

Caracterización y deterioro de las fábricas y de los materiales del convento de la madre de Dios. Siglo XVII. Alcalá de Henares. Madrid ⁽¹⁾

ANTONIO DE LAS CASAS GÓMEZ (*)
MÓNICA ÁLVAREZ DE BUERGO BALLESTER (**)
TERESA GONZÁLEZ LIMÓN (***)

RESUMEN Se ha realizado un estudio de la historia del edificio como primera aproximación a su conocimiento. Mediante datos de contaminación y datos climáticos, se han analizado los factores ambientales que influyen en el deterioro del edificio de estudio. Los principales materiales que constituyen las fachadas son ladrillo, mortero y caliza, junto con el granito con el cual se construyeron las columnas del claustro. Para la caracterización de los materiales se ha utilizado el difractor de rayos X, el microscopio óptico de luz polarizada y el microscopio electrónico de barrido. Entre los deterioros analizados los más importantes a destacar son: humedades, eflorescencias, heladas, mala calidad de los materiales, problemas estructurales, contaminación atmosférica, deterioro biológico y humano, manchas,...

CHARACTERIZATION AND DETERIORATION OF THE BRICKWORK AND BUILDING MATERIALS FROM THE "CONVENTO DE LA MADRE DE DIOS". 17th CENTURY. ALCALÁ DE HENARES. MADRID.

ABSTRACT A study of the building's history as a first approach to its knowledge is presented in this paper. Pollutants and climatic data have helped to develop an environmental analysis taking part on materials deterioration. The main materials constituting the façades are brick, mortar and limestone, besides the granite with which square columns in the cloister were built up. In order to characterize the building materials, X-ray diffraction, polarized-light optical microscope and scanning electron microscope have been utilized. The most important decays have been pointed out: dampness, efflorescences, freezings, bad quality of materials, stresses accumulation, atmospheric pollution, biological and human action, stainings, ...

Palabras clave: Ladrillo; Fábrica de ladrillo; Mortero; Caliza; Granito; Fachada; Caracterización; Deterioro; Eflorescencias; Heladas; Humedad; Contaminación atmosférica; Datos climáticos.

INTRODUCCIÓN

Alcalá de Henares fue declarada en 1988 Premio Internacional de las Comunidades Europeas en el Año del Medio Ambiente por su equilibrada recuperación entre territorio, urbanismo, arquitectura y sociedad. Asimismo está consiguiendo la

recuperación y restauración de numerosos e importantes edificios, entre los que se encuentran el edificio de estudio. Con él, se pretende lograr, en primer lugar, un mejor conocimiento del monumento para abordar la problemática que presenta.

Responde el edificio a una tipología conventual con la Iglesia adosada a uno de los lados del claustro.

Uno de los aspectos de mayor interés que presenta el edificio son sus fábricas de ladrillo de aparejo tipo toledano, en donde se combina el ladrillo con mampostería de caliza encintada. Se ha realizado el análisis de los principales deterioros que afectan al ladrillo, así como su caracterización.

Otros materiales, la caliza y el granito son también objeto de estudio. La caliza se ha utilizado en el zócalo de las fachadas y el granito en la realización de las columnas del claustro.

Igualmente, se han llevado a cabo análisis físicos, químicos y mecánicos para un mejor conocimiento del comportamiento de dichos materiales.

1. ESTUDIO DEL EDIFICIO ANÁLISIS HISTÓRICO

El edificio fue fundado por doña María de Mendoza y de la Cerda, hija de los condes de Mérito y hermana del príncipe

(1) Proyecto I+D "Restauración de Edificios Monumentales. Estudio de Materiales y Técnicas Instrumentales" y Tesis Doctoral "Caracterización, alteración medioambiental y restauración en paramentos del Patrimonio Arquitectónico." Parte de este artículo ha sido publicado en: Proceedings of the 7th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Vol. 1, 305-314. Lisboa, Portugal, 15-18 Junio 1992.

(*) Ingeniero de Caminos. Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas. CEDEX, MOPTMA.

(**) Geóloga. Laboratorio Central de Estructuras y Materiales. CEDEX, MOPTMA.

(***) Arquitecta. Laboratorio Central de Estructuras y Materiales. CEDEX, MOPTMA.

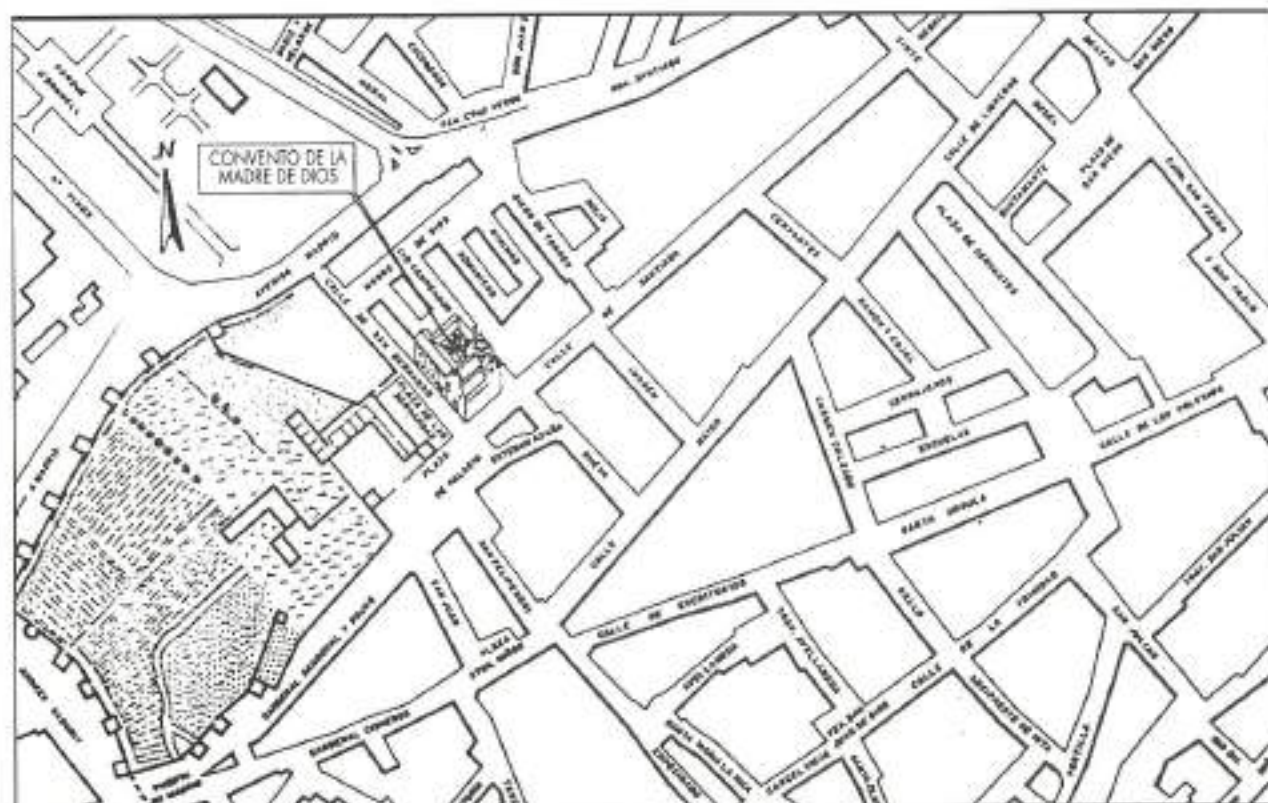


FIGURA 1. Plano de situación.

del mismo título (ambos hermanos enterrados en la capilla mayor). En el año 1562, doña María de Mendoza compró una serie de casas en Alcalá de Henares, junto al Palacio Arzobispal, con el fin de fundar un Monasterio de Padres Dominicos. La zona elegida para el convento se encontraba en intramuros del primer recinto amurallado (construido en torno a la mitad del siglo XIII), en el barrio ocupado en la Edad Media por la morería, que vivía totalmente integrada con las comunidades judía y cristiana bajo el patronazgo del Arzobispado de Toledo. En 1576, la comunidad de Dominicos, dedicada a labores de beneficencia y temas espirituales, hubo de conformarse con acomodar las citadas casas a sus necesidades, sin acometer la construcción de ningún nuevo conjunto, cosa que comienza a hacer en 1606, terminando en 1624 una iglesia y un pequeño convento. A partir de esta fecha fueron comprando edificios adyacentes para construir un nuevo conjunto de mayor tamaño, que es el que conocemos hoy en día. La iglesia se levanta a partir de 1676 bajo el nuevo patronazgo de Don Gregorio de Silva y Mendoza, Duque de Pastrana y del Infantado, terminándose a principios del siglo XVIII. Los dominicos tardaron en total ciento treinta y ocho años en levantar el monasterio de acuerdo a sus necesidades. Así, además de iglesia y convento, contó con otras dependencias y una huerta que llegaba hasta la muralla de la Villa.

El día 2 de diciembre de 1808 las tropas francesas entraron en Alcalá y el convento se convirtió en cuartel de caballería de Napoleón. En 1882 hubo de demolerse, por ruinas, la linterna y la media naranja de la Iglesia y, se instalaron en el edificio, sucesivamente, la Audiencia, el Juzgado y la Prisión del Partido, perdiendo el edificio su carácter anterior.

En la actualidad el conjunto ha quedado reducido únicamente al claustro con las crujías, así como las fachadas del convento a la plaza de las Bernardas y a la calle del Cid Campeador, y de la iglesia a la calle de Santiago. Su función pasó de espiritual a civil: fue cárcel masculina primero y femenina después, alrededor de 1950. Actualmente es propiedad del Excmo. Ayuntamiento de Alcalá de Henares.

El edificio está incluido en el Plan Especial de Protección del casco histórico de Alcalá de Henares, redactado por encargo del Ayuntamiento en 1988. El convento constituirá en un futuro la sede del Museo Arqueológico Comarcal, para lo que se están realizando algunas obras de remodelación en el claustro.

SITUACIÓN DEL EDIFICIO

El edificio objeto de estudio se encuentra ubicado en el casco histórico de la ciudad, en el llamado Recinto Eclesiástico Antiguo. El convento posee tres fachadas vistas:

- fachada orientada al W-SW, en la plaza de las Bernardas.
- fachada orientada al S-SE, en la calle de Santiago.
- fachada orientada al E-NE, en la calle Cid Campeador.

El edificio forma parte del conjunto urbano del Palacio Arzobispal junto con el Palacio Arzobispal y el Convento de las Bernardas, ambos edificios declarados Monumentos Histórico-Artísticos.

La plaza del Palacio y la Plaza de las Bernardas forman un espacio de interés por sus dimensiones y trazados, cuyo origen se remonta a los siglos XI-XII. El interés histórico de este conjunto radica en que fue sede del Arzobispado de Toledo, así como residencias episcopal y real. Predomina la

construcción de tipo monumental, y por sus dimensiones y trazado está considerado como un espacio urbano de cierta importancia, aunque por su relación con el resto de la trama urbana queda relegado a un segundo nivel.

ORGANIZACIÓN DEL EDIFICIO

El edificio se organiza en torno a un gran patio que es el núcleo de la edificación, de forma rectangular (21x24 m), con 8 vanos en una dirección y 7 en la otra. Está formado por 2 pisos de arquerías soportadas por pilares cuadrados, de sillaría los inferiores y de ladrillo los del nivel superior. Presenta poca ornamentación, con predominio del pilar y el arco como elementos principales. El patio es sencillo y a él se adosan las crujías del ala noroeste y suroeste, y la Iglesia por la parte sureste (siguiendo el criterio conventual de la iglesia adosada a un extremo del claustro).

Este edificio presenta la idea de grandes corredores conventuales; las crujías adosadas son enormes salones compartimentados que reciben la iluminación y la ventilación tanto del claustro como del exterior. Del claustro arranca una escalera de los tramos para acceder al nivel superior. Dicha escalera apoya en el muro de fachada suroeste y en otro paralelo, recibiendo la iluminación directamente desde la calle.

La planta de la iglesia es de cruz latina, inscrita en un rectángulo. Presenta en el crucero una elegante cúpula so-

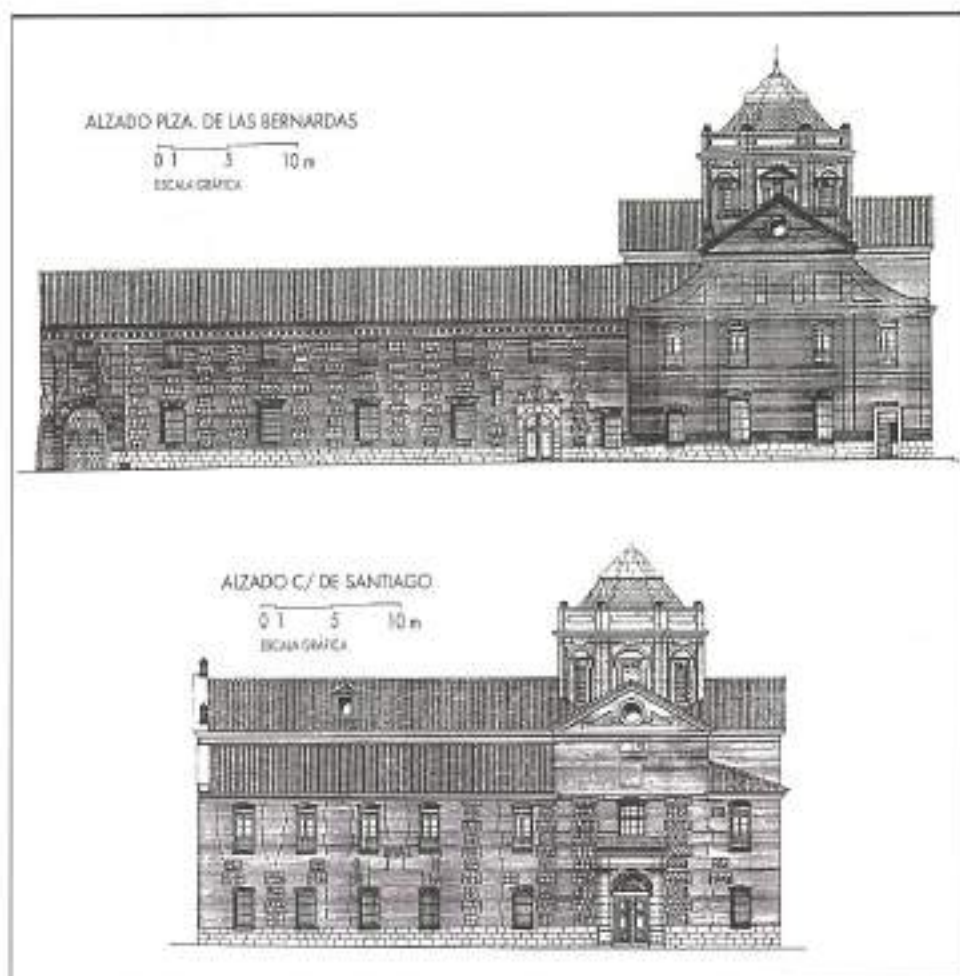
bre alto tambor de forma octogonal, cuya volumetría exterior se alza sobre el resto de la edificación. Las dos fachadas de la Iglesia están rematadas con frontones triangulares con óculos en sus respectivos tímpanos. Destaca la portada realizada en caliza, con arco de medio punto, entre esbeltas pilas tras que sostienen el entablamento.

La portada del convento es de menor tamaño, realizada también en caliza; sobre la cornisa destaca la cruz dominica con decoración de bolas. El eje de la puerta se refuerza en ambos casos a base de elementos arquitectónicos: ventanas, óculos, balcones, y por el cambio de material al utilizar caliza.

En 1882, con motivo de la obra realizada para instalar en el Iglesia la Audiencia de lo Criminal, se trasladó la portada a la calle de Santiago. Con el mismo fin se construyó bajo la gran cúpula una escalera de acceso a las oficinas de los Juzgados, y en la nave una serie de locales. La escalera es de tipo imperial con un tramo central en eje con la puerta de acceso y otros dos tramos en disposición simétrica en forma de U.

LAS FACHADAS DE FÁBRICA DEL CONVENTO

Las tres fachadas del convento presentan un zócalo de sillaría de caliza dispuesto en tres hiladas (en la esquina formada por las calles Cid Campeador y Santiago existe un tercio de un cuarto sillar debido a la pendiente del terreno). Estas tres



FIGURAS 2 y 3. Fachadas principales del edificio.

fachadas presentan características bien diferenciadas. La fachada a la plaza y la fachada a la calle de Santiago presentan una composición más ordenada, mientras que la fachada a la calle Cid Campeador se concibe como una trasera, debido a que es un simple cerramiento del claustro.

La fachada principal es la que da acceso al convento y en origen también a la iglesia (fachada sureste, Plaza de las Bernardas). Actualmente, presenta, además de la portada en caliza, una segunda puerta con arco de medio punto realizada en ladrillo. Los huecos se disponen en dos ordenes con una organización bastante regular. Se respeta la altura de huecos en ambas plantas, excepto en dos huecos correspondiendo uno de ellos a la escalera. Los huecos de la planta baja son de mayor tamaño que los del nivel superior variando la disposición del dintel.

La fachada sureste de la calle de Santiago, fachada de la iglesia, difiere de la anterior en la forma de los huecos. Presenta los dinteles en forma de arco rebajado. Esta fachada presenta mayor verticalidad debido al mayor ritmo de huecos y a la dimensión de los mismos, siendo en la planta alta balcones. La disposición de la mampostería en esta fachada es de forma irregular, posiblemente debido a las modificaciones realizadas.

La fachada a la calle Cid Campeador, fachada noroeste, se concibe como un gran lienzo de ladrillo sólo interrumpido por una serie de aperturas.

El material empleado en las tres fachadas es el ladrillo visto típico de la zona, y la mampostería de caliza. La combinación de ambos materiales se observa como característica en otros edificios de la época: murallas, conventos, iglesias, ... La combinación de fábrica de ladrillo y mampostería proporcionaba a los paramentos de los edificios un elemento de decoración que sustituía así la falta de ornamentación. La similitud de estas fábricas con las de Toledo y su provincia, se debe a que los alarifes, siempre al servicio del Arzobispado, tenían mucha relación con esta provincia, al haber trabajado en etapas anteriores al servicio de los monarcas en la construcción de sus residencias palaciegas. Tanto los albañiles, como los carpinteros y yeseros continuaron la tradición de la construcción mudéjar de la villa pero ahora al servicio del nuevo repertorio clásico.

2. ENTORNO AMBIENTAL

ESTUDIO CLIMÁTICO

El clima de Alcalá de Henares es de tipo mesomediterráneo, con tres o cuatro meses de sequía anual, por lo que se le considera un régimen semiárido. En cuanto a la pluviometría de la zona, las isoyetas que se obtienen son de 400-500 mm. Por todos estos datos, lo que predomina en la zona son situaciones anticiclónicas.

Los datos relativos a temperaturas y precipitaciones han sido suministrados por el Banco de Datos del Instituto Nacional de Meteorología. Los datos de temperaturas y precipitaciones han sido registrados en la estación meteorológica de La Canaleja, Alcalá de Henares (Madrid); el periodo de registro de datos ha sido el comprendido entre enero de 1975 y diciembre de 1988. El periodo de registro de las rachas máximas de viento es de enero de 1960 hasta diciembre de 1965.

A continuación se presenta una tabla resumen (Tabla I) con los datos climáticos más significativos y que más pueden influir en la degradación de los materiales con los que se construyó el edificio.

Respecto a los vientos, son flojos y de componente SW-NE, lo que coincide con la dirección del valle del Henares,

TEMPERATURA	
• MEDIA DE MÁXIMAS ABS. MENSUALES	21,2° C
• MEDIA DE MÍNIMAS ABS. MENSUALES	5,7° C
• MÁXIMA ABSOLUTA	42,0° C (29-VII-1981)
• MÍNIMA ABSOLUTA	-11,5° C (24-I-1983)
• MÁXIMA OSCILACIÓN ANUAL	52,0° C (1985)
• MÁXIMA OSCILACIÓN MENSUAL	35,0° C (JUNIO 1987)
• MÁXIMA MEDIA MENSUAL	26,3° C (JULIO 1985)
• MÍNIMA MEDIA MENSUAL	2,3° C (ENERO 1985)
• MEDIA ANUAL	13,5° C
PRECIPITACIÓN	
• PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	425,0 mm
• PRECIPITACIÓN MÁXIMA ABS. MENSUAL	135,4 mm (13-IX-1984)
• PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL	36,0 mm
• MÍNIMA PRECIPITACIÓN MENSUAL	11,0 mm (JULIO)
• MES MÁS LLUVIOSO	ABRIL
VIENTO	
• DIRECCIÓN VIENTO DOMINANTE	E (23,2%) - SW (21,7%) - NE (20,1%)
• MESES CON VIENTOS MÁXIMOS	ENERO-FEBRERO-MARZO
HELADAS	
• MES CON MÁS DÍAS DE HELADAS	ENERO-16 DÍAS (-1,2° C)

TABLA I. Resumen de datos climáticos.

propiciando una mala capacidad de dispersión de los contaminantes y la posibilidad de transporte de los mismos procedentes de otras fuentes de emisión. Las fachadas del Convento a la Plaza de las Bernardas y a la calle de Santiago son las afectadas por los vientos SW, vientos que pueden arrastrar contaminantes procedentes del centro urbano de Madrid. Estas fachadas se encuentran bastante expuestas al existir delante de ellas una zona suficientemente abierta, formada por la plaza del Palacio Arzobispal y la plaza de las Bernardas. Al incidir el viento del NE sobre la fachada de la calle Cid Campeador, una calle estrecha, su efecto queda limitado a su parte superior. Estos vientos arrastran sustancias contaminantes procedentes de la antigua carretera N-II, muy próxima al edificio.

ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Por ser Alcalá de Henares una ciudad con gran cantidad de industrias, su atmósfera ha constituido y constituye una fuente de sustancias que afecta a los materiales pétreos, y

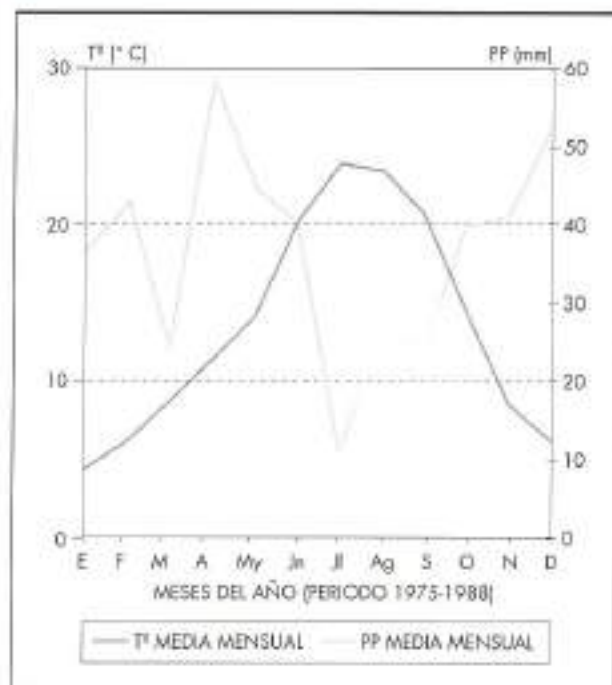


GRÁFICO 1. Temperaturas medias y precipitaciones medias mensuales.

en general a los materiales de construcción de los edificios y monumentos de la ciudad.

Los valores de contaminación han sido facilitados por el Centro Municipal de Salud de Alcalá de Henares. Se han tomado los valores correspondientes al SO_2 , NO_2 y partículas en suspensión, por ser éstos los que más afectan a los materiales de construcción. Los datos corresponden al período comprendido entre los últimos meses de 1984 y diciembre de 1990.

A falta de una estación registradora colocada exactamente en las fachadas del edificio, se han tomado los datos de todas las estaciones de la red de vigilancia existentes en el casco histórico de Alcalá de Henares, siendo éstas: Chorrillo, Antigua CN-II, Reyes Católicos y Nueva Alcalá, estando las dos primeras situadas al norte del Convento y las dos últimas al sur del mismo. La estación más cercana al Convento es la antigua CN-II, al noroeste del mismo. Las principales fuentes industriales se localizan al noroeste y al oeste del edificio.

Centrándonos en los datos registrados en la estación Antigua CN-II, que es la más próxima al convento, el nivel de SO_2 desciende de forma brusca a lo largo del tiempo de registro, pasando de un valor de $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en enero de 1986 a registros de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en noviembre de 1989. Mientras que el valor medio desde 1984 a 1989 es de $10,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, el valor medio en 1989 descendió a $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En cuanto a los valores de NO_2 la curva resultante es muy irregular, con dos máximos de 87 y $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en julio-1987 y julio-1989, respectivamente; hasta 1987 los valores pueden considerarse bajos (por debajo de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), experimentando un incremento a partir de entonces. En general los máximos se producen en épocas de verano (de mayo a septiembre).

Respecto al nivel de partículas en suspensión, la curva presenta un trazado sinuoso de máximos y mínimos, siendo la media de los máximos de aproximadamente $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (con máximos absolutos de $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en diciembre de 1985). Esto

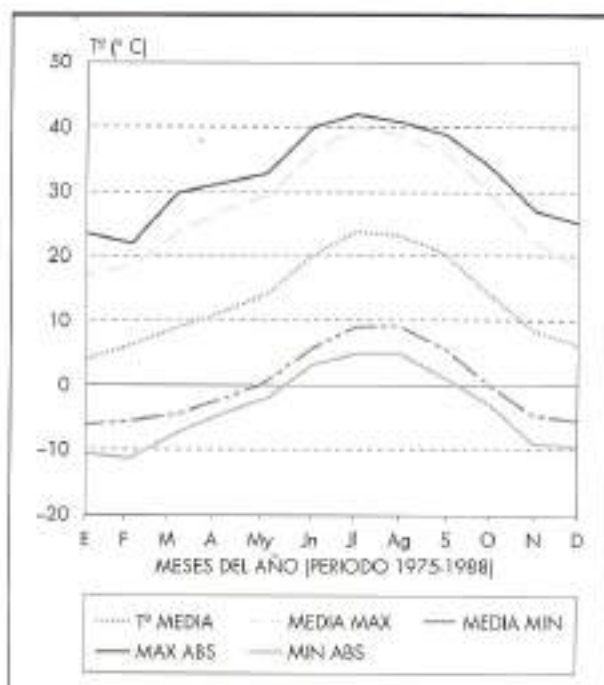


GRÁFICO 2. Temperaturas medias, temperaturas medias máximas y mínimas, temperaturas máximas y mínimas absolutas.

tiene graves consecuencias para los materiales de las fachadas del convento, y en general para las fachadas del casco histórico de Alcalá de Henares, ya que las partículas en suspensión (humos, cenizas, polvo atmosférico) son responsables de gran parte del ensuciamiento de las fachadas.

Como puede verse en la Tabla II, los valores más altos de SO_2 y NO_2 son los registrados en las estaciones de Nueva Alcalá y Antigua CN-II, mientras que en las estaciones de Chorrillo y Reyes Católicos es donde se han medido los valores más elevados de partículas en suspensión.

Estos valores no superan en ningún caso los límites establecidos por la legislación vigente (Ley 38/72 del 23 de diciembre, ampliada por el Decreto 833/75 del 6 de febrero y los Reales Decretos 1613/85 y 717/87). Sin embargo, estos límites se fijan desde el punto de vista de la sanidad, no desde el punto de vista de deterioro y degradación de los materiales.

Para entender el significado de estos valores, se han comparado con los valores medios de la red de Madrid, obtenidos en el Departamento de Contaminación del Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Madrid.

A la vista de los datos se observa cómo los valores obtenidos en Alcalá de Henares son, en los tres casos, inferiores a los de Madrid, como era de esperar.

3. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

LADRILLO

El ladrillo ha sido utilizado desde siempre en Alcalá como material de construcción y ornamentación. Según Román Pastor (1988), éste se traía de los alfares de Alcalá, muy florecientes en la zona debido a la riqueza de la materia prima.

Las arcillas cerámicas de las cercanías de Alcalá de Henares son las arcillas de la Unidad Salino-arcillosa (Menduiña, 1988), que afloran al sur de la ciudad de Alcalá de

TABLA II. Valores medios de contaminación durante el periodo 1984-1990.

CONTAMINANTES ESTACIONES	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN (µg/m ³)
CHORRILLO	7,2	4,1	52,0
REYES CATÓLICOS	8,7	12,5	40,2
ANTIGUA CNII	10,2	20,5	27,2
NUEVA ALCALÁ	11,4	12,9	12,3

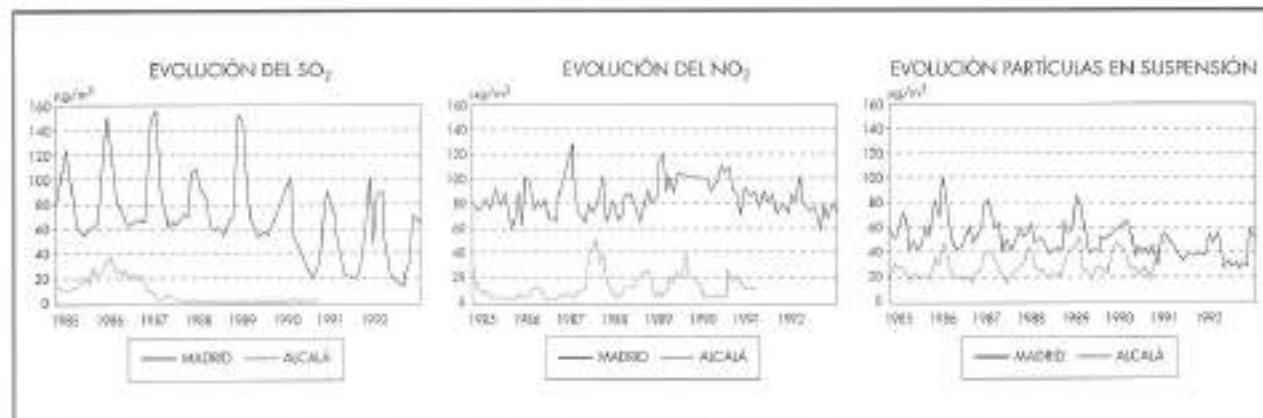


GRÁFICO III. Gráficos de contaminantes: Comparación Alcalá de Henares y Madrid.

Henares, en el Cerro Gurugú. Su composición química, mineralógica y granulométrica es bastante constante, además de poseer un color rojizo muy adecuado estéticamente para la fabricación de ladrillos y tejas. Son arcillas fundamentalmente iliticas, con cuarzo detrítico de grano fino y con pequeñas proporciones de feldespato (a veces plagioclasas), y muy baja proporción de caulinita, producto de la alteración de feldespatos. La elevada proporción de magnesio suele producir eflorescencias de sulfato magnésico, tanto en el yacimiento como en los ladrillos fabricados a base de estas arcillas. Existen otras arcillas, pertenecientes a la Serie de arenas biotíticas y arcillas verdes de la Unidad Detrítica

(Cerro Granja), que también se explotan para fabricación cerámica, aunque son bastante más heterogéneas y más silíceas que las anteriores.

En el caso concreto del edificio de estudio, según se cita en "Documentación referente al convento de dominicos de la Madre de Dios. Legajo 763/2 (1592-1823)", las partidas de ladrillo provenían del tejado del Puente, próximo al Cerro Gurugú.

Las dimensiones de los ladrillos utilizados en el convento coinciden con las dimensiones propias de obras medievales cristianas de los siglos XIII y XIV: 28-17-5 y 30-18-4 cm.

Se extrajeron muestras de ladrillo de diversas partes del edificio, tanto de fachada externa como de interior: fragmentos de ladrillo, polvo de ladrillo alterado, ladrillo empleado en mampostería, ladrillo utilizado en el forjado, y por último tejas.

Se realizaron análisis de difracción de rayos X. Los resultados muestran una composición mineralógica a base de cuarzo, illita-moscovita, feldespato y calcita.

Mediante el microscopio óptico de polarización se observa que la heterogeneidad en cuanto a la textura del material, propio, por otra parte, de los ladrillos fabricados por métodos tradicionales. Esta técnica corrobora la mineralología determinada a partir de los difractogramas. Los granos minerales (cuarzo, feldespato, mica, fragmentos de roca, granos arcillosos y nódulos de calcita) están moderadamente seleccionados. La matriz está fundamentalmente constituida por minerales arcillosos. Estos minerales también forman agregados o "pellas", tan frecuentes en materiales cerámicos de fabricación manual. El cuarzo es un mineral muy frecuente y suele ser policristalino. Existe un bajo grado de vitrificación (matriz de color oscuro) que nunca llega a producir fu-

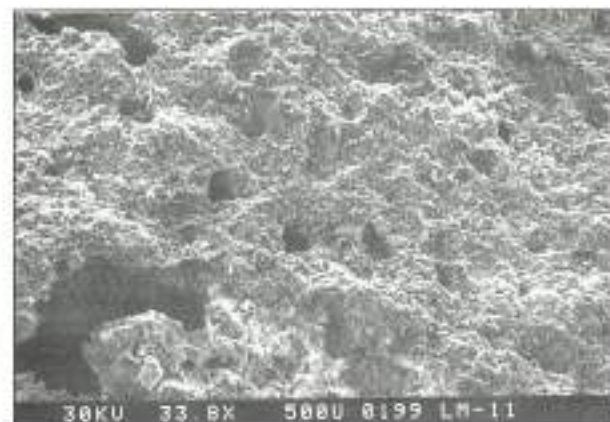


FOTO I. Muestra de ladrillo vista al microscopio electrónico.

sión entre los granos. En las láminas delgadas se observa un elevadísimo índice de porosidad. Esta porosidad se ha constatado mediante ensayos físicos en probetas de ladrillo alcanzando un valor de hasta 40%. Los poros suelen ser redondeados o alargados, visibles a simple vista, alcanzando tamaños milimétricos. No se ha observado una clara orientación mineralógica en las muestras salvo en zonas puntuales, lo cual testifica su fabricación manual.

Al microscopio electrónico se observó el gran tamaño y número de poros, las micas (probablemente moscovitas), fisuras y grietas de retracción o sinterización como resultado del proceso de cocción y granos de cuarzo tapizados por minerales de arcilla.

MORTERO

En Alcalá se ha utilizado mucho el mortero de cal para unir las verdugadas de ladrillo. La cal se traía de Loeches y de Pezuela de las Torres, al sur y este de Alcalá respectivamente, según documentación consultada.

En el análisis visual "in situ" del edificio, se aprecian dos morteros de diferente color, lo cual nos indica una composición distinta. Igualmente se observan formas diferentes de acabado de la junta de mortero (más o menos enrasada respecto a la fachada), lo cual probablemente responde a reparaciones realizadas en distintos momentos en las fachadas.

Se extrajeron muestras de mortero de junta de fachada exterior, de junta de fachada interior, de mortero de mampostería y de mortero de revestimiento.

Se realizaron análisis de difracción de rayos X; en función de los resultados, los morteros se agrupan en dos tipos principales: morteros ricos en calcita y morteros ricos en yeso. En los morteros de revestimiento se puede distinguir la composición dominante de las capas: la capa base es más rica en árido silíceo, la segunda es más arcillosa y la capa de acabado presenta gran cantidad de yeso.

Para la observación mediante el microscopio óptico de polarización, se realizaron láminas delgadas a partir de muestras de mortero de juntas de fábrica de un muro de derribo del interior del edificio. La tinción de las láminas con alizarina roja revela el carácter eminentemente calcítico del ligante de dicho mortero, de lo que se deduce que los morteros observados son fundamentalmente morteros de cal. La selección de los granos es bastante pobre, con gran heterometría granular, siendo los centiles de varios milímetros. Los minerales observados son cuarzo, feldespatos y plagioclasas, moscovitas, calcita, todo ello englobado en una matriz calcítica bastante porosa y poco homogénea. El cuarzo es en general policristalino, se presenta en diversidad de tamaños, está muy fracturado y es anguloso. En los fragmentos de caliza que se añadieron al mortero durante su fabricación se observan restos fósiles.

Al microscopio electrónico se observaron, en las citadas muestras de mortero de junta de fábrica de un muro del interior del edificio, huecos tapizados por yeso de neoformación, granos minerales, concretamente cuarzo, separados del ligante. El aspecto general de las muestras mostraba una elevada porosidad, con grandes huecos. También se detectaron micas y algún mineral de hierro. Se observaron cristales de calcita así como el aspecto general de la masa calcárea que engloba al resto de los granos minerales, el esqueleto.

GRANITO

En general, el granito utilizado en la villa de Alcalá se traía de El Vellón y del Berruero, cerca de Torrelaguna. Es en estas localidades donde empiezan a aflorar los primeros granitos relacionados con la Orogenia Hercínica del Paleozoico.



FOTO 2. Cristales de calcita (C) en una muestra de mortero de cal.

En el Convento, el granito se utilizó en la construcción de las columnas de planta baja del claustro hasta la cornisa de planta primera, así como en algunos otros elementos.

Se tomaron muestras de granito sobre las columnas del claustro, siempre en el lado de la columna orientada hacia el patio, y generalmente a la altura del segundo sillar, así como de un bloque desprendido del sillar inferior de una de las columnas.

Las muestras analizadas mediante DRX ofrecen la siguiente composición: cuarzo, feldespato y biotita como minerales primarios, y anhidrita, caolinita y yeso como secundarios y no presentes en todas las muestras.

La observación al microscopio óptico revela una roca granítica tipo monzogranito (Streckeisen, 1966) con la siguiente composición mineralógica: cuarzo, feldespato alcalino (fácilmente distinguible por la tinción de cobaltinitrato), plagioclasa, biotitas en proceso de cloritización, algo de moscovita y minerales de la arcilla (illita). Su color gris claro tiende a color crema cuando el granito está alterado. No se observaron cristales de yeso.

El hecho de que se haya detectado la presencia de yeso en los difractogramas, pero que no se haya observado ningún cristal mediante microscopía óptica ni electrónica, pudiera significar que las columnas hubieran estado revestidas en un principio con mortero de yeso. Este punto, sin embargo, se encuentra en fase de estudio.

Al microscopio electrónico de barrido se observaron las micas (biotitas), cuyas láminas están en proceso de separación por el crecimiento de cristales entre ellas, así como biotitas en proceso de cloritización y plagioclasas alteradas. No se observaron cristales de yeso.

CAUZA

La caliza es una de las piedras más utilizadas, sobre todo la de color claro, por su fácil labra, en elementos de ornamentación. Las portadas del edificio, tanto la de entrada al convento como la de la iglesia, así como el zócalo de las fachadas están realizados en dicha piedra. Asimismo se ha utilizado esta roca en los paños de mampostería, junto con algún fragmento de ladrillo y abundante mortero.

De la documentación consultada se sabe que esta piedra se traía de las villas cercanas de Anchuelo y Pozuelo del Rey. Es la conocida "caliza del páramo" que aflora al sureste de la ciudad de Alcalá y que origina los farallones en la margen izquierda del río Henares. En general se trata de una

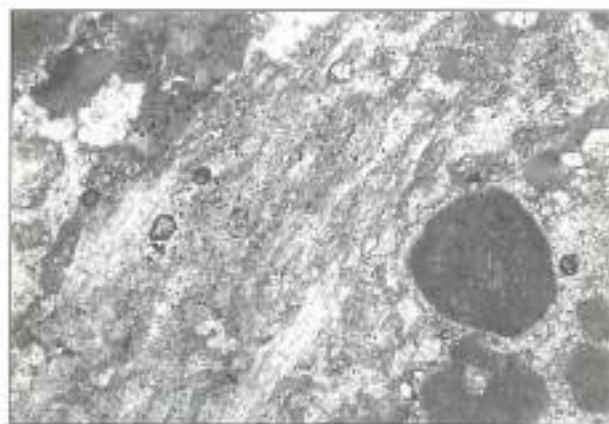


FOTO 3. Muestra de caliza vista al microscopio óptico de polarización (2N, $\times 45$).

caliza micrítica fosilífera (biomicrita), aunque se presenta en diversidad de facies. Esta formación constituye el techo de la columna estratigráfica tipo de la Cuenca de Madrid.

Al someter a algunas de las muestras (caliza del zócalo y de la mampostería) a análisis de DRX se ha observado que se trata de una caliza cuya composición fundamental es la calcita, con una pequeña proporción de cuarzo debido a los rellenos detríticos que ocupan las cavidades de disolución.

Al microscopio óptico de polarización se observan distintas facies de calizas. Se trata de calizas fosilíferas, biomicritas, o mudstones y boundstones de algas. Son frecuentes los rellenos de cavidades kársticas de *terra rossa* (arcilla de decalcificación por disolución de las calizas), los boundstones de algas clorofíceas y cianofíceas (oncolitos y estromatolitos), así como ostrácodos y gasterópodos como fósiles más claramente identificables. También se observa una porosidad de tipo mólida, y en algunos casos cementaciones centripetas posteriores.

Al microscopio electrónico se observaron cristales de yeso en la parte más superficial de las muestras de caliza, y cristales de calcita fisurados, aunque en general presentaban un aspecto bastante homogéneo.

4. DETERIORO DE LOS MATERIALES

En este capítulo se analizan los distintos tipos de deterioro que afectan a los materiales de construcción del convento. Para hacer una clasificación de los mismos se han analizado las causas que lo originan, las cuales desarrollamos a continuación:

DETERIORO PRODUCIDO POR LA MALA CALIDAD DEL MATERIAL O POR CALIDAD DIFERENCIAL:

Defectos de fabricación del ladrillo

Existen zonas en los muros exteriores donde se han producido la disgregación puntual y localizada de algunos ladrillos originándose coqueas e incluso quedando reducidos a polvo (foto 4). Este fenómeno localizado se observa sobre todo en la zona situada por encima del contacto entre el zócalo de caliza y la fábrica de ladrillo, lo cual nos indica que el agua ha intervenido en el proceso. Sin embargo, el hecho de que sea un fenómeno puntual hace pensar que la calidad del ladrillo también ha tomado parte en el proceso, siendo un factor decisivo la cocción a la que ha sido sometido. Estos ladrillos han sido cocidos en tejares tradicionales, en donde la cocción no ha sido uniforme, ni en tiempo ni en tempera-

tura. Se observa que este fenómeno se produce fundamentalmente en las fachadas orientadas al sur, donde afectan en mayor medida los fenómenos de humedad y fenómenos térmicos. Se puede decir por tanto, que la pérdida total de estos ladrillos se debe a la mala calidad unida a la orientación y exposición de los mismos.

También se observan defectos en los ladrillos como alabeos y curvaturas producidos durante el proceso de fabricación artesanal ya comentado. Si el molde se produce con un contenido demasiado bajo de arena puede producir ladrillos deformados. Asimismo, la inmersión de los moldes de ladrillo en agua cada vez que se usan para evitar la adhesión de las partículas de arcilla, provoca un aumento en el grado de absorción de agua de los ladrillos, la cual es eliminada bruscamente durante el proceso de cocción, pudiendo originar la fracturación de sus superficies y la obtención de una forma irregular o pobre.



FOTO 4. Pérdida de ladrillo en la zona de encuentro del zócalo con la fábrica (fachada de la iglesia, calle de Santiago).

Calidad diferencial del material

En la inspección "in situ" del zócalo de caliza se observa una gran diferencia entre los sillares tanto en el color como en la textura. Mediante una visita a las canteras de donde probablemente se ha extraído la caliza (Anchuelo y Pozuelo del Rey), se puede apreciar la variedad de facies que existen en cantera, lo que provoca que la roca se deteriore de una forma diferencial en el zócalo de las fachadas del edificio. Se observa un mayor deterioro en los sillares de caliza karstificada con cavidades rellenas de arcilla y de material detrítico debido a procesos de disolución.

DETERIORO PRODUCIDO POR EL AGUA:

Si analizamos las principales causas del deterioro de la fábrica observamos que el agua es un elemento que está siempre presente, manifestándose en forma de manchas en los muros de las fachadas; la forma, distribución y localización de la mancha de humedad es definitivo para determinar la causa que la ha originado, fundamentalmente si el origen ha sido el agua de lluvia o el agua capilar.

Agua de capilaridad

La zona de fábrica de ladrillo con mayor deterioro de los materiales es aquella en la que existe una mayor acumulación de agua. Generalmente se produce en la zona de encuentro

entre dos materiales con distinta porosidad y permeabilidad. Al ser la caliza, de textura cristalina, un material menos poroso que el conjunto ladrillo-mortero, de textura granuda, el zócalo de caliza se satura con el agua que asciende capilarmente con bastante rapidez y es en la zona de contacto zócalo con la fábrica de ladrillo donde se producen las fluctuaciones del nivel de agua y, por tanto, un mayor deterioro y alteración de los materiales (fotos 4 y 5).

Analizando la altura alcanzada por el agua capilar se observa cómo en las esquinas (en especial la esquina de la calle Santiago con la plaza de las Bernardas), la mancha de humedad desciende formando un pico en "V" debido a que existe mayor superficie de evaporación favorecida por la acción del viento.

En las columnas del claustro se tomaron medidas puntuales de humedad relativa sobre la superficie de las mismas. Los valores más altos de humedad relativa se localizan en las columnas orientadas hacia el norte, bien noroeste o bien noreste, y los valores más bajos corresponden a las columnas orientadas hacia el sur.

Agua de lluvia

Otro de los puntos en los que se produce un mayor deterioro es en la parte superior de los muros, a la altura de la cornisa, en las esquinas (esquina plaza de las Bernardas-calle de Santiago), debido a la acción conjunta de la lluvia y el viento, originando tanto la pérdida de ladrillos como de mortero.

La acumulación de suciedad en los canalones (polvo, hollín, residuos de palomas), dificulta la evacuación del agua de lluvia, lo que origina una disgregación del mortero de unión y descomposición de dichos ladrillos con arrastre de las partes debilitadas por el efecto abrasivo del agua y del viento.

El deterioro de los sillares de caliza localizados bajo las ventanas (fotos 4 y 5), se produce por el paso continuo de gran cantidad de agua debido a la falta de goterón en los alfeizares. Si los vierteaguas de las ventanas no se recogen en sus laterales, producen una canalización del agua hacia los extremos, lo cual origina un efecto de lavado o bien la entrada de agua en los sillares inferiores, acelerando el deterioro de los mismos por la acción del agua.

El agua de lluvia que salpica desde el suelo sobre la fachada (agua de cavitación), también puede causar daños sobre el zócalo del edificio, en especial si la acera no dispone de la pendiente necesaria, acumulándose el agua sobre la parte inferior de los sillares, que la absorben por capilaridad.



FOTO 5. Pérdida de mortero debido a la acción del agua.

Hielos

El hecho de que la ciudad de Alcalá experimente al menos dos meses con temperaturas por debajo de los 0° C, acelera considerablemente el proceso de degradación al producirse fenómenos de congelación del agua contenida en el interior de los poros de los materiales. La presión originada en los poros por el aumento de volumen (al pasar el agua de estado líquido a sólido), causa el desconchamiento superficial de los ladrillos, así como el estallido de bordes y esquinas al no ser el ladrillo muy compacto, y la desintegración de los morteros de las juntas. También se aprecia el desconchado superficial del granito y de la caliza, aunque estos dos últimos en menor medida por ser menos porosos y más cristalinos que los primeros.

Por tanto, los desplazados, descamaciones y exfoliaciones que se observan en el granito y en la caliza, seguramente son resultado de los procesos de hielo-deshielo, sobre todo en las partes inferiores, afectadas por la ascensión capilar del agua, y en aquellos casos en que la piedra es más porosa. El deterioro de los sillares de las columnas de granito del claustro se manifiesta en un desplazado y una arenización superficial que conduce a una pérdida progresiva de volumen de los sillares, así como a una pérdida de las aristas. En algunos casos, la reducción de la dimensión de la basa llega a ser tan patente que su tamaño llega a ser inferior al sillar inmediatamente superior.

DETERIORO POR AGENTES BIOLÓGICOS:

Aves

Existen en la fachada de la calle Cid Campeador, fachada noroeste, once pequeños mechinales que propician el asentamiento de aves, concretamente de palomas. Los residuos depositados por estas aves son ricos en azufre y fósforo (contienen normalmente un 2% de ácido fosfórico), provocando degradación química y favoreciendo el desarrollo de microorganismos, siendo algunos de sus productos de descomposición altamente corrosivos (amoníaco, ácido láctico, sulfuros, etc.). Pero sobre todo, proporcionan a la fachada un aspecto estético indeseable.



FOTO 6. Deterioro biológico originado por las excrementos de las aves sobre una pilastra de la portada de caliza de la iglesia.

Estos excrementos unido a restos de plumas, nidos, aves muertas, provocan el deterioro acelerado de las cornisas y generan otro tipo de problemas al obstruir los canalones y desagües.

En las bases de las pilastras de la portada de la iglesia, así como en su entablamento destaca el nivel de ensuciamiento producido por el depósito de polvo y de excrementos de las aves, lugar idóneo para la acumulación de residuos de todo tipo por estar protegido de la lluvia y resguardado del viento.

MICROORGANISMOS

En la fachada del claustro paralela y próxima a la calle Cid Campeador, sobre puntos localizados de la cornisa de granito, se han observado manchas parduzcas debido a la actividad de microorganismos. Esta fachada, aunque tiene orientación suroeste, recibe gran cantidad de sombra por el cuerpo de la iglesia.

En algunos puntos, la caliza del zócalo presenta una patina anaranjada distribuida de forma irregular. Se han llevado a cabo análisis mediante espectroscopía de infrarrojos por transformada de Fourier y mediante sistema EDX conectado al microscopio electrónico. Los resultados confirman la presencia de oxalatos cálcicos en dicha patina, los cuales se deben haber formado bien por la actividad de microorganismos o bien por la degradación de antiguos tratamientos protectores.

Por otro lado es bastante frecuente encontrar, en los sillares de caliza del zócalo, manchas heterogéneas próximas a la base del zócalo. La causa principal es la acumulación de humedad durante ciertas épocas que provoca la consolidación de las manchas y de las colonias de microorganismos en las proximidades del suelo (Dpto. Construcción, ETSAV, 1987).

DETERIORO PRODUCIDO POR LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA:

Alcalá de Henares fue durante muchos años una ciudad industrial, aunque actualmente haya disminuido el número de industrias instaladas. A partir de 1986 se ha producido un descenso en la emisión de contaminantes a la atmósfera, entre otras causas debido a la construcción de la nueva circunvalación de la autovía N-II con la consiguiente descongestión de la antigua carretera CN-II que pasa muy cerca del casco histórico y, en concreto, del edificio objeto de estudio.

La contaminación atmosférica procedente por tanto, de las industrias, calefacciones y vehículos, es la causante de gran parte del ensuciamiento de las fachadas de la ciudad, en forma de polvo, humos, hollín, cenizas, etc. La acción combinada de las fuerzas de adherencia, el viento, la humedad atmosférica, el agua de lluvia, la temperatura y la insolación, colaboran en el proceso de incrustamiento de las partículas en la superficie de las fachadas.

Por otra parte, ciertos contaminantes influyen decisivamente en el deterioro de algunos materiales por favorecer ciertas reacciones químicas. No obstante, Farré y Aldoma (1989), señalan que en general la cerámica es muy resistente a los gases ácidos de las atmósferas contaminadas, originando en las piezas pequeños desperfectos de poca importancia.

DETERIORO PRODUCIDO POR EL HOMBRE:

Cambio de uso

Debido a los sucesivos cambios de uso experimentados, el edificio ha sufrido modificaciones para su adaptación, entre los que destaca el traslado de la portada de la iglesia, que estaba situada en la plaza de las Bernardas, a su actual ubicación en la calle Santiago. Como resultado de dicho tras-

lado han aparecido unas fisuras en la fachada de la iglesia de la plaza de las Bernardas, fisuras que, paralelamente a la inclinación de la cubierta, recorren las llagas y tendeles de las juntas de mortero. Al no romper los ladrillos, queda claro que el mortero es más débil en cuanto a resistencia que el ladrillo.

Igualmente, algunos huecos han sido tapados, quedando evidencia de la fábrica de los dinteles de las antiguas ventanas, así como la falta de trabazón de las nuevas hiladas.

Vandalismo

En algunos lugares es patente el vandalismo humano en forma de pintadas (graffitis) que han degradado estéticamente las fachadas. La acción humana, en algunos casos accidentalmente, puede ocasionar pérdida de material de la fachada como consecuencia del choque o roce mediante algún elemento como vallas y vehículos.

Deterioro estético

Existe igualmente un deterioro estético originado por las conducciones, interruptores de control de potencia y demás elementos de la compañía eléctrica, restos de luminarias, que ya no funcionan y no se retiran de la fachada, así como indicadores y señales de tráfico (foto 8).

En la fachada de la calle Santiago existen zonas que han sido pintadas de color rosa-anaranjado (foto 5), quizás con el fin de tapar posibles graffitis, intentando darle un color lo más parecido posible al ladrillo. El resultado ofrece un aspecto bastante antiestético a la fachada.

Restauraciones y rehabilitaciones

Si analizamos la forma de disponer el mortero en las juntas, se observa que no presenta ni un mismo color ni una misma forma de trabajarlo, lo cual proporciona un aspecto heterogéneo e irregular, de poca cuidada y esmero en las reparaciones realizadas con anterioridad. También se han reparado zonas del zócalo de caliza con mortero de cemento dándole un color gris poco deseable y sin tener en cuenta las posibles repercusiones para la caliza (foto 5).

Falta de mantenimiento

Como ocurre con muchos otros edificios de carácter histórico, en el convento no se ha realizado un seguimiento y control continuo del mismo. En el caso de que se apliquen tratamientos de impermeabilización a base de productos químicos, y si queremos que sean reversibles, hay que ser conscientes de que son poco duraderos. A los 4-5 años es necesario realizar una revisión para ver si han perdido su eficacia.

DETERIORO PRODUCIDO POR LA ACUMULACIÓN DE TENSIONES:

Problemas estructurales

El desplazamiento de las dovelas de los arcos del claustro (foto 7), parece debido a empujes de la estructura no absorbidos por la misma. Parece que en la actualidad la estructura está estabilizada, ya que los testigos colocados a tal fin no han llegado a romperse en un periodo de más de un año.

La desviación de la verticalidad de las columnas del claustro llega a alcanzar 4-5 cm en la fachada paralela a la calle Cid Campeador. También se observa una falta de horizontalidad de la cornisa. El origen de esta desviación son los empujes a los que está sometida dicha fachada debido a fallos en la cubierta y el forjado que cubre la galería del



FOTO 7. Movimiento de las dólulas de granito de un arco del claustro.

convento. En el forjado de madera, el azote del agua de lluvia produce la descomposición de las cabezas de las vigas, dejando de enlazar este muro con otros. También hay que tener en cuenta que el sistema de construcción presenta problemas desde su concepción. La cubierta es un elemento a dos aguas, simétrico, pero la transmisión de empujes se realiza sobre una estructura que no lo es, ya que no es comparable la capacidad de resistencia de un muro de 90 cm, con una serie de apoyos puntuales, en este caso columnas de 50 x 50 cm.

En el lado del patio orientado hacia el SE existe una columna que ha sufrido el desplazamiento de un sillar con respecto a otro, con la consiguiente pérdida de una de las esquinas.

El origen de las fisuras que recorren la fábrica de la fachada de la plaza de las Bernardas, como ya se ha comentado, se debe al traslado de la portada de entrada a la iglesia a la fachada del convento de la calle Santiago.

Fenómenos térmicos

Las fisuras originadas en los puntos más débiles de la estructura, como en el contacto entre fábrica de ladrillo con distinto tipo de mortero, encuentro entre fábrica de ladrillo y cajones de mampostería (foto 8), así como en los paños ciegos existentes entre el dintel de un hueco y la parte inferior del hueco superior, se presentan principalmente en la fachada SW, la cual presenta un mayor soleamiento por lo que se puede decir que dichas fisuras se deben a fenómenos térmicos al ser un lienzo de muro de aproximadamente 42 m de largo sin ninguna junta de dilatación que absorba los movimientos originados por la diferencia de temperatura.

Los ladrillos apantillados de las cornisas están muy deteriorados, presentando pérdidas importantes de material e incluso de piezas enteras; una posible hipótesis de interpretación podría ser la diferencia de temperatura diurna-nocturna. Durante el día la fábrica está sometida a calentamiento y, por las noches, debido al descenso de la temperatura, la parte externa se enfría más rápidamente que la parte interna por tratarse de un muro de gran espesor, con lo cual estos ladrillos especiales se contraen. Por otra parte, al ser unos elementos salientes, el agua incide de forma más directa sobre ellos debilitando la unión entre los ladrillos y el mortero. Por lo tanto, al estar en voladizo y poco sujetos, sufre caídas de fragmentos y pérdida de material.



FOTO 8. Fisuras debidas a fenómenos térmicos [fachada de la plaza de las Bernardas].

DETERIORO PRODUCIDO POR LA ACUMULACIÓN SUPERFICIAL DE SUSTANCIAS:

Manchas

En general, podemos decir que las fachadas no llaman la atención por su nivel de suciedad diferencial, es decir, no se observan zonas de lavado y zonas de "churretones", o regueros. Esto se debe a que en la textura rayada horizontal de los muros de fábrica de ladrillo, las juntas horizontales en unas zonas, y en otras los mismos ladrillos, actúan de continuas goterones que interrumpen por igual el recorrido del agua, proporcionando un aspecto muy uniforme al conjunto (Dpto. Construcción, ETSAV, 1987).

Si analizamos más detenidamente cada uno de los materiales, hay que resaltar el elevado nivel de suciedad tanto de los ladrillos como de la caliza del zócalo, con pérdida del color original de ambos materiales, que se hace visible en aquellos puntos (fisuras, desplazadas) en los que se puede observar material sano. Existen sillares de granito que aunque se encuentran en buen estado, sin erosionar y con sus aristas claramente definidas, presentan manchas de óxidos, originadas como consecuencia del apoyo prolongado de elementos metálicos.

Otras manchas son las originadas por los excrementos de palomas en las fachadas de la calle Santiago, pero sobre todo la de la calle Cid Campeador.

Por último, hemos de señalar que las portadas de piedra caliza presentan bastantes manchas de suciedad por depósitos de partículas de polvo, contaminación atmosférica, etc. Existen puntos localizados en los que se produce una mayor acumulación de suciedad, por ejemplo, el entablamiento de la portada de la Iglesia, que al tener una pequeña cornisa se encuentra protegida del lavado por el agua de lluvia (foto 6), y que ha ya sido comentado con anterioridad.

Eflorescencias salinas

La ascensión capilar del agua suele ir acompañada de la migración de sales a la superficie del muro (eflorescencias), por encima de la zona de humedad, en la zona de humedecimiento-secado, evaporándose el agua y precipitando las sales solubles.

Estas eflorescencias salinas suelen aparecer en primavera, estación en la que se combinan las lluvias, junto con el efecto del sol que favorece una rápida evaporación del agua de lluvia absorbida. Por tanto, podemos considerar que las eflorescencias que se han observado tienen un carácter temporal y no permanente, ya que la mayoría suelen lavarse con lluvias esporádicas. En la fachada del convento orientada hacia el E-NE se han visto en primavera gran cantidad de estas sales que proporcionan un color blanquecino a zonas de la superficie del muro. Las eflorescencias suelen aparecer sobre el mortero y en el contacto ladrillo-mortero; las sales, por tanto, pueden ser las responsables de la enorme pérdida de material que sufre el mortero en esta fachada, bien porque migren del ladrillo al mortero (las arcillas con las que están fabricados los ladrillos contienen sulfato magnésico), o bien porque las eflorescencias procedan del mismo mortero.

5. CONCLUSIONES

El análisis realizado va a permitir llevar a cabo una intervención más rigurosa en el edificio, tanto a la hora de sustituir piezas y elementos, como a la hora de eliminar aquellas causas que originan la degradación de los materiales del convento: humedad, eflorescencias, manchas, restos de la acción de palomas, etc.

Este estudio ha contribuido a un mejor conocimiento del edificio dentro del entorno del patrimonio arquitectónico de Alcalá de Henares. Por un lado, el conocimiento del edificio en sí mismo (historia, fases constructivas, organización del edificio), así como las variables medioambientales que influyen en la degradación de los materiales (clima y contaminación atmosférica).

6. BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ DE BUERGO, B. M. (1994). Caracterización, Alteración Medioambiental y Restauración en Paramentos del Patrimonio Arquitectónico. Tesis Doctoral, 301 pp.

AYUNTAMIENTO DE ALCALÁ DE HENARES. 1988. Plan Especial de Protección del Casco Histórico de Alcalá de Henares.

DE LAS CASAS GÓMEZ, A., ÁLVAREZ DE BUERGO B., M., GONZÁLEZ LIMÓN, T. 1992. Characterization and Deterioration of Building materials used in the "Convento de la Madre de Dios", 17th century, Alcalá de Henares, Madrid, Spain. In Proceedings of the 7th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Lisboa, Portugal, 15-18 June 1992, pp 305-314.

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN ETSAV. 1987. Patología de fachadas urbanas. Universidad de Valladolid, 455 pp.

"Documentación referente al Convento de Dominicos de la Madre de Dios". Legajo 763/2 (1592-1823). Archivo Histórico de Alcalá de Henares.

FARRE, B., ALDOMA, O. 1989. Limpieza. Restauración. Mantenimiento de Fachadas. Prensa XXI, 107 pp.

GARCÉS TOLEDANO, F. 1986. 2º mapa ambiental de Alcalá de Henares. Colección Documentos. Excelentísimo Ayuntamiento de Alcalá de Henares. 270 pp.

GARCÍA DE MIGUEL, J.M. et al. 1990. Estudio Petroológico previo a la Restauración de la fachada de la antigua Universidad de Alcalá de Henares. I Jornadas sobre Conservación y Tratamiento de la piedra en Monumentos y en la Construcción ETSI de Minas. 19 y 20 de Febrero 1990.

MENDUÑA FERNÁNDEZ, J. 1988. Geología y significado económico de las arcillas cerámicas de la Cuenca de Madrid, Tesis Doctoral, 305 pp.

RODRÍGUEZ REY, A. 1990. Técnicas de estudio de los componentes petrográficos. Observación: microscopía. Metodología y técnicas de estudio aplicadas a la conservación de rocas monumentales. Universidad de Oviedo. 26-30 Marzo de 1990.

ROMÁN PASTOR, C. 1979. Sebastián de la Plaza. Alarife de la villa de Alcalá de Henares. Excmo. Ayuntamiento de Alcalá de Henares. Colección Universitaria, pag. 28-39.

ROMÁN PASTOR, C. 1988. Arquitectura conventual en Alcalá de Henares (Siglos XVI-XIX). Tomos I-II. Editorial de la Universidad Complutense de Madrid.

SOWDEN, A.M. 1990. The maintenance of brick and stone masonry structures. E. & F. N. Spon. 372 pp.

VÁZQUEZ, E. y CHINCHÓN, S. 1990. Características y alteración de los morteros de construcción. Metodología y técnicas de estudio aplicadas a la conservación de rocas monumentales. Universidad de Oviedo. 26-30 Marzo de 1990.

VENIALE, F. 1990. "Modern techniques of analysis applied ancient ceramics". Analytical Methodologies for the Investigation of Damaged Stones. Pavia (Italy), 14-21. September 1990.