

Morfología macroscópica de alteración de la piedra de la Catedral de Almería/España

Macroscopical morphology of deterioration of the stone in the Cathedral of Almería/Spain

ALCALDE, M., Dto. de Ingeniería Química y Ambiental.
MARTIN, A., Dto. de Química Analítica.
UNIVERSIDAD DE SEVILLA/ESPAÑA

Fecha de recepción: 30-VII-90.

RESUMEN

Los vientos reinantes en la zona, asociados a una importante humedad ascendente, son los principales factores naturales de alteración que afectan a la Catedral de Almería. Pueden señalarse como factores antropogénicos de alteración ciertas desafortunadas labores de mantenimiento llevadas a cabo, así como, aunque con carácter episódico, los bombardeos y ametrallamientos sufridos por el edificio durante la guerra civil. El único litotipo empleado en la construcción es una caliza dolomítica de elevada porosidad procedente de canteras próximas a la ciudad. Los principales mecanismos de alteración son los de incremento de volumen en capilares e intersticios, ligados a la presencia de sales, y los de disolución, dada la solubilidad de las sales de magnesio de constitución, que pueden producir la desdolomitización de la piedra. Esto conduce a unos indicadores de alteración con una morfología típica consistente en huecos en todas sus manifestaciones: picados, alveolizaciones y cavernas. La mayor degradación se da en las partes altas y bajas del edificio, allí donde los factores viento y humedad, respectivamente, son más intensos. La alteración antropogénica también toma, casi irónicamente, la forma de huecos, como los impactos de balas y obuses de la fachada Sur y las regolas practicadas para cables eléctricos en todo el edificio. Diversas restauraciones han introducido tensiones en los materiales que han conducido a decohesiones en diversos grados (desagregaciones, disgregaciones y arenizaciones) en el interior del templo y en el claustro.

El edificio se encuentra en un estado de alteración de cierta significación que esencialmente afecta a la estética del mismo. La velocidad del proceso degradativo observada en ciertas áreas del mismo, en particular en las restauradas, reclama actuaciones urgentes para su mantenimiento.

SUMMARY

The prevailing winds in the area, associated with an important rising damp are the main natural factors of deterioration that affect the Cathedral of Almería. Certain unfortunate maintenance jobs carried out as well as the bombardments and machine-gunning on the building during the Civil War can be indicated as anthropogenical factors of deterioration. The only lithotype used in the construction is a dolomitic limestone of high porosity from quarries near the city. The increase in volume in capillaries and interstices, related with the presence of salts, and the dissolution, due to the great solubility of the natural magnesium salts which can produce dedolomitization of the stone, are the main deterioration mechanisms. This leads to indicators of deterioration with a typical morphology consisting of openings in all its manifestations (pitting, alveolar erosions and craters) especially on the high and low parts of the building where the wind and humidity, respectively, are more intense. The anthropogenical deterioration also has the shape of openings, such as the impact of bullets and obuses on the Southern façade and the grooves made for electric cables throughout the building. Diverse restorations have introduced tensions in the materials which have led to decohesions at different degrees (disaggregations, disintegrations and grain disgregations) in the interior of the temple and cloister.

The building is in a state of deterioration of a certain significance which essentially affects its esthetics. The speed in the degrading process observed in some areas calls for action for its maintenance.

1. INTRODUCCIÓN

En la época de construcción de la catedral de Almería eran frecuentes las incursiones de los corsarios de África en toda la costa Sur. La Alcazaba, situada algo tierra adentro, no cumplía con las necesidades defensivas, por lo que había que levantar una construcción defensiva entre la población y el mar. Por otra parte, el terremoto de septiembre de 1522 derrumbó casi por completo la mezquita que, desde la Reconquista, venía haciendo de iglesia-catedral, por lo que se hacía necesario un nuevo templo. De la conjunción de ambas necesidades surgió la actual catedral, un singular edificio a modo de iglesia fortificada. El 4 de octubre de ese mismo año se pone la primera piedra.

La construcción tuvo dos momentos fundamentales, uno de 1524 a 1543 en que se hace la parte gótica (naves, ábside, cabildo viejo y fortaleza), y otro desde 1550 hasta 1562 en que se hace la parte renacentista (portadas, crucero, capillas de San Indalecio y de la Piedad y la sacristía). Entre 1543 y 1550 las obras quedan en suspenso por falta de recursos y maestros. Posteriormente, en los siglos XVII y XVIII se completará con la torre, claustro, trascoro y tabernáculo.

En la última década de los 60 se llevó a cabo una reconstrucción en la que se sustituyeron parte de las almenas y se dio solución a las cubiertas, que no se habían puesto hasta 1617 y que desde entonces siempre adolecieron de goteras (Tapia, 1985).

1. ENTORNO AMBIENTAL

La catedral de Almería está ubicada en el casco urbano, muy cerca del mar, flanqueada por calles estrechas a oriente y a occidente con poca circulación de vehículos, una plaza en su fachada principal y unas casas que cierran el tránsito por el muro Sur, correspondiente al claustro adosado al templo. Aunque la dirección longitudinal es de levante a poniente, la entrada principal se efectúa por la fachada situada al Norte.

1.1. Clima

Almería pertenece a la región climática mediterránea, subregión Sudeste, con carácter árido. De los datos contenidos en el Atlas Climático de España, con valores correspondientes a los años 1931-1960, se pueden extraer las siguientes conclusiones más importantes:

Las *temperaturas* son altas gran parte del año, siendo agosto el mes más cálido, con una media en sus temperaturas máximas diarias de 30° C.

INTRODUCTION

Raids by African pirates along all the Southern coast were frequent during the days of the construction of the Cathedral of Almería. The Alcazaba, situated inland, did not have the necessary defenses so a defensive construction had to be built between the town and the sea. On the other hand, the earthquake in September 1522 knocked the mosque, which had been used as a church-cathedral since the Reconquest, down almost completely, so a new temple became necessary. The actual cathedral, a peculiar building like a fortified church, came forth from both these necessities. The first stone was laid on 4th October of that year.

The construction had two fundamental phases one from 1524 to 1543 when the Gothic part (naves, apsis, old council room, fort) was built and the other from 1550 to 1562 when the Renaissance part (portals, transept, San Indalecio and Piedad chapels, sacristy) were built. Between 1543 and 1550 work was suspended due to lack of resource and masterworkmen. Later, during the XVII and XVIII centuries, the tower, cloister, retrochoir and tabernacle were completed.

A reconstruction in which a part of the merlons was substituted and a solution was given to the roofing which had not been placed until 1617 and had always suffered leaks, was carried out in the 1960's (Tapia, 1985).

1. ENVIRONMENTAL SURROUNDINGS

The Cathedral of Almería is located in the city, very near the sea, flanked by narrow streets to the East and West with very little circulating traffic, a square at its main façade and some houses which prevent transit by the Southern wall corresponding to the cloister added to the temple. Although the longitudinal direction is from East to West the main entrance is made through the façade situated to the North.

1.1. Climate

Almería belongs to the mediterranean climatical region, Southeastern subregion, arid character. From the data of Spanish Climatic Atlas, obtained from readings taken between 1931 and 1960, the most important conclusions we can extract are:

The temperatures are high during a great part of the year, August being the hottest month with an average daily maximum temperature of 30° C. In

Por el contrario, puede descartarse la influencia de heladas pues los meses más fríos son diciembre, enero y febrero, y la media de sus temperaturas mínimas diarias es de 8° C. Las oscilaciones diarias de temperatura (máxima-mínima) tienen una media estable a lo largo del año de 8° C.

La *humedad relativa* se mantiene bastante estable a lo largo del año con una media anual del 75 %. Las máximas oscilaciones en la humedad relativa, comparando los valores máximos y mínimos de cada día, no superan el 10 %.

La *precipitación* media anual es de 200 l/m², a menudo de carácter torrencial. Octubre y diciembre son los meses de mayor media pluviométrica, con 40 l/m², y julio y agosto los de menor, con menos de 5 l/m².

Los *vientos* dominantes a lo largo del año son del SO, con una frecuencia para velocidades superiores a 6 km/h de alrededor del 34 %, y la E, del 16 %, algo menos frecuente pero de velocidades mayores. La velocidad media anual es de 15 a 20 km/h y la velocidad de 50 km/h se supera algunos días del verano.

1.2. Contaminación

No se dispone de datos de contaminación, dado que la catedral no se encuentra protegida de los frecuentes vientos por edificios altos y que la circulación rodada en la zona es escasa, así como que la buena climatología de la ciudad hace poco necesario el uso de calefacciones, no cabe esperar que los valores de inmisión de contaminantes de origen antropogénico sean significativos.

1.3. Subsuelo

La situación topográfica del edificio, muy próxima al mar, origina la presencia de una importante humedad ascendente muy rica en sales.

2. MATERIALES PÉTREOS

Toda la obra estructural se ha realizado con un mismo tipo de piedra, una caliza dolomítica porosa, extraída en las afueras de la ciudad, probablemente de la actualmente abandonada cantera de San Marcos. Juan de Orea refiere también, acerca de las capillas de la Piedad y de San Indalecio, la cantera de San Roque, también del extrarradio de Almería, situada detrás del Cerrillo del Hombre.

En las reconstrucciones llevadas a cabo en la década de los 60 y parte de los setenta bajo la

the respect, the influence of frosts can be discarded as the coldest months are December, January and February and the average daily minimum temperature is 8° C. The daily oscillation of temperature (maximum-minimum) has a stable average during the year of 8° C.

The relative humidity is rather stable through the year, being the average yearly 75 %. The maximum oscillation in relative humidity, comparing the maximum and minimum values of each day, are lower than 10 %.

The average yearly rainfall is 200 l/m², often with torrential character. October and December are months with the highest average rainfall of 40 l/m² and July and August with the lowest, lower than 5 l/m².

The SE wind is the dominating direction during the year, with a frequency of speeds higher than 6 km/h of around 34 % and 16 % for those from the East. The average annual speed is from 15 to 20 km/h and a speed of higher than 50 km/h is found on some days in Summer.

1.2. Contamination

There is no data on contamination at our disposal. However, as the Cathedral is not protected from the frequent winds by high buildings, the circulating traffic in the area is scarce and the good climate of the city makes the use of heating rather unnecessary, it is not expected that the immission values of anthropogenic-originated contaminants are significant.

1.3. Soil

The topographical location of the building, very near the sea, originates the presence of an important rising damp which is very rich in salts.

2. PETROUS MATERIALS

All the structural work has been carried out with the same type of stone, a porose dolomitic limestone, extracted on the outskirts of the city, probably at the now abandoned San Marcos quarry, Juan de Orea also refers, about the Piedad and San Indalecio chapels, to the San Roque quarry which is also on the outskirts of Almería located behind the Cerrillo del Hombre.

Stone obtained from old houses in the city which had been knocked down were used as

dirección del arquitecto Cassinello, se utilizaron como materiales de reposición, con muy buen criterio, piedras obtenidas de derribos de casas antiguas de la ciudad.

Los mármoles blancos del interior son de Macael y las gradas del presbiterio se hicieron con "jaspe encarnado con mezclas verdes y blancas encontradas a distancia de media legua de esta ciudad" según un testimonio de los archivos (Tapia).

3. MORFOLOGÍA MACROSCÓPICA DE LAS ALTERACIONES

Se hará una descripción por fachadas, comenzando por la Principal, orientada al Norte; el claustro se estudia junto con la fachada Sur a la cual se encuentra adosado; el último apartado se dedica al interior del templo. Dentro de cada fachada, tras unas consideraciones previas acerca del clima, urbanismo, ambiente y agentes biológicos, se hace una descripción de los *indicadores visuales de alteración*, siguiendo un criterio ordenado en el cual se estudian las modificaciones superficiales, disyunciones, deformaciones, eliminaciones de materia y rupturas, empleando para ello los términos sistematizados por los autores (Martín, 1990).

3.1. Fachada Principal

Toda la catedral, como ya se ha dicho, se ha construido con el mismo litotipo. En el ángulo Nordeste pueden apreciarse restauraciones en las que las almenas han sido completamente reconstruidas, empleando para ello piedras del mismo tipo que el resto. También existen restauraciones en la cornisa superior y antepecho de la torre. Constituyen una excepción los medallones de San Pedro y San Pablo, de la portada Principal, que son de mármol blanco, probablemente de Macael.

Esta fachada, por su orientación al Norte, permanece siempre umbría. La precede una gran plaza en la que el tráfico no es intenso por lo que, unido al gran espacio abierto existente, no se prevé una alta contaminación atmosférica.

Sí es importante la humedad ascendente del suelo y, sobre todo, debe tenerse presente que, aunque inexistente en la actualidad, desde 1593 hasta principios de nuestro siglo hubo una fuente al pie de la torre, en el espacio que hoy ocupa la estatua del obispo Ventura. Esta fuente fue luego sustituida por un urinario por motivaciones que, según un historiador, no resultan del todo claras.

En el rincón adyacente hubo unas enormes enredaderas, como muestra la Fig. 1 a, de 1968, y que después fueron retiradas; no obstante,

replacement materials, with very good criteria, in the reconstruction carried out in the 60's under the direction of the architect Cassinello.

The white marbles in the interior are from Macael and the presbytery grading were made with "flesh-coloured jasper with green and white mixtures found at half a league from the city", according to the testimony of the Archives (Tapia).

3. MACROSCOPICAL MORPHOLOGY OF THE DETERIORATIONS

A description by façades will be made, starting at the main one which faces North; the cloister is studied together with the Southern façade to which it is joined, the last section is dedicated to the interior of temple. On each façade, after previous comments about the climate, urbanism, environment and biological agents, a description of the visual indicators of deterioration will be made following an orderly criteria in which the superficial modifications, disjunctions, deformations, material elimination and ruptures are studied using the systematized terms for them by the authors (Martín, 1990).

3.1. Main Façade

All the Cathedral, as has been said, been constructed with the same lithotype. Restorations can be seen in the North Eastern angle where the merlons have been completely reconstructed using the same type of stones as the rest. Restorations also exist in the tower upper cornice and battlements. The San Pedro and San Pablo medallions on the main façade constitute an exception as they are white marble, probably from Macael.

This façade, due to its North orientation, is always shaded. There is a large square in front of it where the traffic is not intense so, united with the large open space, a high atmospherical contamination was not foreseen.

What is important is the rising damp from the soil and, above all, it must be borne in mind, although nowadays it does not exist, there was a fountain at the foot of the tower in the place now occupied by the statue of Bishop Ventura. This fountain was later substituted by an urinary for reasons, according to a historian, not at all clear.

There were some enormous climbing plants in the adjacent corner as Fig. 1 a, from 1968, shows and which were later taken away; however, these

éstas ya se han reproducido y comienzan a extenderse, como muestra la Fig. 1 b, de 1987. Sin embargo, los agentes biológicos a destacar en esta fachada son los líquenes negros que se desarrollan bajo las gárgolas, en las superficies recorridas por el agua, así como en los zócalos, sobre todo en el talud que los corona, y en las superficies rampantes de las quiebras de los contrafuertes (Fig. 1 c).

El efecto de oscurecimiento de color por la *pátina* debida al paso del tiempo, puede apreciarse al comparar el tono claro de las piedras empleadas en las restauraciones con el resto. Así mismo, se observan unos cambios de coloración en las jambas de la puerta, de origen desconocido, tal vez por alguna operación de limpieza localizada (Fig. 1 d).

Las zonas lavadas por el agua, como es el caso de los ángulos que jalonan el escudo de Villalán (Fig. 1 e), que reciben el agua de las cornisas superiores, denuncian los *depósitos* de polvo que cubren toda la fachada, más abundantemente en las zonas protegidas, como detrás de las columnas.

Debajo de las cornisas y en aquellas zonas en que las filtraciones de agua producen disoluciones y arrastres del cemento de la piedra, se producen *disgregaciones* (Fig. 1 f). El pie de la torre, donde estuvo situada la fuente y luego el urinario, presenta importantes *arenizaciones* que han dado lugar a grandes pérdidas de material. El aspecto es de una gran degradación pues se han efectuado reparaciones con cascotes de relleno y morteros que han vuelto a desprenderse (Fig. 2 a).

Los fenómenos de *picado* y *alveolización*, resultado de la acción conjunta de la humidificación y de la ventilación, se dan en mayor grado, lógicamente, en las zonas altas, más aireadas (Figs. 1 b y 2 b), y en las bajas, más húmedas (Fig. 2 c), donde afectan gravemente a importantes elementos escultóricos; en algunos sillares, se llega a verdaderas *cavernizaciones* (Fig. 2 d). En otras ocasiones aparecen *estriados* (Figs. 1 b y 2 b). Aunque esta fachada esté orientada al Norte, la gran cantidad de papeles que se acumulan en esta zona en los días de viento da idea de los remolinos que aquí se forman.

El efecto de la orientación en los fenómenos de alteración se hace bien patente en las perinolas que coronan la portada. Las figuras 2 e y f muestran el mismo elemento, la primera en su orientación Noroeste, bien conservada, y la segunda en su orientación Sudeste, muy alterada, con gran pérdida de materia, y con mayor *corrosión* y *erosión*. Recuérdese que en Almería los vientos de levante son fuertes.

have reproduced themselves and are beginning to spread as Fig. 1 b, from 1987, shows. Nevertheless, the outstanding biological agents on this façade are the black lichens which develop under the gargoyles, on surfaces crossed by water as well as on the socles, above all on the talus which crowns them and on the rampant surfaces of the displacements in the buttresses (Fig. 1 c).

The effect darkening of colour by the patine due to the passing of time can be appreciated on comparing the light tone of the stones used in restorations with the rest. At the same time, some changes are seen in colouring of the door-jambes, of unknown origin, perhaps due to some localized cleaning operation (Fig. 1 d).

The areas washed by water, as is the case of the angels which mark the Villalán shield (Fig. 1 e) which receives water from the upper cornices, accuse the dust deposits which cover all the façade, more abundantly in the sheltered areas such as the columns.

Disintegrations occur (Fig. 1 f) underneath the cornices and in those areas where water leakages produce dissolutions and tearing away of the cement from the stone. The base of the tower, where the fountain and urinary were located, shows important grain disgregation which have given rise to great losses of material. It has a greatly degraded aspect as repairs have been carried out with debris as fillings and mortars which have fallen off again (Fig. 2 a).

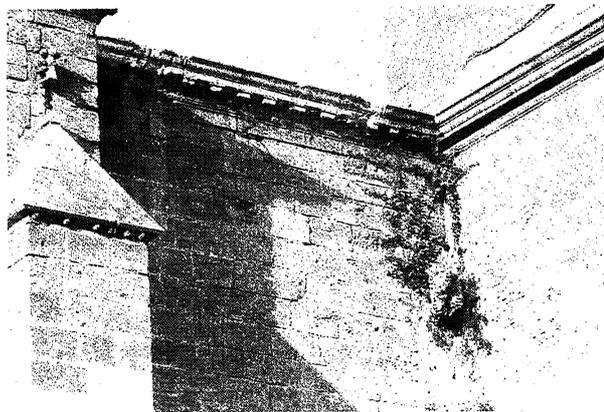
Pitting and alveolar erosions, the joint result of humidification and ventilation, are more frequent, logically, in the higher areas, more windswept (Fig. 1 b, 2 b), and in the more humid lower areas (Fig. 2 c) where the important sculptural elements are more seriously affected; in some ashlar there is serious crater formations (Fig. 2 d). Striations appear on other occasions (Fig. 1 b, 2 b). Although this façade faces North, the large quantity of papers which accumulate in this area on windy days gives an idea of the whirlwinds that area formed.

The effect of the orientation on deterioration is made quite clear in the fleuron ornaments which crown the portal. Figures 2 e & f show this, first in its North West orientation where it is well conserved and secondly in its South East orientation where it is very deteriorated with a large loss of material and with greater corrosion and erosion. Remember that the East winds in Almería are strong.



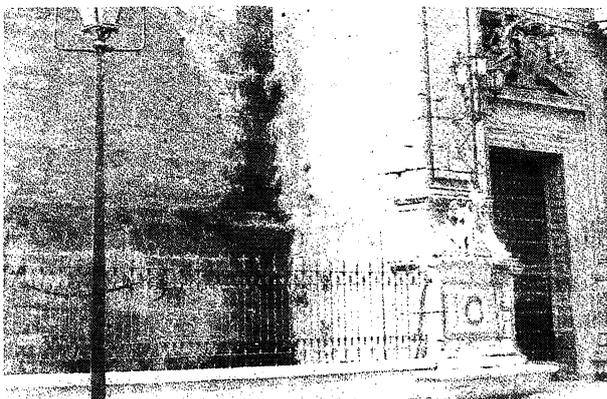
a) Plantas superiores en 1968.

a) *Higher plants in 1968.*



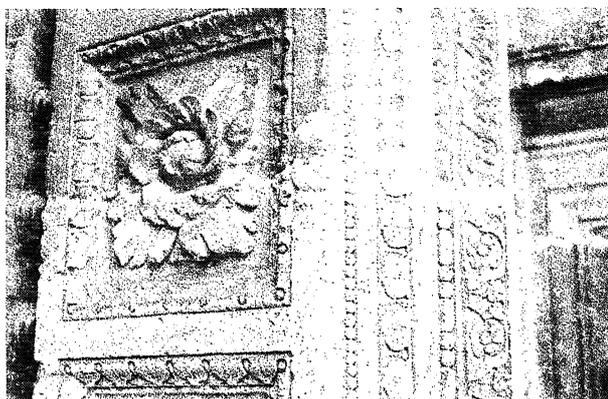
b) Reproducción de la enredadera, 1987.

b) *Reproduction of the winder in 1987.*



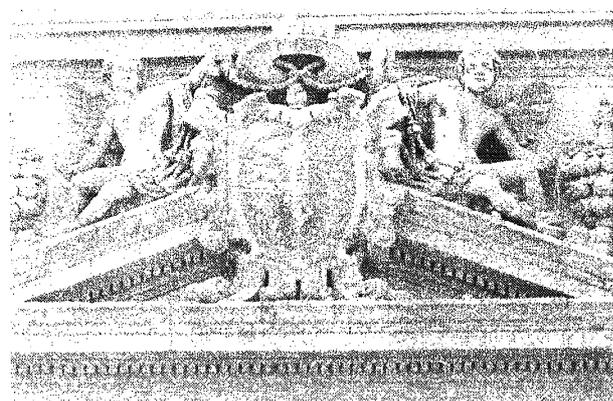
c) Líquenes en la superficie lavada bajo una gárgola.

c) *Lichens on washed surfaces under a gargoyle.*



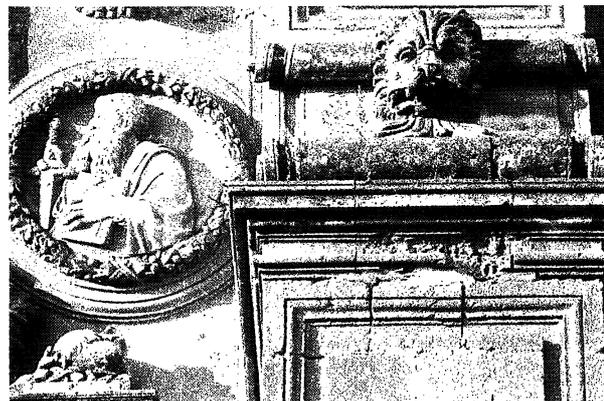
d) Cambios en la pátina de las jambas de la portada.

d) *Changes in the patina of the door jambs.*



e) Efecto del lavado en los depósitos.

e) *Washing effect on the deposits.*

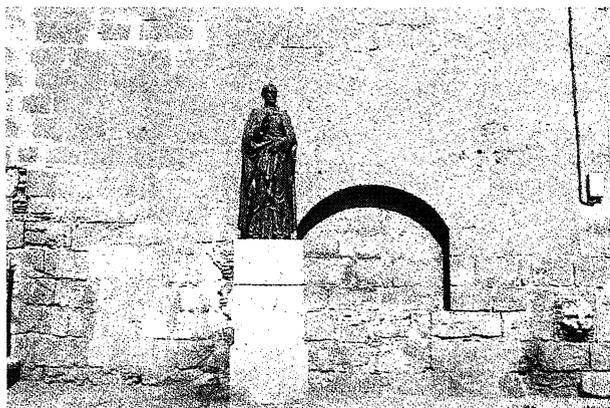


f) Disgregaciones bajo las cornisas.

f) *Disintegrations underneath the cornices.*

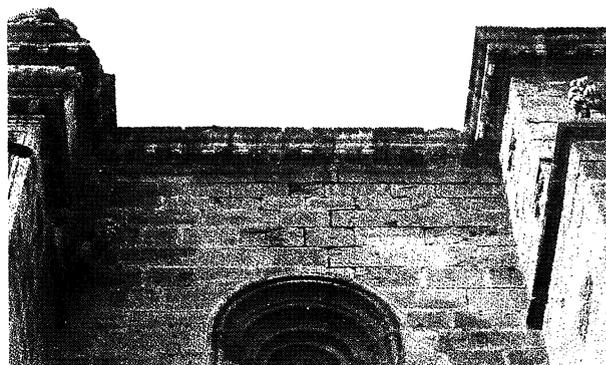
Fig. 1.—Indicadores visuales de alteración. Fachada principal. 1.ª lámina.

Fig. 1.—Visual indicators of deterioration. Main Façade. 1.st picture.



a) Arenización al pie de la torre.

a) *Grain disgregations in the base of the tower.*



b) Picados y alveolizaciones en zonas altas.

b) *Pitting and alveolar erosions in higher areas.*



c) Picados y alveolizaciones en zonas bajas.

c) *Pitting and alveolar erosions in lower areas.*



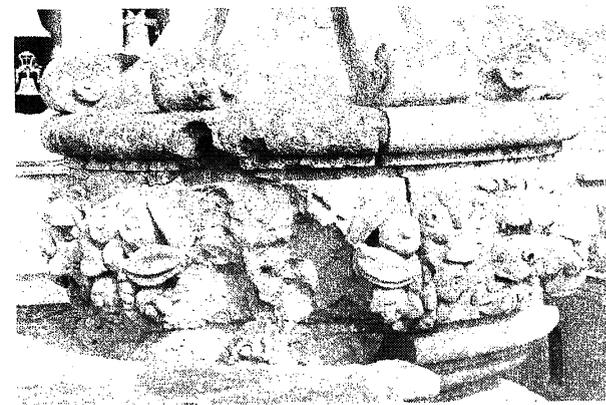
d) Formación de cavernas en algunos sillares.

d) *Creators formation in same ashlars.*



e) Buena conservación en la orientación al Noroeste.

e) *Good conservation towards Northwest.*



f) Estado degradado en la orientación al Sudeste.

f) *Degradations towers Southeast.*

Fig. 2.—Indicadores visuales de alteración. Fachada principal. 2.ª lámina.

Fig. 2.—*Visual indicators of deterioration. Main Façade. 2.nd picture.*

Existen unas *excoriaciones* que resultan increíbles por su origen: a ambos lados de la portada, atravesando los decorados de la sillería de los contrafuertes, se han practicado sin el menor recato sendas regolas para la instalación de cables eléctricos.

Entre las *rupturas* cabe mencionar las *fragmentaciones* en los elementos labrados más sobresalientes, como las cornisas (Fig. 2 b) y diversas molduras así como en los altos relieves de los contrafuertes (Fig. 2 c).

Sobre una ventana del lienzo situado, a la izquierda de la portada existe una gran *fisura*, posiblemente debida a terremotos o efectos de cargas del edificio.

En resumen, la piedra estructural presenta un estado general de buena conservación, salvo los picados de las zonas bajas y de las cercanas a las cornisas, y las arenizaciones del pie de la torre. Las figuras y decoraciones escultóricas de la portada sólo presentan depósitos de polvo, excepto en las zonas bajas en que se ven afectadas por importantes picados y fragmentaciones.

3.2. Fachada Oeste

Todos los elementos de esta fachada, incluidos los sillares más antiguos correspondientes a las obras de explanación, pertenecen al principal litotipo empleado en la construcción de la Catedral.

Tanto por su orientación como por la altura de los edificios colindantes, separados del monumento por una calle estrecha, se encuentra protegida de los vientos y sólo recibe el sol en su parte superior. El tráfico es escaso y fluido por lo que la contaminación del aire puede considerarse despreciable.

Es importante la humedad ascendente del suelo, que alcanza su mayor altura, más de dos metros, en el rincón formado por el contrafuerte y el lienzo Sur. Conviene señalar que el agua rebosante del pilar que, desde 1593 hasta principios de nuestro siglo, hubo al pie de la torre, era conducida por un canal adyacente a esta fachada hasta el Hospital.

Las colonias de líquenes negros vuelven a hacerse presentes en las superficies inclinadas y bajo las gárgolas, así como en la parte superior de la mitad Sur del muro y en su albardilla, donde también los hay de color naranja; las plantas superiores proliferan en los rincones más húmedos (Fig. 3 a) y en los tejados.

Las *eflorescencias*, con diversos orígenes, son muy abundantes. En las zonas adyacentes al

Some excoriations exist which prove to be incredible in their origin. Grooves for the installation of electric cables have been made without the least caution on both sides of the portal, crossing the decoration of the ashlar masonry of the abutments (Fig. 2 c).

Amongst the ruptures, the spalling in the most outstanding carvings such as the cornices (Fig. 2 b), diverse chaplets and high relieves of the buttresses (Fig. 2 c) should be mentioned.

A great fissure exists on a windowss on the face to the left of the portal, possibly due to earthquakes or strains in the building.

In summary, the structural stone shows a general state of good conservation except for pitting in the lower areas and those near the cornices, and the grain disgregation at the foot of the tower. The figures and sculptural decorations of portal only show dusty deposits except in the lower areas which they are affected by important pitting and spalling.

3.2. Western Façade

All the elements on this façade including the oldest ashlar corresponding to leveling works, belong to the main lithotype used in the construction of the Cathedral.

It is protected from the winds and only receives sun on its upper part because of its orientation as well as the height of the adjacent building, separated from it by a narrow street. Traffic is scarce and fluent so air contamination can be considered insignificant.

The rising damp from the soil is important and reaches two metres at its highest point, in the corner formed by the buttress and the Southern wall. We should point out that the water overflow from the fountain bowl, wich from 1593 to the beginning of our century was situated at the foot of the tower, was taken to the hospital by a channel adjacent to this façade.

The colonies of black lichens are present again on the sloping surfaces and underneath the gargoyles as well as on the upper part of the Southern half of the wall and its capping where there are also orange-coloured ones, higher plants proliferate in the more humid corners (Fig. 3 a) and on the roofs.

The efflorescencies, with diverse origins, are abundant. The typical efflorescencies produced by

suelo existen las típicas *efflorescencias* producidas por las sales contenidas en la humedad ascendente y cuya disposición dibuja el contorno al que ésta llega (Fig. 3 b). Sobre la verja y bajo el talud existente entre los dos contrafuertes situados a la derecha de la portada, existe un enorme *depósito* de sales de origen no determinado, difícil de justificar a través de la humedad ascendente. A gran altura, a donde no puede alcanzar dicha humedad, también se observan *efflorescencias*, las mayor parte a consecuencia del contenido en sales de los morteros, aunque no pueden descartarse las posibles aportaciones de los aerosoles marinos (Fig. 3 c).

Las únicas *disyunciones* existentes son los desprendimientos de morteros empleados para cubrir sillares degradados (Fig. 3 d) o en otras reparaciones (Fig. 3 e).

Los sillares de explanación del templo, así como los más cercanos al suelo en la torre Sur, tienen redondeadas sus esquinas y aristas, algunos con mayor pérdida de material, probablemente por *arenizaciones* motivadas por mecanismos físico-químicos que, lógicamente, tendrían su mayor importancia en los tiempos en que corría agua por el canal ya mencionado (Fig. 3 f). También se observan *arenizaciones* debajo de los elementos sobresalientes como molduras y cornisas, donde se retiene más el agua de lluvia, con gran daño a veces para los elementos escultóricos, como es en el tímpano y el friso del segundo cuerpo de la portada de los Perdones.

Aunque con menor extensión y gravedad que en las fachadas oriental y meridional, también aquí se encuentran *picados* en la piedra estructural, sobre todo en la superficie Sur del contrafuerte antes mencionado por la gran altura de su humedad ascendente. Aquí pueden observarse *alveolizaciones* e incluso *cavernas* (Fig. 4 a). En algunos sillares estos huecos toman a veces la forma de *estriados*. Las *alveolizaciones* alcanzan su mayor expresión debajo de las cornisas superiores, allí donde se conjugan los dos factores principales que conducen a este tipo de indicador de alteración: la humedad, que accede por percolación, y la aireación, mayor en estas zonas más expuestas al viento (Fig. 4 b).

Naturalmente, donde más lamentables resultan los efectos de las alteraciones de la piedra por su repercusión estética y artística, es en la elegante portada de los Perdones. Se encuentra en un estado de mayor degradación que la portada Principal, sobre todo a la altura del segundo cuerpo donde, además de las arenizaciones ya comentadas, existen formaciones de grandes huecos, a veces en forma de *vermiculaciones* que atraviesan las columnas (Fig. 4 c).

the salts contained in the rising damp and whose disposition draws the contour of which this reaches (Fig. 3 b) exist in the adjacent areas to the ground. An enormous deposit of salts, of unknown origin and difficult to put down to the rising damp, exists on the grating and under the existing talus between the two buttresses situated to the right of the portal. Efflorescences are also seen at a great height where the said rising damp cannot reach. The majority are a consequence of the salts contained in the mortars although the contribution of marine aerosols cannot be ruled out (Fig. 3 c).

The only disjunction are the falls of mortars used in covering the degraded ashlars (Fig. 3 d) or in other repairs (Fig. 3 e).

The corners and salient angles of the leveling ashlars of the temple as well as those nearest the ground are rounded off. Some have a great loss of material, probably due to grain disgregations caused by physical-chemical mechanisms which, logically, would have a greater importance in times when water flowed through the aforementioned channel (Fig. 3 f). Grain disgregation is also seen under the projecting elements such as chapets and cornices, where more rainwater is retained, sometimes doing great damage to the sculptures such as the tympanum and wainscot of the second body of the Perdones portal.

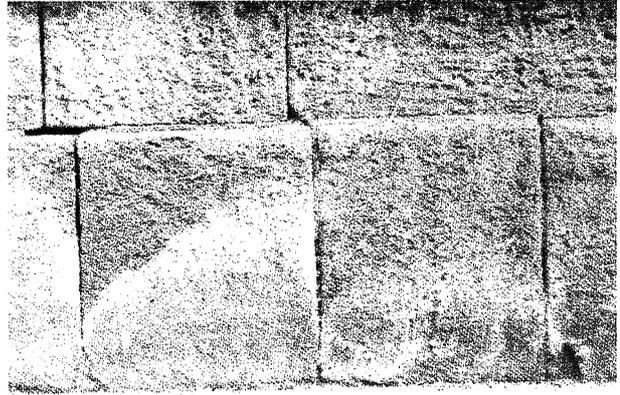
Pitting is also found here, although less widespread and serious than on the Eastern and Meridional façades, above all on the Southern surface of the aforementioned buttress due to the great height of its rising damp. Alveolar erosions and even cratering can be seen here (Fig. 4 a). In some ashlars these openings sometimes take the form of striations. The alveolar erosions reach their biggest significance under the upper cornices where the two main factors which lead to this type of deterioration are conjugated: humidity, by percolation, and ventilation, greater in these windswept areas (Fig. 4 b).

Naturally, it is on the elegant Perdones portal where the effects of stone deterioration due to its esthetical and artistic repercusion prove to be lamentable. It is in a greater state of degradation than the main portal, above all at the level of the second body where, besides the aforementioned grain disgregations formations of great holes exist that are sometimes vermiform striations which go through the columns (Fig. 4 c).



a) Líquenes y plantas superiores en zonas húmedas.

a) *Lichens and plants in humid areas.*



b) Eflorescencias debidas a sales de la humedad ascendente.

b) *Efflorescencies due to salts in the rising damp.*



c) Eflorescencias debidas a aerosoles marinos y a morteros.

c) *Eflorescencies due to marine aerosols and mortars.*



d) Disyunciones de morteros.

d) *Mortar disjunctions.*



e) Disyunciones y arenizaciones en zonas separadas con mortero.

e) *Disjunctions and grains disgregations in areas repaired with mortars.*

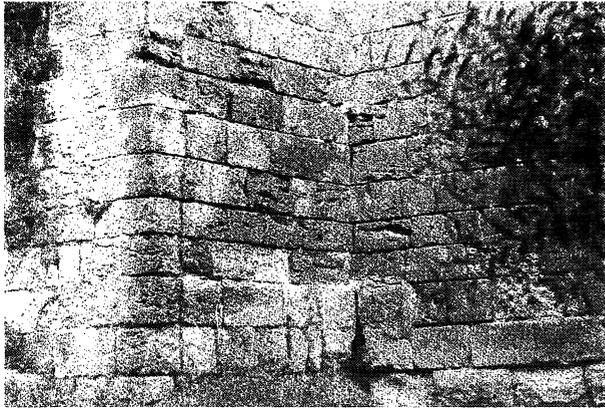


f) Arenizaciones en los sillares de explanación.

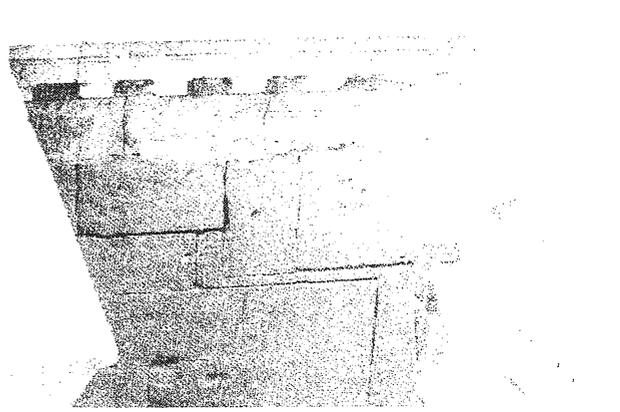
f) *Grain disgregation in the levelling ashlars.*

Fig. 3.—Indicadores visuales de alteración. Fachada Oeste. 1.ª lámina.

Fig. 3.—*Visual indicators of deterioration. Western Façade. 1.st picture.*



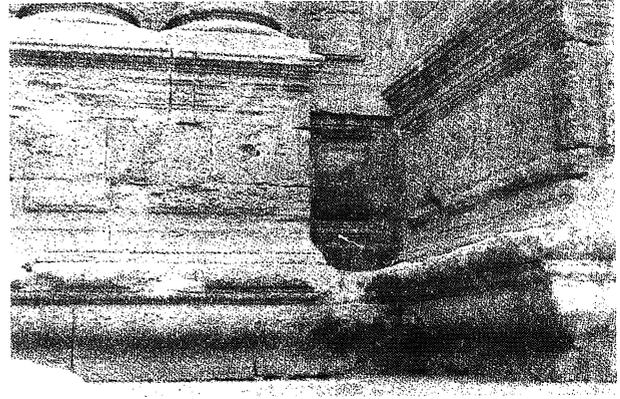
a) Picado, alveolización y cavernas en el contrafuerte.
 a) *Pitting, alveolar erosions and craters in the buttress.*



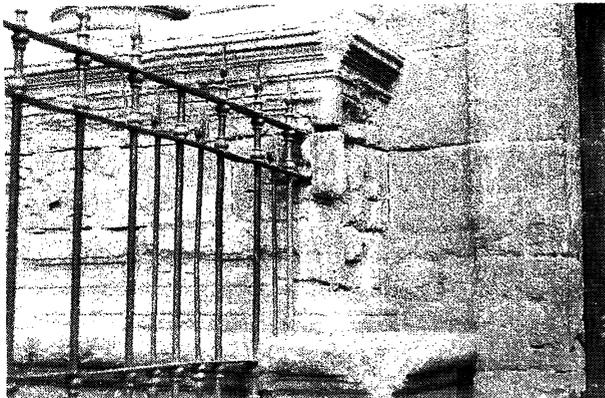
b) Alveolizaciones debajo de las cornisas.
 b) *Alveolar erosions under the cornices.*



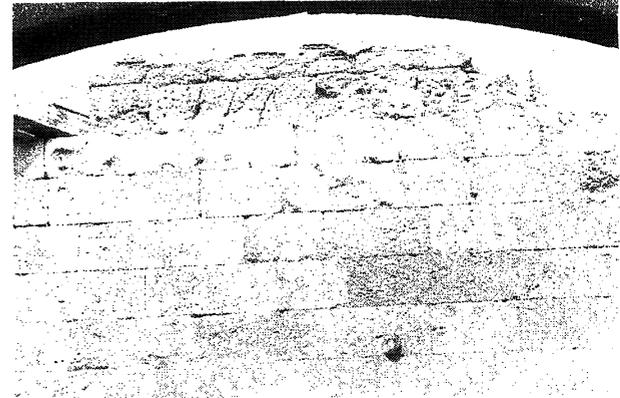
c) Grandes huecos en la portada de los Perdones.
 c) *Large holes in the Perdones portal.*



d) Fragmentaciones en los estilóbatos y en los escaños.
 d) *Spallings in the stylobates and benches.*



e) Fragmentaciones por oxidación-expansión de hierros y excoeraciones.
 e) *Spalling due to iron oxidations-expansion and excoerations.*



f) Alteración diferencial según la exposición al viento.
 f) *Differential deterioration according to wind exposure.*

Fig. 4.—Indicadores visuales de alteración. Fachada Oeste. 2.^a lámina.

Fig. 4.—*Visual indicators of deterioration. Western Façade. 2.nd picture.*

Este tipo de alteración se encuentra con cierta frecuencia y resulta difícil de explicar, sobre todo teniendo en cuenta que aparece al azar o, al menos, no de forma claramente ligada a un factor de alteración concreto, agrupadas en determinadas zonas y continuando de unos sillares a otros, como si la acción fuese ejercida desde el exterior.

Como ejemplo de *excoriación*, no falta en esta fachada la desafortunada regala para cable eléctrico, esta vez con mejor fortuna que en la portada Principal, pues se ha practicado en una zona menos notable. Las cabezas de león que circundan la base del campanario presentan cierta *erosión* que rebaja algo la talla.

En los zócalos, estilóbatos y escaños de la parte baja de la portada, los picados se extienden de forma generalizada. En esta misma zona se aprecian *fragmentaciones* que, en algunos casos, parecen ser debidos a malos tratos (Fig. 4 d) y otros a la oxidación-expansión de los hierros de la verja, lo que ha querido ocultarse, con poco éxito, mediante morteros (Fig. 4 e).

La figura 4 f presenta el muro de cerramiento del claustro en su orientación hacia el interior, es decir, hacia el Este. Puede observarse que la parte superior, que recibe los vientos de levante, se encuentra más alterada que la inferior, protegida de los mismos por la galería del claustro. Asimismo, la superficie orientada hacia el exterior, menos expuesta al viento como ya se ha comentado, también presenta menores indicaciones de alteración asociados a éste.

En resumen, la piedra estructural, que en general se encuentra en buen estado, presenta principalmente alteraciones de picado, aunque con menor abundancia y gravedad que en las fachadas Este y Sur. Las zonas en que se asocian humedad y viento presentan picado y alvealizaciones, de forma heterogénea entre unos sillares y otros. La portada de los Perdones es la parte más degradada, con formación de grandes huecos de diversas etiologías.

3.3. Fachada Sur

A esta fachada se encuentra adosado el claustro, del siglo XVIII, que se estudiará de forma separada de los muros exteriores.

Muros exteriores

Hay que distinguir dos paramentos, uno correspondiente al templo, cuya parte superior ha sido reconstruida con piedras del mismo litotipo, y otro al muro de cerramiento del claustro, cuyos antepechos se encuentran cubiertos prácticamente en su totalidad por materiales de reparación.

This type of deterioration is found quite frequently and proves difficult to explain, above all bearing in mind that it appears by chance or, at least, it is not clearly tied to a concrete factor of deterioration. They are grouped in certain areas and continue from some ashlar to others as if the action were exercised from outside.

As an example of excoriation, the unfortunate groove for an electric cable is not lacking, this time with more luck than on the main portal as it has been placed in a less distinguished area. The lion's heads which surround the base of the bell tower show a certain erosion which diminishes the carving.

Pittings are spread throughout the socles, stylobates and benches on the lower part of the portal. Spalling is observed in this same area which, in some cases, seems to be due to bad treatment (Fig. 4 d) and in others to iron oxidation-expansion of the grating which someone has unsuccessfully tried to hide by means of mortars (Fig. 4 e).

Figure 4 f shows the cloister enclosure wall oriented towards the interior, i. e., towards the East. It can be seen that the upper part, which receives the Eastern winds, is more deteriorated than the lower, protected by the cloister galleries. At the same time, the less wind-exposed surface facing the exterior also shows less indicators of deterioration associated to this.

In summary the structural stone, which is generally in good condition, mainly shows pitting although less abundantly and seriously than the Eastern and Southern façades. Heterogeneous pittings and alveolar erosions are seen between some ashlar and others in areas where humidity and winds are joined. The Perdones portal is the most degraded part with formation of great openings of diverse etiology.

3.3. Southern Façade

The cloister, XVIII century, is joined to this façade, which will be studied separately to the exterior walls.

Exterior walls

Two paraments have to be distinguished, one which corresponds to the temple, whose upper part has been reconstructed with stone of the same lithotype, and another corresponding to the enclosing wall of the cloister, whose parapets are practically totally covered by repair materials.

Por su orientación, esta fachada recibe los vientos dominantes del Sudoeste, cargados de aerosoles marinos.

No existe tráfico rodado en esta zona, puesto que al Sur del templo se encuentra el claustro y en el muro meridional el paso está cerrado por unas casas prácticamente adosadas al mismo, excepto en la esquina Sudoeste en que una estrecha calle separa al torreón de las casas vecinas.

En el muro Sur, como en el resto, existe humedad ascendente. Los agentes biológicos ennegrecen las superficies rampantes que coronan el zócalo, las barridas por el agua bajo las gárgolas y las albardillas de los antepechos donde, además, también los hay de color naranja. Una gran enredadera trepa hasta lo alto del muro y en el rincón junto al torreón oriental crecen otras plantas superiores.

En la parte del templo reconstruida en la década de los 60, a pesar del poco tiempo transcurrido, ya han aparecido los primeros síntomas de lo que será una progresiva e inexorable degradación, si no se toman las medidas pertinentes. En esta zona, orientada al mar y expuesta al viento y, sobre todo, en las áreas de mayor retención de humedad como es debajo de las cornisas, la piedra sufre una *disgregación* bastante generalizada (Fig. 5 a) que se convierte en *arenización* en ciertos elementos, como ocurre en las pequeñas mensulitas, que van perdiendo sus ángulos y va desapareciendo el labrado (Fig. 5 b).

En el muro meridional del claustro y en los torreones se distinguen tres zonas con diferente alteración. Al nivel del suelo, hasta donde alcanza la humedad ascendente, los sillares tienen sus aristas redondeadas por la pérdida de materia asociada a los fenómenos de cristalización y humectación-secado. Así mismo, son abundantes los *picados* y algunas *alvealizaciones* (Fig. 5 c).

Al ganar altura en el muro, tras una zona intermedia protegida del viento por las casas vecinas, con la piedra en buen estado, la parte alta, ya sin dicha protección, se encuentra degradada, con notables diferencias de alteración entre unos sillares y otros. Muchos de ellos presentan grandes huecos en forma de *caverna* y de grandes *vermiculaciones*, llegando algunos a atravesar el sillar de lado a lado en el antepecho (Fig. 5 d). Aquí son abundantes las reparaciones con morteros.

En la esquina, que se ofrece sin protección a la estrecha calle que la circunda, existen excoriaciones producidas por el roce de vehículos.

Due to its orientation this façade receives the dominating Southwestern winds laden with marine aerosols.

There is no circulating traffic in this area as the cloister is located to the South of the Temple and, at the meridional wall, the way is closed by some houses which practically joined, except on the Southwestern corner where a narrow street separates the keep from the neighbouring houses.

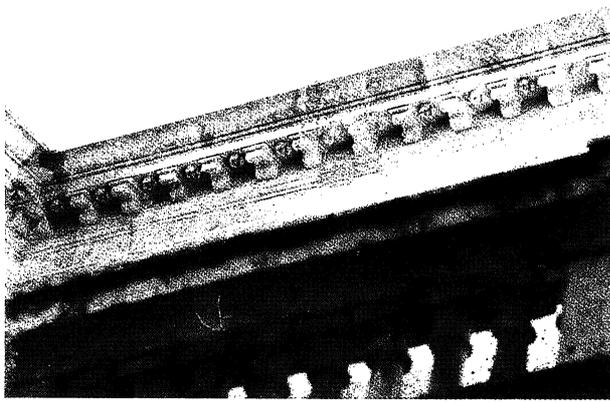
Rising damp exists on the Southern wall as it does on the rest. The biological agents blacken the rampant surfaces which crown the socle, those swept by water under the gargoyles and the capping of the parapets where, besides, there are also orange-coloured ones. A large winder climbs to the top of the wall and another higher plants grow in the corner next to the Eastern tower.

The first symptoms of what will be a progressive and inexorable degradation, if the pertinent measures are not taken, has already appeared in the part of the temple reconstructed during the sixties, although not much time has passed. In this area oriented towards the sea, exposed to the winds and, above all, in the areas of greater retention of humidity such as under the cornices, the stone undergoes a rather generalized disintegration (Fig. 5 a) which becomes grain disgregation in certain elements, as happens in the small brackets which lose their angles and carving (Fig. 5 b).

Three areas of different deterioration are found on the meridional cloister wall and in the fortified towers. The salient angles of the ashlar have been rounded off by loss of matter associated due to crystallization and humidification-drying phenomena at ground level and up to where the rising damp reaches. At the same time, pitting and alveolar erosions are abundant (Fig. 5 c).

As the wall gets higher, after an intermediate area protected from the wind by neighbouring houses, in a good state, the upper part without said protection is degraded with a notable difference in deterioration between some ashlar and others. Many of them show large holes in the form of craters and large vermiform striations, some of which cross the ashlar from one side to another on the parapet (Fig. 5 d). Repairs with mortars are abundant here.

Excoriations exist where vehicles have scraped the corner of the narrow street which surrounds this façade.



a) Disgregaciones en zonas restauradas.

a) *Disintegrations in restored areas.*



b) Arenizaciones en algunas mensulitas nuevas.

b) *Grain disgregations in some new small brackets.*



c) Picado en zonas bajas.

c) *Pitting in lower areas.*



d) Grandes huecos en zonas altas.

d) *Great holes in higher areas.*



e) Eflorescencias en el claustro.

e) *Efflorescences in the cloister.*



f) Separación de placas de morteros.

f) *Disjunctions of mortars plaques.*

Fig. 5.—Indicadores visuales de alteración. Fachada Sur y claustro.

Fig. 5.—Visual indicators of deterioration. Southern Façade and Cloister.



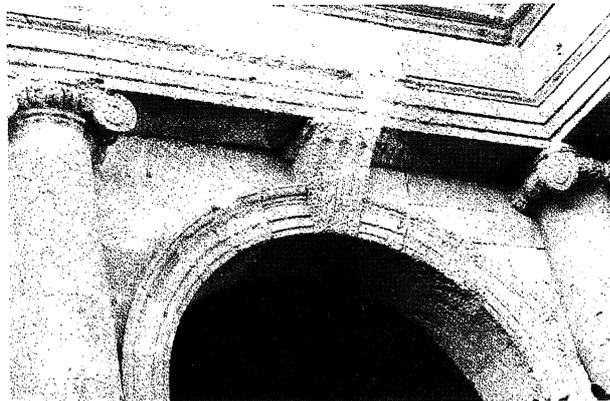
a) Arenizaciones en cornisas.

a) *Grain disgregations in cornices.*



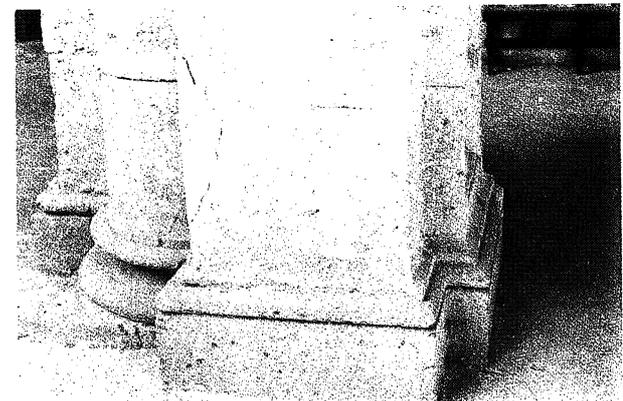
b) Picado y alveolización en 1985.

b) *Pitting and alveolar erosions in 1985.*



c) Picado y alveolización en 1987.

c) *Pitting and alveolar erosions in 1987.*



d) Fisuraciones.

d) *Fissuring.*



e) Rupturas en reparaciones en 1985.

e) *Ruptures in repairs in 1985.*



f) Rupturas en reparaciones en 1987.

f) *Ruptures in repairs in 1987.*

Fig. 6.—Indicadores visuales de alteración. Claustro.

Fig. 6.—Visual indicators of deterioration. Cloister.

El claustro

Aquí también se ha llevado a cabo una aplia labor de restauración, a nuestro juicio con peor criterio y resultado que en las anteriores, sobre todo por el método empleado para quitar el viejo enlucido, que ha dejado en muy malas condiciones esta piedra, ya de por sí de bajas propiedades mecánicas. La superficie ofrece el aspecto de haber sido abujardada, a pesar de lo dicho en contra en el anteproyecto, único documento encontrado con referencia a dichas obras. Algunas reparaciones se han efectuado con morteros en los que se empleó como árido la misma caliza con que se ha construido el edificio.

La mayor concentración de agentes biológicos de todo el conjunto catedralicio se da, como es natural, en la fuente existente en el centro del claustro, donde abundan las algas, líquenes y musgo, así como algunas plantas superiores.

Las *eflorescencias* son abundantes en el interior de las galerías, en sus bóvedas, arcos y tímpanos, y en la parte superior de los paramentos, manifestando así la probable filtración de agua. También aparecen debajo de las cornisas, sobre todo en el rincón Sudeste (Fig. 5 e). En las molduras y bases de las columnas, existen *depósitos* de polvo de la misma naturaleza que la piedra que revelan el continuo desprendimiento de materia de las superficies probablemente abujardadas.

Las reparaciones llevadas a cabo tampoco se han mostrado muy duraderas pues son frecuentes las *disyunciones* de grandes placas de mortero con piedra (Fig. 5 f).

Toda la superficie presenta un estado general de gran *disgregación*, de forma que al pasar la mano se desprenden granos. Debajo de las cornisas, donde concurren también fenómenos físico-químicos, existen *arenizaciones* con pérdida de materia (Fig. 6 a), más abundantes en las galerías Sur y Oeste. En esta zona puede observarse cierta evolución en el tiempo *picados* y *alveolizaciones* (Fig. 6 b, de 1985, y c, de 1987).

En las reparaciones mencionadas se dan todo tipo de *rupturas* como *fracturas*, *fisuras* (Fig. 6 d) y *fragmentaciones*, sujetas también a un importante avance en pocos años (Figs. 6 e, de 1985 y f, de 1987).

En resumen, las zonas afectadas por los vientos presentan disgregaciones y picados, siendo lamentable que las magníficas reconstrucciones de Cassinello, que han iniciado el camino inexorable de la degradación, no hayan recibido, hasta hoy, tratamiento alguno de conservación.

The Cloister

Large restoration work has also been carried out here, in our judgement with worse criteria and results than the precedent, above all due to the method used to take off the old coat of plaster, which has left the stone, which already had low mechanical properties, in bad condition. The surface shows an aspect of having been worked with granulating hammers, in spite of what was said against it in the draft project, the only document found in reference to said works. Some repairs have been carried out with mortars in which the same limestone which the building was constructed with were used as aggregates.

The greatest concentration of biological agents in all the Cathedral building is, as is natural, in the fountain that exists in the centre of the cloister, where algs, lichens and moss are abundant as well as some higher plants.

The efflorescences abound in the gallery interiors, in its domes, arches and tympanums and the upper part of the paraments so showing probable water leakage. They also appear under the cornices, above all in the Southeastern corner (Fig. 5 e). Deposits of dust of the same nature of the stone exist in the chaplets and column bases which reveal the continuous fall of material from the probably granulating hammers worked surfaces.

The repairs which have been carried out have not been very lasting as disjunctions of large plaques of mortar with stone (Fig. 5 f) are frequent.

All the surface shows a general state of disintegration so that grains fall off when rubbing with one's hand. Grain disgregations exist with loss of material (Fig. 6 a) under the cornices, where physical-chemical phenomenon also coincide; and which are more abundant in the Southern and Western galleries. A certain evolution in time of pittings and alveolar erosions can be seen in this area (Fig. 6 b, 1985, and 6 c, 1987).

All kinds of ruptures such as cracks, fissures (Fig. 6 d) and spalling are seen in the aforementioned repairs which are subjected to an important forwardness within a few years (Fig. 6 e, 1985, and 6 f, 1987).

In summary, the wind-affected areas show disintegration and pitting, being lamentable that Cassinello's magnificent restorations have begun the inexorable road to degradation without having received any treatment for their conservation to date.

En el claustro, las labores realizadas se están deteriorando gravemente y en ocasiones se han mostrado perjudiciales. Las cornisas sufren disgregaciones que evolucionan con el tiempo, arenizaciones ya en algunos casos.

3.4. Fachada Este

En la mitad Norte de esta fachada es donde con mayor extensión se llevaron a cabo las ya mencionadas reconstrucciones del arquitecto Cassinello. Toda la fachada pertenece al mismo litotipo, incluidas las restauraciones.

La figura 7 a, muestra simultáneamente el gran cuidado puesto en estas restauraciones, como ilustra el sencillo detalle del uso de tacos de goma para evitar los daños tan usuales de la oxidación-expansión de los clavos, colocados entre los sillares, así como la dificultad que entraña la elección de morteros que soporten el paso del tiempo.

Esta fachada se encuentra bien barrida por los fuertes vientos de levante. No existen altos edificios cercanos, excepto en la cabecera del templo donde, además, la calle se hace muy angosta. Una plaza abre el espacio en el centro, y en la mitad Sur unas casas bajas adosadas al muro ocultan su parte inferior. El tráfico es escaso. La humedad ascendente hace acto de presencia como en las demás fachadas, siendo muy heterogénea la altura alcanzada por la misma.

Los líquenes negros de las superficies lavadas (Fig. 7 b) junto con otros naranjas de las superficies rampantes y algunas plantas superiores en las gárgolas son los agentes biológicos a destacar. También aumenta el desarrollo de líquenes, y quizás de algas, en los paramentos más umbríos orientados al Norte (Fig. 7 c).

La forma geométrica de las almenas y la orientación de sus superficies hace perfectamente visible la costra superficial formada por meteorización (Fig. 7 d). La superficie curva superior recibe el agua de lluvia que, al penetrar en la porosa caliza, acelera la modificación de sus características químicas y mineralógicas, haciéndola más dura y de un color más claro.

La utilización de morteros inadecuados termina con la caída de los mismos, arrastrando parte del material subyacente que queda arenizado (Fig. 7 e).

Al igual que se indicó en la fachada Sur, ya han aparecido arenizaciones y alveolizaciones en algunas piedras nuevas de zonas reconstruidas, sobre todo en las superficies orientadas al Sudeste, barridas por los vientos de levante (Fig. 7 f).

In cloister the work carried out is being seriously deteriorated and on occasions have been harmful. The cornices have disintegrations, in some cases they are already grain disgregations, which evolve with time.

3.4. Eastern Façade

It is on the Northern half of this façade where the greater extension of Cassinello's aforementioned restorations were carried out. All the façade belongs to the same lithotype, including the restorations.

Figure 7 a, simultaneously shows the great care taken in these restorations, such as the simple use of rubber plugs to avoid the normal damage of the nail oxidation-expansion, placed between ashlar, as well as the difficulty in choosing mortars which can stand the passing of time.

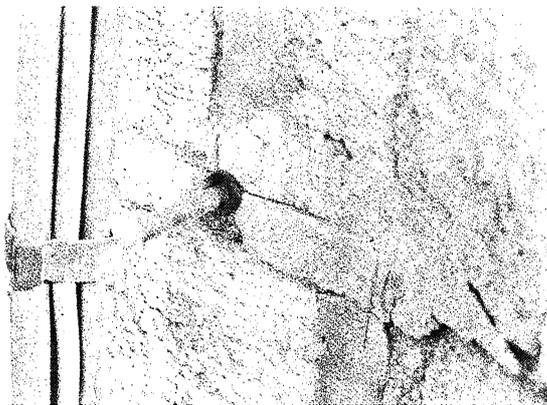
This façade is well swept by strong eastern winds. There are no high buildings nearby except at the head of the temple where the street gets narrower. A square opens in the centre and some low houses joined to the wall hide the lower part of the Southern half. The rising damp appears as on the other façades; the height it reaches is very heterogeneous.

The black lichens on washed surfaces (Fig. 7 b) together with the orange ones on the rampant surfaces and some higher plants on the gargoyles are the outstanding biological agents. The development of lichens, and perhaps the algs, also increase on the more shaded paraments oriented towards the North (Fig. 7 c).

The geometrical shape of the merlons and the orientation of their surfaces make the superficial crust by meteorization (Fig. 7 d) easily seen. Then upper curve receives rainwater which, on penetrating the porose limestone, accelerates the change of its chemical and mineralogical characteristics and makes it harder and lighter in colour.

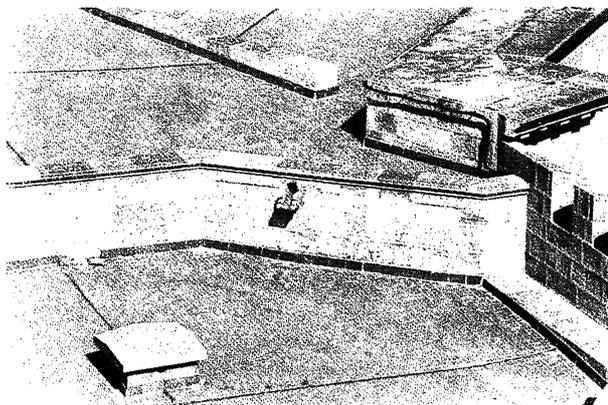
The use of ill-suited mortars ends with them falling, tearing away part of the underlying material which becomes grain-disgregated (Fig. 7 e).

Grain disgregation and alveolar erosions on some newstones in the reconstructed areas have appeared as the Southern façade, above all on the surfaces facing Southeast, swept by the Eastern winds (Fig. 7 f).



a) Protección contra la oxidación y expansión de los hierros.

a) *Protection against oxidation and expansion of irons.*



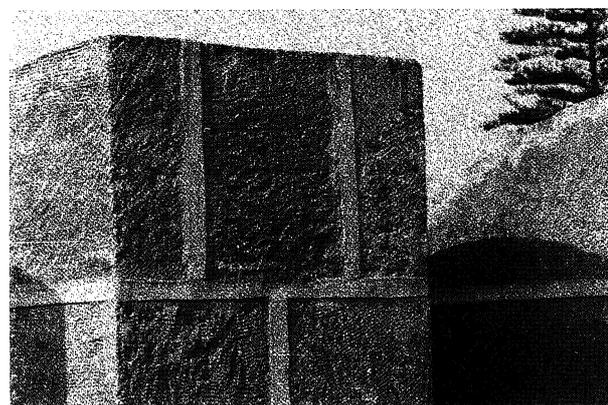
b) Líquenes en las superficies lavadas.

b) *Lichens on washed surfaces.*



c) Líquenes y plantas superiores.

c) *Lichens and higher plants.*



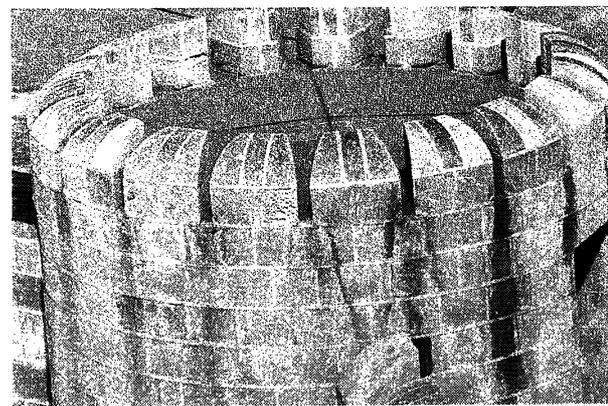
d) Costra por meteorización.

d) *Crust by meteorization.*



e) Caída de morteros y arenizaciones.

e) *Fall of mortars and grain disgregations.*

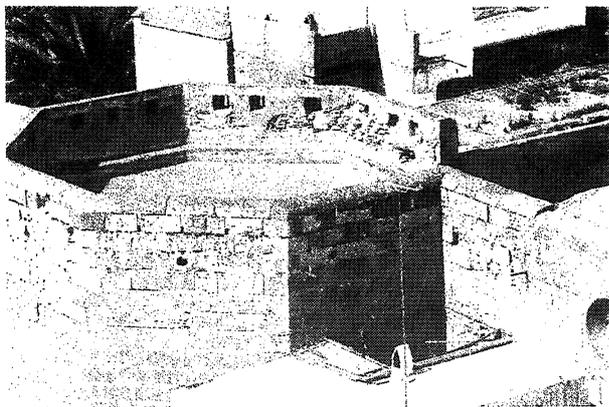


f) Alveolizaciones en zonas reconstruidas.

f) *Alveolar erosions in reconstructed areas.*

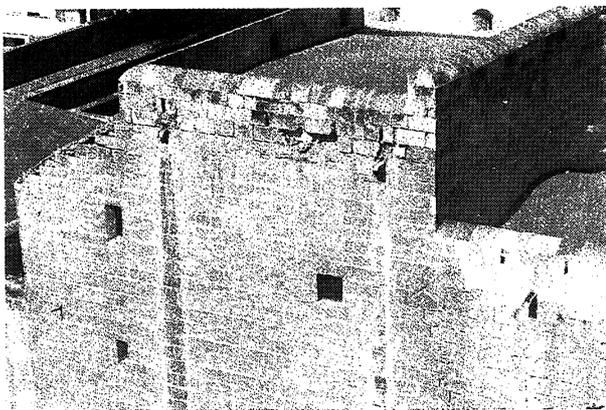
Fig. 7.—Indicadores visuales de alteración. Fachada Este. 1.ª lámina.

Fig. 7.—*Visual indicators of deterioration. Eastern Façade. 1.st picture.*



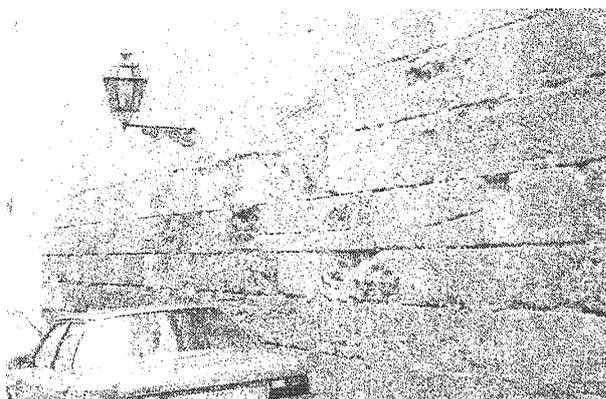
a) Huecos en antepechos de la torre.

a) *Holes in the tower parapets.*



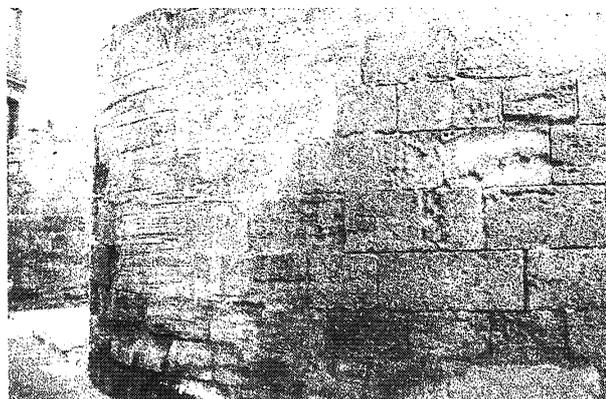
b) Huecos en zonas altas.

b) *Holes in higher zones.*



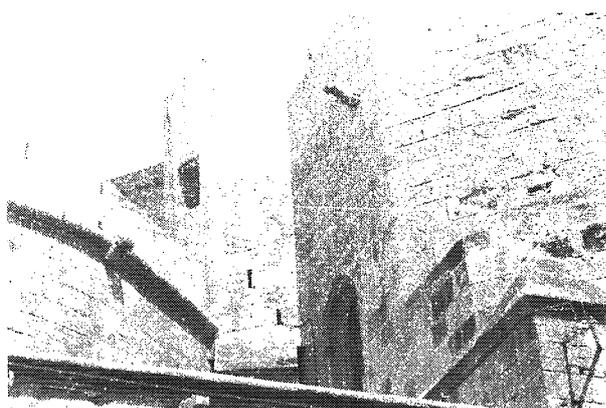
c) Alveolizaciones y cavernas en zonas bajas húmedas.

c) *Alveolar erosions and craters in low, humid areas.*



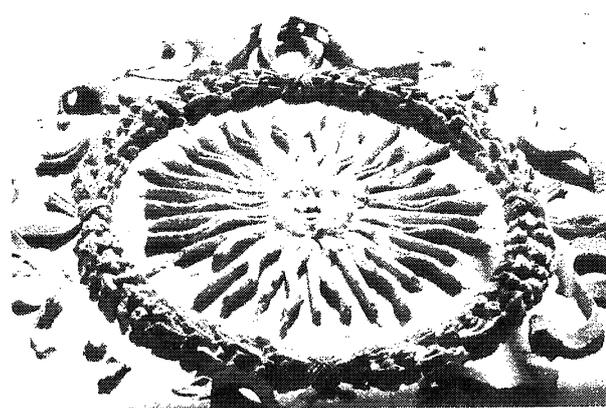
d) Huecos diversos en zonas bajas y excoiaciones.

d) *Diverse holes in low areas and excoiaciones.*



e) Huecos por ametrallamientos e impactos de obuses.

e) *Holes due to machine gun and obus impacts.*



f) Fracturaciones y fragmentaciones en el sol de Portocarrero.

f) *Cracking and spallin in the Portocarrero sun.*

Fig. 8.—Indicadores visuales de alteración. Fachada Este. 2.ª lámina

Fig. 8.—*Visual indicators of deterioration. Eastern Façade. 2.ª picture.*

Los *picados* se extienden por toda la fachada, convirtiéndose en *alveolizaciones* y *cavernas* en las zonas más altas de los paramentos (Figs. 8 a y b), y en las zonas bajas húmedas, donde a veces los huecos toman forma de *estriados*, ya como *acanaladuras*, ya como *vermiculaciones*, existiendo una gran diferencia de degradación entre unos sillares y otros (Figs. 8 c y d). La altura que alcanza la humedad ascendente es muy heterogénea, como puede observarse simplemente por la coloración más oscura, siendo las zonas más húmedas las más alteradas.

En la torre Nordesde, en la parte más estrecha de la calle, existen excoriaciones producidas por el paso de vehículos (Fig. 8 c). No siempre los huecos proceden de causas naturales ni son excoriaciones fortuitas, como los que muestra la figura 8 e, fruto de ametrallamientos e incluso de impactos de obuses de cañonazos lanzados desde barcos, en la última guerra civil española. Quizás el último acoso, esta vez más destructor simplemente que conquistador, que reciba esta noble catedral en su carisma inicial de iglesia-fortaleza.

Es obligado hacer referencia al magnífico sol de Portocarrero, cuya preciosísima decoración se encuentra mutilada por *fracturaciones*, seguida de pérdidas de *fragmentos* (Fig. 8 f).

En resumen, las mayores alteraciones se localizan en los antepechos que no han sido reconstruidos y en las zonas adyacentes a la calle, donde aparecen huecos de diversa índole, a veces en forma de cavernas. Es de destacar la alveolización y arenización que, deprecativa de medidas urgentes, aparece ya en las zonas reconstruidas.

3.5. Interior

En la restauración llevada a cabo por la Dirección General de Bellas Artes en 1982 se sustituyeron los sillares de ocho bases de columnas, aislándolos de la humedad ascendente mediante láminas de plomo. La piedra utilizada en general fue del mismo tipo, algunos que se colocaron parece ser que proceden de Valladolid. En esta restauración se picaron los paramentos en toda su altura para eliminar el revestimiento de los mismos y dejar, así, la piedra vista. Así mismo, se finalizó con un tratamiento de resina acrílica. Las zonas tratadas fueron las naves, crucero, girola, ábsides y sus capillas laterales, sacristía, pilastras y bóvedas. Desde entonces no cesa de caer continuamente un polvo fino que, en los lugares en que no se hace habitualmente limpieza, se acumula en gran cantidad (Fig. 9 a).

Las *efflorescencias* son abundantes en zócalos y bases afectadas por la humedad del suelo (Fig. 9 a), así como en zonas altas a las que la humedad llega desde el exterior (Fig. 9 b).

Pittings are spread all over the façade, becoming alveolar erosions and crater formations on the higher areas of the paraments (Fig. 8 a & b) and on the lower humid areas where the openings sometimes become striation forms as either channeled or vermiform striation with a great difference existing between some ashlar and other (Fig. 8 c & d). The height the rising damp reaches is very heterogeneous as can be seen simply by the darker colouring; the more humid areas are the more deteriorated ones.

Excoriations as a result of the passing vehicles exist in the narrowest part of the street at the Northeastern tower (Fig. 8 c). The holes do not always originate from natural causes nor are the excoriations fortuitous, as figure 8 e, shows. They are the result of machine-gunning and shelling from ships during the last Spanish Civil War. Perhaps it is the last attack, more destructive than conqueror, which this noble Cathedral receives as a church-fort.

It is necessary to refer to the magnificent "sol de Portocarrero" whose abundant decoration is mutilated by cracking, followed by spalling (Figure 8 f).

In summary, the bigger deteriorations are found in the parapets which have not been reconstructed and in areas adjacent to the street where holes of different tempers appear, sometimes as craters. Alveolar erosions and grain disgregation which, in high need of urgent measurer, appear on reconstructed areas are outstanding.

3.5. Interior

In 1982, in the restoration carried out by Dirección General de Bellas Artes, the ashlars of eight column bases were substituted, isolating them from the rising damp through lead sheeting. In general, the same type of stone was used although some which were placed seem to come from Valladolid. In this restoration the paraments were stripped at every level to eliminate their coating and so let the stone be seen. At the same time a acrylic resin treatment was used as a finish. The areas under treatment were the naves, transept, ambulatory, apsis and its lateral chapels, sacristy, pillars and vaults. A fine powder has not ceased to fall and in the places where cleaning is not usual a great amount has accumulated (Fig. 9 a).

The efflorescences are abundant in socles and bases affected by the humidity of the ground (Fig. 9 a) as well as in the upper areas in which the humidity comes from outside (Fig. 9 b).



a) Depósitos de polvo y eflorescencias.
a) *Deposits of dust and efflorescences.*



b) Eflorescencias en zonas altas.
b) *Efflorescences in higher areas.*



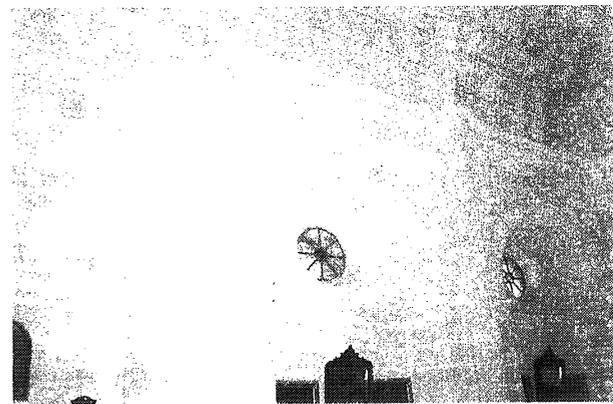
c) Arenizaciones en zonas bajas.
c) *Grain disgregation in low areas.*



d) Fragmentaciones en decoraciones.
d) *Spallings in decorations.*



e) Fragmentaciones en decoraciones.
e) *Spallings in decorations.*



f) Alveolizaciones en la sacristía.
f) *Alveolar erosions in the sacristy.*

Fig. 9.—Indicadores visuales de alteración. Interior.

Fig. 9.—Visual indicators of deterioration. Interior.

Las zonas bajas son las de mayor degradación, fundamentalmente por *arenizaciones* inducidas por la presencia de sales (Fig. 9 c).

Los festones que adornan los arcos de las capillas y de las puertas sufren la pérdida de numerosos *fragmentos* que mutilan sus figuras, sobre todo, también, en las partes inferiores (Figs. 9 d y e).

La sacristía se encuentra en similar estado. En general, la decoración de arcos, tímpanos, etc., se conserva bien, excepto en determinados lugares en que tiene acceso la humedad procedente del exterior, donde algunas figuras han perdido parte de su superficie, con cierto aspecto de *alveolizaciones* (Fig. 9 f).

The lower areas are the most greatly degraded, basically due to grain disgregations caused by the presence of salts (Fig. 9 c).

The garlands which adorn the chapel arches and doors undergo the loss of numerous fragments which mutilate their figures, above all, in their lower parts (figures 9 d & e).

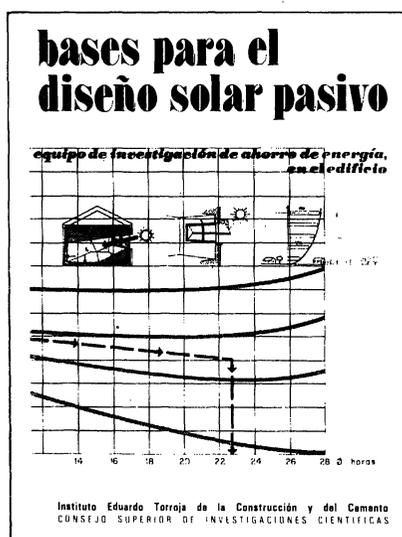
The sacristy is in a similar state. In general, the decoration of arches and tympanums are well-conserved except in certain places in which humidity from outside can get in, where some figure have lost a part of their surface with a certain aspect of alveolar erosions (Fig. 9 f).

BIBLIOGRAFIA

- ALCALDE, M.: Sintomatología de alteraciones de las Catedrales de Sevilla, Cádiz y Almería. Ed. Universidad de Sevilla. 1990.
- Atlas Climático de España. INM. Madrid, 1983.
- FONT, I.: Climatología de España y Portugal. INM. Madrid, 1983.
- MARTIN, A.: Ensayos y experiencias de alteración en la conservación de obras de piedra de interés histórico-artístico. Ed. Ceura. 1990.
- RODRÍGUEZ, M.; RAMOS, L.; LÓPEZ, J.; SÁNCHEZ, M.: La catedral de Almería. Ed. Everest, 1975.
- TAPIA, J.: Almería piedra a piedra. Almería, 1985.

* * *

publicación del ICCET/CSIC



Equipo de Ahorro de Energía en el edificio

Dirección y coordinación:
Arturo García Arroyo

M.^a José Escorihuela
José Luis Esteban
José Miguel Frutos
Manuel Olaya
Bernardo Torroja

selectividad en la aplicación de los sistemas y procedimientos pasivos dando origen a un ecumenismo arquitectónico solar, al margen de las condiciones climáticas y funcionales específicas de cada caso y lugar.

En este libro, utilizando criterios y metodología pedagógicos, se dan los fundamentos e instrumentos teórico-prácticos necesarios para el planteamiento de todo proyecto arquitectónico solar pasivo, de acuerdo con los principios éticos y económicos de conservación y ahorro de energía. Es decir: respeto de los presupuestos bioclimáticos, búsqueda de la máxima captación y acumulación de la radiación solar, y esmero en el aislamiento térmico de los cerramientos.

Un volumen encuadernado en cartulina ibiza plastificada, a cinco colores, de 16 × 23 cm, compuesto de 216 páginas, 217 figuras, 87 gráficos, 19 tablas y 10 cuadros.

Las dificultades de suministro y el alto coste de los productos energéticos convencionales han despertado la atención de los usuarios, técnicos e industriales de la edificación hacia los procedimientos y sistemas en que se basa el aprovechamiento de otras fuentes alternativas de energía, principalmente la solar. Esto ha generado un rápido desarrollo industrial y comercial que, en opinión de los autores de este libro, arrastran los siguientes defectos: un mimético tecnologismo respecto de los sistemas convencionales que violenta las peculiaridades de la energía solar (baja densidad y variabilidad en el tiempo), y una escasa