

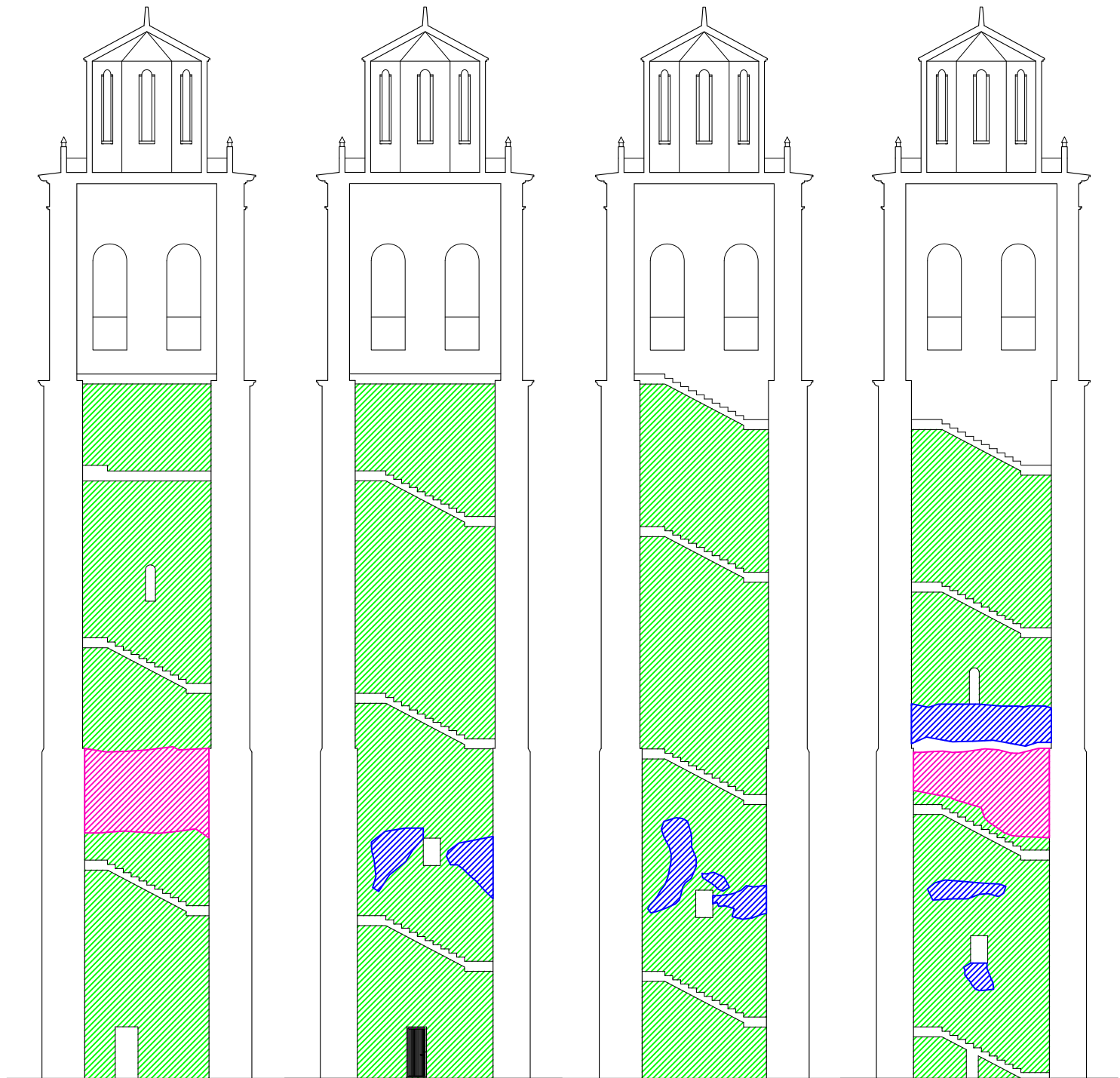
SECCIÓN DE LA TORRE LESIONES  
ESTUDIOS PREVIOS DE LA IGLESIA DE LA INMACULADA  
CONCEPCIÓN DE ARCOS DE LAS SALINAS (TERUEL)

ESCALA:  
1/200

FECHA  
JUNIO 2013

Nº PLANO  
HOJA

ANEXO V  
4

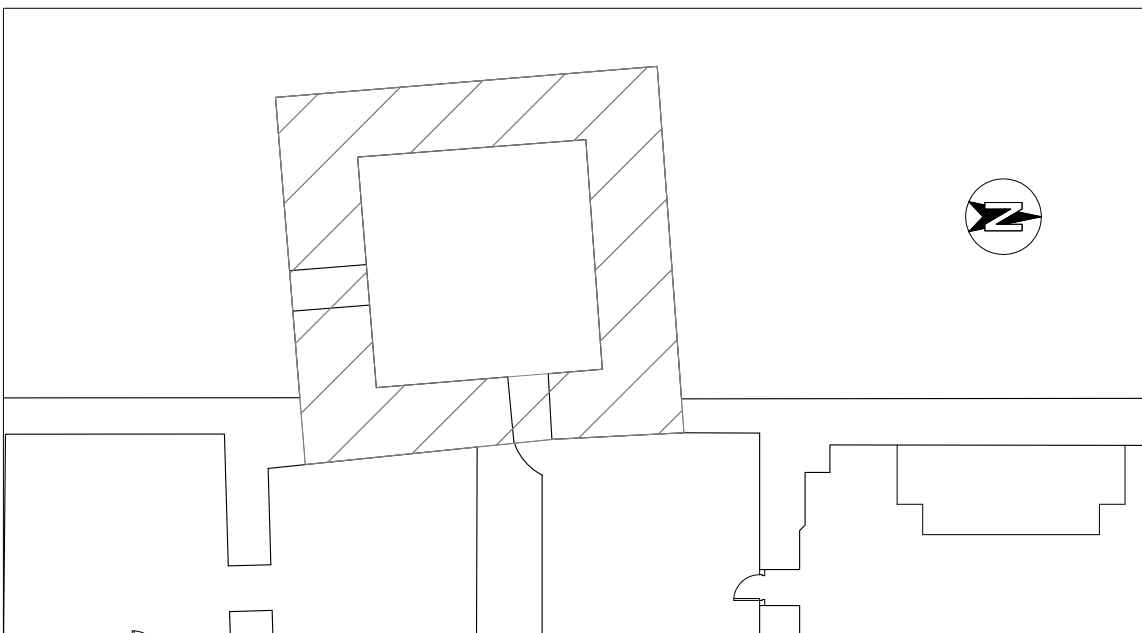


FACHADA ESTE

FACHADA SUR

FACHADA OESTE

FACHADA NORTE



LESIONES

- FALTA DE MATERIAL
- VACIADO DE JUNTAS
- REPARACIÓN CON MORTERO DE YESO
- REPARACIÓN CON MORTERO DE CEMENTO