

Patología de monumentos por técnicas de proceso digital de imágenes

M^aC. Angel Martínez (*), J. Martínez Murciano (*), F. Rodríguez Mateos (**), J.M^a. Nieto (*) y N. Prendes Rubiera (****)

(*) Consultores.

(**) HUNOSA.

(****) CEDEX-MOPTMA. c/ Alfonso XII, 3 y 5. 28014. Madrid.

ABSTRACT

The forms of degradation presented in the "Ermita de la Bureba" are identified and morphologically studied, using digitized images. A methodology is proposed in order to discriminate alveolar weathering, striations, disgregations, etc., in the binary image, obtained by digital processing and using the expertly sifting algorithm. The new image produce information on the morphological properties of this alteration.

Key words: Proceso digital de imágenes, alteración, patologías, mapas de propiedades

Geogaceta, 20 (5) (1996), 1226-1227

ISSN:0213683X

Introducción

La utilización de las técnicas de tratamiento digital de imágenes en la evaluación y diagnóstico de monumentos se centró en la determinación de los parámetros petrográficos (1,2) de los materiales constituyentes (3). Otros autores (4), considerando el monumento en su conjunto, evaluaron los daños sufridos, mediante la técnica del "falso color", consiguiendo discriminar zonas sanas y alteradas, de acuerdo con las "texturas" de los materiales y sus patologías asociadas.

La introducción de operadores lógicos permite generar nuevos mapas de intersección de propiedades, muy útiles a la hora de buscar relaciones causa-efecto entre patologías (humedad) y el estado de la fachada (arenizaciones, etc.). El resultado son nuevas imágenes, o planos, con información selectiva.

Materiales

Esta ermita es, tanto arquitectónica (con una sola nave de tres tramos, de abside semi-circular) como escultóricamente, una de las más importantes manifestaciones del románico burgalés. Destaca su portada (data de 1175, según se puede leer en su dintel), de triple arquivolta, con abundancia de figuras y motivos ornamentales (figura A), que se extienden a los capiteles y fustes de las columnas.

La iglesia, construida con sillares de las areniscas y molas miocenas, de una cantera próxima, presenta un estado bastante precario, apreciándose tanto problemas estructurales como de alterabilidad.

Proceso digital de imágenes. Metodología

Esta técnica se basa en la transformación de una imagen en una matriz numérica que pueda ser leída e interpretada por un ordenador. El resultado es una matriz de (M*N) puntos, donde cada uno de ellos (pixel) tiene un valor determinado de nivel de gris que se correlaciona con uno cromático en la imagen original (5). Sobre este proceso -digitalización- se elabora una imagen óptima (imagen restaurada), basándonos en el criterio de calidad que viene definido por el valor cuadrático medio de la diferencia entre las imágenes obtenidas y las que se podrían obtener en ausencia de esa degradación (6).

Sobre la imagen óptima aplicamos el algoritmo de segmentación o umbralización (selección) de los niveles de gris que la componen, elaborando diferentes tipos de imágenes, con información complementaria, a partir de la original y sobre las que vamos a realizar los procesos de cuantificación y extracción de la información (7).

En el caso de esta ermita nos interesa obtener las siguientes imágenes clasificadas:

Posición de cada sillar o imagen máscara (figura C); Imagen textural (figura D), que nos proporcionará información sobre los rasgos internos de cada sillar; Litológica (figura E), que identifica la naturaleza de cada sillar y Patologías (figura E), que nos dará las lesiones y su posición dentro del monumento.

La Imagen Máscara o delineación de los sillares se obtiene segmentando la imagen original en los rangos más bajos del histograma (15-36). El proceso de segmentación da lugar

a una imagen binaria. Para una mejor representación de los sillares, hemos aplicado un algoritmo de "thinning" o adelgazamiento (7), seguido de una criba de objetos, para eliminar los ruidos de fondo de la imagen original (figura C). La Imagen Textural se obtiene por aplicación de un filtro matricial tipo Sobel que tiene la propiedad de remarcar las pequeñas variaciones en los niveles de gris (bordes, fisuras, lineaciones, etc.).

La imagen litológica se genera en base al estudio del histograma de niveles de gris, agrupando los que se asocian a cada litología, generando imágenes clasificadas (8). En la figura E se han representado en rosa, los materiales calcáreos, mientras que en verde las areniscas.

Para las Patologías hemos utilizado dos tipos diferentes de operaciones (9,10). Por una parte, y mediante perfiles de línea "line profile" hemos calculado el rango de niveles de gris de cada alteración (las pátinas oscuras, por ejemplo, desplazan el histograma de grises hacia el 0), realizándose una multi-segmentación, tomando como umbrales los diferentes valores máximos y mínimos deducidos. Para los procesos de arenización, erosión alveolar, etc., (que afectan a la morfología del material), hemos recurrido a la imagen textural, obteniendo, a partir de ella, la binaria correspondiente y procediendo, mediante morfología matemática, a un relleno de estructuras. El resultado puede verse en la figura E, en la que en gris oscuro nos aparecen las zonas con pátinas, en violeta, las zonas de mortero, en amarillo, las picaduras y alveolizaciones; en azul

plomizo, las arenizaciones y en gris siena, las zonas de estriación.

Mapas de alteración

A partir de las anteriores consideraciones, y una vez obtenidas las diferentes cartografías, deducidas por técnicas digitales de imágenes, se elaboran las siguientes tablas de propiedades:

Conclusiones

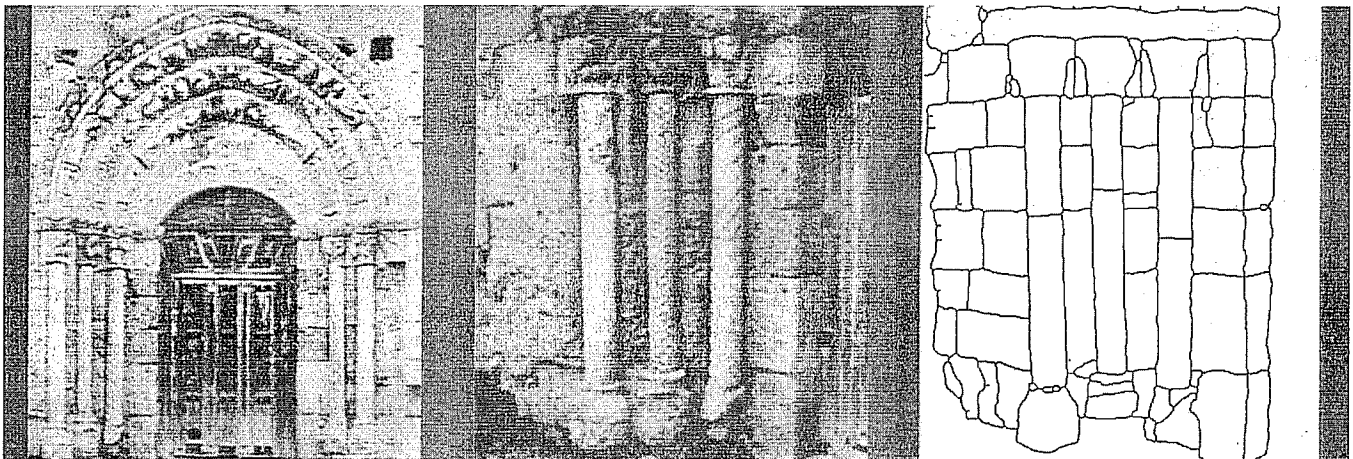
El proceso digital de imágenes es una técnica no destructiva, que puede utilizarse en la evaluación del estado de deterioro y la relación de propiedades, a partir de imágenes (termografías, fotografías, etc.), que se tratan como una matriz numérica. la introducción en soporte informático de toda esta información posibilita una alta gestión de datos, numéricos y gráficos, de gran fidelidad, resolución y, sobre todo, objetividad, facilitando el proceso de diagnóstico, permitiendo análisis globales de toda la estructura.

Referencias

(9) M^a C. Angel et. al., en *Materiales de construcción* (1995), in pres.
 (8) M^a.C. Angel & B. Martíñez, en *VI. Simp. Nac. de Rec. de Form y Anal. de Im.* (1995), Tomo I. 511-18.
 (7) A. Bel-lan and M. Montoto, in *Signal processing* 3.(1981). 37-47.
 (2) A. Bel-lan, en su *tesis doctoral*, (1984). Universidad de Oviedo. 37-9.
 (6) A. Domingo, en *Tratamiento digital de imágenes*, (1992). Guía Monográfica. 42.
 (4) R^a.M. Esbert and M. Montoto, in *ICOMOS, pavia meeting* (1986). 2-4.
 (5) R^a.M. Esbert et al., en *Rev. de Arqueología*. (1992), Año XIII, nº139. 7-11.
 (10) B. Fitzner, Adv. Wor. «*Anal. Method. for the Invest. of Dam. St.*» Pavia, Italy (1990), 1-24.
 (3) L. Valdeon et al., en *Materiales de Construcción* (1985), vol. 35. 41-48.
 (1) F. Zezza, Adv. Wor. «*Anal. Method. for the Invest. of Dam. St.*» Pavia, Italy (1990), 163-84.

PATOLOGIAS	LITOLOGIAS		NIVELES DE GRIS			TIPO DE ALGORITMO	MORTERO
	Calizas	Areniscas	R	V	A		
<u>Arenizaciones</u>	<u>17.65</u>	<u>82.35</u>	<u>125</u>	<u>124</u>	<u>200</u>	<u>Sobel</u>	
<u>Picaduras y alveolos</u>	<u>89.12</u>	<u>10.88</u>	<u>200</u>	<u>204</u>	<u>50</u>	<u>Criba experta (>0.6)</u>	<u>8%</u>
<u>Pátinas</u>	<u>77.18</u>	<u>22.82</u>	<u>15</u>	<u>8</u>	<u>101</u>	<u>Niveles de gris</u>	<u>92%</u>
<u>Estrías</u>	<u>8.7</u>	<u>91.3</u>	<u>100</u>	<u>90</u>	<u>140</u>	<u>Criba experta (<0.4)</u>	

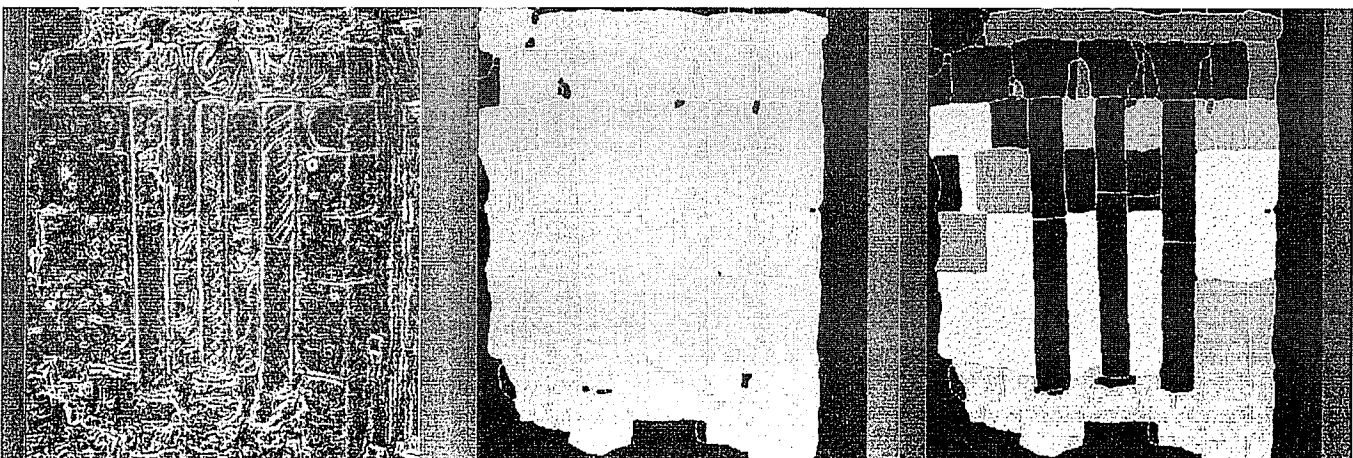
CARTOGRAFIA DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES POR TRATAMIENTO DE IMAGENES



A.- Portada de la Ermita de Bureba

B.- Aspecto del dintel

C.- Imagen máscara



D.- Imagen textural

E.- Imagen con las litologías

F.- Mapa de alteraciones