

# Catálogos de litotipos empleados en el Patrimonio Inmueble Andaluz



**Rosario Villegas Sánchez**  
*Departamento de análisis  
Instituto Andaluz del  
Patrimonio Histórico*

La piedra es un material empleado con profusión en el Patrimonio Inmueble, en general, y en nuestra comunidad en particular. El estado de alteración de los edificios depende en gran parte de las características de los materiales utilizados, lo que se denomina factores de alteración intrínsecos. Cuando se acomete una intervención de conservación-restauración, es imprescindible conocer los materiales sobre los que se va a actuar, sus propiedades, las alteraciones que presentan y su posible respuesta a los tratamientos que se vayan a realizar.

En un edificio se encuentran dos grupos de materiales inorgánicos diferentes; aquéllos manufacturados: ladrillos y otras cerámicas, morteros, revestimientos, etc, y los no preparados, la piedra. En el caso de los primeros, su composición y, por tanto, sus características pueden variar apreciablemente de un edificio a otro e incluso en distintas zonas de un mismo edificio, por lo que deben ser estudiados específicamente en cada caso.

Por el contrario, la piedra de una determinada cantera mantiene similares características (dentro de ciertos límites) en todos los edificios donde se haya utilizado; es-

tas características contribuyen a explicar, en gran medida, su comportamiento y el estado de conservación y los indicadores de alteración que presenta. Por ello, sí que es posible utilizar los datos obtenidos en un edificio o en la propia cantera como información de partida para aquellos otros donde se encuentren los mismos litotipos.

Diversos equipos de investigación, especialmente de las Universidades y más recientemente del I.A.P.H., se vienen dedicando desde hace bastantes años, a estudiar los distintos materiales pétreos empleados en el Patrimonio Inmueble andaluz, cubriendo entre todos ellos prácticamente todas las provincias de la Comunidad y una gran parte de los monumentos existentes.

Sin embargo, los resultados de estas investigaciones se difunden en círculos científicos relativamente restringidos y muchas veces no llegan a los que deberían ser sus usuarios principales, los arquitectos y restauradores encargados de llevar a cabo proyectos de conservación-restauración de los edificios. De esta forma, cuando se va a llevar a cabo la intervención, en ocasiones se duplican los estudios analíticos de los materiales y otras veces no se llegan a realizar estos análisis.

Para intentar paliar, al menos en parte, esta situación, el I.A.P.H. ha tomado la iniciativa de recopilar y publicar todos los datos disponibles de materiales pétreos empleados en nuestra comunidad y procedentes, la mayoría de ellos, también de canteras de la región. Se ha elaborado una ficha, lo más amplia posible, en la que se recogen las características más significativas de cada litotipo, además de su procedencia y algunos ejemplos de edificios donde se haya utilizado. En la primera parte se ha utilizado la propuesta de descripción petrográfica que aparece en este mismo número; los métodos usados para la determinación de las restantes características se irán publicando dentro del Programa de Normalización de Estudios Previos que tiene en marcha el I.A.P.H.

En esta fase han participado activamente, junto con el Departamento de Análisis del Centro de Intervención, el Departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada y el Departamento de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad de Sevilla. Los materiales pétreos cuyas características se van a ir publicando periódicamente son fundamentalmente los estudiados por estos tres grupos, pero nos

gustaría recibir aportaciones de otros investigadores con los datos correspondientes a las piedras sobre las cuales hayan trabajado.

La ficha se estructura en forma de tablas, que pueden utilizarse para una o más variedades de un mismo litotipo. En la primera parte se recogen las características mineralógico-petrográficas y la composición química; a continuación las propiedades físicas y mecánicas; en tercer lugar el comportamiento hídrico en forma de gráficas de absorción y desorción de agua, junto con los valores numéricos. Por último, se incluyen unas consideraciones muy resumidas sobre el comportamiento del material (o de las diversas variedades), y fotografías de microscopía óptica y del aspecto macroscópico y alteraciones características de la piedra.

Los datos recogidos en las fichas que se publican en este número y posteriores proceden de trabajos de investigación y/o Tesis doctorales en los que han participado los siguientes investigadores:

#### UNIVERSIDAD DE GRANADA

---

Eduardo Sebastián Pardo  
Carlos Rodríguez Navarro  
M<sup>a</sup> José de la Torre López  
Olga Cazalla Vázquez

#### UNIVERSIDAD DE SEVILLA

---

José Francisco Vale Parapar  
Manuel Alcalde Moreno  
Miguel Angel Bello López  
Juan Luis Pérez Bernal

#### INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO

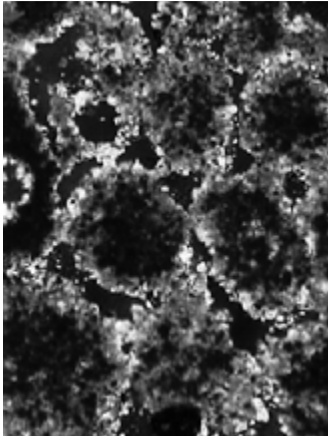
---

Rosario Villegas Sánchez  
Jesús Espinosa Gaitán  
Esther Ontiveros Ortega  
Francisco Gutiérrez Montero  
Lourdes Martín García

*Agradecemos su participación en la preparación del presente Catálogo.*

**PIEDRA DE ALMERÍA**

**CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICO-PETROGRÁFICAS Y QUÍMICAS**



ASPECTOS GENERALES	
LITOTIPO	Dolomítico.
NOMBRE Y SITUACIÓN DE LA CANTERA	San Marcos, al noreste de Almería. Existe otra posible cantera de extracción en el denominado Rincón de San Roque, tras el cerrillo del hombre.
FORMACIÓN GEOLÓGICA	Mantos Inferiores del Complejo Alpujárride
AMBIENTE DEPOSICIONAL	Cuenca Marina
EDAD	Triás
EJEMPLOS EN EDIFICIOS	Catedral de Almería.
MORFOLOGÍAS DE ALTERACIÓN	Picados, alveolización y cavernizaciones en casos extremos
NOMBRE COMERCIAL	Piedra de Almería

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA	
COLOR	Dos tipos, desde crema claro hasta amarillo, depende del contenido en óxidos de hierro.
ESTRUCTURA	Homogénea
TAMAÑO MEDIO DE GRANO	Fino
TEXTURA GLOBAL	Mixta: Bioclástica-Cristalina.
FRACTURAS/FISURAS	No observadas
OBSERVACIONES	Aparecen inclusiones muy oscuras, casi negras distribuidas heterogéneamente por toda la roca.

DESCRIPCIÓN TEXTURAL-MICROSCÓPICA	
MINERALOGÍA (%)	Dolomita (90%), Cuarzo (8 %), Calcita (<5%). Resultados obtenidos mediante Difracción de Rayos X y Microscopía óptica.
ALOQUÍMICOS (%)	<10% del total de los componentes. Al tratarse de una dolomía de sustitución lo que se observan son las "sombras" de ciertos aloquímicos, que probablemente en su origen aparecerían en mayor proporción. De los identificables la mayoría son <i>Bioclastos</i> : Foraminíferos (globijerinas y miliolidos), Briozoos, Algas, y escasos Lamelibranchios.
ORTOQUÍMICOS (%)	>75%, considerando la dolomitización en nódulos de tamaño micrítico. <i>Micrita</i> (>70%); distribuida fundamentalmente como nódulos de distribución heterogénea . <i>Cemento</i> (<5%); simtaxial, muy escaso, bordeando las sombras y nódulos de micrita
TERRIGENOS (%)	< 10% del total de los componentes <i>Cuarzo</i> en su totalidad
ASPECTOS TEXTURALES	<b>A. Granulometría</b> Roca cristalina afanítica micrítica. Cemento microesparfítico. Terrígenos de tamaño arena fina. <b>B. Morfologías</b> Terrígenos (Cuarzo): angulosos o subangulosos. <b>C. Empaquetamiento.</b> Flotantes los terrígenos; completo y tangentes los aloquímicos
ESPACIOS VACÍOS	POROS <i>Porosidad</i> : alta >20% <i>Tipos morfológicos</i> : Intergranular, Intragranular, Mólicica (escasa) y canalizada. <i>Relleno poros</i> : ocasionalmente yeso, y en la mayoría una fina película microesparfítica MICROFISURAS: no observadas.
CLASIFICACIÓN	
FOLK	Dolomía de sustitución con "Sombras" de aloquímicos: Dolomía Biogénica Afanocristalina
DUNHAM	Wackstone

**COMPOSICIÓN QUÍMICA MEDIA**

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P.C.
6÷9	0.8	0.4	16÷19	28÷30	0.8	0.3	42.5

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS**

**POROMETRÍA** (Valores medios de porosimetría calculados mediante inyección de Hg y saturación de agua en vacío. El tamaño de acceso de poro es unimodal con un máximo de frecuencia de 10µm)

DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	POROSIDAD Hg (%)	POROSIDAD H <sub>2</sub> O (%)	AREA ESPECÍFICA (m <sup>2</sup> /gr)
1.65	35.6	44	6.17

**ULTRASONIDO** (Intervalo de variación y valor medio de velocidad de propagación de ondas longitudinales, en m/s, de las medidas realizadas en las direcciones ortogonales del espacio)

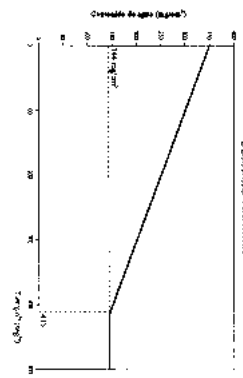
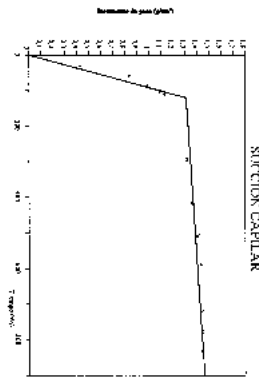
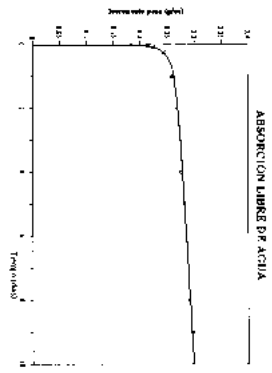
3274 ÷ 2847
3131

**VALORES DE RESISTENCIA MECÁNICA** (Intervalo de variación y valores medios de resistencia a la compresión, en Kg/cm<sup>2</sup>, y dureza superficial, medida como resistencia a la penetración por el ensayo Rockwell)

Resistencia a la compresión	Dureza superficial
128÷ 68	44 ÷ -27

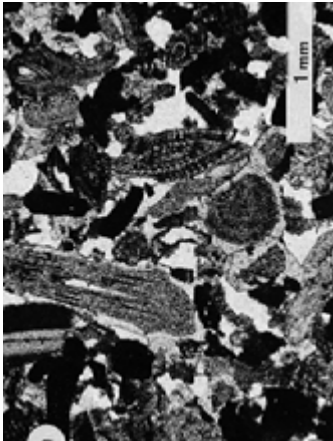
**CONCLUSIONES:** Se trata de una roca compuesta mayoritariamente por dolomita y cuarzo con un pequeño porcentaje de calcita y trazas de yeso y óxidos de hierro, con muy alta porosidad intra e interclástica, velocidad de propagación de pulsos ultrasónicos baja, resistencia a la compresión y dureza superficial medias, con valores relativamente heterogéneos. En cuanto a su comportamiento hidrico, tiene velocidad de absorción libre de agua y de ascenso capilar medias; llega a saturarse en algunos minutos, el secado es lento con un contenido crítico de agua alto.

**COMPORTAMIENTO HIDRICO** (Gráficos de absorción de agua por inmersión expresado en g/cm<sup>3</sup> respecto al tiempo, desorción libre de agua expresados en mg/cm<sup>2</sup> respecto al tiempo, y succión capilar expresada como g/cm<sup>2</sup> respecto de la raíz cuadrada del tiempo). Datos de velocidad de absorción (V<sub>abs</sub> = 11 g/cm<sup>3</sup>h), velocidad de desorción (V<sub>des</sub> = 4.17 mg/hcm<sup>2</sup>), contenido crítico de agua (144 mg/cm<sup>3</sup>), coeficiente de succión capilar (V<sub>cap</sub> = 0.0139 mg/cm<sup>2</sup>s<sup>1/2</sup>)



**PIEDRA DE SANTA PUDIA (Granada)**

**CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICO-PETROGRÁFICAS Y QUÍMICAS**



**ASPECTOS GENERALES**

LITOTIPO	Calcarenita bioclástica.
NOMBRE Y SITUACIÓN DE LA CANTERA	La Escribana (subtipos E-1, E-2 y E-3) y las Parideras (subtipo PAR). SW de la depresión de Granada. Término municipal de Escúzar (Cortijo de Sta. Pudia).
FORMACIÓN GEOLÓGICA	Zonas internas de las Cordilleras Béticas. Cuenca intramontañaosa de Granada.
AMBIENTE DEPOSICIONAL	Medio Marino Somero
EDAD	Tortonense Inferior
EJEMPLOS EN EDIFICIOS	En sillares, pináculos, estatuas, etc en la Catedral, Monasterio de S. Jerónimo, etc.
MORFOLOGÍAS DE ALTERACIÓN	Arenizaciones, alveolizaciones, desplazados, descamaciones
NOMBRE COMERCIAL	Bicocalcarenita de Santa Pudia o Piedra Franca.

**DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA**

COLOR	De blanco a amarillo-naranja
ESTRUCTURA	Heterogénea
TAMAÑO MEDIO DE GRANO	Varía de arenita (en los subtipos E-1, E-2, E-3) a rudita (subtipo PAR) Equigranular
TEXTURA GLOBAL	Organógena
FRACTURAS/FISURAS	No importantes
OBSERVACIONES	Bajo grado de cementación

**DESCRIPCIÓN TEXTURAL-MICROSCÓPICA**

MINERALOGÍA (%)	Calcita (95%); accesorios (5%) = Calcita como mayoritario Cuarzo, Micas (biotita y moscovita) y Feldspatos como minerales accesorios.
ALOCUÍMICOS (%)	Algas rojas, conchas de bivalvos, serpúlidos, equinodermos, briozoos y foraminíferos bentónico
ORTOQUÍMICOS (%)	Cemento de dos generaciones: micrítico o microesparfítico y eaparfítico
TERRIGENOS (%)	Cuarzo, feldspatos, micas y fragmentos de micaesquistos
ASPECTOS TEXTURALES	
ESPACIOS VACÍOS	POROS Porosidad: alta > 20% Tipos morfológicos de poros: Interclástica e intraclástica
	MICROFISURAS: no observadas.

**CLASIFICACIÓN**

FOLK	Bicocalcarenita (subtipos de la Escribana) y biocalciritudita (subtipo PAR)
DUNHAM	Wackestone

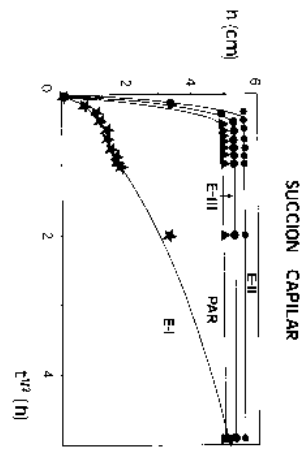
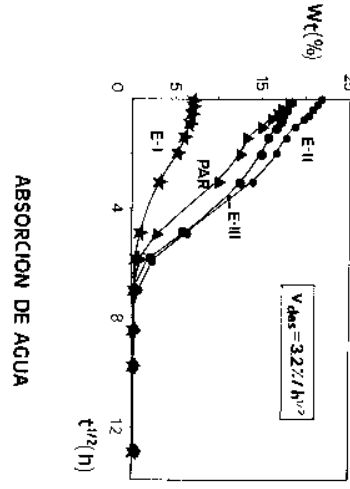
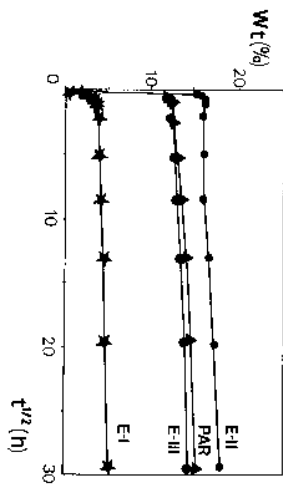
**COMPOSICIÓN QUÍMICA MEDIA**

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P.C.
2.2	0.4	0.2	0.37	54	0.25	0.08	42.94

**VARIEDADES LITOLÓGICAS**

	COLOR	COMPOSICIÓN MINERALÓGICA (%)	BIOCLASTOS
E-1	Blanco	Calcita (90-100) Cuarzo (≤10) Arcillas (≤1) (Illita, caolinita, clorita y esmectita)	Algas rojas, bivalvos, foraminíferos bent. y equinodermos.
E-2	Blanco-amarillo	Calcita (≥95) Arcillas (3.5) (Illita, caolinita, clorita y esmectita)	Serpúlidos, briozoos, equinodermos, algas y foraminíferos bent.
E-3	Amarillo-naranja	Calcita (≥90) Cuarzo (≤10) Arcillas (2.5) (Illita, caolinita, clorita y esmectita)	Algas rojas, foraminíferos bent. y equinodermos .
PAR	Blanco	Calcita (≤100) Arcillas (≥1.7) (Illita, caolinita, clorita)	Briozoos, algas rojas y equinodermos

**COMPORTAMIENTO HIDRICO** (Gráficos de absorción libre de agua y desorción libre de agua expresados en Wt (% en peso) respecto a la raíz cuadrada de t en horas y succión capilar expresada como altura en cm respecto de la raíz cuadrada de t en horas). Datos de velocidad de absorción ( $V_{abs} = 6.4 \% / h^{1/2}$ ), velocidad de desorción ( $V_{des} = 3.2 \% / h^{1/2}$ ), velocidad de capilaridad ( $V_{cap} = 19.6 \text{ cm} / h^{1/2}$ ) y coeficiente de succión capilar ( $C_{suc} = 3.87 \text{ gr} / \text{cm}^2 h^{1/2}$ ); referidos al subtipo E-1.



**CONCLUSIONES:** Se trata de una roca compuesta mayoritariamente por calcita, que contiene mínimas proporciones de cuarzo y minerales de la arcilla; con alta porosidad intra e interclástica, velocidad de propagación de pulsos ultrasónicos baja, índice de anisotropía textural bajo, escasa resistencia mecánica que también confirma una ligera anisotropía. En cuanto a su comportamiento hídrico, tiene alta velocidad de succión, de absorción libre de agua y de ascenso capilar; en pocos minutos pueden llegar a saturarse; el secado es lento. Existen marcadas diferencias entre los diferentes subtipos, se puede concluir diciendo que el más duro y compacto es el subtipo E-1 y el más poroso y alterable la E-2.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS**

POROMETRÍA (Valores medios de porosimetría calculados mediante inyección de Hg y saturación de agua en vacío. El tamaño de acceso de poro es unimodal con un máximo de frecuencia de 10µm)

DENSIDAD (gr/cm³)	POROSIDAD Hg (%)	POROSIDAD H2O (%)	AREA ESPECÍFICA (m²/gr)	
E-1	2.14	17.7	30	1.26
E-2	1.64	31.2	40	0.87
E-3	1.77	24.6	33	0.94
PAR	1.75	25.2	36	0.53

**ULTRASONIDO** (Intervalo de variación y valores medios de velocidad de propagación de ondas longitudinales en m/s, según tres direcciones ortogonales del espacio, referidas al plano de sedimentación "P.S.")

	V <sub>L1</sub> (↓P.S.)	V <sub>L2</sub> (  P.S.)	V <sub>L3</sub> (⊥P.S.)
E-1	2957-3643	3130-3938	3013-3805
	3328	3566	3441
E-2	2586-2750	2764-2896	2605-2768
	2658	2816	2669
E-3	2907-3194	2945-3454	2934-3238
	3043	3150	3069
PAR	3054-3542	3564-3699	3420-3617
	3324	3645	3537

**VALORES DE RESISTENCIA MECÁNICA** (Intervalo de variación y valores medios de esfuerzos de compresión, tracción y flexión, según tres planos ortogonales referidos al plano de sedimentación "P.S.", en Kg/cm²)

	σ <sub>c</sub> (⊥P.S.)	σ <sub>c</sub> (  P.S.)	σ <sub>c</sub> (⊥P.S.)	σ <sub>t</sub> (⊥P.S.)	σ <sub>t</sub> (  P.S.)	σ <sub>f</sub> (P.S.)
E-1	148-202	128-176	137-165	12.4-21.8	10.9-16.4	10.0-16.1
	171	156	149	16.0	13.5	12.8
E-2	91-171	98-146	92-159	9.2-14.5	9.2-14.3	7.6-14.1
	136	124	122	12.2	11.2	10.8
E-3	125-200	105-186	108-178	9.7-14.7	9.7-13.5	9.6-12.5
	160	147	140	12.0	11.6	10.6
PAR	144-180	95-112	67-84	12.7-23.1	12.5-21.0	8.5-19.5
	158	101	74	16.7	16.4	11.0
						36.8