

EL ESTUDIO DE LAS TORRES DE SERRANOS

Francisco Cervera Arias
Camilla Mileto

El estudio previo al proyecto de restauración consiste en el conjunto más amplio posible de estudios dirigidos al conocimiento del edificio antes de tomar cualquier tipo de decisión a realizarse en las obras de restauración. Comúnmente el estudio previo se compone de una serie de apartados que analizan el edificio desde el punto de vista de su historia, de sus dimensiones y descripción de su composición, de sus materiales y de los posibles problemas que pueda tener. Además para cada edificio se realizan una serie de otros estudios según las particularidades y los problemas que se puedan encontrar en el mismo.

En el caso de las Torres de Serranos el estudio previo o “documento de diagnosis” fue encargado conjuntamente al proyecto de restauración y a la obra. El carácter anómalo del encargo, al menos en el contexto valenciano, ha presentado sin duda aspectos específicos. Ante todo, se debe afirmar que este tipo de encargo supuso un importante acortamiento de los tiempos burocráticos, necesarios normalmente para la aprobación de cada uno de las partes del trabajo (estudio previo y proyecto) posponiendo en el tiempo la realización de la obra.

Por otro lado, se debe destacar cómo un estudio previo normalmente se realiza sin andamio y, por tanto, sin la posibilidad de acercarse debidamente al edificio para una mayor profundización de los detalles del estudio. En el caso de las torres se ha podido beneficiar de una diagnosis continuada, empezada durante el estudio previo y profundizada y finalizada durante la misma obra, momento en el cual los técnicos se han podido acercar definitivamente al monumento.

Además, se debe apuntar que, dados los tiempos restringidos, los técnicos que estudiaron el edificio en sus numerosas facetas han podido seguir todas las fases del estudio hasta la conclusión de la obra, de manera que los mismos han podido aclarar, ya desde el andamio, temas y problemas surgidos durante el estudio.

Por último, se añade que el estudio ha sido realizado por un equipo técnico multidisciplinar en el que ha participado un número importante de técnicos y que cada uno de ellos ha estudiado un aspecto específico del monumento. El texto que sigue es un pequeño resumen de los estudios realizados y tiene el objetivo de dar a conocer los apartados estudiados más que los resultados específicos.

Observación y documentación fotográfica

El primer acercamiento al monumento se realizó a través de una atenta observación in situ del edificio. Se pasó de esta forma de la simple contemplación del espectador o turista a la mirada del técnico que tiene la misión de entender las características del edificio e identificar los problemas que pueda tener, para poder redactar de manera consciente un proyecto que intervenga sólo allá donde sea verdaderamente necesario.

Ante todo se recorrió el edificio con afán de conocimiento y mirada crítica, para entenderlo poco a poco en todas sus características. El objetivo fue una aproximación progresiva al monumento a través de la observación, la toma de fotografías, y la comparación entre las diferentes partes del mismo y con otros edificios similares (fotos de 1 a 4). Después de este primer momento de observación y toma de contacto con el objeto del estudio se deciden las líneas de profundización e investigación a desarrollar, en relación con las propias características del monumento.



1. Fotografía de la fachada norte de las Torres, antes de la intervención de limpieza (año 2000)



2. Fotografía de la fachada sur de las Torres, antes de la intervención de limpieza (año 2000)



3. Fotografía de la fachada este de las Torres, antes de la intervención de limpieza (año 2000)



4. Fotografía de la fachada oeste de las Torres, antes de la intervención de limpieza (año 2000)

ESTUDIO HISTÓRICO

El estudio histórico vinculado al proyecto de conservación se planteó no sólo como estudio de carácter cognoscitivo en sí mismo, sino como una investigación que sirviera de apoyo al resto del estudio previo y a las decisiones de proyecto. En el estudio, por tanto, se consideró al monumento como el instrumento fundamental para identificar las fases constructivas del edificio y las sucesivas modificaciones. Por esta razón, el estudio histórico se realizó en dos apartados: el estudio documental (estudio de documentos indirectos) que se ha ocupado de los documentos escritos, grabados, dibujos, fotografías y planos históricos, y del análisis estratigráfico murario como lectura de las huellas del tiempo en los muros del mismo edificio (documento directo).

1. Estudio documental

El estudio documental se realizó, como queda patente en la primera parte del libro, de la mano de una serie de historiadores que se ocuparon de los diferentes periodos por los cuales ha pasado el monumento. Se realizó una amplia investigación tanto en la bibliografía publicada como en los documentos de archivo inéditos y se recopiló toda la información gráfica y fotográfica que pudiera ser de interés, sobre todo, con el ánimo de comprender los hechos acaecidos en el monumento.

El estudio documental proporcionó un cuadro de los numerosos hechos históricos del edificio y pudo ayudar a la comprensión de las numerosas huellas que se podían leer en las paredes del monumento. El actual aspecto de las Torres de Serranos es, de hecho, relativamente reciente. De alguna forma podríamos afirmar que se caracteriza sólo a principios del siglo XX, cuando tras las intervenciones de restauración asume el aspecto que actualmente conocemos. Como se ha relatado en la primera parte de este volumen, las Torres de Serranos fueron destinadas a cárcel entre 1586 y 1887, una larga temporada en la cual las torres sufrieron una serie de transformaciones importantes.

A partir de 1893 se iniciaron los trabajos de restauración que intentaron devolver el monumento a su esplendor original. Fue en este momento cuando se demolieron una serie de edificios de guardia añadidos al exterior del monumento, se cerraron una serie de ventanas que se habían abierto para ventilar el interior destinado a prisión, se sustituyeron gran parte de los elementos decorativos que adornaban el interior y el exterior del monumento ya degradados por el paso del tiempo y por los malos tratos sufridos durante su pasado de presidio, se reconstruyó el antepecho de la escalera principal, se reconstruyeron las almenas y el adarve, se realizaron una serie de sustituciones en los paramentos de sillares de piedra, etc.

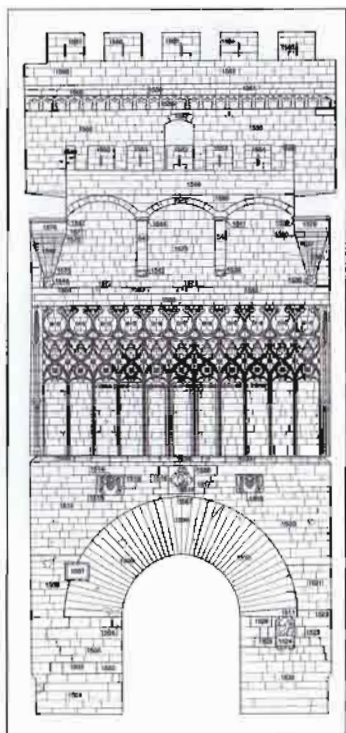
Como se ha podido leer en las páginas anteriores, el estudio histórico documental se ha realizado siguiendo la división entre los tres periodos fundamentales por los que pasó el edificio. De cada periodo se ocupó un historiador experto en el tema: Amadeo Serra Desfilis para el periodo de la construcción del edificio; José Luis Cervera Torrejón, para el periodo en que las torres se destinaron a cárcel; y Carmen Blázquez Izquierdo, para el periodo de las restauraciones entre finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Además, se realizó una investigación de archivo dirigida, sobre todo, a encontrar la documentación relacionada con las restauraciones sufridas por edificio. De la recopilación del “diario” se ocuparon Daniel Benito Goerlich y Ignasi Corresa Martín.

2. Análisis estratigráfico murario

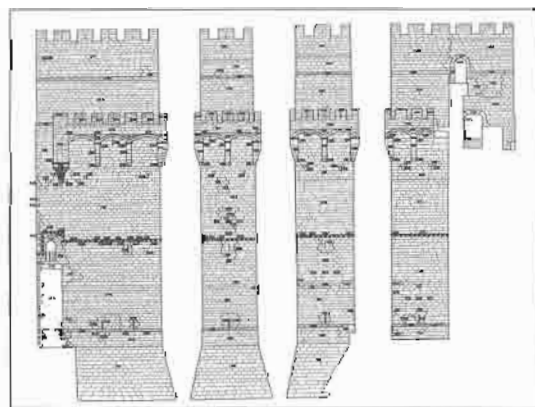
El estudio histórico documental se complementó con el estudio directo de las fábricas del monumento, a través del método del análisis estratigráfico murario. El objetivo principal del análisis estratigráfico murario consiste en la identificación de los periodos constructivos mediante la observación y documentación de datos históricos legibles directamente en el edificio. En este sentido, se puede considerar como parte del estudio histórico, donde el material que se debe estudiar no son documentos escritos, grabados o fotografías, sino un edificio construido. Objetivo complementario al estudio de los periodos constructivos es la documentación de los materiales y las técnicas constructivas presentes en el edificio. Por último, se considera de gran importancia la posibilidad ofrecida por este tipo de análisis de conocer las huellas históricas del edificio y, en consecuencia, la posibilidad de su conservación en un proyecto de restauración.

El análisis estratigráfico murario se aplica tanto para la lectura de un yacimiento arqueológico como en de los edificios. El momento clave de la sistematización de este método está constituido, sin duda, por el trabajo de Edward C. Harris, que en 1979 publica sus "Principios de Estratigrafía Arqueológica". Sin embargo, las primeras aplicaciones de este método a la arquitectura se deben a un grupo de arqueólogos y arquitectos italianos, entre los arqueólogos recordamos a Parenti, Francovich, Mannoni, Brogiolo, y entre los arquitectos Ballardini, Doglioni y Marino. En el ámbito español se debe destacar el trabajo de algunos arqueólogos y arquitectos que se ocupan del tema desde sus orígenes: entre otros Azkárate, Caballero, Latorre, Cámara, etc.

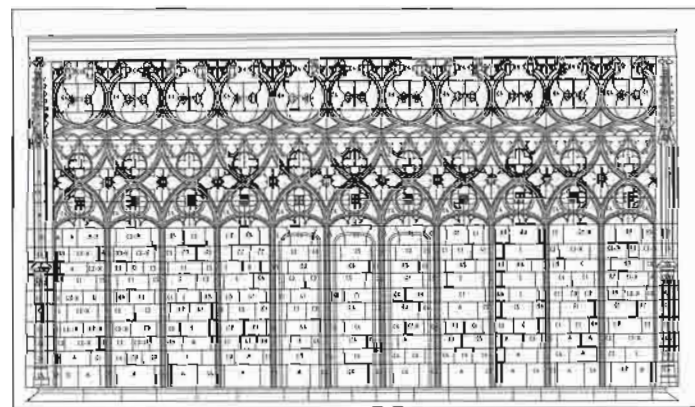
Además de la identificación de las fases constructivas del edificio, la lectura estratigráfica muraria del documento construido proporciona un registro de las características y de los materiales presentes en el mismo. Todos los datos identificados se plasman en una serie de Unidades Estratigráficas Murarias (zonas homogéneas de los muros que presentan las mismas características y los mismos materiales y que muestran haber sido construidas durante una



5. Plano de lectura estratigráfica muraria de la parte central de la fachada norte



6. Plano de lectura estratigráfica muraria de la Torre de Levante



7. Plano de lectura estratigráfica muraria de la tracería del paño central de la fachada norte

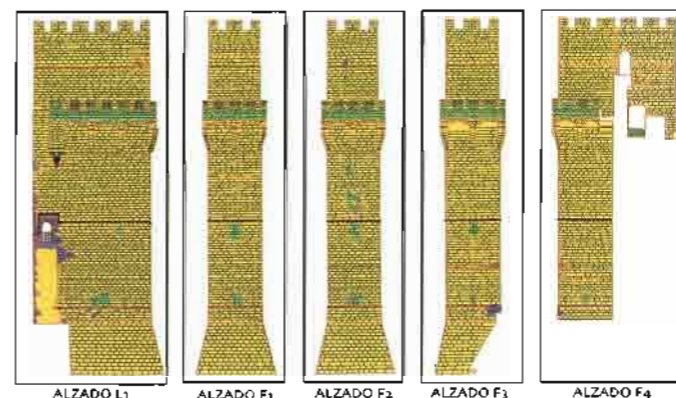
misma acción constructiva). Las unidades estratigráficas mantienen entre ellas relaciones que permiten descubrir las fases de construcción del monumento. Se trata de relaciones de contemporaneidad, anterioridad y posterioridad, legibles entre las diferentes partes de cada una de las paredes estudiadas. Gracias a estas relaciones es posible establecer si una parte del edificio se ha construido contemporáneamente, antes o después de otra, de manera que al final se podrá identificar el orden de construcción de todas las partes del edificio.

Las Torres de Serranos están construidas con fábricas de sillería, muros de dos paramentos de sillares recibidos con mortero y con un relleno intermedio, posiblemente de un hormigón de cal. Una fábrica de sillería, por su misma naturaleza, constituye el conjunto de un gran número de sillares que no observan ningún tipo de relación física directa entre ellos. Por ejemplo, la relación entre dos sillares se establece a través del mortero que los une, de manera que, si el mortero es contemporáneo a los sillares, se podrá considerar el conjunto como una única unidad estratigráfica. Por el contrario, en el caso en el cual el mortero sea posterior a los dos sillares, no se podrá afirmar la contemporaneidad de los mismos y se tendrán que tratar como dos diferentes unidades estratigráficas. En este segundo caso, sin embargo, parece importante intentar establecer una relación entre los dos sillares, hecho posible solamente intentando parangonar las características físicas de los mismos a través de un proceso tipológico.

En el caso específico de las Torres de Serranos, se ha intentado una caracterización de los sillares a través la observación del tipo de piedra, de la presencia de estratos de acabado, del nivel de degradación y de la labra superficial, además de registrar la presencia de marcas de cantería. Todas estas informaciones se contrastan con los análisis de caracterización de materiales realizados durante el Estudio Previo de Diagnóstico. Todos los datos recogidos, con sus variables, se cruzan entre ellos generando varios tipos de sillares, de manera que se puedan establecer en un primer momento relaciones de contemporaneidad entre los sillares. Las relaciones de anterioridad/posterioridad se establecen en un segundo momento: por una parte, a través de la observación de

FICHAS DE ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO															
IDENTIFICACIÓN		CARACTERIZACIÓN				RELACIÓN DE CONTEMPORANEIDAD		RELACIÓN DE ANTERIORIDAD				RELACIÓN DE POSTERIORIDAD			
ITEM	DESCRIPCIÓN	ÁNGULO	FORMA	ACABADO	LABRA	DECORACIÓN	SEÑALA	CONTINUA	DE LA	DISCONTINUA	RELACIONES	CONTRA	DE AYUDA	EXCENSO	RELACION
LEGENDA (SILLARES)															
101	Sillares con labra de sillares de sillería de sillería	A1	1					1100	2100	2100					
102	Sillares con labra de sillares de sillería de sillería	A2	1	101	A			1100	2100	2100		1100			
103	Sillares con labra de sillares de sillería de sillería	A3	1	101				1100	2100	2100		1100			
104	Sillares de sillería con labra de sillares de sillería de sillería	A4	1	101	K			1100	2100	2100	1100	1100			
105	Sillares de sillería de sillería de sillería	B	1	101									1100	1100	
106	Sillares de sillería de sillería de sillería	B	2	101									1100	1100	
107	Sillares de sillería de sillería de sillería	A4	2	101									1100	1100	
108	Sillares de sillería de sillería de sillería	A4	2	101									1100	1100	

8. Ficha de análisis estratigráfico murario



9. Plano de hipótesis de periodos constructivos de la Torre de Levante

las relaciones estratigráficas convencionales (*cubre/cubierto por, corta/cortado por, se apoya/se le apoya, rellena/rellenado por*); por otra parte, mediante relaciones cronotipológicas. Para los morteros se establecen varios tipos, también deducidos de la analítica realizada durante el Estudio Previo de Diagnóstico, que se relacionan entre ellos según relaciones estratigráficas de contemporaneidad, anterioridad/posterioridad.

La información recogida, tanto la de origen estratigráfica como la de origen tipológica, se transcribe en unos planos de lectura estratigráfica (fotos de 5 a 7) y en una serie de fichas descriptivas de cada una de las unidades (foto 8).

Cabe observar que la recogida de toda esta documentación requiere una observación *in situ* y a una limitada distancia del objeto. Por tanto, se consideró absolutamente indispensable para una correcta realización del trabajo la presencia del andamio que permitiera el acercamiento del observador al paramento. Hecho que ha llevado a realizar un estudio continuado durante todo el tiempo de la misma obra, según se fueron montando y desplazando los andamios. Además hay que destacar que en algunos casos las relaciones estratigráficas se podían apreciar completamente sólo después de una primera fase de limpieza.

Al final de la fase de recogida de la información se plantea una hipótesis para los periodos constructivos del monumento, una cronología relativa, donde cada parte del edificio se identifica sólo como anterior, posterior o contemporánea a las demás partes. Sólo en un segundo momento se confrontó esta cronología relativa con las noticias históricas del estudio documental para asociar una hipótesis de datación a cada una de las partes del edificio (foto 9). Los resultados de estas hipótesis se han descrito en el capítulo de la “Historia material de las Torres de Serranos”

3. Cliptografía

La gliptografía es la ciencia que se ocupa del estudio de las marcas o signos gliptográficos que aparecen esculpidos sobre los sillares utilizados en la construcción de edificios. La presencia de las marcas viene asociada a la profesión de cantero.

En España, ya en el siglo XII, existían asociaciones profesionales de obreros de la construcción, cuyo desarrollo constituye el origen de los gremios. Sin embargo, en el resto de Europa, y sobre todo en Francia, las asociaciones profesionales de la construcción (*franc-masones*) comienzan a funcionar verdaderamente en el siglo XIII, teniendo como objetivo la protección del monopolio de los procedimientos constructivos y de su difusión, así como la fraternidad y beneficencia. Si la fecha de la aparición de los gremios es prácticamente la misma en toda Europa, más variada es la fecha de su desaparición. En España, los gremios medievales desaparecen a comienzos del siglo XVI, siendo suprimidos por Felipe II como entidades técnicas, convirtiéndose en cofradías de tipo religioso, aunque pervivieron sus símbolos (banderas, emblemas, etc.).

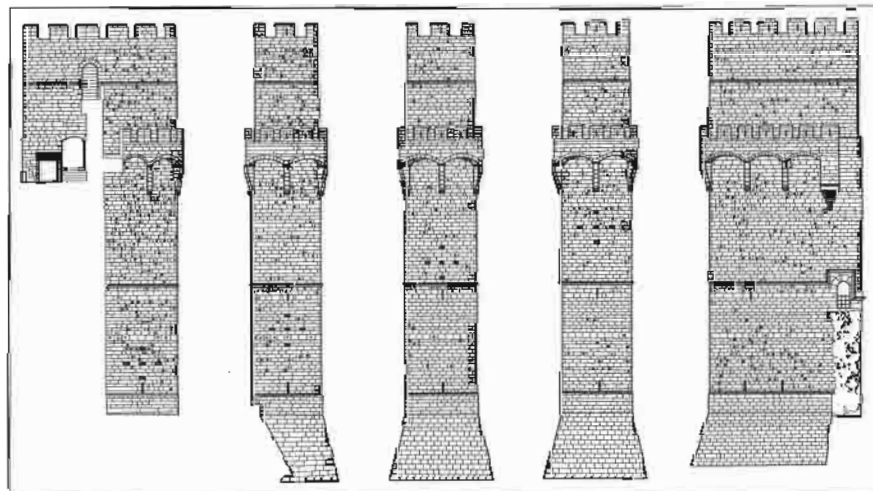
En el gremio de la construcción figuraba el oficio de picapedrero, citado también en la documentación medieval como pedrero, mazonero y cantero. Su actividad profesional consistía en desbastar y pulir los bloques de piedra para convertirlos en sillares. Las herramientas utilizadas para este trabajo eran, entre otras, la bujarda, martillo de dos bocas



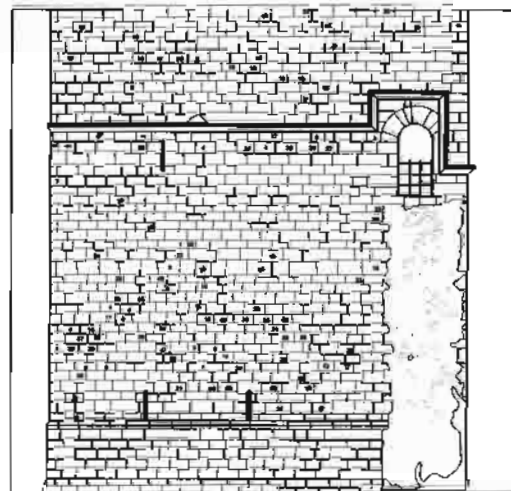
11. Ejemplo de marca de cantería encontrada en los paramentos de las Torres de Serranos (marca n. 58)



12. Ejemplo de marca de cantería encontrada en los paramentos de las Torres de Serranos. El dibujo fue reforzado con color rojo



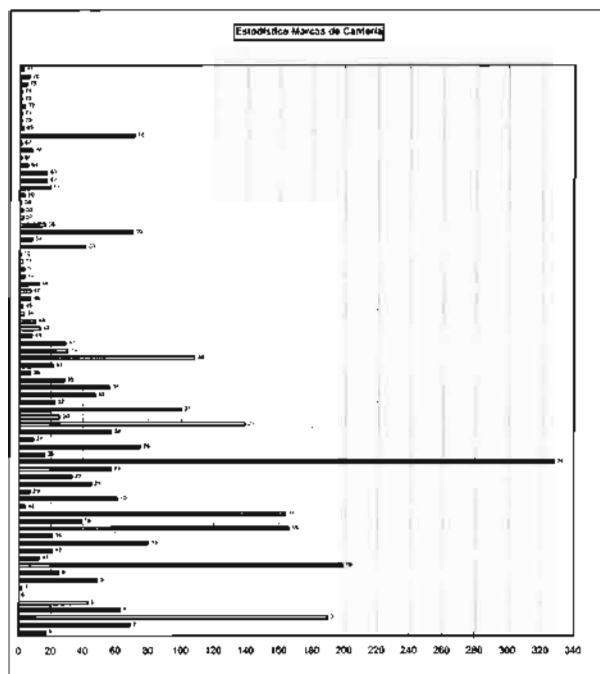
10a. Plano de situación de las marcas de cantería, Torre de Levante



10b. Plano de situación de las marcas de cantería, Torre de Levante. Detalle



13. Tipos de marcas.



14. Gráfico de la estadística de las marcas encontradas en las Torres

cuadradas cubiertas de dientes, la escoda o boca de hacha, martillo con corte en ambos lados, el cincel y el puntero. Una vez alisado el sillar se practicaba un signo o marca.

El mayor escollo que se encuentra en el estudio de los signos gliptográficos, iniciado en Francia en 1836 por M. Didrón, tras su descubrimiento en numerosos edificios medievales, es el de su correcta interpretación, hasta el punto que hasta la actualidad no se han extraído conclusiones generales válidas sobre el significado de su utilización. Las hipótesis más acreditadas por los estudiosos del tema, son que las marcas de cantero se dividen en dos grupos con funciones diferentes: por una parte, un determinado grupo de marcas, podía servir como distintivo del taller o del cantero para la identificación del trabajo realizado para su posterior retribución y, por otra parte, otro grupo de marcas, podía servir para indicar la correcta colocación del sillar en el muro, según la posición de la marca misma.

En las Torres de Serranos se realizó un rastreo minucioso de todos los paramentos, tanto exteriores e interiores como de las bóvedas, gracias a la posibilidad de utilizar los andamios de la obra para observar de cerca cada uno de los sillares. En los paramentos de las torres se detectaron del orden de 3.000 marcas. Sin embargo, se debe destacar cómo las intervenciones realizadas en las torres, sobre todo a principios del siglo XX deben de haber borrado una gran cantidad de marcas a causa del uso de la martellina como herramienta de limpieza del paramento.

Todas las marcas identificadas se situaron en planos de documentación con un número correspondiente y la exacta posición en la que se encontraba el signo (fotos 10a y 10b). En total se identificaron 77 tipos diferentes de marcas, y para cada uno de estos se realizó una ficha específica con la fotografía (fotos 11 y 12), el dibujo en escala y el recuento de las cantidades identificadas en cada uno de los paños. Sólo cinco tipos de marca (24, 3, 10, 15 y 17) corresponden a casi el cincuenta por ciento de las marcas totales (foto 14).

Lamentablemente hasta que no avance la investigación sobre sus artífices, el sentido y motivaciones que hicieron posible el uso de los signos gliptográficos, es muy difícil llegar a conclusiones que no pasen de la mera estadística, aunque también, sin ésta, sería imposible llegar a hipótesis fiables en un futuro.

ESTUDIO GRÁFICO Y LEVANTAMIENTO MÉTRICO

La documentación gráfica y el estudio métrico-dimensional del monumento se consideran como una operación fundamental para el conocimiento del edificio y, por tanto, deberá garantizar una información métrica y morfológica lo más extensa y detallada posible, fiabilidad y precisión. Además, se debe considerar que el levantamiento métrico-dimensional será el soporte básico para todas las fases posteriores de conocimiento del edificio como, por ejemplo, el estudio de los daños estructurales y las deformaciones.

El levantamiento se podrá realizar con sistemas indirectos o instrumentales (topografía, fotogrametría,...), o con sistemas directos o manuales (nivelación, triangulación, coordenadas cartesianas, levantamiento en escala 1:1,...). La última fase de la elaboración de un levantamiento métrico-dimensional es su restitución gráfica. Se trata de una fase muy importante del trabajo ya que la precisión y la fiabilidad del levantamiento se traducen en ella.

1. Levantamiento Fotogramétrico.

El objetivo del levantamiento fotogramétrico es la realización de un levantamiento métrico a distancia, es decir la posibilidad de dimensionar sin la necesidad de llegar físicamente a la pared que se debe medir. La necesidad de poseer un levantamiento completo del edificio, detallado y preciso, tanto como medio de conocimiento métrico y dimensional del monumento, como para utilizarlo como soporte para todos los demás estudios, hace necesario el uso de una técnica que permita su medición ya desde el primer momento en que se empieza su estudio, inclusive antes del montaje de un andamio. La realización de un levantamiento fotogramétrico se basa esencialmente en la capacidad de deducir las medidas de un edificio mediante el uso de la fotografía llevada a una escala real y sin deformaciones ópticas.

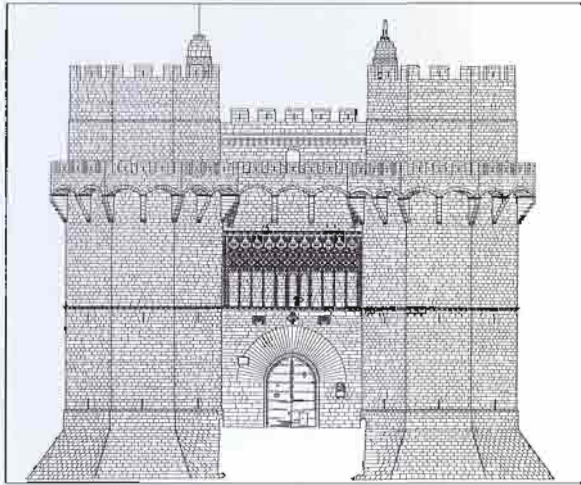
Para la realización de una fotogrametría se necesitan para cada paño dos fotografías (pares) realizadas a una distancia longitudinal determinada entre ellas (fotos 15 y 16). En el caso de las Torres de Serranos se realizó una fotogrametría digital. Las tomas fotográficas necesarias para el levantamiento fotogramétrico se realizaron con una cámara métrica digital, con la que se realizó un reportaje amplio y completo de todos los paramentos del edificio.

Para poder realizar la medición y ajuste sobre los fotogramas se hace precisa la relación con el edificio mediante puntos de apoyo, medidos topográficamente, cuyo número mínimo por par fotogramétrico es de 5 puntos. Por tanto, las tareas topográficas se enfocaron principalmente para la medición de puntos de apoyo necesarios en la restitución fotogramétrica. Además se realizaron algunas mediciones auxiliares con cinta o con estación

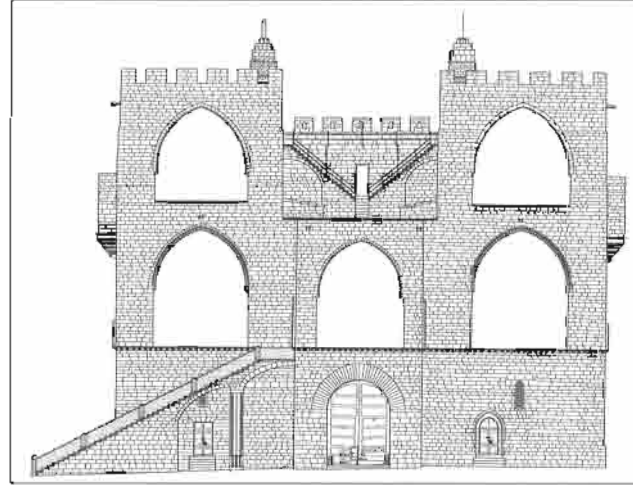


15 y 16. Pares fotogramétricos de la fachada este

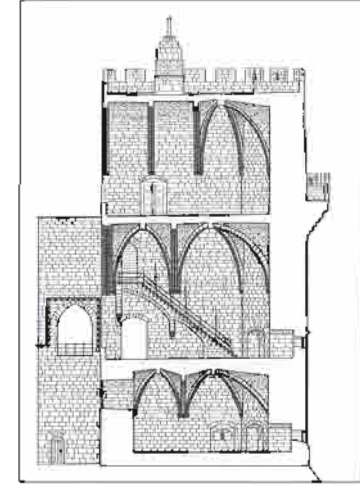




18. Levantamiento fotogramétrico de la fachada norte



19. Levantamiento fotogramétrico de la fachada sur



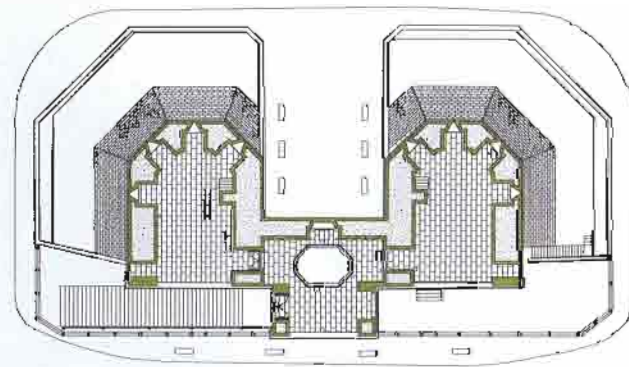
20. Sección transversal de la Torre de Levante, realizada por levantamiento fotogramétrico

total para completar algunas zonas a las que no se pudo, o resultaba muy complicado, medir mediante fotogrametría.

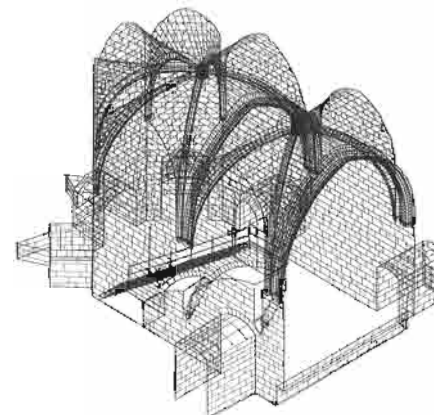
Ante todo, se creó una red principal de puntos que abarcaba todo el monumento, tomando las medidas con una estación total de la marca Zeiss, Elta R45 de 10cc de precisión angular. La red principal se componía de 13 bases, de las cuales once formaban una poligonal alrededor de las torres y dos se situaban en el interior.

En el interior resultó necesario, dada la dimensión de los espacios, la utilización de una estación total de 15cc de precisión angular que no necesita de prisma para la medición de distancias. Resultaba muy útil el rayo láser visible que identificaba el punto tomado sobre la misma piedra.

Por fotogrametría se realizaron las plantas, secciones y alzados de todo el monumento (fotos de 17 a 20), además de una reconstrucción en tres dimensiones de todas las naves interiores (foto 21) y del entero conjunto monumental.



17. Planta baja de las Torres de Serranos, realizada por levantamiento fotogramétrico



21. Restitución en tres dimensiones de una de las naves interiores de las torres, realizada por levantamiento fotogramétrico

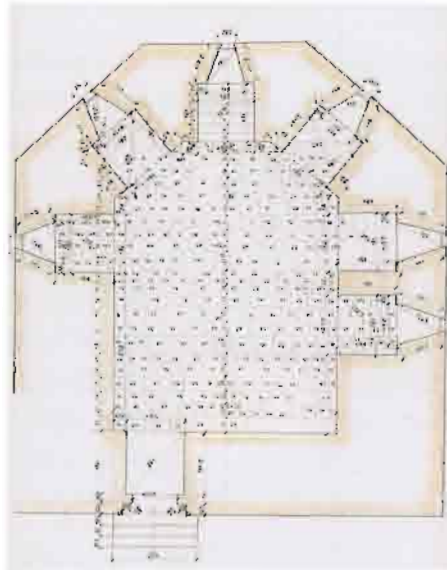
2. Levantamiento clásico

El levantamiento manual se centró en dos objetivos: por un lado la realización de croquis, complementarios al levantamiento fotogramétrico, dirigidos a la representación de las plantas del edificio y el estudio del conjunto arquitectónico; por otro lado, la realización de un inventario exhaustivo de las piezas decorativas, de piedra labrada, presentes en el monumento.

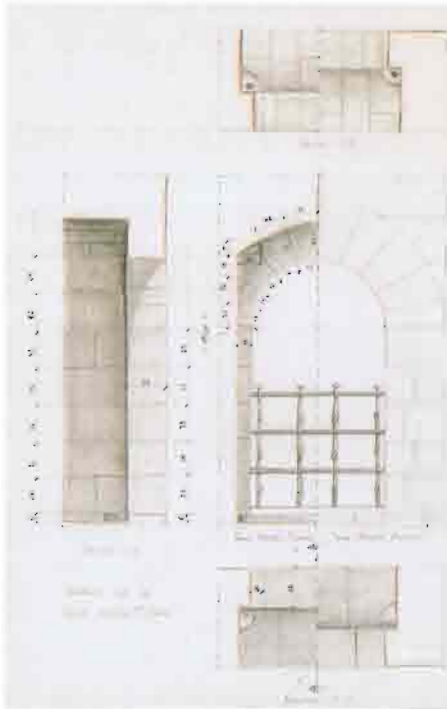
Croquis de levantamiento de planos

En una primera fase de trabajo se abordó cada una de las estancias por separado mediante un esquema general formado por la planta y los alzados abatidos, en ocasiones enriquecidos por las secciones necesarias. Cada uno de estos esquemas se compone de un dibujo proporcionado de las paredes, posteriormente acotado mediante el uso de cinta métrica y metros rígidos. En las estancias se midió y dibujó detalladamente el despiece del pavimento (foto 22). En la segunda fase del trabajo se realizaron los croquis acotados de todos los detalles arquitectónicos interiores de las estancias: puertas, arcos, barandillas, almenas, ventanas, troneras, escaleras y molduras (foto 23).

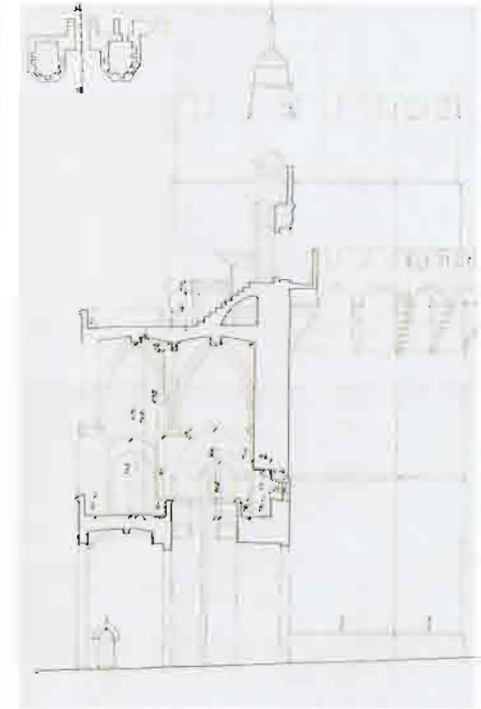
Tras la realización de los croquis de cada una de las estancias por separado se pudo reconstruir un dibujo general del monumento, con vistas generales (plantas, secciones y alzados) acotadas que permiten relacionar las estancias entre sí (foto 24). El material producido de esta manera permitió confirmar los datos tomados por fotogrametría, sobre todo, en caso de los interiores. Además, el estudio directo del monumento permitió acercarse a sus proporciones y geometría.



22. Croquis del pavimento de la nave de planta baja de la Torre de Levante



23. Croquis de la puerta oriental de la nave central del primer piso



24. Croquis de la sección transversal por el paso central

Inventario de piezas decorativas

Las Torres de Serranos, como la mayoría de los edificios góticos valencianos, se caracterizan por una imagen general austera de fortaleza, creada por unos paños macizos de sillares de piedra lisa y uniforme. Sin embargo, el monumento esconde una gran cantidad de piezas decorativas, talladas en la piedra, que enriquecen el conjunto. El objetivo de esta segunda parte del trabajo fue el inventario completo de todas estas piezas labradas que componen la decoración tanto del interior como del exterior de las Torres.

En el interior del edificio la decoración se limita a los arranques de los nervios de las bóvedas, las ménsulas de los apoyos de las escaleras y en las claves de las mismas bóvedas. En el exterior los elementos decorativos se concentran en la escalera principal, en la faja que a media altura recorre todo el perímetro de las torres, en los canes de las ménsulas que sujetan el paso de ronda y, particularmente, en la lacería del paño central de la fachada principal del cuerpo entre las dos torres.

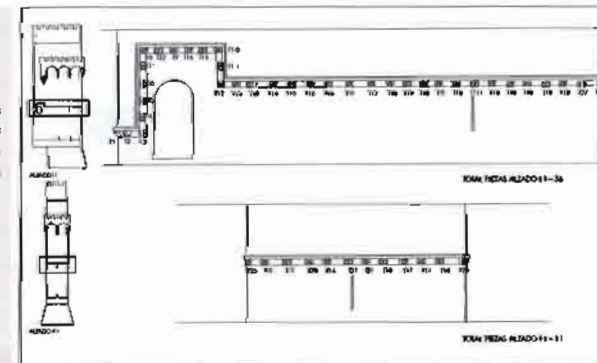
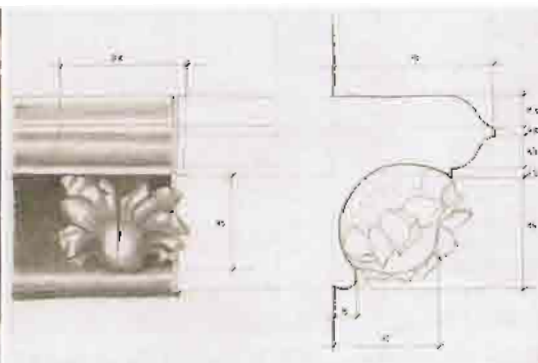
Con el inventario se pretendió proporcionar una documentación completa de todas las piezas labradas del edificio. En consecuencia, esta información se estructuró en un conjunto de fichas, una para cada pieza decorativa, compuestas por la identificación de la pieza y su ubicación en el conjunto de las torres, una fotografía, un croquis acotado con varias vistas.

a. Inventario de la decoración exterior

La decoración del exterior de las torres se concentra en cuatro elementos arquitectónicos: la faja que corre a media altura alrededor de todo el edificio, lacería inferior situada sobre el arco de acceso y los canes de apoyo del paso de ronda. De cada uno de estos elementos se realizó una ficha documental con la ubicación de la pieza en el conjunto, una fotografía y un dibujo acotado.

• Faja:

A lo largo de toda la faja que recorre los alzados norte, este y oeste, han sido localizadas 190 piezas labradas de un tamaño de 23 x 14 cm aproximadamente. De estas 190 piezas, 83 se sitúan en la torre de levante, con 28 tipos diferentes; 82 en la torre de poniente, con 15 tipos diferentes de los cuales sólo 8 se repiten en el resto de la faja; 25 en el cuerpo central, con 11 tipos diferentes, de los cuales sólo 2 son diferentes de los demás paños. De cada tipo identificado se realizó una ficha con un número correspondiente al tipo, una fotografía y un croquis acotado (fotos 25 y 26). En un plano general de la faja se situaron todos los tipos identificados (foto 27).



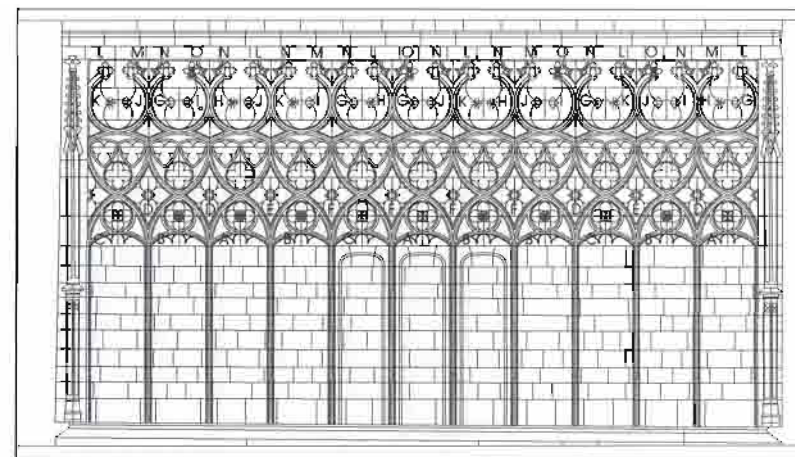
25 y 26. Fotografía de una de las piezas decorativas original de la faja y correspondiente dibujo

27. Plano de catalogación de todos los tipos decorativos de la faja

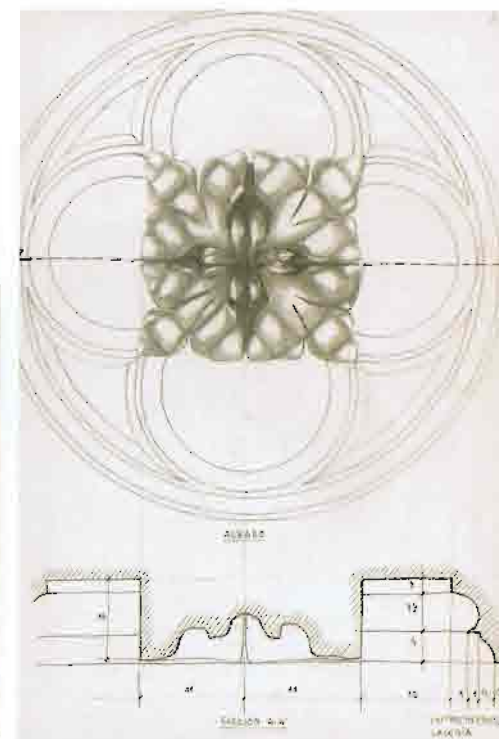
• **Lacería:**

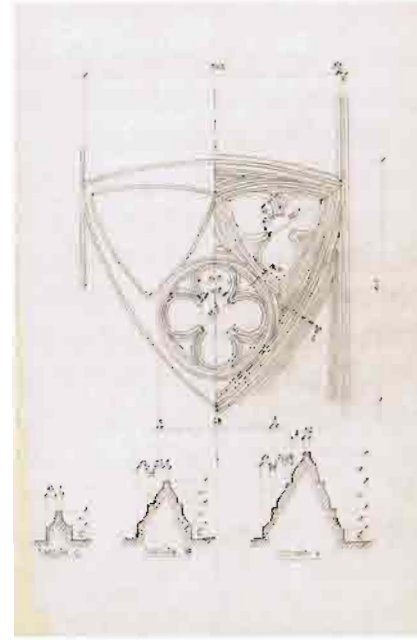
La decoración de la lacería se compone de 15 tipos diferentes de piezas labradas, que se repiten sin un orden compositivo claramente identificable. Se realizó un esquema general de la lacería para situar cada una de estas piezas con el número correspondiente al tipo al que pertenece (foto 28). Para cada tipo se realizó una ficha con el número de identificación, la fotografía y el croquis acotado. Las piezas decorativas de la lacería, situadas en el centro de los motivos geométricos de la misma, se distribuyen en cuatro niveles. En el primer nivel (fotos 29 y 30) se encuentran piezas cuadradas de 21 x 21 cm aproximadamente decoradas con motivos vegetales, agrupables en tres tipos diferentes (A, B y C). En el segundo nivel (fotos 31 y 32), se encuentran piezas cuadradas colocadas inclinadas 45° respecto a la horizontal, de dimensiones 21 x 21 cm, con motivos vegetales de hojas palmeadas, también agrupables en tres tipos diferentes (D, E y F). En el tercer nivel, se encuentran piezas de menor tamaño que las anteriores (de 15 x 15 cm aproximadamente), colocadas también inclinadas 45° respecto a la horizontal y agrupables en cinco tipos todos compuestos por en hojas palmeadas de borde hendido y hojas en forma de corazón de borde entero (G, H, I, J y K). En el cuarto nivel se sitúan piezas que pueden inscribirse en un cuadrado de 21 x 21 cm aproximadamente, similares a las del nivel tercero pero colocadas en vertical y de mayor tamaño, agrupables en cuatro tipos (L, M, N y O). En este nivel aparecen en las esquinas las únicas piezas que se conservan de la lacería original (fotos 33 y 34). Sobre la lacería recorre una cornisa con piezas labradas de motivos zoomorfos con rostros de animales (probablemente murciélagos de cuyas fauces brotan hojas).

29 y 30. Fotografía de una pieza del primer nivel de decoración de la lacería, repuesta a principios del siglo XX, y correspondiente dibujo

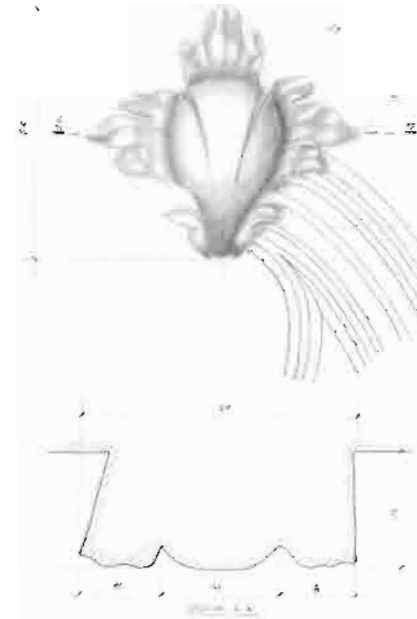


28. Plano del sistema decorativo de la tracería del cuerpo central de la fachada norte





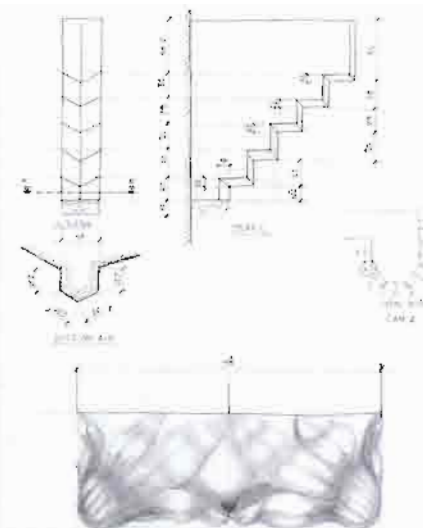
31 y 32. Fotografía de una pieza del segundo nivel de decoración de la tracería, repuesta a principios del siglo XX, y correspondiente dibujo



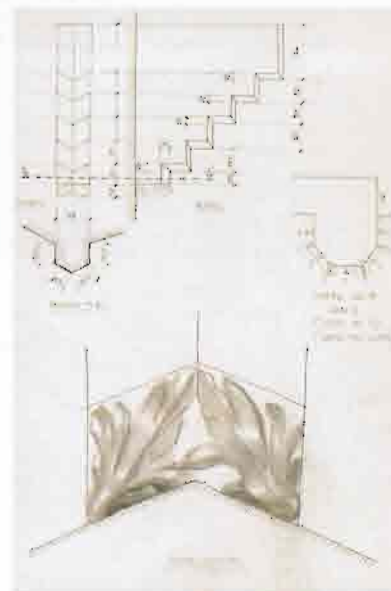
33 y 34. Fotografía de una de las dos piezas originales del cuarto nivel de decoración de la tracería y correspondiente dibujo

• **Canes de arranque del adarve:**

A lo largo del perímetro exterior de las torres existen veintiséis canes de los que arranca la estructura del adarve. Entre éstos, veintidós son de menor tamaño (fotos de 35 a 38) y cuatro son de mayor tamaño y con forma troncopiramidal invertida. Los elementos labrados de los canes menores tienen unas dimensiones aproximadas de 48 x 17 x 25 cm, mientras los canes más grandes se componen de un octógono de 55 cm de lado en su parte más ancha. En las torres se aprecian diez canes pequeños, cada torre completamente diferentes uno del otro, y un can de mayor tamaño al extremo de cada torre. En el cuerpo central se sitúan dos canes pequeños y dos canes grandes piramidales. Los dos canes pequeños escalonados tienen tipologías diferentes y a su vez no se repiten en ninguna de las otras dos torres. Los dos canes piramidales de mayor tamaño están decorados en sus esquinas superiores por dos hombres con túnica y en la parte inferior con un personaje que porta entre sus manos una filactería (profeta).



35 y 36. Fotografía de un apoyo de la barbicana, repuesto a principios del siglo XX, y correspondiente dibujo.



37 y 38. Fotografía de un apoyo de la barbicana original y correspondiente dibujo

b. Inventario de la decoración interior

La decoración interior se basa fundamentalmente en las piezas decoradas que suponen el arranque de los arcos de crucería. Estas piezas, dada la gran altura a la que se encuentran, están concebidas para ser apreciadas desde abajo. Por esta razón a la hora de abordar el dibujo se decidió representar tanto la vista cenital como la vista frontal.

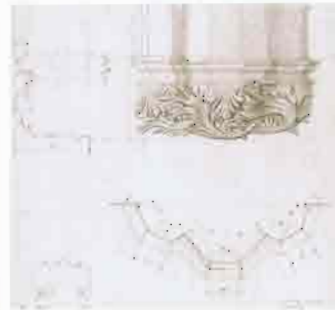
De la observación, análisis y croquizado de los canes de los arranques de los nervios se pudieron extraer las conclusiones siguientes:

- Existen en todo el edificio 58 arranques de nervios decorados que se pueden agrupar en siete tipos diferentes. Cuatro tipos se caracterizan por motivos vegetales: canes compuestos por hojas palmeadas de borde hendido donde

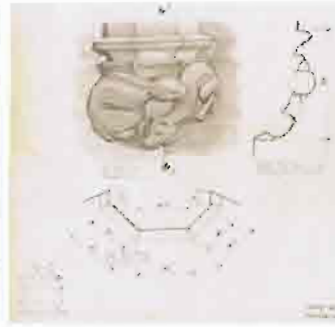
las hojas de los extremos -que recuerdan las hojas de acónito- se retuercen y entrelazan en el centro del can, en su parte baja, y son cubiertas por una hoja central también palmeada de borde hendido que recuerda la hoja de arce; canes donde las hojas tienen unas formas más geométricas y sencillas, buscando curvaturas más simples y aristas más vivas; canes en que las hojas adquieren unas formas más suaves y ondulantes, de superficies más extensas y lisas; por último, canes con hojas parecidas a las precedentes pero con los nervios notablemente marcados (fotos 39 y 40). Tres son los tipos de canes con motivos zoomorfos: canes compuestos por animales mitológicos y dragones, que sólo aparecen en las esquinas (fotos 41 y 42); canes con águilas y murciélagos, con un solo caso en la torre de levante y en la segunda planta; can con un rostro humano de cuya boca salen dos hojas, una hacia cada lado del can, con un único ejemplar en la torre de poniente en la planta segunda (fotos 43 y 44).

- Existen además dos chaflanes con granadas labradas situados en las esquinas del cuerpo central en la primera planta y los canes de apoyo de las ménsulas que sujetan la bóveda de las escaleras, tanto de la torre de levante como de la torre de poniente decorados con troncos de pirámide invertidos con hojas espatuladas en las esquinas superiores.

39 y 40.
Fotografía de una ménsula interior con motivos fitomorfos, repuesta a principios del siglo XX, y correspondiente dibujo



41 y 42.
Fotografía de una ménsula interior con motivos zoomorfos, repuesta a principios del siglo XX, y correspondiente dibujo



43 y 44.
Fotografía de una ménsula interior con motivo antropomorfo, repuesta a principios del siglo XX, y correspondiente dibujo



ESTUDIO DE LOS MATERIALES Y DE SU DEGRADACIÓN

Un apartado de gran importancia para el conocimiento de un edificio como las Torres de Serranos pero, sobre todo, para la definición correcta de las intervenciones de conservación del mismo, constituye el estudio de los materiales que componen el edificio y de los fenómenos de degradación presentes en los mismos. En el caso de las torres se realizó en un primer momento una fase de observación visual tanto de los materiales como de los fenómenos de degradación para poder tener un cuadro completo de los casos presentes. Sólo en un segundo momento, una vez identificados visualmente una serie de tipos diferentes de materiales, como de fenómenos de degradación, se procedió a la realización de análisis de laboratorio específicos, sólo en los casos en que se consideró conveniente o necesario.

1. Mapas temáticos y observación visual

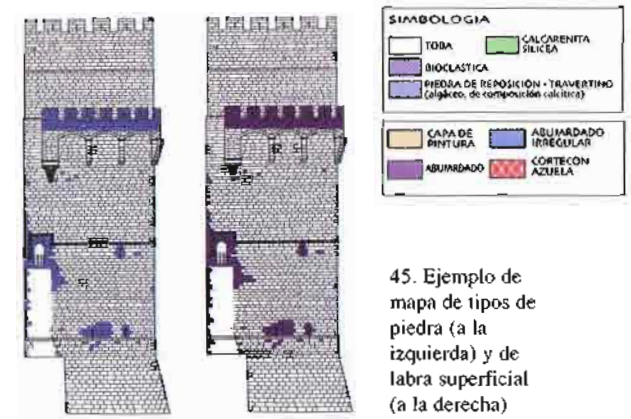
Todas las observaciones realizadas tanto para los materiales como para los fenómenos de degradación se volcó en unos mapas temáticos, es decir, levantamientos cada vez de diferentes temas, pero que en su conjunto permiten un cuadro completo de la situación del monumento.

Los mapas temáticos se realizaron utilizando el levantamiento fotogramétrico como soporte para la anotación de las observaciones realizadas in situ por los operadores. En un primer momento, la observación se realizó desde una cierta distancia con prismáticos, dada la falta de un andamio, y en un segundo momento, una vez montado el andamio, se completaron las observaciones desde una posición cercana al paramento. Los mapeos realizados in situ se volcaron posteriormente en soporte informático.

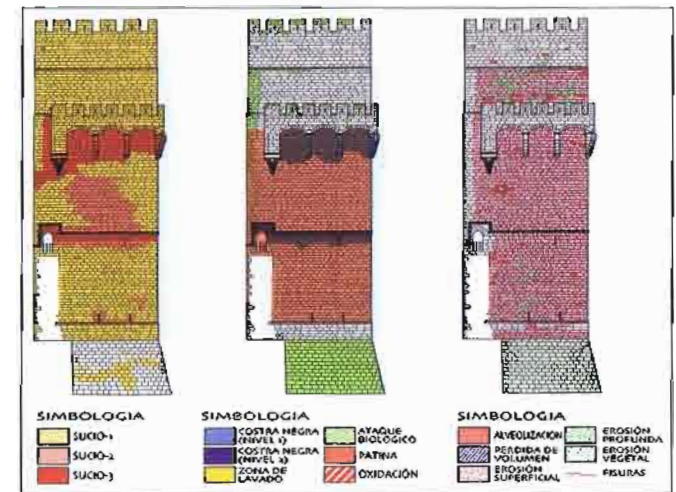
Además tanto los materiales, como las degradaciones, identificados visualmente se pudieron verificar mediante los análisis de laboratorio que permitieron mejorar el nivel de precisión de los mapas.

Para cada uno de los materiales y de los fenómenos de degradación identificados se organizó una ficha descriptiva en la que se transcribió la denominación, del material o del fenómeno de degradación, una fotografía y la indicación de los análisis de laboratorio correspondientes para facilitar la comparación entre la imagen y las características físico-químicas. De esta manera se pretendía favorecer una conexión directa entre la observación visual y las leyendas gráficas de los mapas temáticos.

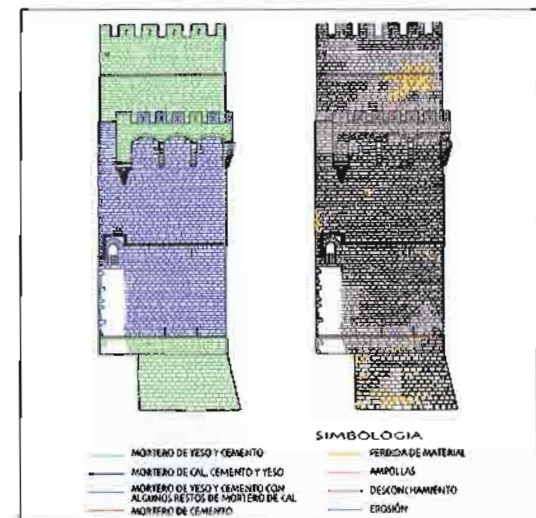
En concreto, se realizaron para cada paño de las torres: mapas de materiales (mapa de tipos de piedra, mapa de labra superficial y mapa de tipos de mortero), mapas de degradación de la piedra (mapa de suciedad, mapa de costra negra y vegetación, mapa de erosiones) y mapa de degradación de morteros (fotos de 45 a 47).



45. Ejemplo de mapa de tipos de piedra (a la izquierda) y de labra superficial (a la derecha)



46. Ejemplo de mapa de degradación de la piedra



47. Ejemplo de mapa de tipos de mortero (a la izquierda) y de degradación del mortero (a la derecha)



48 y 49. Toma de muestra antes y después de la extracción del testigo

2. Análisis de laboratorio

Además de la observación visual se realizaron una serie de análisis de laboratorio que permitieron caracterizar exactamente tanto los materiales como los fenómenos de degradación identificados durante la realización de los mapas temáticos.

Para la caracterización de los materiales se realizó una toma de muestras tanto de los diferentes tipos de piedra identificados como de los tipos de mortero. Para el estudio de la degradación, dos fueron los fenómenos más importantes y que necesitan una investigación detallada: las costras negras y las eflorescencias salinas.

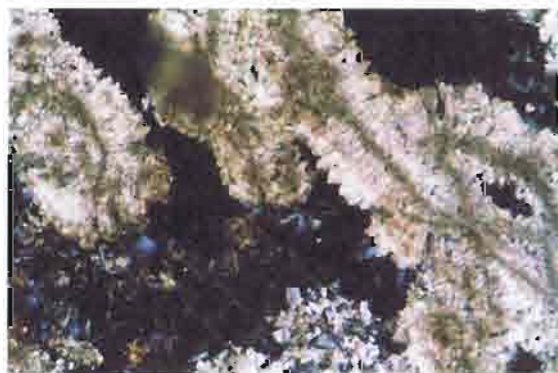
a. Caracterización de los tipos de piedra

La caracterización de los tipos de piedra (litotipo) se realizó mediante el análisis petrográfico de láminas delgadas. Tras la adecuada preparación de las muestras (fotos 48 y 49) se realizó la descripción petrográfica mediante microscopio binocular de polarización (fotos 50 y 51). Este tipo de análisis de la piedra proporciona: composición, clasificación, textura, porosidad, estado superficial, valoración de la muestra.

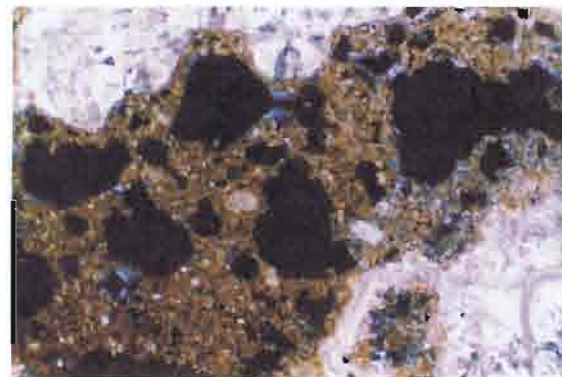
Se completó la caracterización del tipo de material pétreo a través de una serie de análisis de tipo físico: la determinación de la porosidad, de la porosidad superficial, de la densidad aparente, de la humedad natural, del grado de saturación, de la densidad real (peso específico real), de la absorción, de la resistencia a la compresión. Además se realizaron una serie de ensayos químicos para determinar sus componentes: sílice, sulfato, carbonato magnésico y carbonato cálcico.

Del estudio de caracterización resultaron cuatro tipos dominantes de piedra, cada uno con una serie de subtipos ligados posiblemente a la proveniencia de la piedra de diferentes canteras. Los cuatro tipos fundamentales identificados en las Torres son: toba calcárea o travertínica, toba calcárea compacta, roca carbonatada de tipo biógeno, caliza dendrítica o arenosa (fotos de 52 a 55). A cada tipo de piedra corresponde normalmente un tipo de labra superficial de las que se han identificado cuatro: el corte con azuela, una capa de pintura rojiza, la labra con bujarda, la labra con picola (fotos de 56 a 59).

50.
Microfotografía
realizada con
microscopio
binocular de
polarización x110



51.
Microfotografía
realizada con
microscopio
binocular de
polarización x35





52. Toba calcárea



56. Azuela



53. Toba calcárea compacta



57. Pintura superficial



54. Roca carbonatada de tipo biogénico



58. Bujarda



55. Caliza dendrítica o arenosa



59. Picola

b. Estudio de la degradación de la piedra

Como ya se ha dicho se identificaron una serie de fenómenos de degradación a través de una observación visual del paramento. Se identificaron en concreto los siguientes fenómenos: suciedad, costra negra, zonas de lavado, ataque biológico, oxidación de la piedra, mancha de oxidación, alveolización, pérdida de volumen, erosión superficial, erosión profunda, erosión por la acción de vegetales, fisuras (fotos de 63 a 74).

La mayoría de los fenómenos identificados dependen de la acción de los agentes atmosféricos (erosión, lavado, pátina), de la presencia de vegetación (ataque biológico, erosión por acción de vegetales) o de la naturaleza de la misma piedra (alveolización) de manera que difícilmente se puede intervenir en la piedra más allá de una simple acción de protección. Sin embargo, existen otros tipos de fenómenos como la costra negra, consecuencia de la polución, y las eflorescencias salinas, consecuencia de los movimientos del agua en el interior de la piedra que arrastra las sales solubles. Estas degradaciones necesitan un estudio mayormente detallado, ya que las sustancias presentes en estos depósitos pueden actuar de manera diferente según el tipo de sustancia.

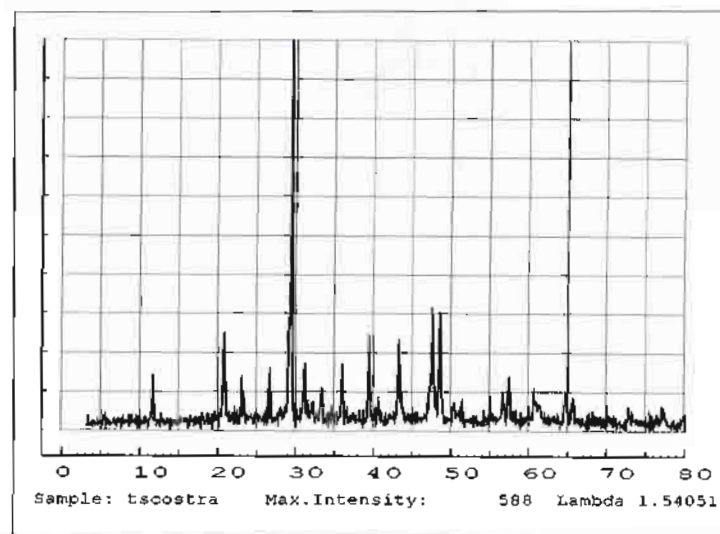
En consecuencia, por imperativos del proceso de diagnosis, era necesario conocer los componentes de las costras negras y las sales presentes en las eflorescencias. Se realizó una toma de muestras (fotos 60 y 61) y sobre éstas se realizó, para determinar los componentes, tanto un ensayo de Difracción de Rayos X (foto 62) como una serie de ensayos químicos (Carbonato, Nitrato, Nitrito, Óxido de hierro, Sulfato, Oxalato, Fosfato)



60. Toma de muestra de posibles eflorescencias salinas



61. Toma de muestra de costras negras



62. Ejemplo de difracción a Rayos X



63. Suciedad



64. Costra negra



65. Zona de lavado



66. Ataque biológico



67. Oxidación de la piedra



68. Mancha de oxidación



69. Alveolización



70. Pérdida de volumen



71. Erosión superficial



72. Erosión profunda



73. Erosión vegetal



74. Fisura



76. Cal



77. Cal y cemento



78. Cal, cemento y yeso



79. Yeso y cemento



80. Cemento



81. Pérdida de material



82. Desconchado



83. Erosión



84. Ampollas

ESTUDIO DEL CLIMA

Para el estudio del estado de conservación de un monumento expuesto a la intemperie es necesario la consideración del clima como una de las causas que va a determinar la intensidad de la alteración debida a procesos físicos, químicos y/o biológicos. Estos procesos y su intensidad están íntimamente relacionados tanto con el clima como con la calidad atmosférica de la zona donde se encuentra el monumento, de tal modo que el clima actúa como regulador de dichos procesos.

En definitiva, cuando se estudia el clima en relación con el estado de conservación de un monumento resulta interesante conocer: la intensidad que tienen los procesos de alteración, su duración a lo largo del año, la existencia de ciclos de hielo-deshielo y el periodo del año en que muestran su intensidad máxima, la existencia de ciclos de solubilidad-cristalización de sales y el periodo del año en que muestran su intensidad máxima, los vientos dominantes y los vientos dominantes en días de lluvia. Todos estos factores para determinar los parámetros sufren mayor abrasión y las zonas en que se acumularan sedimentos.

Para el estudio del clima se estudiaron los datos climatológicos de los últimos 30 años (1970-1999) del Instituto Meteorológico Nacional, recogidos en estación Valencia-Viveros, que por la proximidad con el monumento proporcionará datos fiables. Entre todos los datos disponibles se tomaron en consideración las variables más significativas con relación a los factores que actúan en el monumento, realizando con las mismas una serie de estudios estadísticos y analíticos.

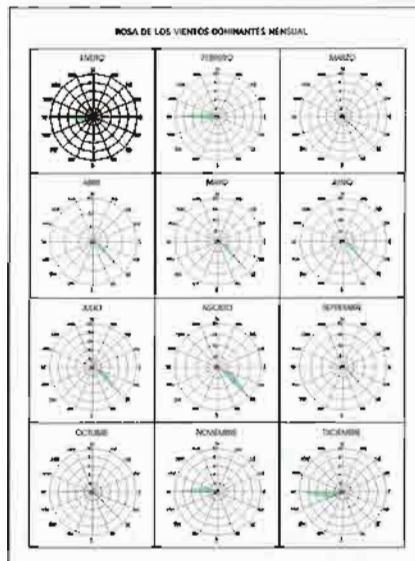
Los criterios de selección de las distintas variables vienen definidos por la incidencia que tienen respecto al deterioro del monumento y su porcentaje de aparición en el periodo contemplado, así como, su necesidad para la realización de los distintos diagramas. Se seleccionaron las siguientes variables: Temperatura media mensual (T^a); Precipitación (P); Vientos Dominantes; Vientos dominantes de los días de lluvia.

Del estudio se llegó a la conclusión que las Torres de Serranos se ven afectadas fundamentalmente por:

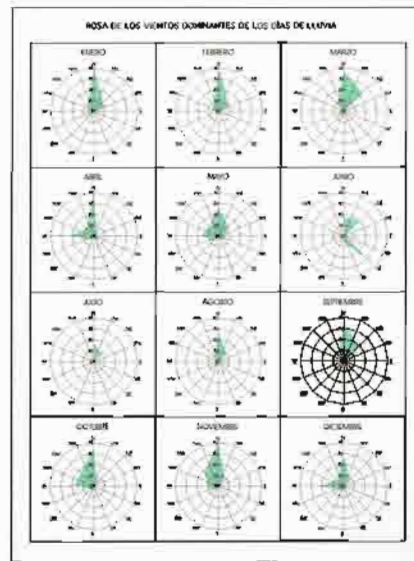
- La existencia de vientos dominantes (fotos 85 y 86) del oeste y sureste indica que se produce una mayor acumulación de sedimentos en las zonas protegidas de éstos. Esta acumulación de sedimentos permite el crecimiento de plantas superiores. También el paramento sureste se ve afectado por vientos con influencia marina y, por tanto, presentará oxidaciones y, probablemente, sales provenientes del aerosol marino.

- En los días de lluvia, los vientos (fotos 87 y 88) proceden, sobre todo, del norte y, en menor medida, de nordeste y oeste por lo que cabe esperar que éstos sean los paramentos más afectados por procesos químicos, físicos y/o biológicos y, por tanto, los más deteriorados.

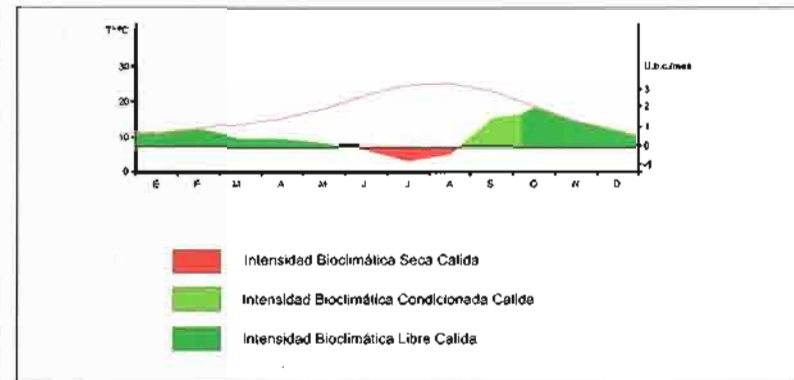
- Del diagrama ombroclimático (foto 89) se desprende que tenemos un periodo de sequía estival que comprende de mayo a agosto, siendo poco acusado en mayo y muy acusado en julio. En este periodo aparecerán procesos de cristalización de sales. Siendo el periodo donde la piedra llega a su mínimo de



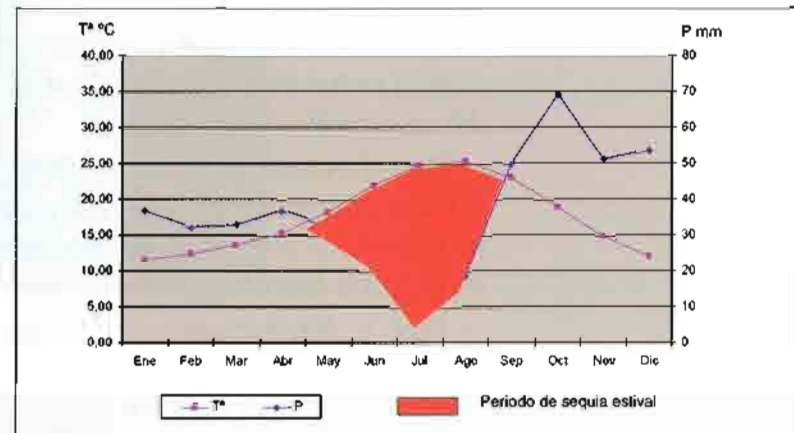
85 y 86. Vientos dominantes durante el año



87 y 88. Vientos dominantes en los días de lluvia durante el año



89. Diagrama ombroclimático



90. Diagrama bioclimático

humedad, resulta el más adecuado para realizar los tratamientos de consolidación e hidrofugación, exceptuando julio y agosto donde hay unas temperaturas máximas excesivas para estos tratamientos.

También se observa que en septiembre y octubre (mes con el máximo pluviométrico) se produce la recuperación del periodo de sequía. Estos meses no son idóneos para realizar los tratamientos de consolidación e hidrofugación.

- Del diagrama bioclimático (foto 90) se desprende que la actividad biológica referida a microorganismos, líquenes y briófitos será máxima entre principios del mes de octubre y finales de noviembre, reduciéndose posteriormente.

ESTUDIO DEL BIODETERIORO

De todos es conocida la capacidad de los seres vivos para provocar deterioro en las piedras de los edificios y monumentos. El mecanismo se fundamenta en la necesidad ecológica de colonizar nuevos entornos, para conseguirlo, los líquenes, se han adaptado en la preparación del terreno y los consideramos pioneros ecológicos.

Éstos son el punto de partida de una sucesión que traerá consigo la formación de suelo vegetal sobre la roca madre para permitir la colonización del espacio por plantas superiores.

Esta sucesión, como ya se ha dicho, se inicia con los líquenes que atacan química y físicamente la piedra produciendo arenización superficial y pequeñas fisuras con las ricinas. Posteriormente penetran los briófitos (musgos y hepáticas) que requieren un substrato mínimamente descohesionado y con pequeñas fisuras para instalar sus rizoides, su acción es fundamentalmente física. Una vez instalados estos últimos se va a producir la retención y acumulación de sedimentos y detritus que permitirán la colonización de pteridófitos (helechos) y espermatófitos (plantas superiores). Según los biotipos que aparezcan de cada grupo vegetal y su abundancia relativa podremos inferir el grado de desarrollo de la sucesión. A mayor desarrollo peor estado de conservación del monumento.

Para el estudio de las comunidades vegetales presentes en las Torres de Serranos se dividió el edificio en dos grandes zonas atendiendo a la procedencia del agua: zona A, parte alta que recibe la humedad de lluvia y escorrentía, y zona B, parte baja que recibe la humedad por capilaridad del subsuelo. Dado que no se encontraron diferencias entre ambas zonas se decidió eliminar dicha partición y realizar el estudio global.

Para la determinación de la abundancia relativa de los distintos biotipos se ha aplicado el método fitosociológico.

Del estudio se dedujo que:

Los líquenes aparecen colonizando los pretilos, cornisas y zonas de escorrentía de agua, puntos donde se acumula la humedad necesaria (foto 91). Los biotipos encontrados son crustáceos y, entre ellos, los más abundantes los crustáceos areolares, les siguen los crustáceos endolíticos y se observan pequeñísimas cantidades de crustáceos con borde casi foliaceo. Todos ellos están íntimamente unidos con la piedra e, incluso, los endolíticos llegan a confundirse con ella. Su acción es básicamente química teniendo sustancias capaces de quelar los cationes existentes tanto en los cristales de la roca como en la sustancia amorfa cementante.

La acción es muy lenta y su crecimiento no llega al centímetro por año estando íntimamente relacionado con la disponibilidad de agua en el substrato y la atmósfera, ya que no tienen un sistema de retención o transpiración activo. La profundidad que pueden alcanzar no llega al milímetro en su fase temprana y en la avanzada puede llegar a varios centímetros (2-3 cm.). En el caso que nos ocupa no llegan al milímetro de profundidad.

Los briófitos, representados por los musgos, con un grado de presencia testimonial en el conjunto del monumento (foto 92). Se disponen en oquedades de la piedra que acumulan sedimento y detritus y en rejuntados en mal estado.

Las plantas superiores, también en pequeñas cantidades y situadas en rejuntados en malas condiciones y en zonas de instalaciones que han acumulado suelo (foto 93).

En cuanto a los animales se han observado posaderos y nidos de palomas y tórtolas en cornisas y esquinas de la lacería (foto 94). Éstas, con sus excrementos cargados de ácido úrico y fosfórico provocan arenización de la capa superficial y una acumulación de detritus que permitirán la instalación de musgos nitrófilos.



91. Líquenes



92. Briófitos



93. Planta superior



94. Palomas en la faja del monumento



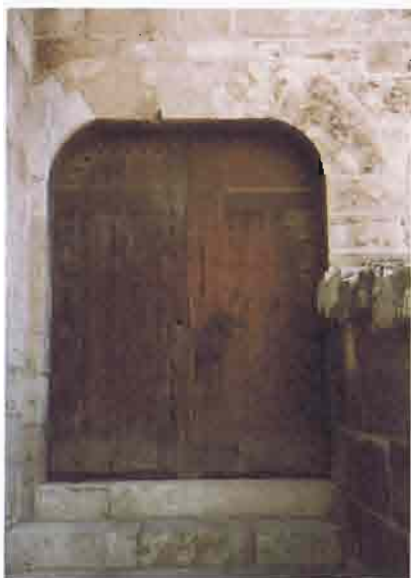
95. Portón principal de las Torres de Serranos

ESTUDIO DE PUERTAS

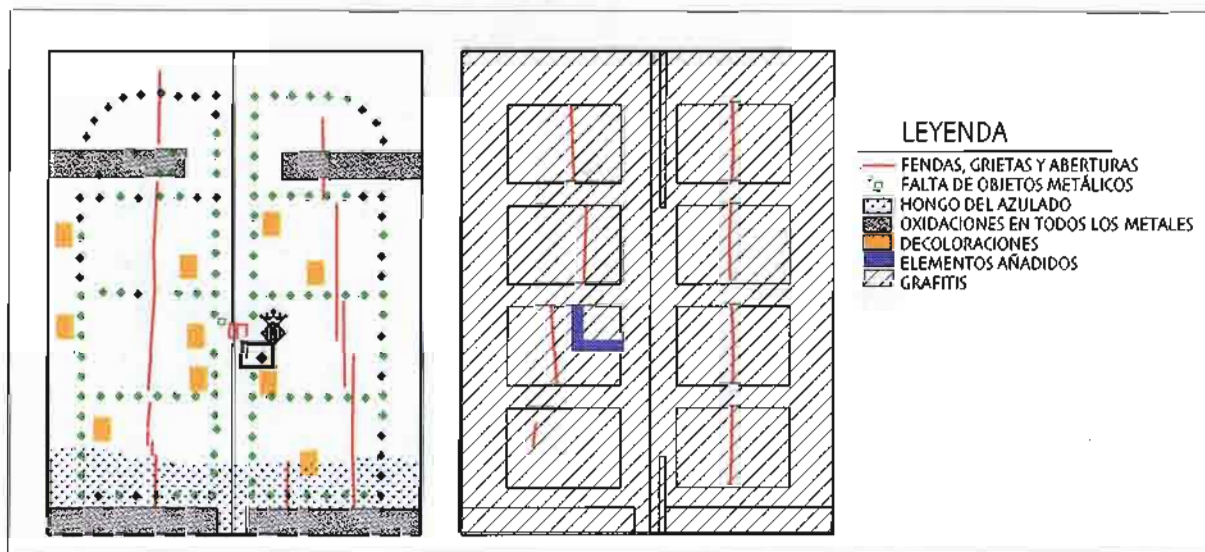
Las puertas y portón (foto 95) de las torres constan de dos grandes hojas que giran sobre goznes encajados en quicialeras de piedra. Están realizadas en madera de pino, son de tabla machihembrada y bastidor. Reforzadas con herrajes, llevan acoplados una serie de objetos metálicos: chapas de cerradura, aldabones y clavos, todos ellos realizados con hierro.

De cada una de las puertas se realizó un estudio detallado del estado de degradación (foto 96 y 97), evidenciando los siguientes mecanismos: como se sabe, la madera resulta afectada por los cambios de temperatura, humedad y rayos solares (rayos ultra-violeta). La exposición a estos factores de forma continuada provoca la degradación del material leñoso. El sucesivo encogimiento y dilatación de las fibras de la madera produce la formación de fendas, acanaladuras y decoloraciones, formas de deterioro que encontramos en nuestras puertas en mayor o menor medida. Las zonas donde la humedad permanece más tiempo en la madera están afectadas por el hongo del azulado. Este tipo de pudrición, en principio, no merma las propiedades mecánicas de la madera pero la mancha y afea.

Caso especial es el portón principal, prácticamente orientado al norte y más antiguo. Esta madera ha sido afectada por ataques de insectos xilófagos y pudrición blanca, la cual ataca tanto a la lignina como a la celulosa, produciendo una reducción de densidad del material. En algunas zonas es evidente la pérdida de resistencia de la madera, solventada perentoriamente con refuerzos y travesaños añadidos.



96. Puerta de acceso a la nave superior de la Torre de Levante



97. Estudio de degradación de la puerta de acceso a la nave superior de la Torre de Levante

ESTUDIO DE CERRAJERÍAS

Bajo la denominación de cerrajerías, se incorporaron todos los elementos metálicos que en la actualidad se encuentran en las Torres:

- El primer lugar las barandillas y protecciones (foto 98) que están formadas por balaustres realizados con dos piezas de sección redonda que se entrelazan mediante la labor de forja del retorcido, siendo los barandales de sección octogonal.
- En segundo lugar los herrajes y objetos metálicos de las puertas, todos ellos realizados con hierro, son de diseño y características distintas según la época de montaje de las puertas (foto 99).
- En tercer lugar la puerta que cierra la escalera que va de la nave media izquierda a la terraza central (foto 100).
- En cuarto lugar la verja de cierre de las Torres de Serranos, formada por barrotes redondos adornados en la parte inferior con rosetas y arcos ojivales, que se repiten en el centro y en la parte superior doble hilera de arcos ojivales (foto 101). Los anclajes se producen por remache y tuercas pasantes.

El estudio de los elementos metálicos se realizó mediante la localización de los mismos y el estudio de su degradación. En concreto, se pudo afirmar que estos elementos presentaban falta de capa pictórica, así como oxidaciones debidos al ambiente.

Después del reconocimiento de los fenómenos de degradación se propusieron una serie de intervenciones miradas: desde la limpieza de suciedad y corrosiones por medios mecánicos y posterior aspiración, a la limpieza química con disolvente orgánico para eliminar restos y desengrasar la superficie, a la protección mediante aplicación de copolímero acrílico en disolvente orgánico y cera microcristalina, a la fijación de las barandillas al muro con mortero epoxídico en profundidad y en la superficie con mortero de cal entonado con la piedra. Previamente se realizará la protección y aislamiento del metal para evitar las manchas de herrumbre en la piedra.



98. Barandilla de la escalera de la nave media de la Torre de Levante



99. Herraje de una puerta



100. Puerta que cierra la escalera que va de la nave media izquierda a la terraza central



101. Verja de cierre de las Torres de Serranos

ESTUDIO DE POLICROMÍAS

Durante el estudio de las Torres de Serranos se han encontrado restos de antiguas policromías sobre la piedra en zona de las claves de las naves interiores (fotos 102a y 102b). Estos restos son vestigios de los revestimientos originales compuestos por capas de color y oro que daban a las naves un aspecto muy diferente al que hoy podemos apreciar. Además son los únicos que se conservan después de las diversas intervenciones, la última en 1890-1915.

Policromar las superficies era una operación habitual en el pasado, materiales como madera, piedra, metales y yesos, que eran considerados de calidad inferior, se recubrían con color, oro o la combinación de ambos para su enriquecimiento. La policromía lejos de ser una representación pictórica que sugiriera una forma ficticia, recubre los elementos escultóricos, arquitectónicos y ornamentales cuyo modelado venía dado por la forma plástica.

En ocasiones la policromía se integra con la forma esculpida pero, en otros casos, supone una mera decoración, reproduciendo motivos ornamentales independientemente de la forma del soporte. En el caso de los restos de policromía de las claves de las naves de las torres de Serranos aparecen los dos modelos, en la zona del escudo esculpido los colores se distribuyen siguiendo las formas y los volúmenes; en cambio, en la configuración de la orla la distribución de la policromía no tiene en cuenta la forma de los nervios, elemento arquitectónico, y se limita a configurar una orla decorativa lo más redonda posible que enmarque el escudo (foto 103).

La historia de la policromía está por reconstruir debido a los pocos restos que se conservan en esculturas y edificios antiguos. Conceptuado como un quehacer popular y de poca importancia artística, su conservación no ha



102a Restos de policromía de las dos claves de la nave del nivel medio de la torre de Levante



102b. Restos de policromía de las dos claves de la nave del nivel medio de la torre de Levante



103. Reconstrucción virtual de la policromía de las claves de las naves interiores

sido contemplada hasta hace poco tiempo. Los cambios de gusto y las modas, en ocasiones, han recubierto las policromías originales con multitud de repintes y en otras se ha dejado al descubierto los soportes de madera.

En nuestro caso, la policromía que formaba la orla estuvo recubierta en dos ocasiones por revocos y pinturas para sanear las superficies y, posteriormente, estas capas fueron levantadas y repicado el resto de plementos, nervios y paramentos en la última intervención de 1890-1915.

Se ha realizado un estudio exhaustivo de estos restos de policromía para su documentación (fotos 104 y 105). Mediante el examen global de la superficie, realización de catas de limpieza y análisis químicos se ha podido definir su procedencia y hacer una reconstrucción esquemática de cómo eran. Estos datos unidos a la documentación histórica harán posible una hipótesis cronológica.

Las técnicas de análisis, aplicadas a un total de unas 15 micromuestras con el objetivo de estudiar la superposición de las capas pictóricas, identificar los pigmentos presentes, los aglutinantes, las preparaciones, han sido las siguientes: microscopía óptica; ensayos microquímicos selectivos; ensayos de coloración selectiva; espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier; microscopía electrónica de barrido; cromatografía de gases/ espectrometría de masas.

Los resultados de los análisis realizados definieron el procedimiento original. Nos sitúa la policromía y el oro sobre una imprimación de aceite secante, técnica muy propia a realizar sobre piedra. El aglutinante del pigmento es también un aceite secante, por lo que podemos hablar de un procedimiento graso al óleo. Las zonas doradas están realizadas con pan de oro con una base de bol. Los pigmentos utilizados son albayalde, azurita, bermellón, minio, cardenillo, tierras y negro carbón vegetal (fotos de 106 a 109).



104. Detalle de la policromía



105. Macrofotografía de los restos de policromía de donde se extrajeron las muestras



106



108



107



109

106-109.
Macrofotografías de las
muestras.
Se aprecian algunos
de los colores que
tuvieron
las policromías:
a. Azul, b. Rojo,
c. Dorado,
d. Verde

ENSAYOS CON GEORRÁDAR

La técnica de georrádar se ha ido desarrollando y empleando desde los años cincuenta en investigaciones superficiales de alta resolución del subsuelo o de ciertos medios en Geología, Ingeniería, Minería y Glaciología. El georrádar se ha convertido, en poco tiempo, en una herramienta prospectiva multidisciplinar y de gran resolución para profundidades que van desde centímetros hasta decenas de metros (se alcanzan 50 m de profundidad), empezándose a aplicar en muy diversas áreas: Ingeniería Civil, Geología, Arqueología, Recursos Naturales, Hidrología, Estudios del Medio Ambiente, Patrimonio, etc.

En las Torres de Serranos se ha empleado esta técnica con cuatro objetivos principales: la localización y disposición del eventual calabozo en la sala derecha en planta baja, la determinación de eventuales zonas de humedades, el conocimiento de la estructura constructiva de la cimentación, el conocimiento de la estructura constructiva de muros.

En el estudio geofísico de las Torres de Serranos se ha empleado el equipo de georrádar GSSI modelo SIR10H, con antenas de frecuencia de 200 MHz, 400 MHz y 900 MHz en los perfiles de georrádar realizados (fotos 110).

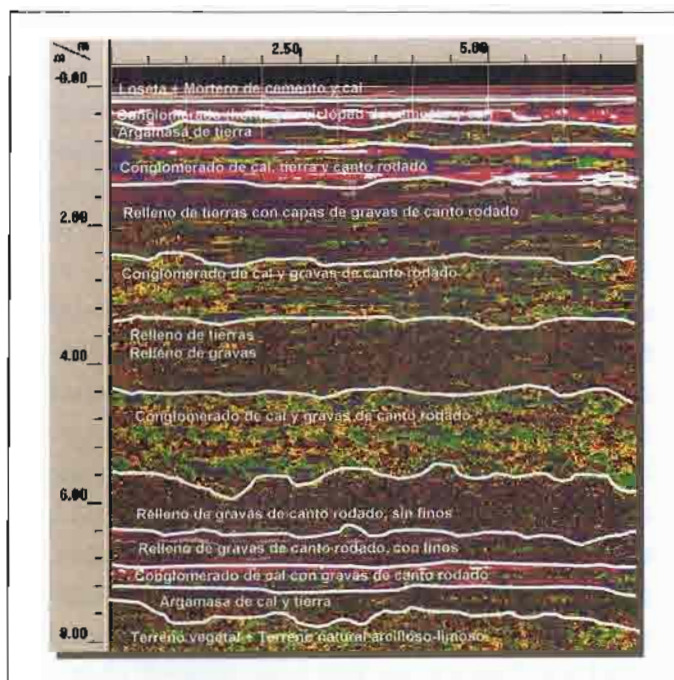


110. Imagen de los aparatos utilizados y de los modos de empleo

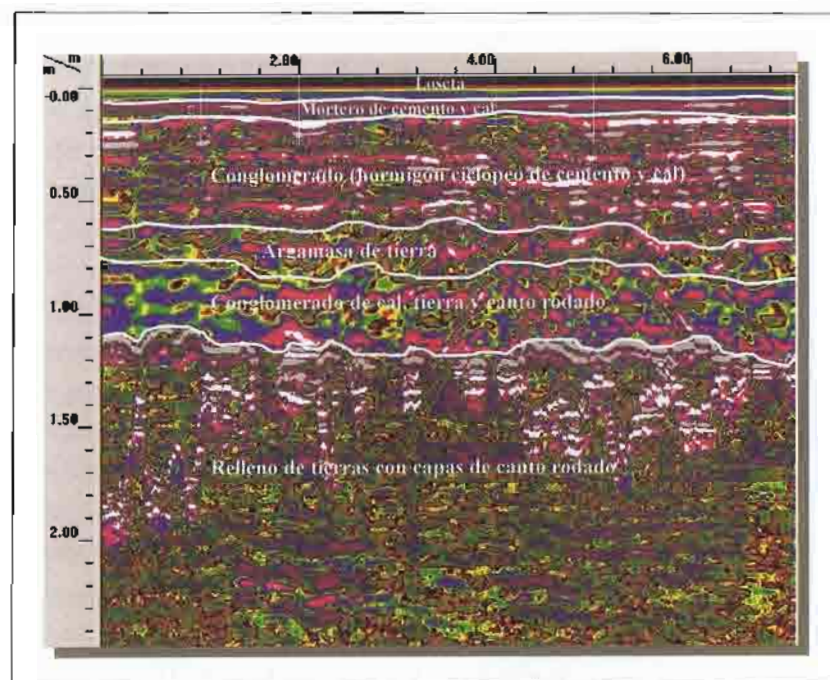
El empleo de georrádar ha permitido acometer con éxito los objetivos planteados en un principio, sin causar ningún tipo de daños y evitando cualquier perforación en los elementos constructivos del conjunto monumental de las Torres de Serranos.

Por un lado, se demostró la inexistencia de cualquier tipo de oquedad que pueda hacer pensar en un calabozo subterráneo y, por el otro, se confirmó la poca importancia de las humedades en el edificio (foto 111). De hecho, se identificaron algunas zonas limitadas de humedad en la cimentación, posiblemente debidas a pérdidas en los desagües, mientras que en los muros no se localizó ninguna zona húmeda.

En el estudio de las estructuras se pudo



111. Radargrama de la estructura de la cimentación donde se observan zonas localizadas de humedades

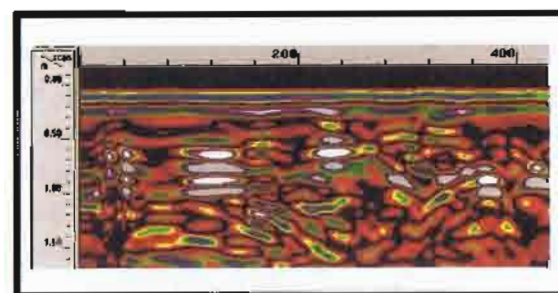


112. Radargrama de un detalle de la estructura de la cimentación

identificar tanto la estructura de la cimentación como de los muros perimetrales.

La cimentación se estructura en los siguientes estratos (foto 112): zona de pavimento, donde se distingue una primera área correspondiente al pavimento, comprendida entre 0 m y 0.75 m de profundidad, y una segunda consistente en un horizonte compactado, desde los 0.75 m hasta 1 m de profundidad; sigue una zona de piedras, correspondiente a un nivel constructivo irregular, entre 1 m hasta 1.75 m de profundidad; una zona de tierra compactada o suelo mejorado, situado entre 1.75 m y 6 m de profundidad; y por último, el terreno natural, a partir de los 6 m de profundidad.

En el estudio de los muros (foto 113), se puede afirmar que el muro se compone de dos paramentos lapídeos exteriores, identificables como dos zonas compactas y una parte central de diferente consistencia, correspondiente al núcleo del muro.



113. Radargrama de la estructura del muro

LA CONSTRUCCION DE LAS TORRES DE SERRANOS

Para completar la información obtenida de las características del subsuelo por la aplicación de la técnica del georradar en las dos naves bajas de las Torres de Serranos, se decidió realizar a cargo del capítulo de ensayos del presupuesto del Proyecto de Mantenimiento, Limpieza y Conservación, un reconocimiento geotécnico del subsuelo, con la extracción de un testigo continuo (foto 113b), en el centro de la nave baja derecha coincidiendo con el perfil P6 del estudio del Georradar.

El estudio comparativo de los resultados obtenido de una parte por la técnica del georradar y de otra por el sondeo mecánico, nos permite de una parte desechar la leyenda de la existencia de una cripta o calabozo por debajo del actual suelo de las naves y de otra poder describir el sistema constructivo desarrollado por Pere Balaguer en la construcción del *Portal dels Serrans*.

Los trabajos de construcción se inician, con una explanación del terreno que dejan una superficie de tierra vegetal y que podemos indicar sin lugar a dudas se encuentra a unos 8 metros por debajo del pavimento actual de la nave baja derecha, que consideraremos como cota cero desde ahora.

A continuación se realiza una mejora del terreno con una capa de un palmo de tierra estabilizada con cal, apisonada, sobre la que se van ejecutando capas de gravas formadas por cantos rodados, que se mejoran con cal y finos, todo ello hasta llegar a la cota de 6,20 metros por debajo del actual pavimento. Este punto se puede considerar como el inicio de la cimentación pues se ejecuta lo que podríamos denominar una losa de un canto de un palmo de mortero de cal, que en la pequeña excavación que hicimos en la escarpa, pudimos observar que sirvió a Pere Balaguer como base para ejecutar las trazas del futuro portal.

A partir de este punto se replantea el nuevo portal que pasaría a denominarse *dels Serrans*, se inicia la cimentación de las dos torres ejecutando las tres primeras hiladas, con una altura aproximada de 80 cm., con sillares rectos, y se rellena el espacio interior de este cierre con tongadas alternativas de tierra y gravas constituidas en su mayoría por cantos rodados. A partir de este punto situado a unos 5,35 metros y hasta unos 1,25 metros por debajo del nivel del pavimento, se comienza a ejecutar la escarpa con grandes sillares de 30 cm. de altura como media, tallándose las caras externas de los sillares con una inclinación alrededor de 53°, y se continúa rellenando el espacio interior con tongadas alternativas de tierras y gravas, intercalando capas de conglomerado de cal y gravas de cantos rodados.

Desde la cota de 1,20 metros se observa una preparación especial con una nueva solera de hormigón de cal y grandes cantos rodados, sobre la que en la actualidad existe un pavimento de losas de piedra de 10 cm.

La construcción debió comenzar por el cuerpo central hasta el arranque del arco, acometiendo a continuación la construcción de la torre de Levante, extremo este que podemos defender por la exclusividad con que se resolvió la bóveda de la nave baja, la utilización de un nervio central, perpendicular al arco transversal central, en la ejecución de la nave en su lado pentagonal, obligó a la talla de una dovela en forma de T que conforma la dovela central del arco con la dovela de inicio del nervio. Este recurso no vuelve a utilizarse en ninguna de las naves restantes.

La utilización de la técnica de prospección mediante la aplicación del georrádar, también en el estudio de la composición de los muros, unido a varias catas que pudimos desarrollar en la fase de repicado de juntas, que nos permitió el desmontaje de algún sillar, nos permite asegurar que los muros de las Torres de Serranos, que son de espesores variables, fueron realizados con dos caras externas de sillares calizos en forma de paralelepípedo de ancho entre 22 y 25 cm, asentados sobre mortero de cal y cuñas de madera en muchos casos, con relleno menor de las juntas verticales, ejecutándose entre las dos hojas un relleno de hormigón de cal con una importante cantidad de gravas en su inmensa mayoría de canto rodado.

Otro elemento que permite afirmar que la primera torre en levantarse fue la correspondiente a Levante, lo pudimos observar al desmontar varios de los sillares que se colocaron para tapar las grandes vigas de madera que se situaron bajo el paso de ronda para poder utilizar, una vez contrapesadas con el peso del muro ejecutado sobre ellas, el andamio volado realizado bajo el adarve. En dicha torre no se tuvo en cuenta que la altura de la hilada que se estaba ejecutando coincidiera con el canto de la viga que se iba a encastrar en el muro, por lo que en la siguiente hilada tubo que tallarse el sillar correspondiente, en forma de U inversa. Dicho error fue corregido en la torre de Poniente.

En esta zona de las torres se pudo comprobar que la sección del muro está formada por una hoja de sillares de piedra caliza de 25 cm., un relleno de hormigón de cal de más de tres metros y por último una hoja interior igual en todo que la exterior.

Igualmente se pudo comprobar que los sillares repuestos fundamentalmente en las reformas de finales del siglo XIX y principios del XX, son del mismo ancho y fueron colocados con mortero de yeso.

Como resumen se debe indicar la alta calidad del trabajo realizado por el maestro de piedra Pere Balaguer, tanto en la elección de la piedra como su labra y puesta en obra. Los sillares utilizados, son prácticamente idénticos entre sí. Únicamente destacan por motivos fundacionales, los sillares que conforman el zócalo del Portal, donde se emplearon grandes sillares, de diversos tipos de piedras, entre las que destacaríamos varias de color rosa, gris, azul grisáceo y el importante sillar de casi cuatro metros, citado por diversos autores, que está situado en el lado derecho, mirando el portal, posible reutilización de algún resto romano.

El trabajo de la sillería en las fábricas, junto con la primorosa estereotomía de la piedra en los nervios y, sobre todo, en los plementos de las bóvedas, así como la calidad en la labra de los elementos que forman la decoración de este portal, permiten reclamar para este magnífico arquitecto gótico valenciano un lugar importante dentro de la arquitectura de la ciudad. Las piezas originales de la decoración del portal comparadas con las sustituciones de principios del siglo XX bajo la dirección del maestro Aixa dejan que desear, seguramente, por la ejecución asignada a aprendices del oficio.



113b. Testigo continuo del subsuelo de las Torres de Serranos

TEST DE LIMPIEZA

El eslabón entre todo el estudio de diagnóstico y el proyecto está constituido por un importante apartado que consiste en la realización de test de limpieza. De hecho, después de estudiar el edificio con todas sus características geométricas, decorativas, históricas, etc., y de analizar sus materiales y los fenómenos de degradación presentes, se pudieron definir unos primeros criterios de intervención.

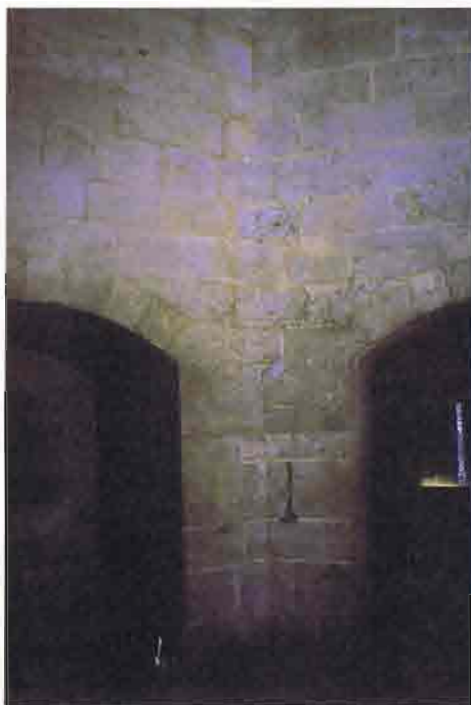
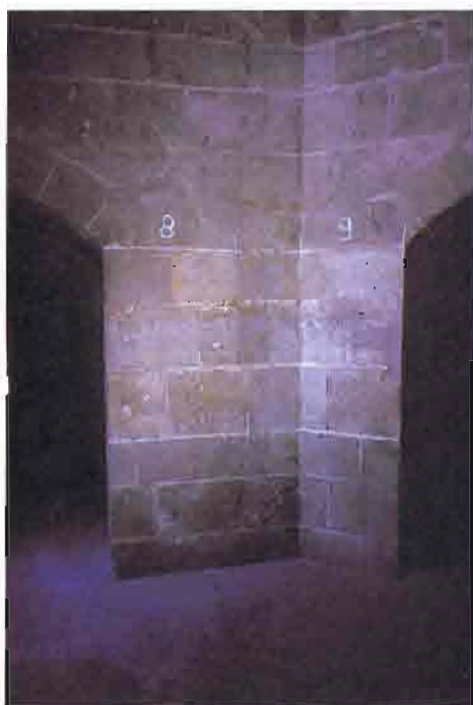
En el caso específico, el encargo hecho por parte del Ayuntamiento de Valencia a la empresa era de Limpieza, Conservación y Protección de las Torres de Serranos. De manera que desde principio, el equipo redactor del estudio previo y del proyecto tuvo clara la necesidad de realizar la menor intervención posible, es decir, de intervenir sólo donde fuera necesario y de la manera más delicada posible de acuerdo con la necesidad de garantizar la protección del edificio, de respetar sus materiales, pátinas y huellas históricas. En este sentido se realizaron como capítulo último de la diagnosis y como fundamento para la redacción del proyecto, una serie de test de limpieza.

Se debe considerar que cada piedra y cada tipo de piedra según su degradación, reacciona de manera diferente frente a un determinado tipo de tratamiento. Así, el tipo de piedra (más o menos compacta, más o menos resistente, etc.) y el tipo de degradación (alteración o degradación, nivel de incidencia y persistencia, etc.) establecieron una casuística de test con diferentes métodos de limpieza.

En los paramentos que presentaban sólo suciedad, se probaron métodos con proyección de agua a baja presión (agua con diferentes temperaturas y presiones) (fotos 114 y 115), y con agua pulverizada; en los paramentos que presentaban un mayor nivel de suciedad o costra negra se realizaron pruebas con métodos de proyección de áridos blandos, en seco y en húmedo (polvo de vidrio, microesferas de vidrio, cáscaras de nueces, etc.), y proyección en



114 y 115. Test de limpieza en el interior con proyección de agua precalentada a baja presión



116 y 117. Foto de antes y después del test de limpieza con proyección de microesferas en húmedo (sistema TORBO)

118. Macrofotografía de la superficie de la piedra

húmedo de una mezcla homogénea de agua y árido (fotos 116 y 117); en las piezas decorativas, se probaron diferentes aplicaciones de una papeta química (AB-57).

Para cada una de las pruebas se realizó una ficha específica con la descripción de la técnica empleada, los objetivos a cumplir, una fotografía del paramento antes y después de la aplicación, una macrofotografía (foto 118) que permitiera el control de los posibles daños creados por la limpieza y unas conclusiones.

De los resultados de estas pruebas y de los criterios antes establecidos se derivaron las decisiones de proyecto.