

Tema 2: Rocas ornamentales (Piedra Natural)

2.1. Reconocimiento de minerales

2.2. Las rocas en la corteza terrestre

2.2.1. Rocas ígneas

2.2.1.1. Minerales y principales rocas ígneas

2.2.2. Rocas sedimentarias

2.2.2.1. Rocas sedimentarias clásticas: tamaño de grano

2.2.2.2. Rocas sedimentarias no clásticas: minerales hidrogénicos

2.2.3. Rocas metamórficas

2.2.3.1. Minerales metamórficos

2.2.3.2. Rocas metamórficas cataclásticas y recrystalizadas

2.3. Las rocas ornamentales

2.3.1. Los granitos

2.3.1.1. Características técnicas

2.3.1.2. Explotaciones y principales tipos de granitos en España

2.3.2. Los mármoles y calizas marmóreas

2.3.2.1. Características técnicas

2.3.2.2. Explotaciones y principales tipos de mármoles en España

2.3.3. Las pizarras

2.3.3.1. Características técnicas

2.3.3.2. Explotaciones y principales tipos de pizarras en España

2.4. Tecnologías de extracción y elaboración de rocas ornamentales

2.4.1. La extracción de mármoles y granitos

2.4.2. La extracción de pizarras y piedras de cantería

2.4.3. Tecnologías para la elaboración y el diseño en piedra natural

2.4.3.1. Elaboración de bloques escuadrados

2.4.3.2. Elaboración de bloques informes

2.4.3.3. Elaboración de los sobrantes

2.4.3.4. Elaboración de pizarras

2.4.4. Ensayos de alterabilidad de las piedras naturales

Rocas Ígneas, Calizas, Areniscas, Sepentinas, Mármoles, Pizarras

2.5. Mármoles de Macael

2.5.1. Origen e historia de los mármoles de Macael

2.5.2. Marco geográfico y geológico

2.5.3. Los productos de Mármol de Macael

2.5.4. Criterios de diseño y selección

2.5.4.1. Criterios perceptivos

2.5.4.2. Criterios tecnológicos

Reconocimiento de minerales

Mineral: sólido inorgánico homogéneo de origen natural con una composición química definida (pero no fija)

Clasificación de minerales:

Según la composición química:

- **Minerales monoelementales** (azufre, oro)
- **Sulfuros** (pirita FeS_2 , galena SPb)
- **Halogenuros** (fluorita CaF_2 , halita NaCl)
- **Óxidos** (cuarzo SiO_2 , rubí $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)
- **Hidróxidos** (limonita $\alpha\text{-FeO.OH}$), nitratos (nitronatrita NaNO_3)
- **Carbonatos** (calcita CaCO_3 y dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)
- **Boratos** (borax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, boracita $\alpha\text{-(Mg,Fe)}_3[\text{Cl/B}_7\text{O}_{13}]$)
- **Sulfatos** (yeso $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
- **Fosfatos** (apatito $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F,Cl,OH})$)
- **Silicatos** (Feldespatos: grupo de silicatos tipo XZ_4O_8 con **X**: Ba, Ca, K, Na, NH_4 , Sr y **Z**: Al, B, Si (feldespato potásico KAlSi_3O_8 , albita $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ o bien $6\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Na}_2\text{O}$).
Micas: grupo del tipo $\text{XY}_{2-3}\text{Z}_4\text{O}_{10}(\text{OH,F})_2$ o $\text{XY}_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ donde **X** = Ba, Ca, Cs, (H_3O) , K, Na, (NH_4) , **Y** = Al, Cr^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Li, Mg, Mn^{2+} , Mn^{3+} , V^{3+} , Zn, **Z** = Al, Be, Fe^{3+} , Si (Biotita $\text{K}(\text{Mg,Fe})_3(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$, Moscovita $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3)\text{O}_{10}(\text{OH})_2, \dots$)

Los silicatos son el grupo más abundante de minerales en la corteza terrestre (90%).

Reconocimiento de minerales

Clasificación de minerales:

Clasificación cristaloquímica:

- **Clase I:** monoelementales, aleaciones, carburos, nitruros y fosfuros
- **Clase II:** sulfuros, seleniuros, telururos, arseniuros, antimoniuros, bismuturos
- **Clase III:** halogenuros (CaF_2 , NaCl)
- **Clase IV:** óxidos e hidróxidos (SiO_2 , $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$)
- **Clase V:** nitratos, carbonatos y boratos
- **Clase VI:** sulfatos, teluratos, cromatos, molibdatos, wolframatos
- **Clase VII:** fosfatos, arseniats y vanadiats
- **Clase VIII:** silicats
- **Clase IX:** sustancias orgánicas

PERIODOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18														
1	H 1																	He 2														
2	Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10														
3	Na 11	Mg 12											Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18														
4	K 19	Ca 20	Sc 21										Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36					
5	Rb 37	Sr 38	Y 39										Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54					
6	Cs 55	Ba 56	La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
7	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103	Uuq 104	Uup 105	Uuh 106	Uus 107	Uuo 108	Uue 109	Uun 110	Uuu 111	Uud 112						
GRUPOS	1	2	3										4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					

COLECCIÓN DE MINERALES DE ANDALUCÍA

(Asociación Cordobesa de Mineralogía y Paleontología)

Grupo I ELEMENTOS NATIVOS (5)	ANTIMONIO (Gr) GRAFITO (J)	AZUFRE (Ca)	BISMUTO (Co)	COBRE (Hu)
Grupo II SULFUROS Y SULFOSALES (25)	ARSENOPIRITA (Co) BROCHANTITA (Se) CALCOSINA (Se) ESMALTINA (Co) GRATONITA (Hu) PICHERINGITA (Se) ZINCKENITA (Hu)	BISMUTINITA (Co) CALCANTITA (Co) COSALITA (Co) ESTIBINA (Co) MARCASITA (Co) PIRITA (Co)	BORNITA (Hu) CALCOESTIBITA (Gr) COVELLINA (Hu) FREIBERGITA (Gr) MARMATITA (Co) PIRROTINA (Ma)	BOURNONITA (Gr) CALCOPIRITA (Co) ESFALERITA (Co) GALENA (J) NIQUELINA (Ma) TENANTITA (Gr)
Grupo III ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS (18)	ARSENOBITA (Co) CROMITA (Ma) HEMATITES (Co) MAGNETITA (Co) RUTILA (Co)	BRANNERITA (Co) ESPECULARITA (Se) HEUBACHITA (Gr) PECHBLENDA (Co) VALENTINITA (Ma)	CEYLONITA (Ma) ESPINELA (Ma) ILMENITA (Co) PLEONASTA (Ma)	CRISOBERILO (Co) GOETHITA (Hu) ILMENORUTILA (Co) ROMANECHITA (Co)
Grupo IV HALUROS (2)	FLUORITA (Co)	HALITA (Ca)		
Grupo V CARBONATOS, NITRATOS Y BORATOS (17)	ANKERITA (Co) BISMUTITA (Co) ESFEROCOBALITA (Co) MAGNESITA (Ma) SMITHSONITA (Co)	ARAGONITO (Ma) CALCITA (Co) ESFEROSIDERITA (Al) MALAQUITA (Hu)	AZURITA (Gr) CERUSITA (J) ESTRONCIANITA (Gr) ROSASITA (Co)	BARITOCALCITA (J) DOLOMITA (Co) HIDROMAGNESITA (Co) SIDERITA (Gr)
Grupo VI SULFATOS, CROMATOS, MOLIBDATOS Y WOLFRAMATOS (15)	ALUNOGENO (Hu) BARITINA (Co) JAROSITA (Al) VOLFRAMITA (Co)	ALUNITA (Al) BARITOCELESTINA (J) NATROJAROSITA (Al) WULFENITA (Gr)	ANGLESITA (J) CELESTINA (J) SCHEELITA (Co) YESO (Ma)	ANHIDRITA (Co) CIANOTRIQUITA (Ma) VOLTAITA (Hu) YESO (Gr)
Grupo VII FOSFATOS, ARSENIATOS Y VANADATOS (19)	AUTUNITA (Co) ENDLICHITA (Gr) FOSFORITA (Co) PSEUDOMALAQUITA (J) TURQUESA (J)	CALCOFILITA (Ma) ERITRINA (Gr) FOSFURALINITA (Co) ROSELITA (Co) VANADINITA (Co)	CONICALCITA (Co) FARMACOLITA (Gr) OLIVENITA (Co) TIROLITA (Gr) VARISCITA (Hu)	DESCLOIZITA (Gr) FLUORAPATITO (Co) PIROMORFITA (Co) TORBERNITA (Co)
Grupo VIII SILICATOS (65 especies)	ALBITA (Ma) ANDRADITA (Hu) BISOLITA (Ma) CLINOHUMITA (Ma) CRISOTILO (Ma) CUARZO AMATISTA (Co) CUARZO MOSTAZA (Co) DIOPSIDO (Gr) ESCOLECITA (Co) FERROACTINOLITA (Gr) GROSULARIA (Co) JASPE (Co) ORTOCLASA (Co) PREHNITA (Ca) RIEBECKITA (Hu) TALCO (Ma) VESUBIANA (Co)	ALMANDINA (Co) AXINITA (Ma) CALCEDONIA (Co) CONDRODITA (Ma) CRISTOBALITA (Al) CUARZO AZUL (Ca) CUARZO PRASIO (Co) DISTENA (Co) ESPEARTINA (Ma) FERROHORNBLENDA (Ma) HASTINGSITA (Hu) MICROCLINA (J) PARAGONITA (Co) PUMPELLITA (Ma) RUBELITA (Ma) TITANITA (Ma)	AMIANTO (Ma) BERILO (Co) CHORLO (Co) CORDIERITA (Al) CUARZO (J) CUARZO CITRINO (Co) CUARZO ROSA (Co) ENSTATITA (Ma) ESTAUROLITA (Co) FLOGOPITA (Co) HEMIMORFITA (Gr) MOSCOVITA (Co) PENNINA (Ma) QUIASTOLITA (Co) SANIDINA (Al) URALITA (Ma)	ANALCINA (Gr) BIOTITA (Co) CLEUVELANDITA (Gr) CRISOCOLA (Hu) CUARZO AHUMADO (Co) CUARZO LECHOSO (J) DATOLITA (Co) EPIDOTA (Hu) FASSAITA (Ma) GARNIERITA (Ma) HORNBLENDA (Al) OPALO (Co) PERICLINA (J) RICHTERITA (Se) SILLIMANITA (Co) VERMICULITA (Ma)

* 166 especies minerales de las más de 3000 especies que se conocen

Tabla 3.3. Especies mineralógicas presentes en las materias primas minerales más comúnmente usadas por las industrias cerámicas

Nombre	Fórmula química	Forma cristalina	Color	Densidad g/cm ³	Dureza (Mohs)
Arcillas y caolines					
● Caolinita	2SiO ₂ ·Al ₂ O ₃ ·2H ₂ O	Triclínico o monoclinico	Blanco (rosado, verdoso, amarillento, etc.)	2,61-2,68	2-2,5
● Montmorillonita (esmetita)	6SiO ₂ ·3Al ₂ O ₃ ·Na ₂ O·2H ₂ O	Monoclinico	Blanco (ídem)	2-3	1-2
● Illita	14SiO ₂ ·5Al ₂ O ₃ ·K ₂ O·4H ₂ O	Monoclinico	Blanco (ídem)	2,6-2,9	1-2
Feldespatos					
● Ortoclasa	6SiO ₂ ·Al ₂ O ₃ ·K ₂ O	Monoclinico	Blanco (coloreado)	2,55-2,63	6-6,5
● Microclino	6SiO ₂ ·Al ₂ O ₃ ·K ₂ O	Triclínico	Blanco (ídem)	2,56-2,63	6-6,5
● Anortoclasa	6SiO ₂ ·Al ₂ O ₃ (K ₂ O, Na ₂ O)	Triclínico	Blanco (ídem)	2,56-2,60	6
● Albita	6SiO ₂ ·Al ₂ O ₃ ·Na ₂ O	Triclínico	Blanco (ídem)	2,63	6-6,5
● Anortita	2SiO ₂ ·Al ₂ O ₃ ·CaO	Triclínico	Blanco (ídem)	2,76	6-6,5
Otros silicoaluminatos					
● Nefelina	8SiO ₂ ·4Al ₂ O ₃ ·3Na ₂ O·K ₂ O	Hexagonal	Blanco (ídem) incoloro	2,56-2,66	5,5-6
● Silimanita	SiO ₂ ·Al ₂ O ₃	Rómbico	Blanco (ídem) incoloro	3,23-3,27	6,5-7,5
● Olivino	SiO ₂ ·2 (Mo, FeO)	Rómbico	Verde, grisáceo	3,22-4,39	6,5-7
● Espodumeno	4SiO ₂ ·Al ₂ O ₃ ·Li ₂ O	Monoclinico	Blanco (ídem)	3,03-3,22	6,5-7
Silicatos					
● Cuarzo	SiO ₂	Romboédrico	Blanco (coloreado)	2,65	7
● Cristobalita	SiO ₂	Tetragonal	Blanco (ídem)	2,33	6-7
● Tridimita	SiO ₂	Rómbico	Blanco (ídem)	2,27	7
● Wollastonita	SiO ₂ ·CaO	Triclínico	Blanco (ídem)	2,87-3,09	4,5-5
● Forsterita	SiO ₂ ·2MgO	Rómbico	Blanco (ídem)	3,22	7
● Circón	SiO ₂ ·ZrO ₂	Tetragonal	Pardo, rojizo, gris	4,6-4,7	7,5
Carbonatos					
● Calcita	CaCO ₃	Romboédrico	Blanco	2,71-2,94	3
● Magnésita	MgCO ₃	Romboédrico	Blanco	2,98-3,44	3,5-4,5
● Dolomita	(Ca, Mg)(CO ₃) ₂	Romboédrico	Blanco	2,86	3,5-4
Otras especies mineralógicas					
● Bauxita (Gibbsita)	Al(OH) ₃ ·H ₂ O	Monoclinico	Blanco	2,38-2,42	2,5-3,5
● Apatito	(Ca ₅ (PO ₄) ₃ (OH, F, Cl)	Hexagonal	Verde, amarillento	3,1-3,35	5
● Bórax	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	Monoclinico	Blanco (coloreado)	1,71	2-2,5
● Barita	BaSO ₄	Rómbico	Blanco (coloreado)	4,50	3-3,5
● Cromita	FeCr ₂ O ₄	Cúbico	Negro	4,5-5,1	5,5
● Fluorita	CaF ₂	Cúbico	Violáceo	3,18	4
● Rutilo	TiO ₂	Tetragonal	Pardo rojizo	4,23-5,5	6,0-6,5
● Pirolusita	MnO ₂	Tetragonal	Gris	5,04-5,08	6-6,5
● Grafito	C	Hexagonal	Gris, negro	2,09-2,23	1-2
● Diamante	C	Cúbico	Incoloro (coloreado)	3,50-3,53	10
● Monazita	(Ce, La, Th)PO ₄	Monoclinico	Pardo, amarillento	5,0-5,3	5
● Litargirio	PbO	Tetragonal	Amarillo rojizo	9,14	2
● Halita	NaCl	Cúbico	Incoloro (coloreado)	2,16-2,17	2,5
● Corindón	Al ₂ O ₃	Hexagonal	Incoloro (coloreado)	4,022	9
● Casiterita	SnO ₂	Tetragonal	Pardo	6,99	6-7

Amblygonita: Li Al (PO₄, F, OH) fuente de Li

Ulexita: Borato sódico y cálcico (Na, Ca)₂ B₄O₇

Colemanita: Borato cálcico CaB₄O₇

Ilmenita: Titanato de hierro (FeO · TiO₂ que es lo mismo que FeTiO₃)

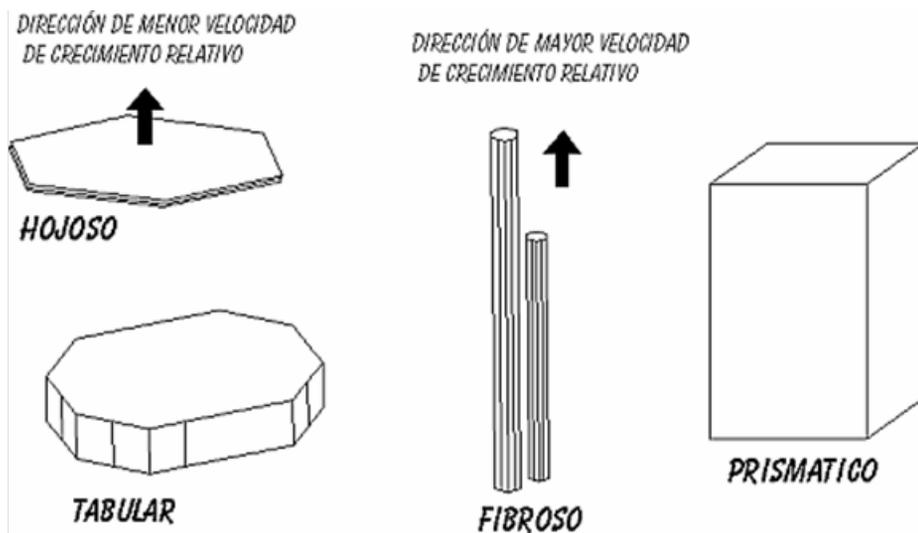
Coltán: Columbita y tantalita ((Fe, Mn)Nb₂O₆, y (Fe, Mn) Ta₂O₆ respectivamente) Fuentes de Nb y Ta para ferroelectricos (condensadores)

Reconocimiento de minerales

Propiedades físicas:

- Forma de crecimiento (hábito)

El hábito depende de la simetría de la estructura cristalina y de las condiciones del contorno en el momento de la formación (presión, temperatura, número de núcleos de crecimiento, ...)

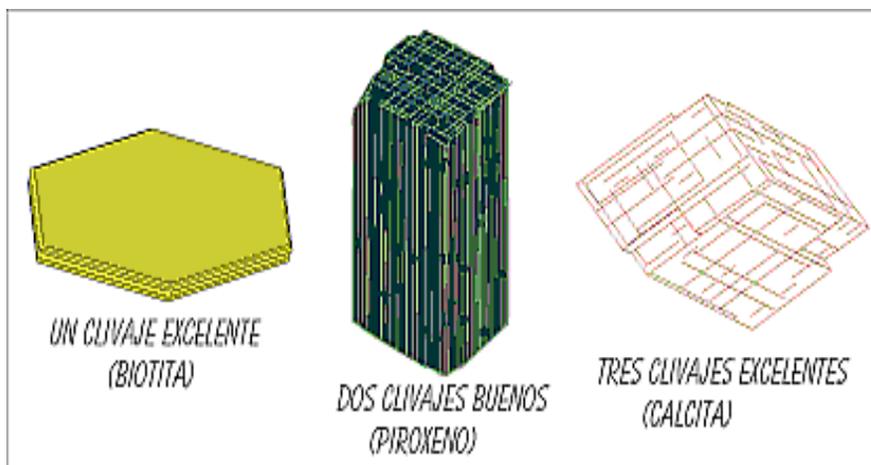


Hay 32 sistemas de cristalización (tipos de simetría). Los más importantes: cúbico, hexagonal, trigonal o romboédrico, tetragonal, rómbico, monoclinico, triclinico, ...)

- **Cohesión** Resistencia a la rotura debido a la existencia de planos de debilidad en la estructura, que son los planos de clivaje

Exfoliación: si hay un plano de clivaje (salen hojas)

Si no hay clivaje se habla de **fractura**



Propiedades físicas:

- Tenacidad

Aúna distintas propiedades mecánicas como fragilidad, ductilidad, flexibilidad y dureza. El mineralogista las prueba con sus manos o pequeños instrumentos.

Las hojas de mica son muy flexibles.

La **dureza** se estima con la escala Mohs:

- Uña dureza 2.5 - 3
- Objeto de bronce: 3.5 - 4
- Navaja de acero: 5.5
- Vidrio: 5.5 - 6

- **Brillo** metálico, adamantino, vítreo, nacarado, graso, terroso (mate, arcilloso), iridiscente, ...

- **Color** incoloros, idiocromáticos (color único) y alocromáticos (cuarzo)

- Luminiscencia

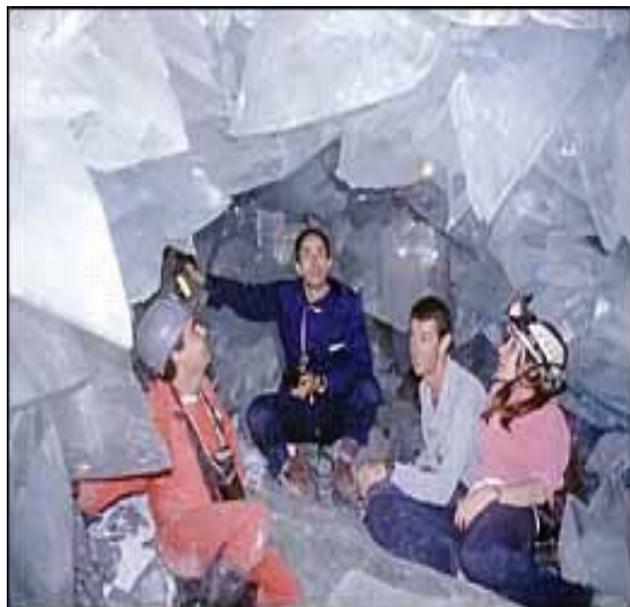
- **La raya** color del mineral pulverizado (se raya con una navaja y se mira el color del polvo)

- **La huella** es el color de la marca que deja la raya

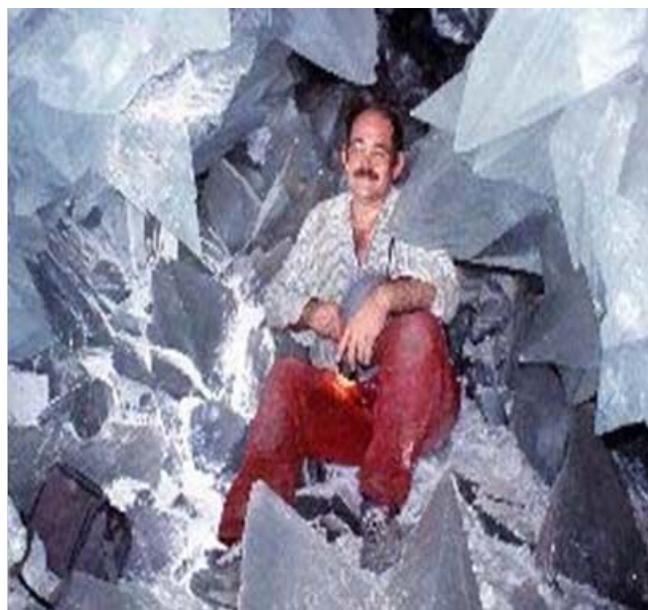
- **Densidad, índice de refracción**, etc. requieren de instrumental de laboratorio

Escala de dureza de Mohs	
Mineral	Dureza
Talco	1
Yeso	2
Calcita	3
Fluorita	4
Apatito	5
Ortoclasa	6
Cuarzo	7
Topacio	8
Corindón	9
Diamante	10

Geoda gigante de Pulpí



JAVIER GARCIA-GUINEA (CSIC)

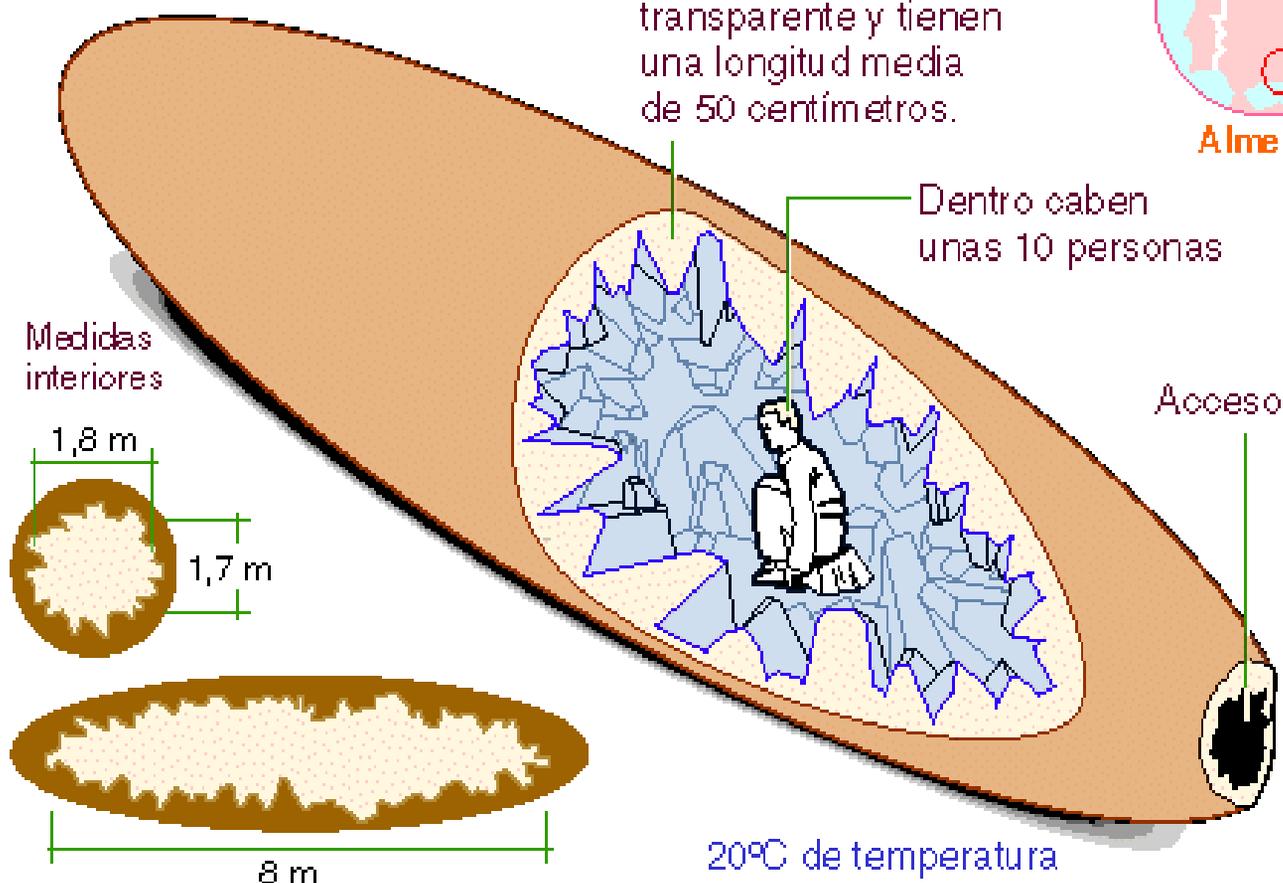


La geoda gigante

Los cristales son de yeso transparente y tienen una longitud media de 50 centímetros.

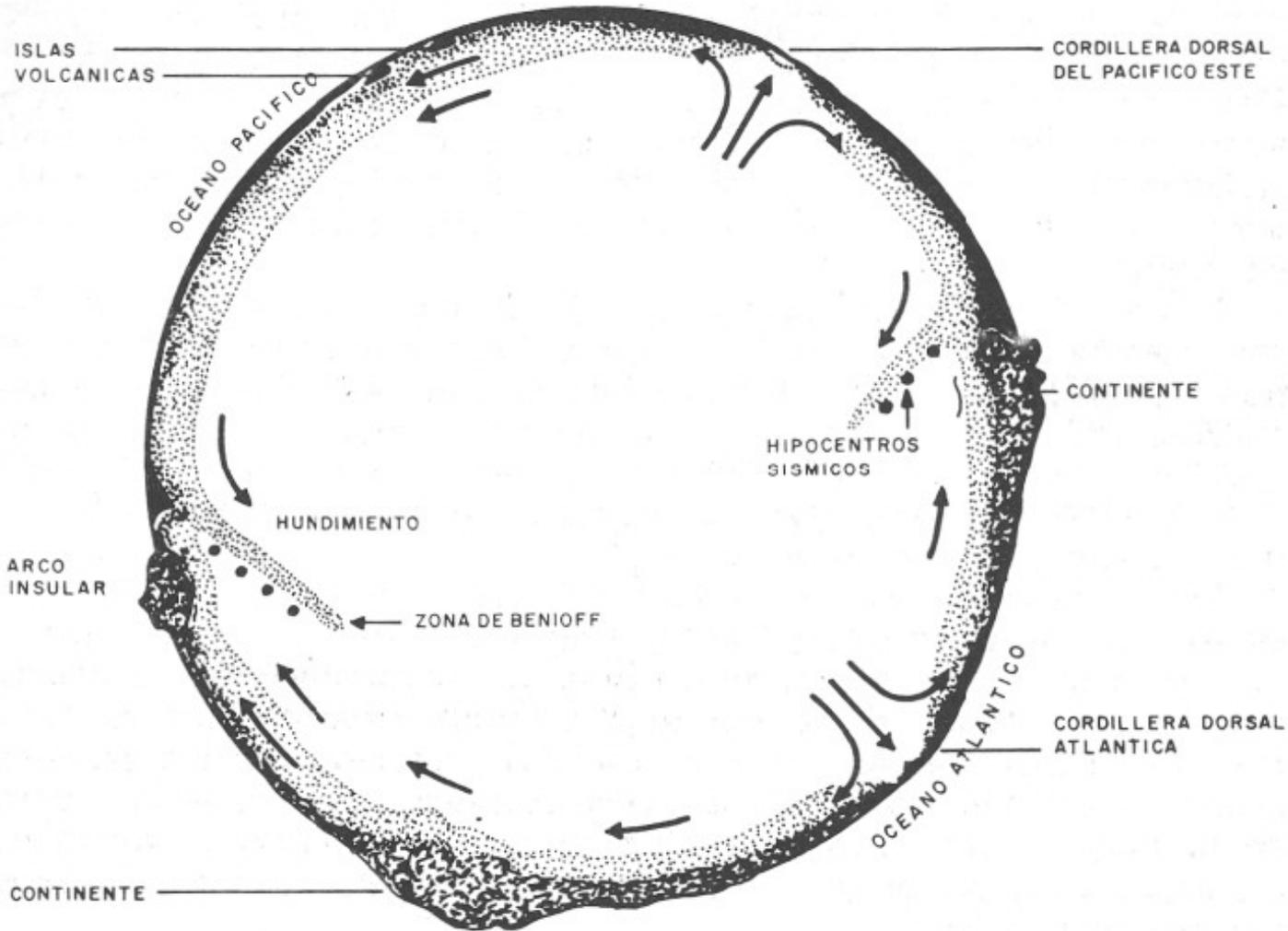


Almería

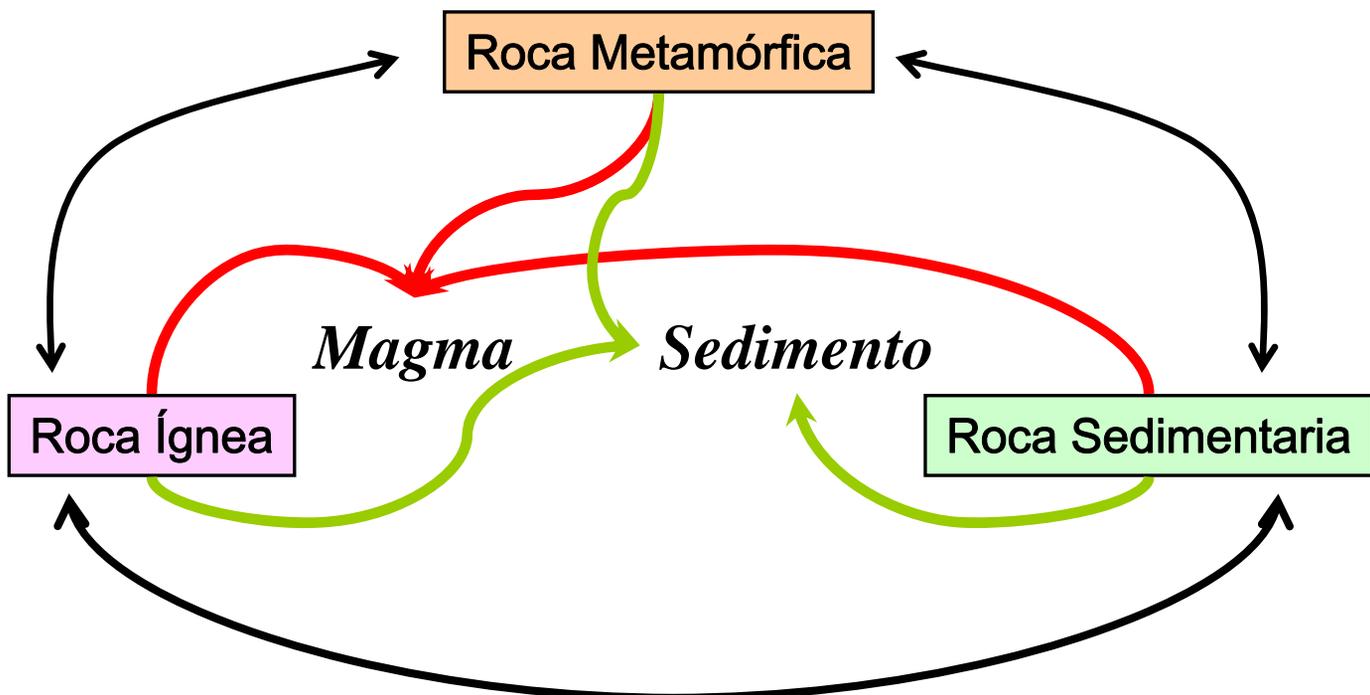
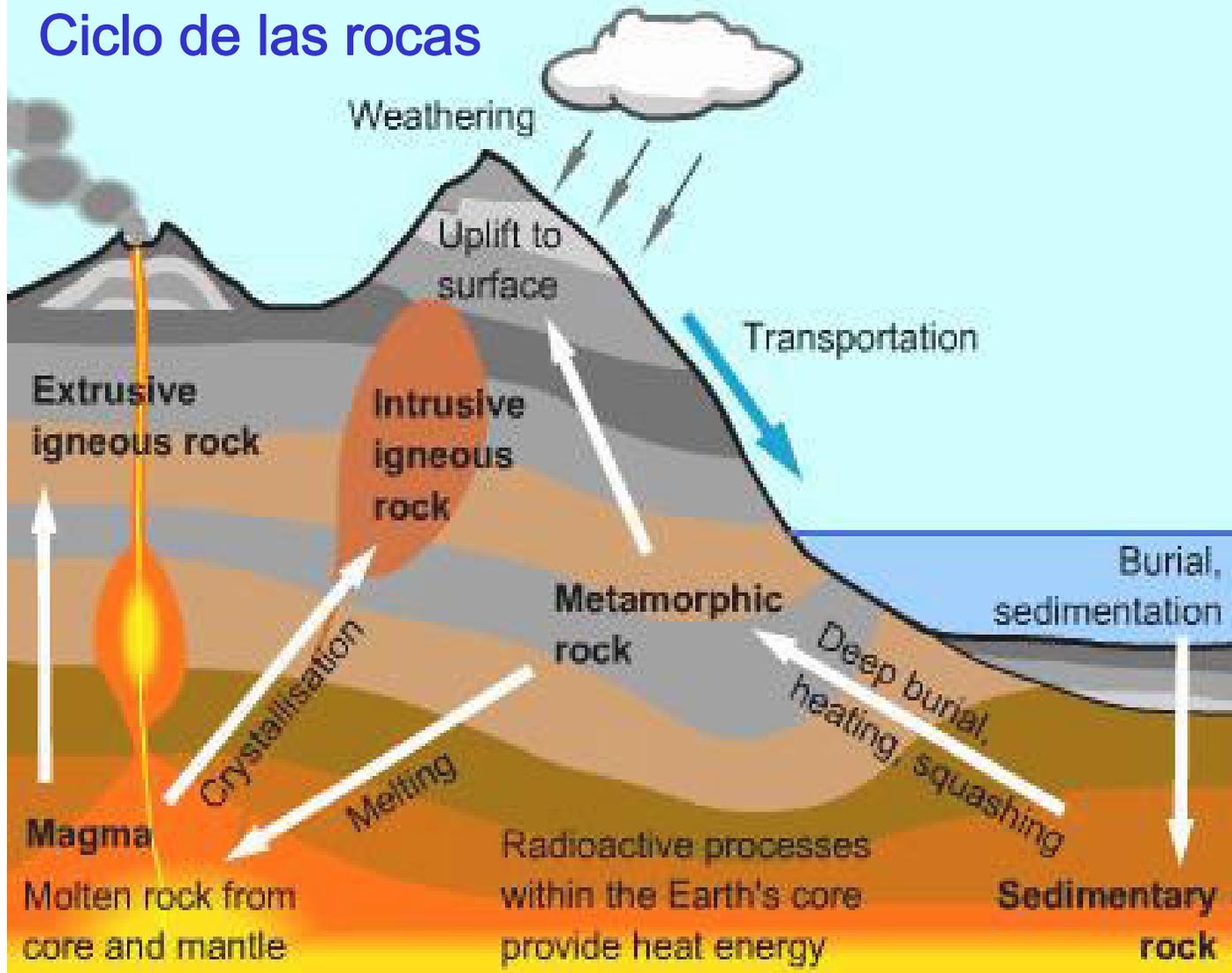


Las rocas en la corteza terrestre

La corteza terrestre



Ciclo de las rocas

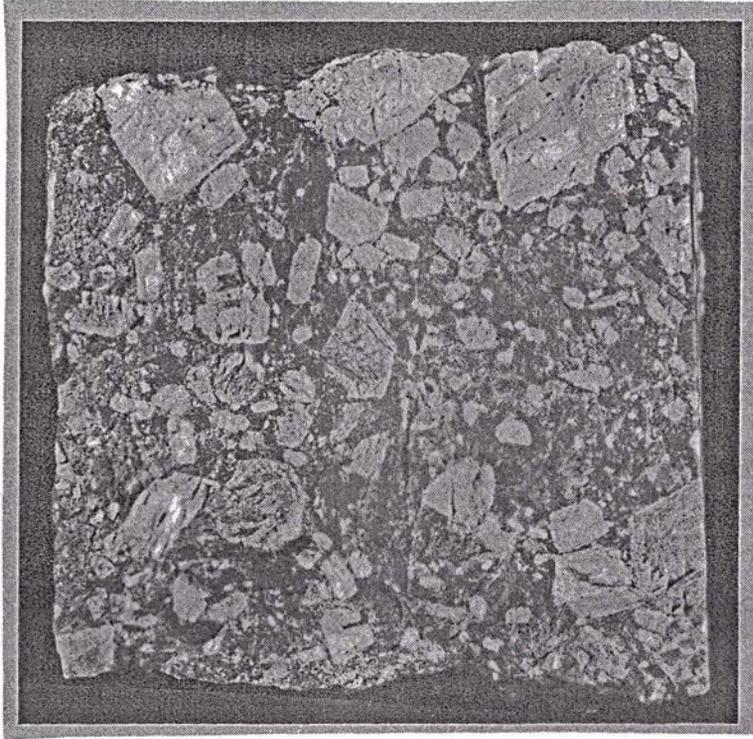


Rocas Ígneas

Rocas ígneas

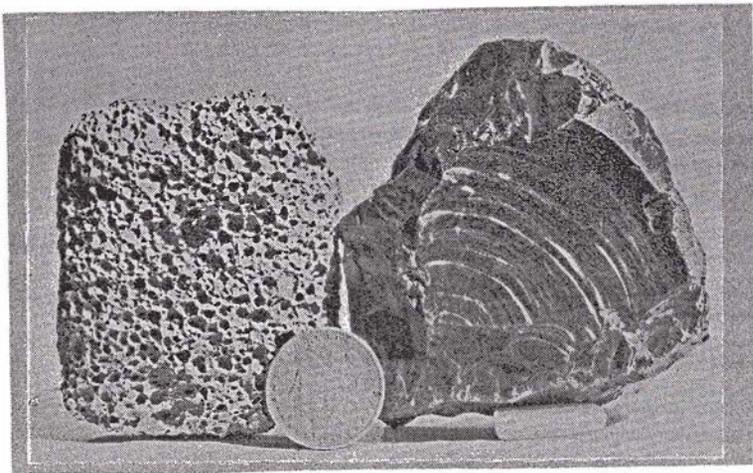
Intrusivas: dentro de la corteza

Extrusivas: en superficie



*poli cristalina
grano grande*

Enfriamiento lento
(intrusiva)



Enfriamiento rápido
(extrusiva)

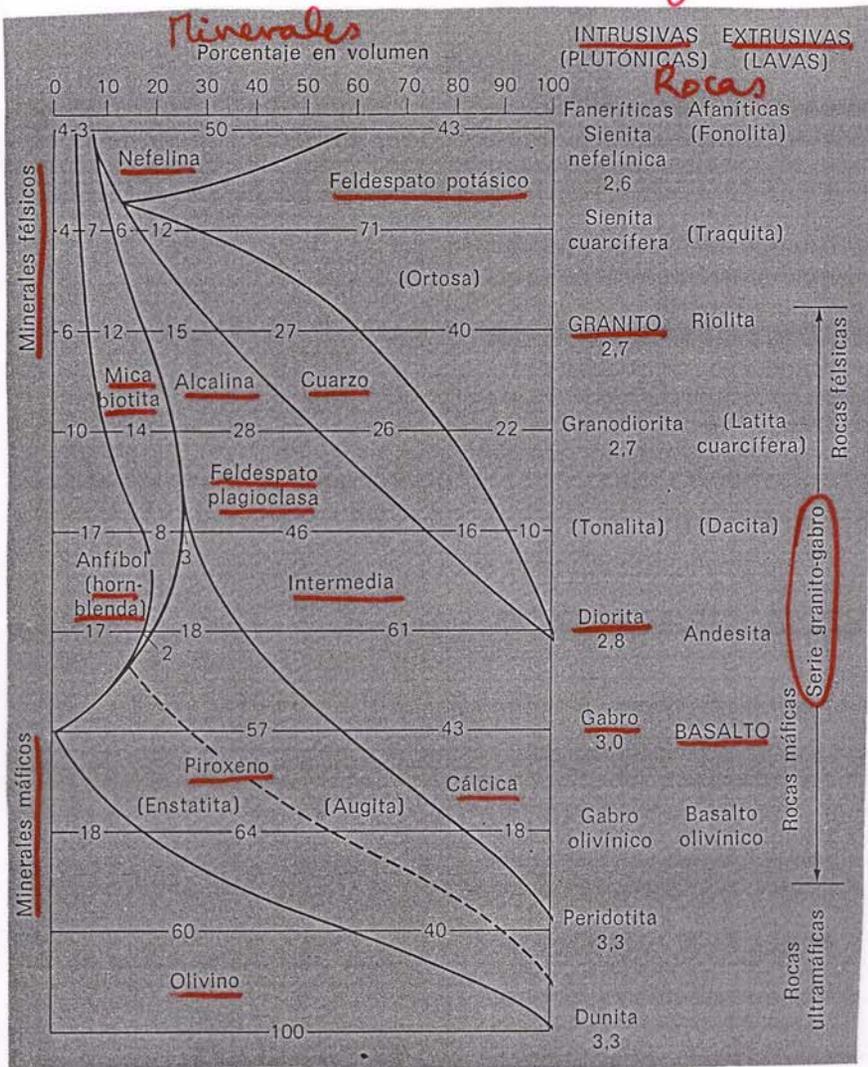
*porosa
poli cristalina*

*amorfa
(vidrio natural)*

Composición mineral de rocas ígneas

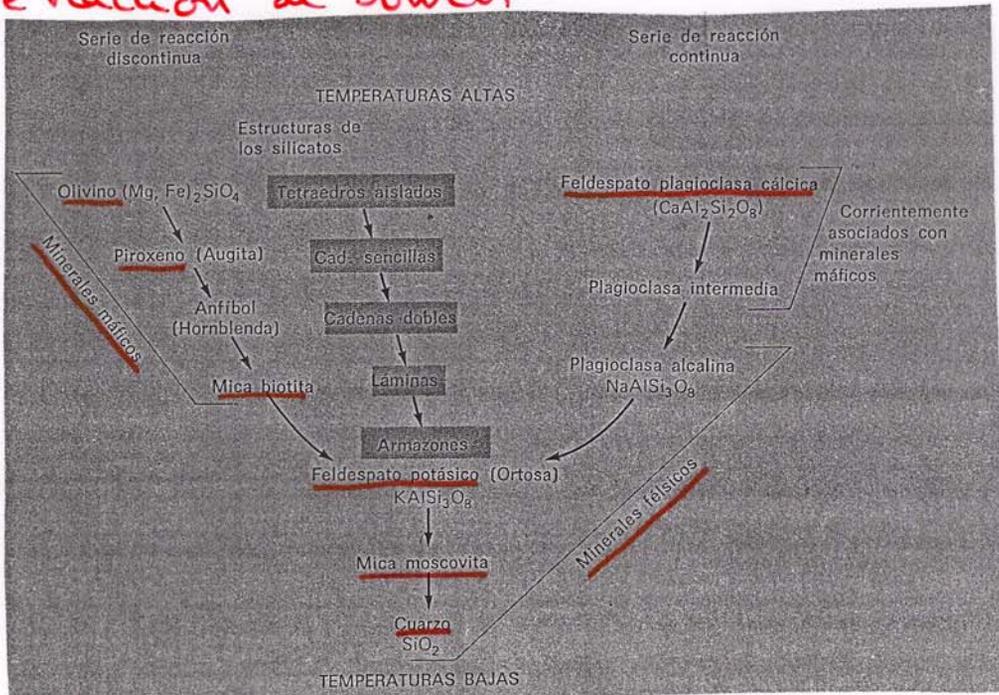
Temp. bajas
Rocas claras

Temp. altas
Rocas oscuras



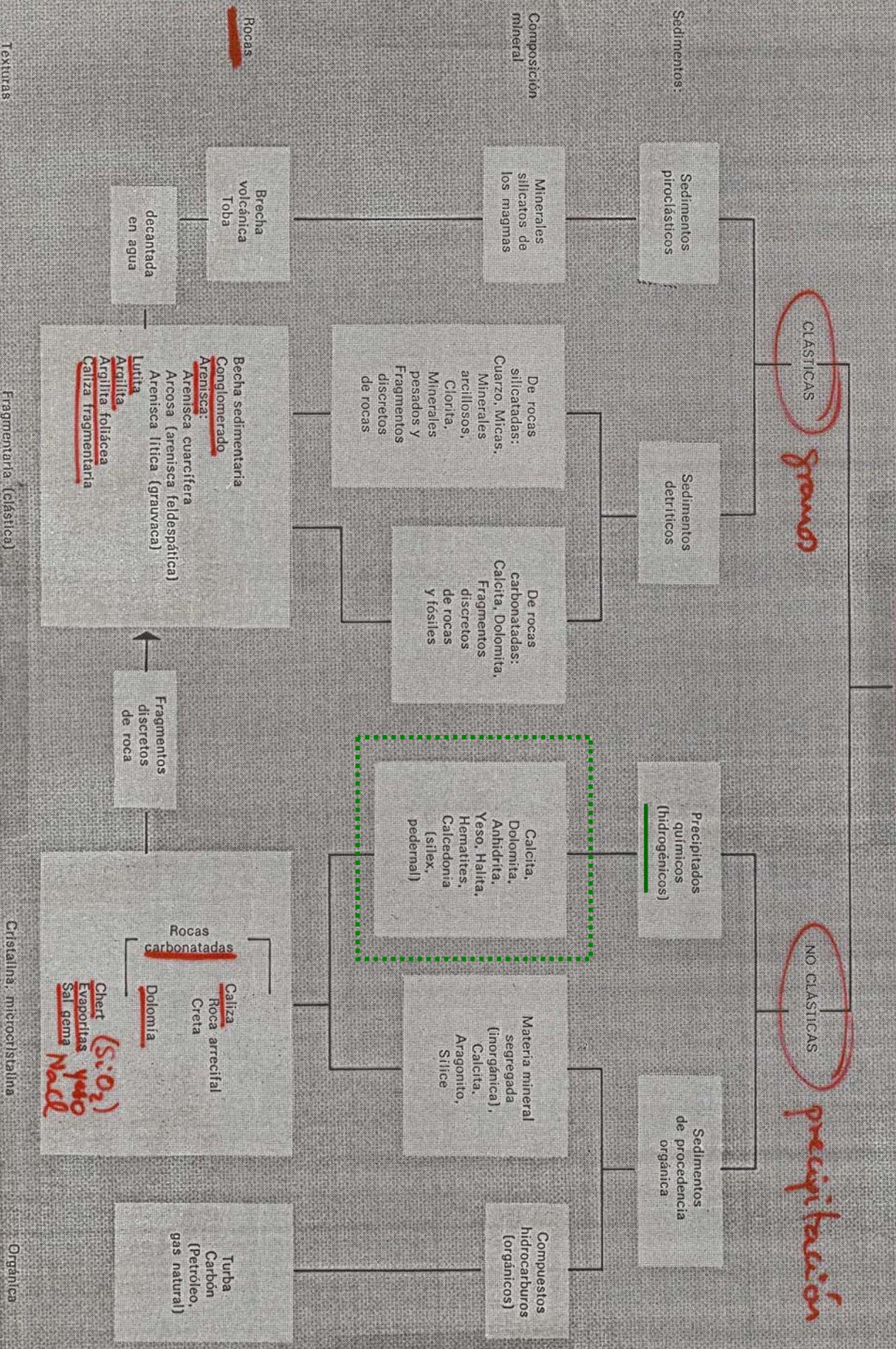
↑
aumenta la densidad
disminuye el % de SiO₂
↓

Serie reacción de Bowen



Rocas Sedimentarias

LAS ROCAS SEDIMENTARIAS



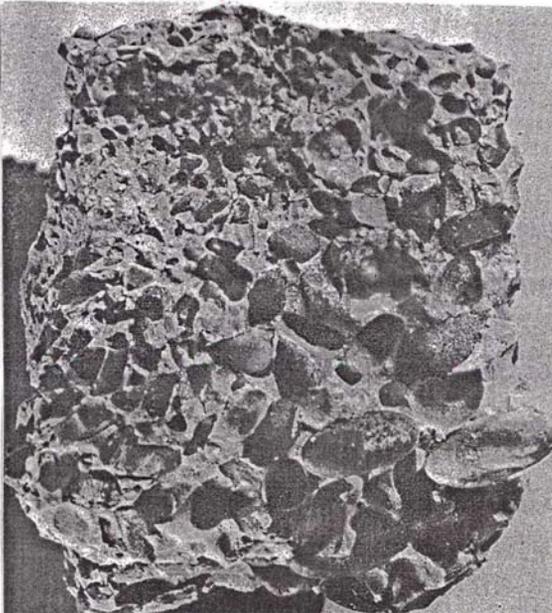
Rocas Sedimentarias clásticas

Formadas a partir de materiales finamente fragmentados (sedimentos)

Reciben distintos nombres dependiendo del tamaño de grano:

- conglomerado
- arenisca
- lutita
- argilita

Conglomerado



Cuadro 5.3. Escala de Wentworth de grados de los tamaños*

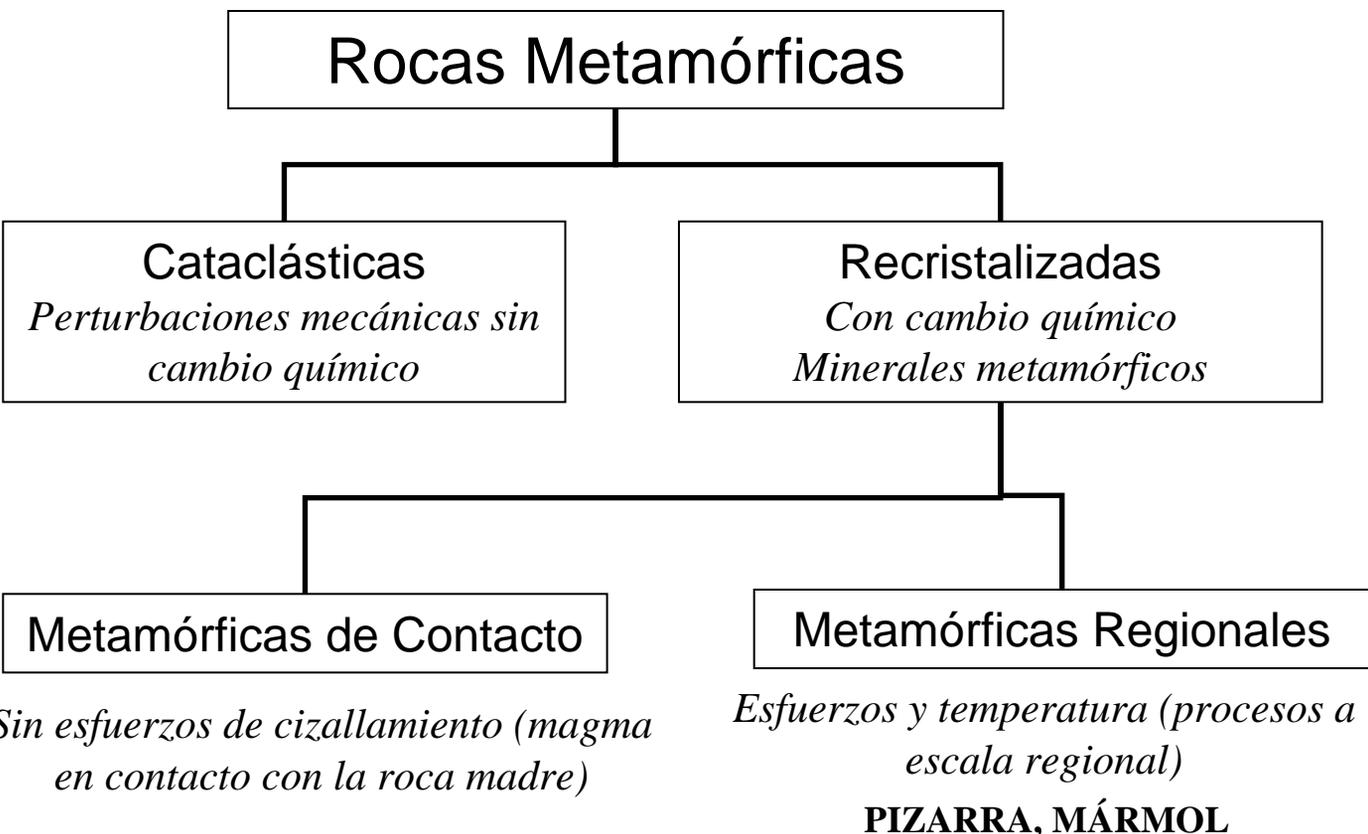
Nombre del grado		mm	
Grava ↓	Cantos (grandes) (boulders)	Muy grandes	4096
		Grandes	2048
		Medianos	1024
	Cantos (medianos) (cobbles)	Pequeños	512
		Grandes	256
		Pequeños	128
	Cantos (pequeños) (pebbles)	Muy gruesos	64
		Gruesos	32
		Medianos	16
		Finos	8
		Muy finos	4
		Muy Gruesa	2
Arena	Gruesa	1	Micras 1000
	Mediana	0,5	1/2 — 500
	Fina	0,25	1/4 — 250
	Muy fina	0,125	1/8 — 125
	Grueso	0,0625	1/16 — 62
Limo	Mediano	0,0312	1/32 — 31
	Fino	0,016	1/64 — 16
	Muy fino	0,008	1/128 — 8
	Gruesa	0,004	1/256 — 4
Arcilla	Gruesa	0,002	2
	Mediana	0,001	1
	Fina	0,0005	0,5
	Muy fina	0,00024	0,24
	(Coloides hasta 0,001 micras)		

Rocas Sedimentarias no clásticas

Minerales hidrogénicos:

- Minerales carbonatados (calcita, dolomita, aragonito)
- Evaporitas: anhidrita, yeso y halita
- Hematites (óxido férrico Fe_2O_3) y magnetita (mezcla de férrico y ferroso). Ocres (óxidos de hierro comercializados como tintes)
- Formas cristalinas particulares de la sílice (calcedonia, ágata (onix), chert, sílex) La sílice proviene de restos de organismos vivos (esqueletos y conchas)

Rocas Metamórficas



Rocas sedimentarias

Cuadro 5.5. Minerales hidrogénicos y biógenos importantes.

Densidad

	Nombre del mineral	Composición	Peso específico	Dureza, escala de Mohs	Sistema cristalino
Carbonatos	<u>Calcita</u>	Carbonato cálcico CaCO_3	<u>2,72</u>	<u>3</u>	<u>Hexagonal</u> ✗
	Aragonito	Carbonato cálcico CaCO_3	<u>2,9-3</u>	<u>3½-4</u>	<u>Rómbico</u> ✗
	<u>Dolomita</u>	Carbonato de calcio y magnesio $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	2,9	2½-4	Hexagonal
Evaporitas	Anhidrita	Sulfato cálcico CaSO_4	2,7-3	3-3½	Rómbico ✗
	<u>Yeso</u>	Sulfato cálcico hidratado $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2	2-2½	Monoclínico ✗
	<u>Halita</u>	Cloruro sódico NaCl	2,1-2,3	2-2½	Cúbico
	Hematites	Sesquióxido de hierro (férrico) Fe_2O_3	4,9-5,3	5½-6½	Hexagonal
	Calcedonia (pedernal, sílex)	Sílice SiO_2	2,6	7	Hexagonal

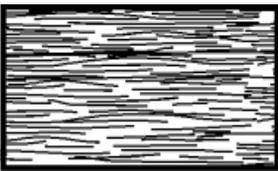
Exfoliación o fractura

Brillo

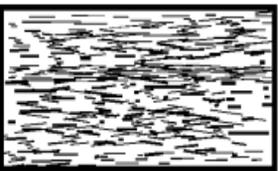
Color

<u>Calcita</u>	Exfoliación perfecta en 3 direcciones según un ángulo de 75°. Forma rombos.	Vítreo a terroso	Incoloro, blanco o amarillento
<u>Aragonito</u>	Exfoliación perfecta. Fractura concoidea.	Vítreo en superficies cristalinas, craso en superficies de fractura.	Incoloro, blanco o amarillo
<u>Dolomita</u>	Exfoliación perfecta en 3 direcciones según un ángulo de 74°. Forma rombos.	Vítreo a nacarado	Blanco; también amarillo o pardo
<u>Anhidrita</u>	Exfoliación poco nítida en tres direcciones. Fractura concoidea.	Vítreo a nacarado	Incoloro, blanco o grisáceo
<u>Yeso</u>	Buena exfoliación en tres direcciones. Forma láminas delgadas.	Nacarado a sedoso	Blanco, gris o amarillo
<u>Halita</u>	Exfoliación perfecta en tres direcciones. Forma cubos, prismas.	Vítreo	Incoloro a blanco
<u>Hematites</u>	Sin exfoliación.	Metálico o mate	Gris acero, pardo rojizo o negro hierro. Rojo cereza entreverado o pardo rojizo
<u>Calcedonia</u>	Sin exfoliación.	Céreo a mate	Incoloro, blanco o de cualquier color

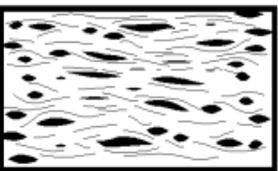
Texturas rocas metamórficas



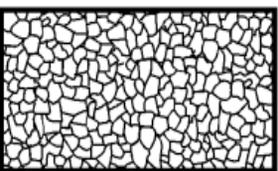
Muy esquistosa



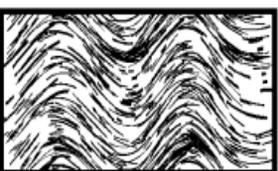
Esquistosa



Gneissica



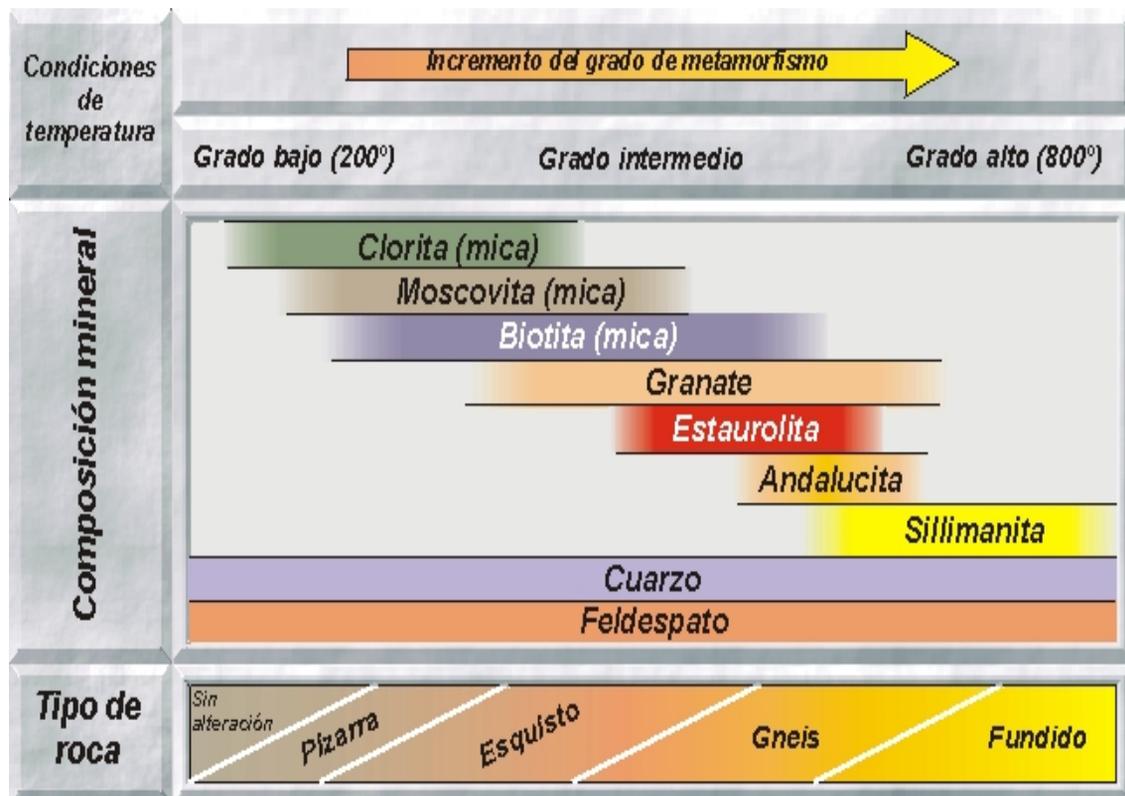
Granoblástica



Plegada

Grados de metamorfismo

Roca	Grado de metamorfismo		
	Bajo	Medio	Alto
Pelita	Filita	Micaesquisto	Gneiss
Basalto	Metabasalto	Anfibolita	Anfibolita
Caliza	Caliza marmórea	Mármol	Mármol



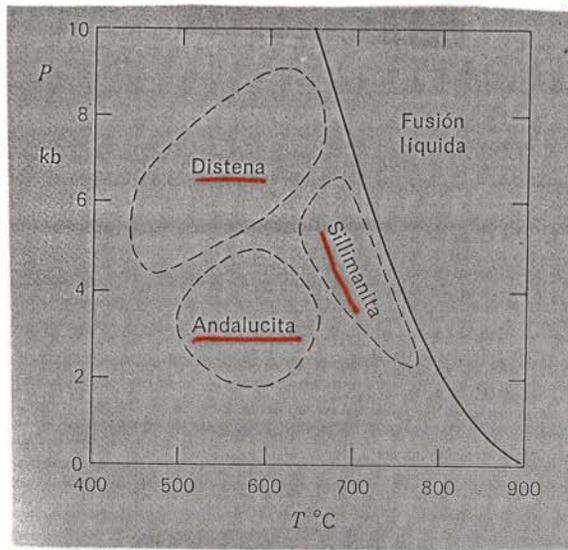
Minerales metamórficos

Cuadro 7.2. Minerales metamórficos representativos.

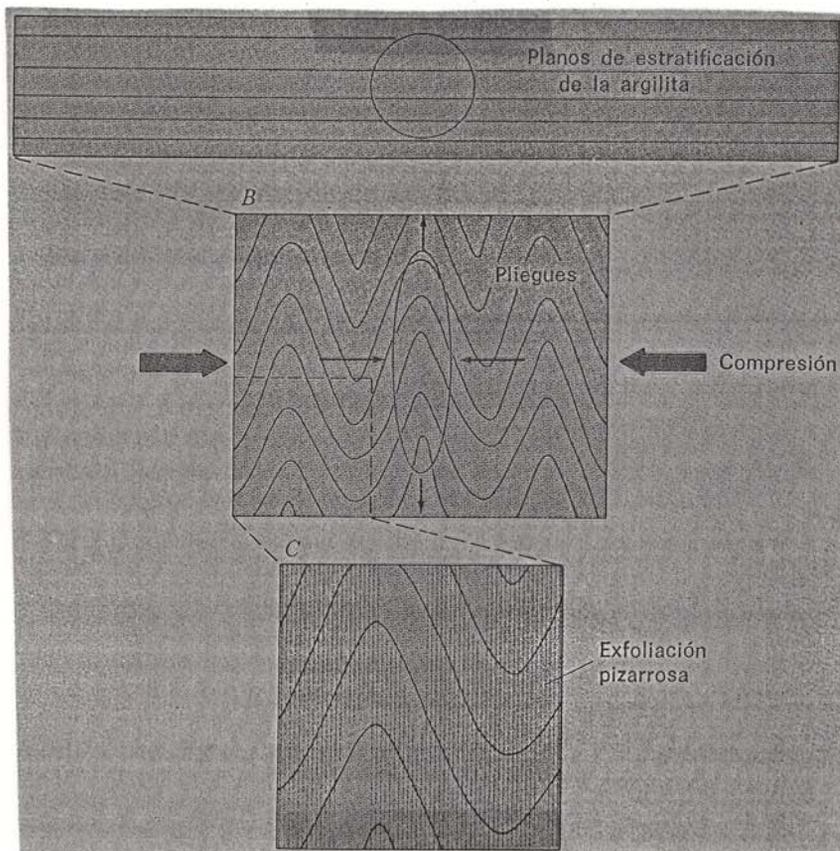
	Nombre del mineral	Composición	Peso específico
1)	<u>Distena</u>	Silicato aluminico Al_2SiO_5	3,6
2)	<u>Andalucita</u>	Silicato aluminico Al_2SiO_5	3,2
3)	<u>Sillimanita</u>	Silicato aluminico Al_2SiO_5	3,2
4)	<u>Almadino</u> (variedad de granate)	Aluminosilicato de hierro $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$	4,2
5)	<u>Wollastonita</u>	Silicato cálcico $CaSiO_3$	2,8-2,9
6)	<u>Estaurolita</u>	Aluminosilicato hidratado con hierro $Fe_2Al_4O_8(SiO_4)_4(O,OH)_2$	3,7
7)	<u>Clorita</u>	Aluminosilicato hidratado con hierro y magnesio $(Mg,Fe)_2(Si,Al)_4O_{10}(OH)_2 Mg,Fe)_2(OH)_4$	2,6-3,3
8)	<u>Epidota</u>	Aluminosilicato hidratado con calcio y hierro $Ca_2(Al,Fe)Al_2O(SiO_4)_2(Si_2O_7)(OH)$	3,2-3,5
9)	<u>Talco</u>	Silicato de magnesio hidratado $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	2,7-2,8
10)	Grupo de la <u>serpentina</u> (Asbesto crisotilo)	Silicato de magnesio hidratado $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	3-5
11)	<u>Grafito</u>	Carbono C	3,1

	Dureza, escala de Mohs	Sistema y hábito cristalino	Color	Presencia en las rocas
1)	7	<u>Sistema triclinico</u> Cristales foliáceos	Azul, gris azulado, verde, blanco	<u>Esquisto azul</u>
2)	7½	<u>Sistema ortorrómbico</u> <u>Cristales prismáticos de sección cuadrada</u>	Gris, blancuzco	<u>Esquisto verde</u> <u>Anfibolita</u>
3)	6-7	<u>Sistema ortorrómbico</u> <u>Cristales largos delgados</u>	Pardo, verde, blanco	<u>Anfibolita</u> Granulita
4)	7	Sistema isométrico Dodecaedros, trapezoedros	Rojo intenso, rojo parduzco	Anfibolita
5)	5-5½	Sistema triclinico Fibrosos o columnares	Blanco o gris	Caliza cristalina
6)	7-7½	Sistema ortorrómbico Prismas, en especial maclas en cruz	Pardo,	Anfibolita
7)	2-2½	Sistema monoclinico Foliáceos, escamosos	Verde	Esquisto verde
8)	6-7	Sistema monoclinico Prismas alargados	Verde a negro	Anfibolita epidótica
9)	1	Sistema monoclinico Foliáceos	Verde, gris, blanco	Esquisto talcoso
10)	2½	Sistema monoclinico	Verde	Alteración hidrotermal
11)	1-2	Sistema hexagonal	Gris oscuro, negro, brillo metálico Gris listado, sectil	Esquisto, gneis, mármol

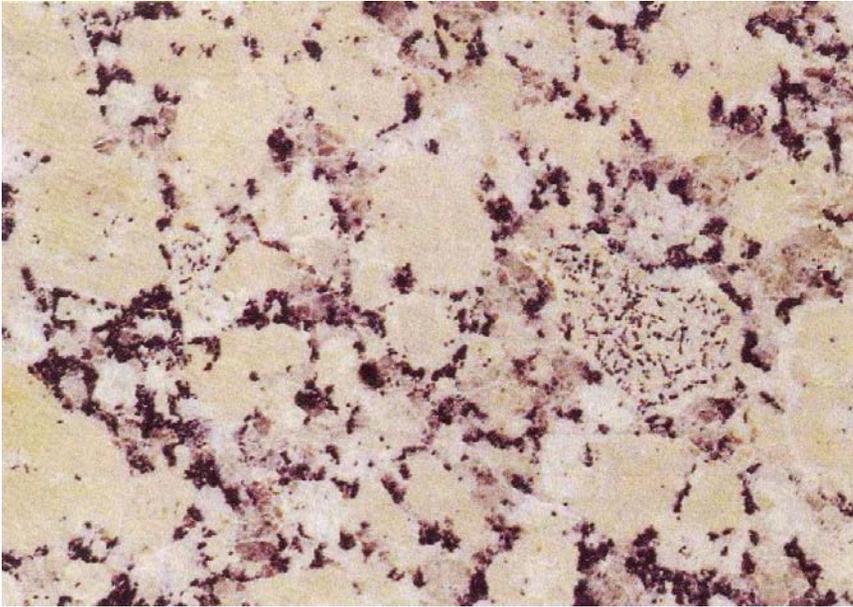
Composición química: Al_2SiO_5



Distinta estructura
y hábito de
crecimiento

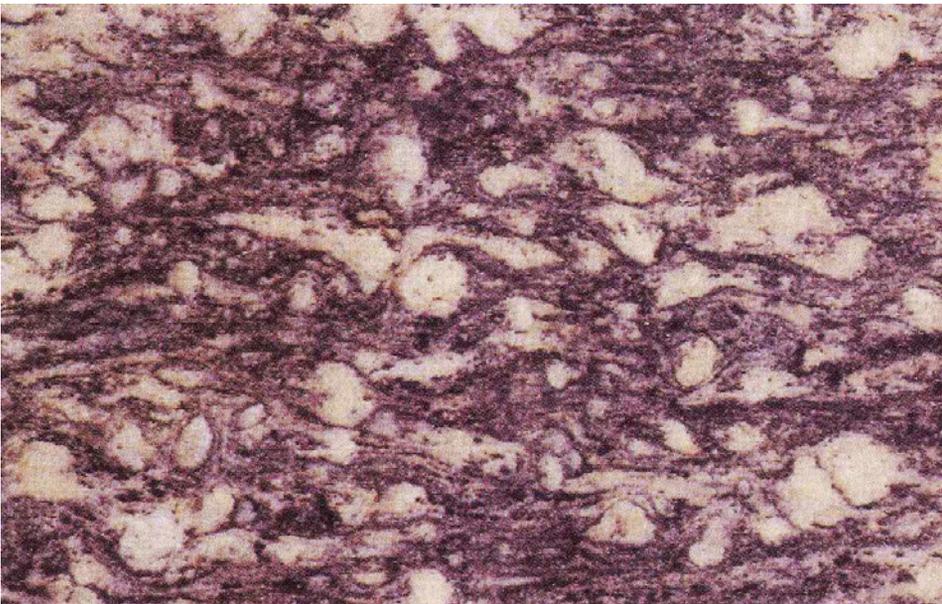


Granito textura alotriomorfa



Gran Beige

Gneis oclar



Azul Guadajira

Granitos



GRAN POLA / INDIAN CREEK

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,60 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,32 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	118 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	8 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	18 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	2375 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Granito bandeado / Banded granite

Localización / Location

Brasil

Principales acabados / Main Finishes

Flameado - Pulido - Abujardado

Flamed - Polished - Bush hammered



GRIS ALBA

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,62 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,45 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	110 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	9 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	1,8 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	85 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	2000 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Granito s.l. / Granite s.l.

Localización / Location

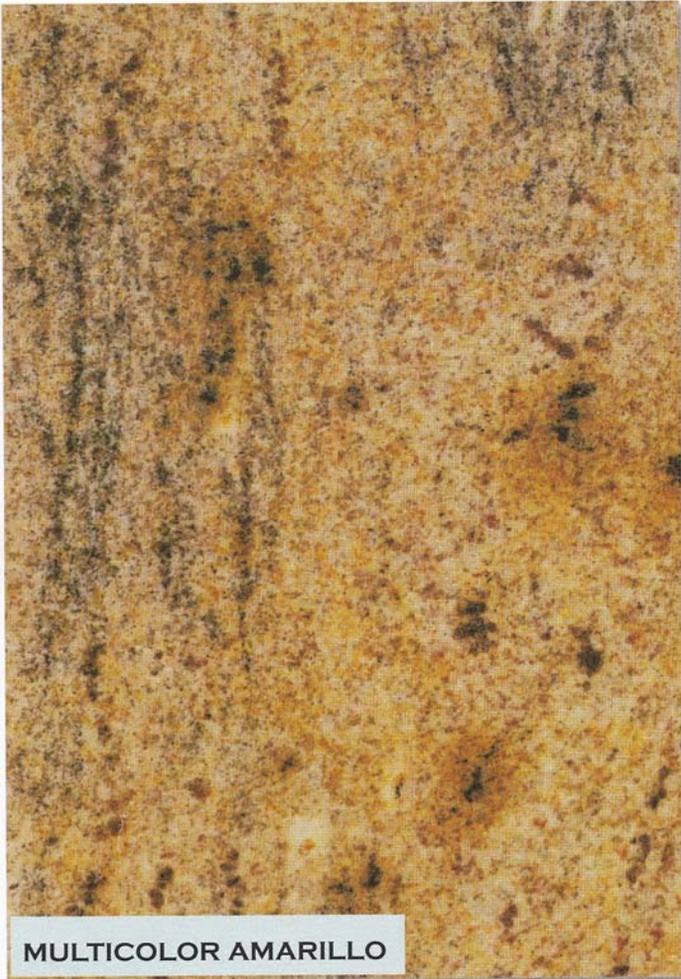
Melón (Ourense)

Principales acabados / Main Finishes

Abujardado - Arenado - Pulido

Bush hammered - Sanded - Polished

Granitos



MULTICOLOR AMARILLO

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,64 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,18 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	148 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	22 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	- mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	2100 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Granito / Granite

Localización / Location

Brasil

Principales acabados / Main Finishes

Apomazado - Flameado - Pulido

Honed - Flamed - Polished



MULTICOLOR AZUL

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,66 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,22 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	189 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	10 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	- mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	2100 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Granito / Granite

Localización / Location

India

Principales acabados / Main Finishes

Apomazado - Flameado - Pulido

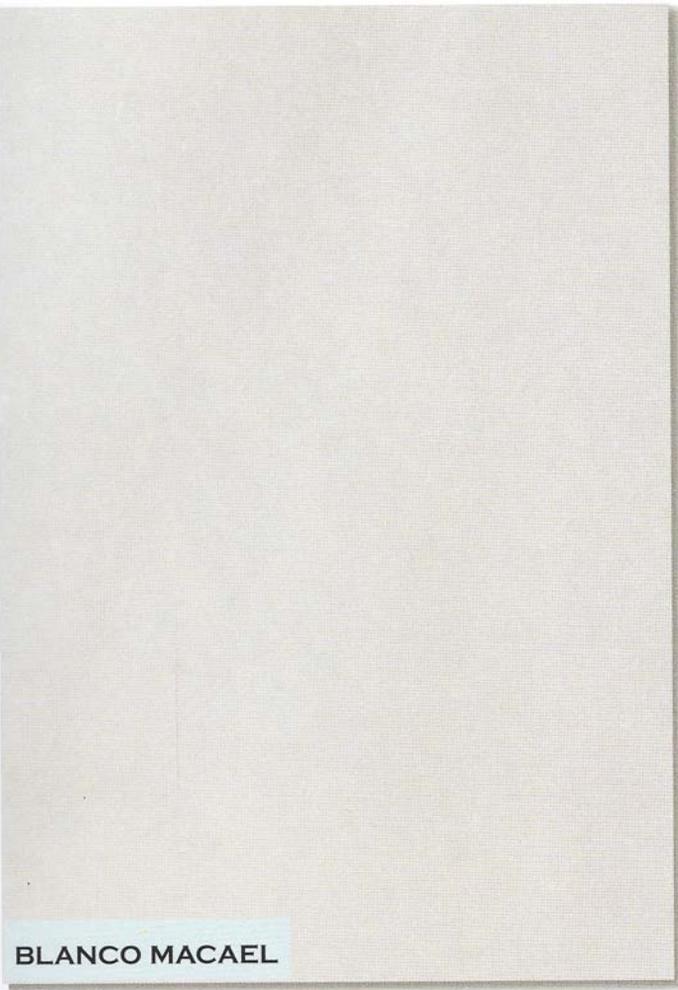
Honed - Flamed - Polished

Características fisicomecánicas de dos granitos ornamentales españoles

	<u>GRANITO</u> (s. s.)	<u>BASALTO</u>
Peso específico	2,64 g/cm ²	2,91 g/cm ²
Coefficiente de absorción	0,31%	0,04%
Resistencia a la compresión	1.540 kg/cm ²	1.997 kg/cm ²
Resistencia a la flexión	290 kg/cm ²	426 kg/cm ²
Resistencia al desgaste	0,08 mm	3,91 mm
Resistencia al impacto	60 cm	100 cm
Resistencia a las heladas	0,017%	0,00%
Porosidad	0,83%	0,02%

Fuente: Atlas de rocas ornamentales de Extremadura y Río Tinto Rocas, S. L.

Mármoles



BLANCO MACAEL

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,71 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,07 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	85 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	14 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	22 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1800 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition
Mármol / Marble

Localización / Location
Macael - Almeria (España)

Principales acabados / Main Finishes
Abujardado - Apomazado - Pulido
Bush hammered - Honed - Polished



BLANCO MACAEL RIO VETADO

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,72 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,04 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	90 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	16 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	19,5 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	2085 N

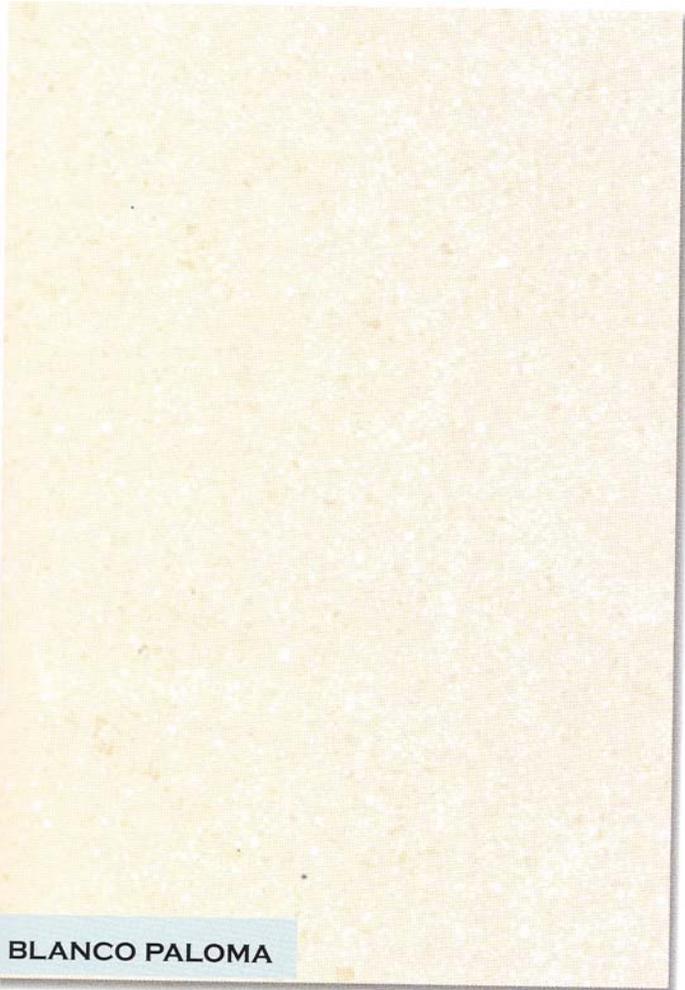
Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition
Mármol calcítico / Calcitic marble

Localización / Location
Macael - Almeria (España)

Principales acabados / Main Finishes
Abujardado - Apomazado - Pulido
Bush hammered - Honed - Polished

Mármoles



BLANCO PALOMA

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,40 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	3,85 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	103 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	10 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	28 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	15 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	- N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition
Caliza oolítica / Oolitic limestone

Localización / Location
Pedrera - Sevilla (España)

Principales acabados / Main Finishes
Abujardado - Apomazado - Envejecido - Pulido
Bush hammered - Honed - Aged - Polished



BRONCEADO COSTASOL

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,69 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,58 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	- Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	11 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	25 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1495 N

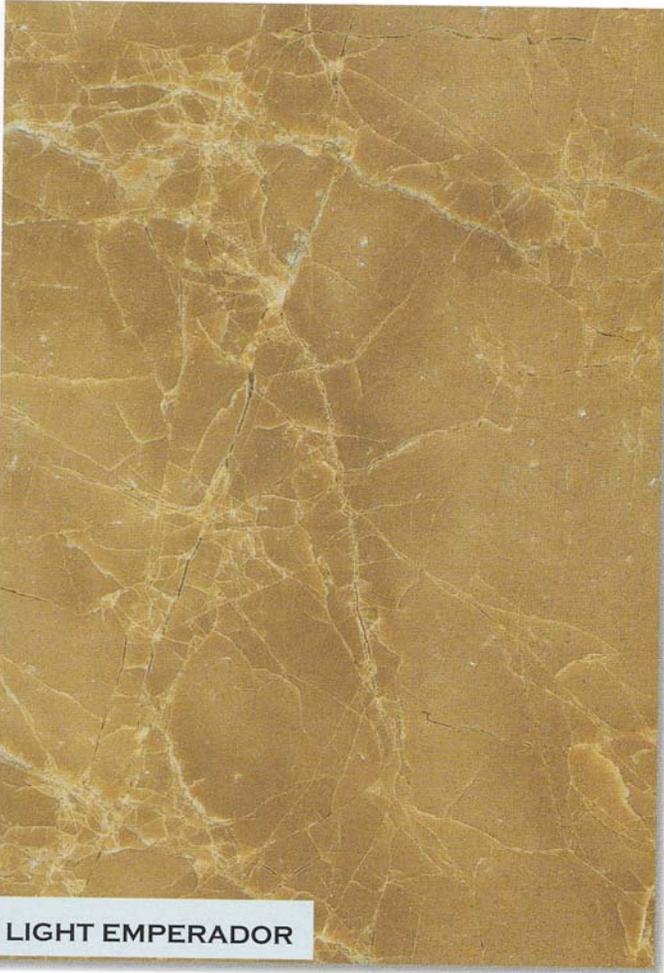
Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition
Roca marmórea / Marmoreous stone

Localización / Location
Casares - Malaga (España)

Principales acabados / Main Finishes
Abujardado - Apomazado - Aserrado - Envejecido - Flameado - Pulido
Bush hammered - Honed - Sawn - Aged - Flamed - Polished

Mármoles



LIGHT EMPERADOR

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,79 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,10 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	154 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	21 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	20 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	35 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1900 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

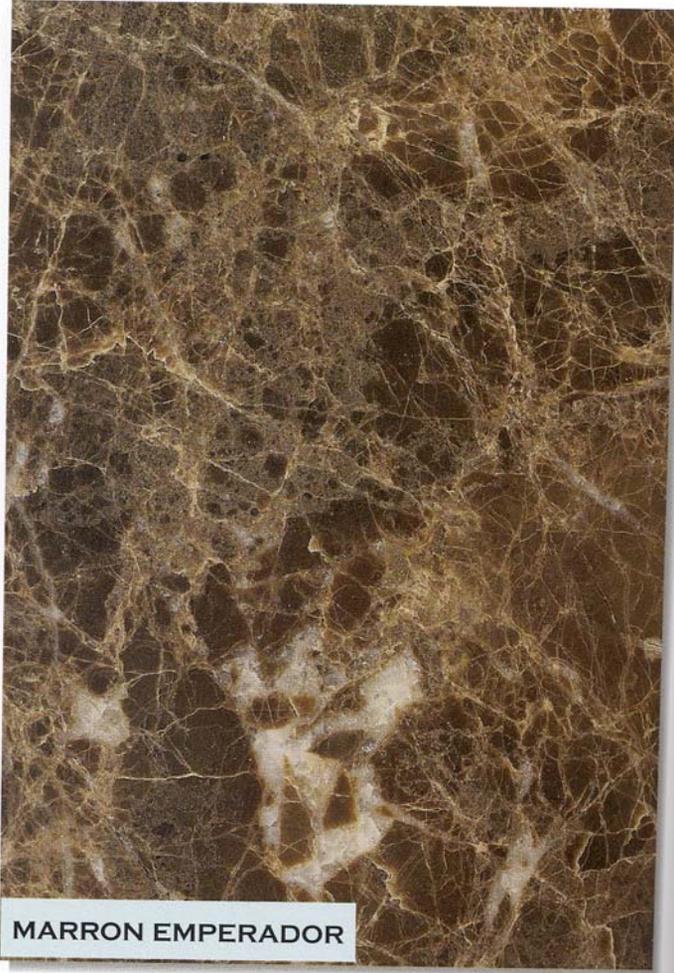
Mármol dolomítico / Dolomitic marble

Localización / Location

Jumilla - Murcia (España)

Principales acabados / Main Finishes

Abujardado - Apomazado - Pulido
Bush hammered - Honed - Polished



MARRON EMPERADOR

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,65 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,40 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	150 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	9 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	20 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	35 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1850 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Caliza dolomitizada / Dolomitized limestone

Localización / Location

Yecla - Murcia (España)

Principales acabados / Main Finishes

Abujardado - Apomazado - Pulido
Bush hammered - Honed - Polished

Mármoles



MISTRAL BEIGE

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,67 gr/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,36 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	147 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	7 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	25 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	27 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1930 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Mármol dolomítico / Dolomitic marble

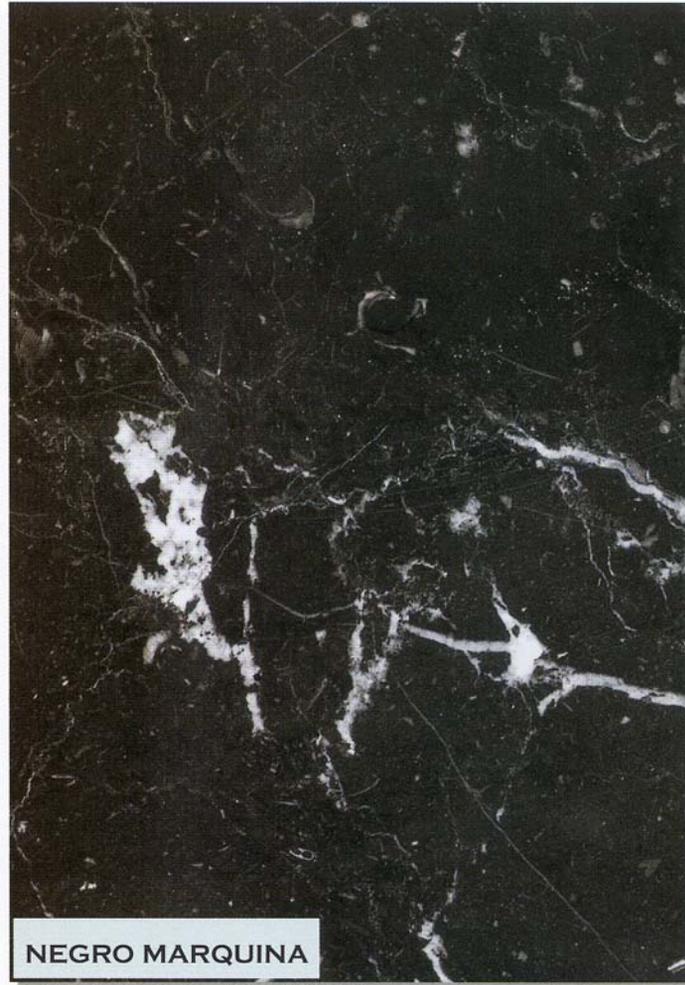
Localización / Location

Lorca - Murcia (España)

Principales acabados / Main Finishes

Abujardado - Apomazado - Pulido

Bush hammered - Honed - Polished



NEGRO MARQUINA

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,69 gr/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,17 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	61 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	13 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	23 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	30 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1987 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Caliza marmórea con vetas de calcita

Marmoreous limestone with calcite veins

Localización / Location

Marquina - Vizcaya (España)

Principales acabados / Main Finishes

Abujardado - Apomazado - Escafilado - Pulido

Bush hammered - Honed - Split face - Polished

Mármoles



ROJO ALICANTE

CARACTERÍSTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,71 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,10 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	94 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	8 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	18 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	30 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1289 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Caliza marmórea / Marmoreous limestone

Localización / Location

La Romana - Monovar - Alicante (España)

Principales acabados / Main Finishes

Abujardado - Apomazado - Pulido

Bush hammered - Honed - Polished



ROJO CORALITO

CARACTERÍSTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,61 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,56 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	86 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	8 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	22 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	35 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1450 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Caliza marmórea / Marmoreous limestone

Localización / Location

Abanilla - Murcia (España)

Principales acabados / Main Finishes

Abujardado - Apomazado - Pulido

Bush hammered - Honed - Polished

Mármoles (travertinos)



TRAVERTINO CLASICO

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS
PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,40 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	1 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	100 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	15 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	25 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1620 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Travertino / Travertine

Localización / Location

Albox - Almería (España)

Principales acabados / Main Finishes

Apomazado (con o sin rellenar huecos con resina) - Cortado
Honed (with/without resin filled hollows) - Cut finish



TRAVERTINO ORO VIEJO

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS
PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,46 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	1 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	121 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	15 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	19 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	2040 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Oosparita / Ooesparite

Localización / Location

Chile

Principales acabados / Main Finishes

Apomazado (con o sin rellenar huecos con resina) - Cortado
Honed (with/without resin filled hollows) - Cut finish

Mármoles



ALBAMIEL

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	1,94 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	8,67 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	16 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	3 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	15 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	30 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	800 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Calcarenita bioclásica de briozoos y algas
Bryozoo and algae bioclastic calcarenite

Localización / Location

Hellín - Albacete (España)

Principales acabados / Main Finishes

Corte a disco
Sawn finish



AMARILLO FOSIL®

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,38 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	2,20 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	52 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	8 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	12 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	22 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1700 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Biocalcarenita - Biocalcirudita - Lumaquela
Biocalcarenite - Biocalcirudite - Lumachel

Localización / Location

Hellín - Albacete (España)

Principales acabados / Main Finishes

Abujardado - Apomazado - Pulido
Bush hammered - Honed - Polished

Mármoles



ANTINA

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS
PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,62 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,41 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	- Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	12 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	15 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1230 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Cuarcita / Quartzite

Localización / Location

Brasil

Principales acabados / Main Finishes

Lajado - Pulido
Sheeting - Polished



AZUL MACAUBAS

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS
PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,63 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,11 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	169 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	17 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	20 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	1500 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition

Cuarcita / Quartzite

Localización / Location

Brasil

Principales acabados / Main Finishes

Pulido
Polished

Mármoles



CUARCITA GRIS AYLLON

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

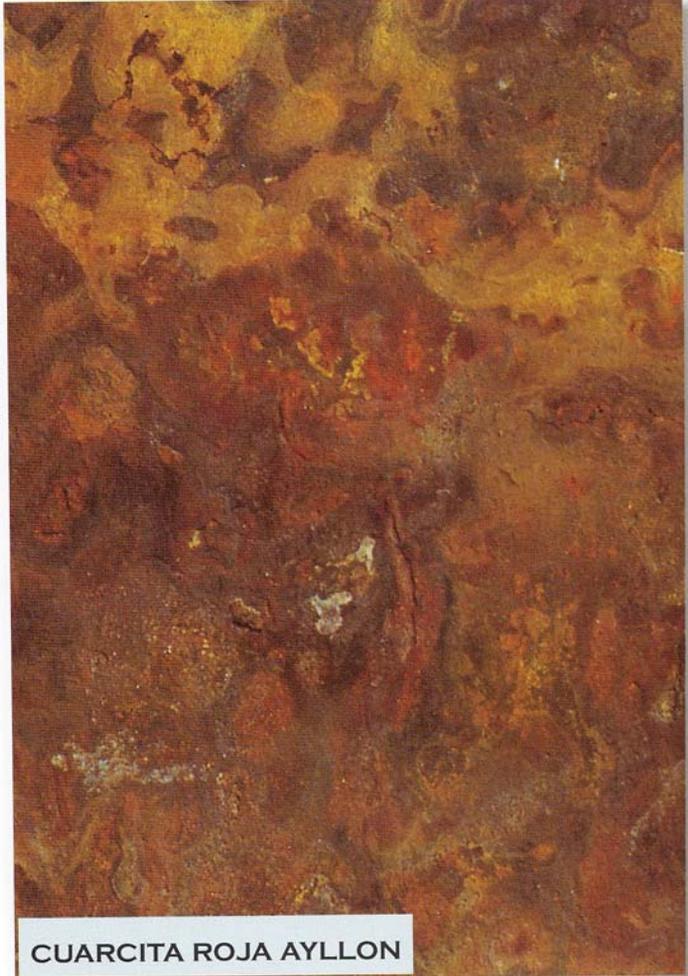
Masa volúmica / Volumetric weight	2,89 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,22 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	41 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	34 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	8 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	2000 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition
Pizarra silíceas / Siliceous slate

Localización / Location
Serracín-Riaza - Segovia (España)

Principales acabados / Main Finishes
Lajado
Sheeting



CUARCITA ROJA AYLLON

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,89 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,22 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	41 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	34 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	8 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	- cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	2000 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition
Pizarra silíceas / Siliceous slate

Localización / Location
Serracín-Riaza - Segovia (España)

Principales acabados / Main Finishes
Lajado
Sheeting

Mármoles (Areniscas)



ARENISCA DEL DUERO



ARENISCA OJO DE PERDIZ

**CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS
PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES**

Masa volúmica / Volumetric weight	2,09 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	5,60 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	40 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	4 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	25 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	50 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	450 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition
Subarcosa Lítica / Lithic Subarcose

Localización / Location
Quintanar de la Sierra - Burgos (España)

Principales acabados / Main Finishes
Cortado - Abujardado - Escafilado - Apomazado
Cut finish - Bush hammered - Split face - Honed

**CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS
PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES**

Masa volúmica / Volumetric weight	2,20 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	4 %
Resistencia mecánica a la compresión / Compression strength	37 Mpa
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength	6 Mpa
Resistencia al desgaste / Friction wear resistance	23 mm
Resistencia al impacto / Impact strength	42 cms
Resistencia al anclaje / Anchorage resistance	493 N

Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition
Ortoquarcita / Orthoquartzite

Localización / Location
Aldehuela de Perianez - Soria (España)

Principales acabados / Main Finishes
Aserrado - Abujardado - Apomazado
Sawn - Bush hammered - Honed

Propiedades fisicomecánicas de dos mármoles ornamentales españoles

	<u>MÁRMOL "BLANCO AROCHE"</u>	<u>CALIZA "AMARILLO FÓSIL"</u>
Peso específico aparente	2,79 g/cm ³	2,14 g/cm ³
Coefficiente de absorción	0,08%	0,5%
Resistencia a compresión	67,9 Mpa	26,56 Mpa
Resistencia a la flexión	10,21 Mpa	7,97 Mpa
Resistencia al desgaste	5,35 mm	n. d.
Resistencia al impacto	36,25 cm	41 cm
Microdureza Knoop	1.425 Mpa	n. d.
Resistencia a las heladas	0,02%	0,05%

Fuente: *Minerales y Rocas Industriales de Huelva y Preamar, S. L.*

Pizarras



VALDEORRAS - LOS MOLINOS

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

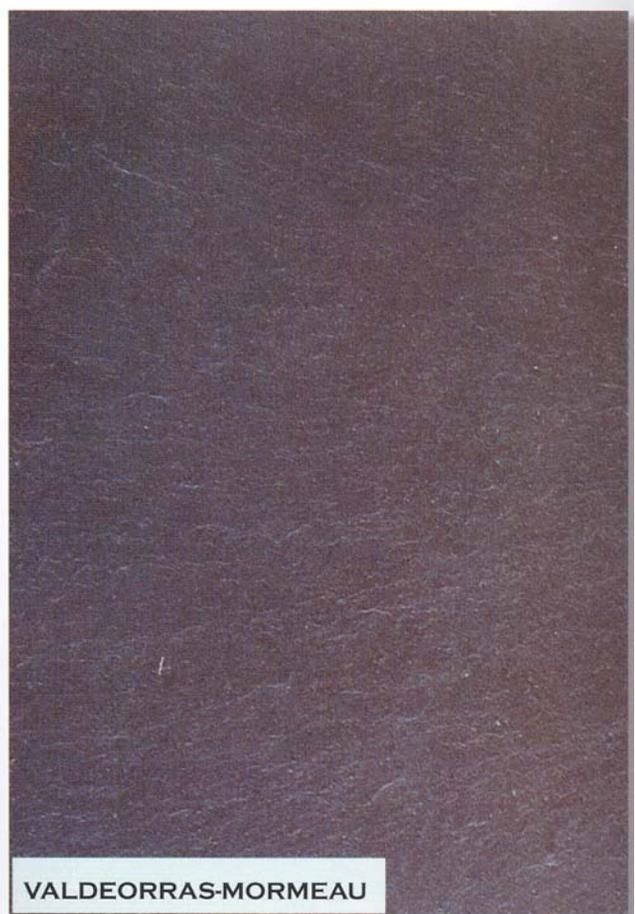
Masa volúmica / Volumetric weight	2,75 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,40 %
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength (1)	57/53 Mpa
Contenido en Carbonatos / Content of carbonates	0,20 %
Ciclo Térmico Código / Thermic cycle code	T 1
Exposición SO ₂ Código / Exposition SO ₂ code	S 1

(1) El primer valor resistencia a flexión en sentido longitudinal, el segundo valor en sentido transversal.
(1) The first is the flexure resistance value in the longitudinal direction; the second is the transversal value.
Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition
Pizarra / Slate

Localización / Location
Carballada de Valdeorras - Ourense (España)

Principales acabados / Main Finishes
Exfoliado para cubiertas
Foliated for coverings



VALDEORRAS-MORMEAU

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES

Masa volúmica / Volumetric weight	2,80 grs/cm ³
Coefficiente de absorción / Coefficient of absorption	0,25 %
Resistencia mecánica a la flexión / Flexure strength (1)	65/57 Mpa
Contenido en Carbonatos / Content of carbonates	0,50 %
Ciclo Térmico Código / Thermic cycle code	T 1/T 2
Exposición SO ₂ Código / Exposition SO ₂ code	S 1

(1) El primer valor resistencia a flexión en sentido longitudinal, el segundo valor en sentido transversal.
(1) The first is the flexure resistance value in the longitudinal direction; the second is the transversal value.
Datos orientativos. Para cada utilización es preciso realizar nuevos ensayos, antes y durante su colocación
Approximate data. For each use new tests must be carried out before and during its placing

Denominación Petrográfica / Petrographic Definition
Pizarra / Slate

Localización / Location
Carballada de Valdeorras - Ourense (España)

Principales acabados / Main Finishes
Exfoliado para cubiertas
Foliated for coverings

Características fisicoquímicas de una pizarra de techar

Peso específico aparente	2,71 g/cm ³
Capacidad de absorción de agua	2,7%
Resistencia a la flexión	300-400 kg/cm ²
Heladicidad	0,03%
Contenido en carbonatos	0,5%
Resistencia a los ácidos	Leves alteraciones superficiales

Fuente: *Minerales y rocas industriales de Huelva.*

Comparación propiedades

Granito Blanco Alba

Masa volúmica: 2,62 g/cm³
Coeficiente de absorción: 0,45%
Resistencia a la Compresión: 110 MPa
Resistencia Mecánica a la flexión: 9 MPa
Resistencia al desgaste: 1,8 mm
Resistencia al impacto: 85 cm
Resistencia al anclaje: 1900 N

Este es a
profundidad

Mármol Blanco Macael

Masa volúmica: 2,71 g/cm³
Coeficiente de absorción: 0,07%
Resistencia a la Compresión: 85 MPa
Resistencia Mecánica a la flexión: 14 MPa
Resistencia al desgaste: 22 mm
Resistencia al impacto: --- cm
Resistencia al anclaje: 1800 N

No están
medidos
igual
Este es a
superficie

Pizarra Valdeorras-Los Molinos

Masa volúmica: 2,75 g/cm³
Coeficiente de absorción: 0,40%
Resistencia Mecánica a la Flexión: 57/53 MPa
Contenido en Carbonatos: 0,20%
Código de Ciclo Térmico: T1
Código Exposición SO₂: S1

Resistencia a la compresión muy alta

¡ PARA COMPARAR HAY QUE ASEGURARSE
QUE LOS PARÁMETROS SE HAN MEDIDO
DEL MISMO MODO Y QUE ESTAN EN
LAS MISMAS UNIDADES !

Tema 2: Rocas ornamentales (Piedra Natural)

2.4. Tecnologías de extracción y elaboración de rocas ornamentales

2.4.1. La extracción de mármoles y granitos

2.4.2. La extracción de pizarras y piedras de cantería

2.4.3. Tecnologías para la elaboración y el diseño en piedra natural

2.4.3.1. Elaboración de bloques escuadrados

2.4.3.2. Elaboración de bloques informes

2.4.3.3. Elaboración de los sobrantes

2.4.3.4. Elaboración de pizarras

2.4.4. Ensayos de alterabilidad de las piedras naturales

Rocas Ígneas, Calizas, Areniscas, Sepentinas, Mármoles, Pizarras

2.5. Mármoles de Macael

2.5.1. Origen e historia de los mármoles de Macael

2.5.2. Marco geográfico y geológico

2.5.3. Los productos de Mármol de Macael

2.5.4. Criterios de diseño y selección

2.5.4.1. Criterios perceptivos

2.5.4.2. Criterios tecnológicos

Hilo diamantado

Electrodepositado



De concreción



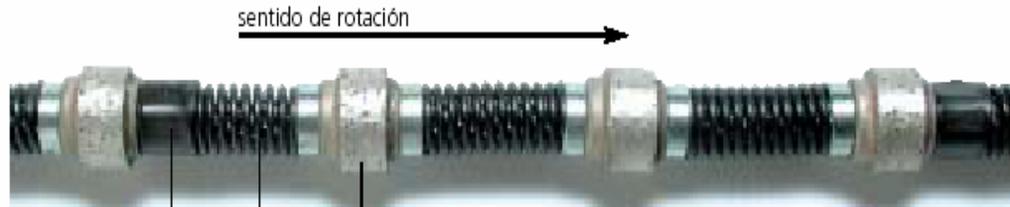
Hilo diamantado para mármol



Hilo diamantado para granito

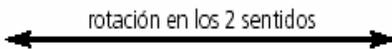


Dos tipos de montaje de los hilos para la extracción del mármol



Montaje asimétrico

El muelle intercalado entre el separador engastado en el cable y la perla se encarga de amortiguar los choques que recibe y disminuye así su impacto sobre el cable portador. Por esta razón, le cable debe girar en el sentido de rotación indicado por la flecha.



↕ 5 mm

Montaje simétrico

Un muelle montado a ambos lados del separador engastado sirve para proteger el conjunto contra los golpes. Este cable puede girar sin peligro en ambos sentidos.

Prestaciones hilo diamantado

Mármoles

tipo de material	velocidad de corte (m ² /h)	vida útil (m ² /m)
blanco cristalino	10 a 20	40 a 80
beige compacto	8 a 16	40 a 70
coloreados	5 a 12	40 a 70
travertino	12 a 24	70 a 120
gris calcáreo	5 a 8	40 a 60

Granitos

tipo de material	velocidad de corte (m ² /h)	vida útil (m ² /m)
clase 1	4 a 6	15 a 25
clase 2: granito negro compacto	3 a 5	13 a 20
clase 2 - 3	2 a 5	8 a 15
clase 4 - 5	1 a 3	3 a 8
granito abrasivo	3 a 4	8 a 15

Otras piedras

tipo de material	velocidad de corte (m ² /h)	vida útil (m ² /m)
Arenisca y piedras abrasivas:		
duras y bastante compactas	1 a 5	5 a 10
blandas y muy abrasivas	5 a 25	10 a 30
Pizarras	3 a 10	10 a 40

Extracción de Mármol y Granito

- **Se extraen bloques regulares de 3 x 2 x 2 m³ (~ 30 toneladas)**

1) FRENTE DE CANTERA: Grandes voladuras y excavadoras con martillo perforador, retroexcavadoras, perforadoras múltiples para barrenar, palas cargadoras, dumpers, etc.

Además de dejar la veta de roca útil en la superficie, hay que preparar el terreno para colocar toda la maquinaria necesaria

2) CORTE DEL BLOQUE:

- Cortadora de hilo diamantado
- Perforadora múltiple + explosivo convencional
- Lanza térmica
- Rozadora de cadena
- Corte por chorro de agua
- Cemento expansivo

3) ABATIR EL BLOQUE: Desbancador

4) CARGA EN LOS DUMPERS: Gruas Derrick fijas y palas cargadoras para mover 30 toneladas

5) TRANSPORTE A LA FÁBRICA PARA SU ELABORACIÓN:
Dumpers (30 toneladas de capacidad de carga)

Otras máquinas presentes en las canteras: Aspiradores de polvo, detectores de fisuras y grietas por ultrasonidos, bancos de trabajo para los hilos diamantados, afiladoras de coronas de perforación, bombas de agua para la refrigeración, etc.

Tino Stone Group emplea más de 60.000 kilos de explosivos para obtener mármol Blanco Macael

La empresa Tino Stone Group dejó al descubierto la mayor veta de blanco Macael que jamás se haya visto en la comarca minera de Almería y utilizó para la voladura más de 60.000 kilos de explosivos entre goma-2 y nagolita. Fueron necesarios más de 25 kilómetros de perforaciones para introducir la carga en el corazón del monte que esconde el mármol Blanco Macael.

Autor: Alwaystone

Fecha de Publicación: 14/07/2004

La empresa indicó que la voladura tuvo lugar entre las 20.00 y las 21.00 horas en rambla Orica, en el seno de las canteras de la sierra de Los Filabres, en el municipio de Macael.

La explosión provocó un desmonte de unos 300.000 metros cúbicos de tierras y rocas y un millón de toneladas de escoria. Los estudios geotécnicos realizados con sucesivas catas a lo largo de los últimos meses demuestraban que la veta que se ocultaba en el corazón de la montaña guardaba aproximadamente una masa de 1.200.000 toneladas de blanco Macael de extraordinaria calidad.

Durante toda una semana más de 40 personas especialistas en la manipulación de explosivos han trabajado para realizar más de 1.000 perforaciones de unos 25 metros de profundidad por 90 centímetros de diámetro, en cuyo interior se introdujo la carga que hará saltar el monte.

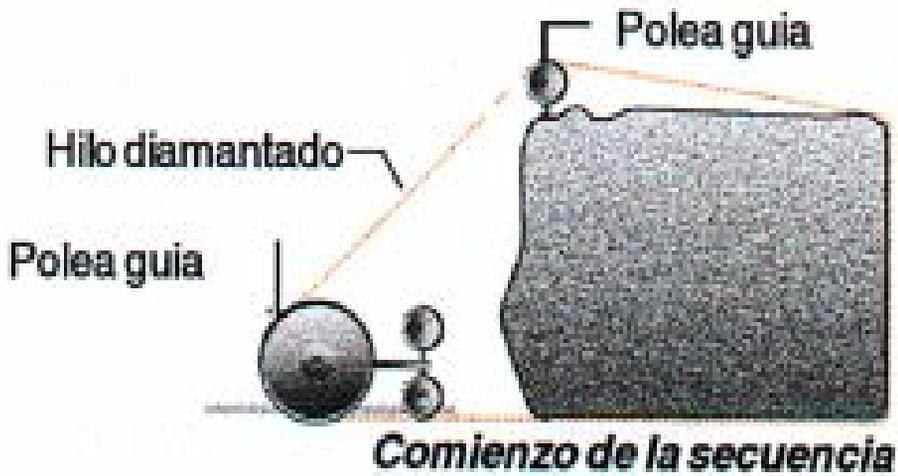
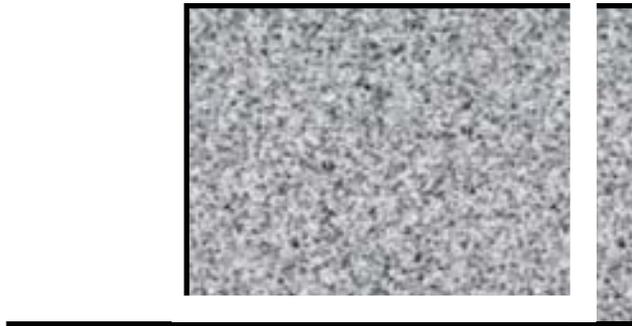
Toda la operación se siguió con unas extraordinarias medidas de seguridad, sobre todo, el perímetro por la enorme cantidad de explosivo que se utilizó para la operación que fue la segunda de semejante envergadura que realiza la empresa. Este proceso supuso una inversión de unos 600.000 euros.

Hace unos cuatro años ya se realizó una voladura similar en la misma zona, rambla Orica, con la que quedó al descubierto una primera fase del gran yacimiento propiedad de Tino Stone.

Con esta segunda operación de limpieza, se duplica la superficie de veta que queda al descubierto, llegando al mismo corazón de la sierra donde la piedra adquiere unas calidades inigualables, al tratarse del mismo epicentro en el que la naturaleza compactó hace miles de años los sedimentos de carbonato cálcico que el hombre extrae hoy como mármol blanco de extraordinaria pureza.

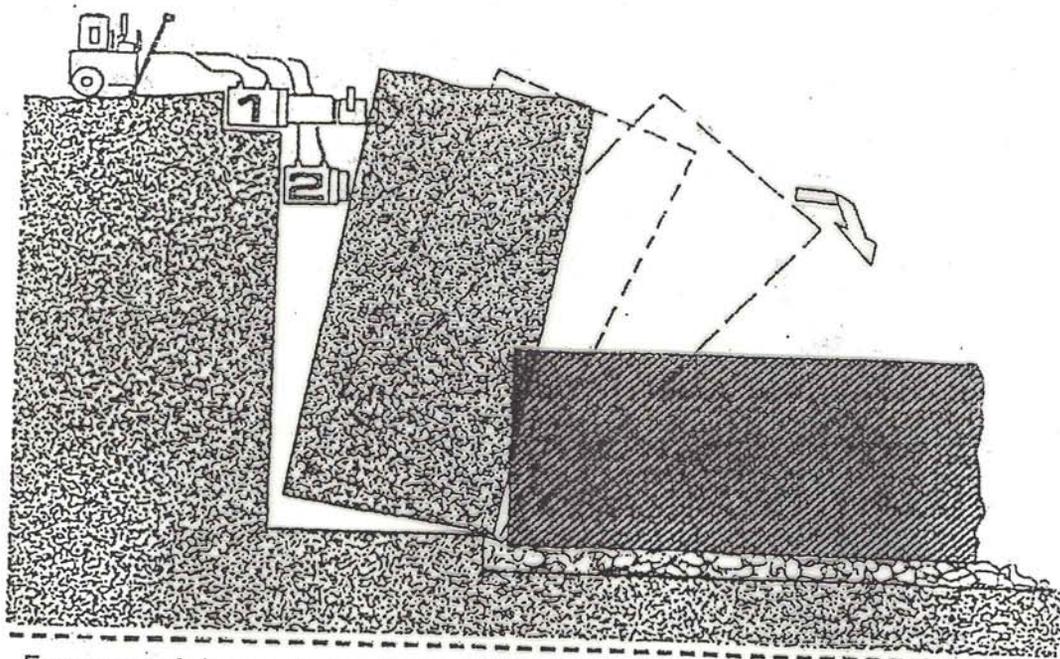
| [Volver a la vista normal](#) |

Corte con hilo diamantado



Velocidad de corte con hilo diamantado			
Material	Velocidad de corte (m ² /h)	Rendimiento hilo electrodepositado (m ²)	Rendimiento hilo de concreción (m ²)
Tobas	20-30	-	15-20
Travertinos	10-17	50-80	70-120
Mármoles cristalinos	8-15	30-50	40-80
Mármoles y calizas compactas	5-12	15-45	35-70
Pizarras	4-10	-	10-50
Mármoles	3-10	-	15-35

Fuente: catálogo de Diamant Boart.



Esquema del uso de un desbancador, que separa el bloque de la pared de la cantera. (Gráfico extraído del catálogo de A. Benetti Macchine S.r.l.).

Extracción de Pizarra

- Se extraen rachones (bloques irregulares que pueden llegar a ser de gran tamaño)

1) CREACIÓN DE LAS TRINCHERAS: Quitar la parte estéril (material no aprovechable) con excavadoras de orugas y voladuras (desmonte) hasta que se alcanza la pizarra explotable.

En una misma cantera se abren varias trincheras donde situar las máquinas que arrancan los rachones

2) EXTRACCIÓN DE LOS BLOQUES: Se realiza aprovechando los planos de exfoliación con palas excavadoras. Los bloques son de tamaño irregular y se denominan “rachón”.

En los planos perpendiculares al de exfoliación se hacen cortes con cortadoras de hilo diamantado y rozadoras de cadena.

El bloque queda despegado del frente de cantera tras el corte

3) CARGA EN LOS CAMIONES: Palas cargadoras

4) TRANSPORTE A LA FÁBRICA PARA SU ELABORACIÓN:
Camiones de diverso tamaño

✓ Las **lajas para piedras de cantería** se suelen separar en masas más pequeñas en la propia trinchera utilizando martillos y cuñas manuales. De la propia cantera salen clasificadas por grosores y tamaños para su comercialización.



Extracción de pizarra



Extracción de pizarra



Elaboración de Mármol y Granito

ESCUADRADO: Hacer los bloques más regulares, de tamaños apropiados para ser introducidos en los telares (3,2 x 2,0 x 1,8 m³)

ASERRADO CON TELAR: Aserrado de los bloques para sacar tableros de 2 y 3 cm de espesor y aproximadamente 2 x 3 m² de superficie

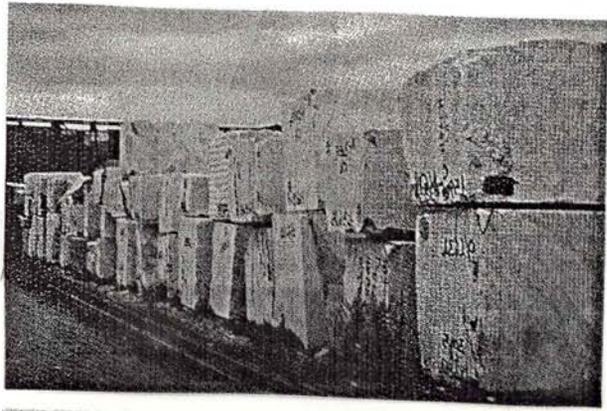
TRATAMIENTOS SUPERFICIALES: Acabados de todo el tablero (cara vista)

Apomazado, pulido, abujardado, flameado, arenado, estucado y resinado.

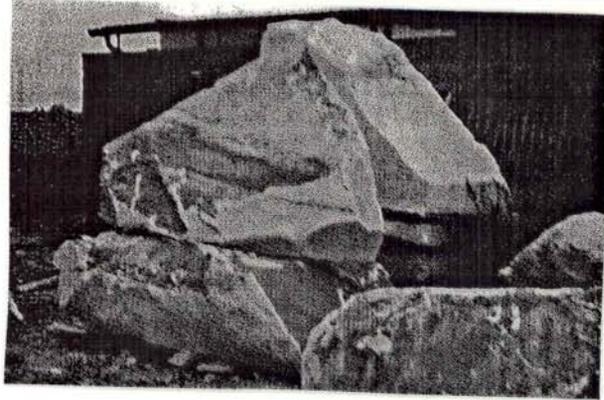
CORTE A MEDIDA: Se cortan las piezas del tamaño comercial deseado

ACABADO: Tratamientos superficiales de cantos, taladros y ranuras para alojar anclajes

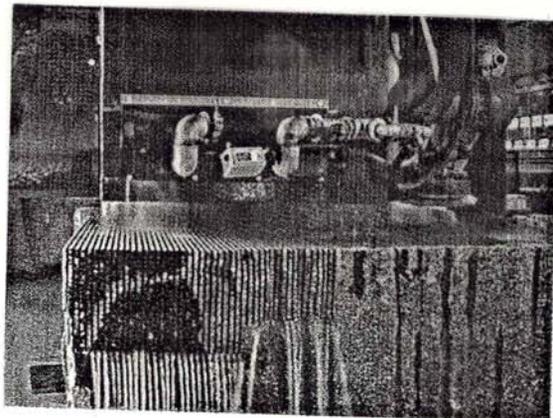
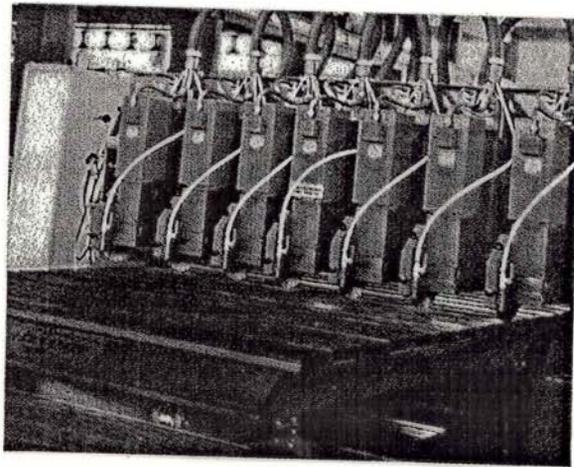
Bloques
escuadrados

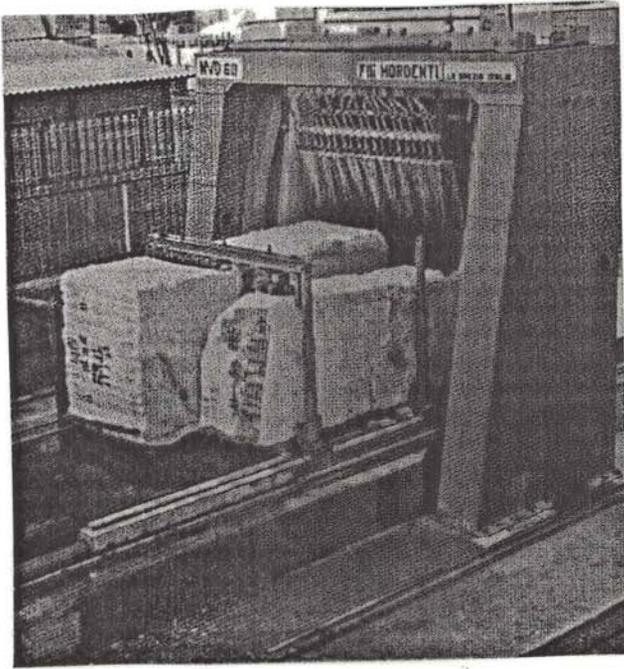


Bloques
informes

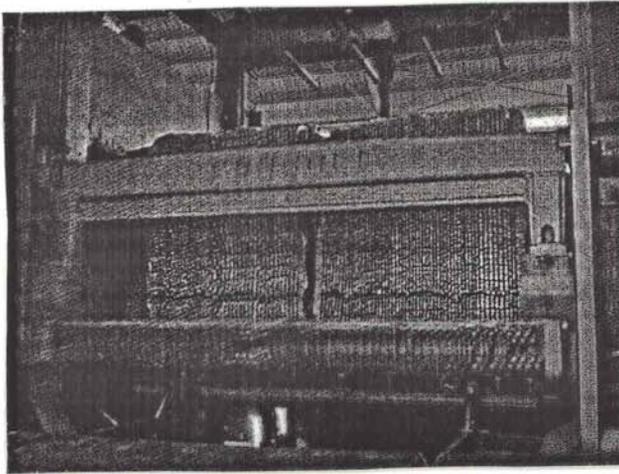


Máquinas
de disco
diamantado

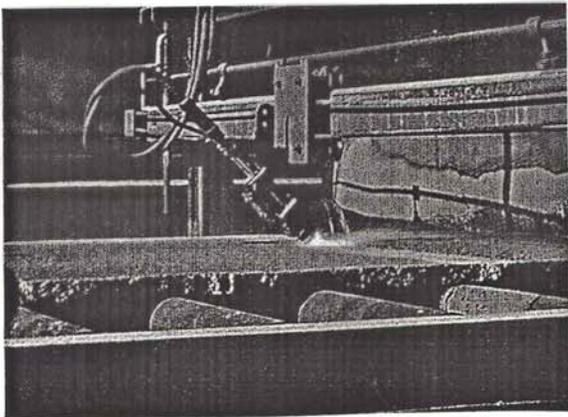




Telar
vertical
con flejes
diamantados



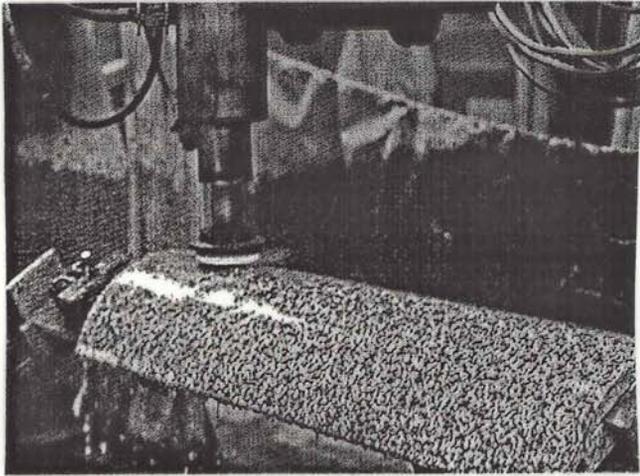
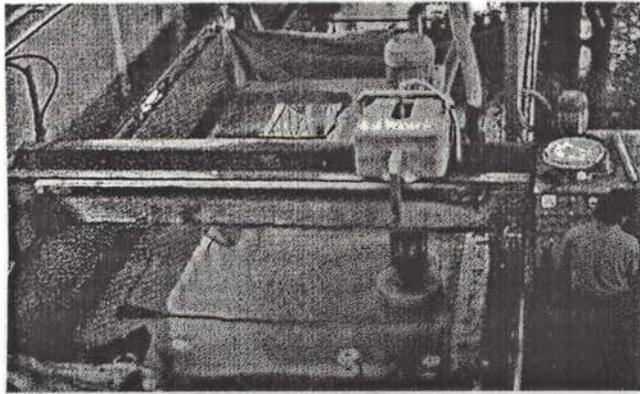
Telar oscilante
con fleje y grana-
lla de acero



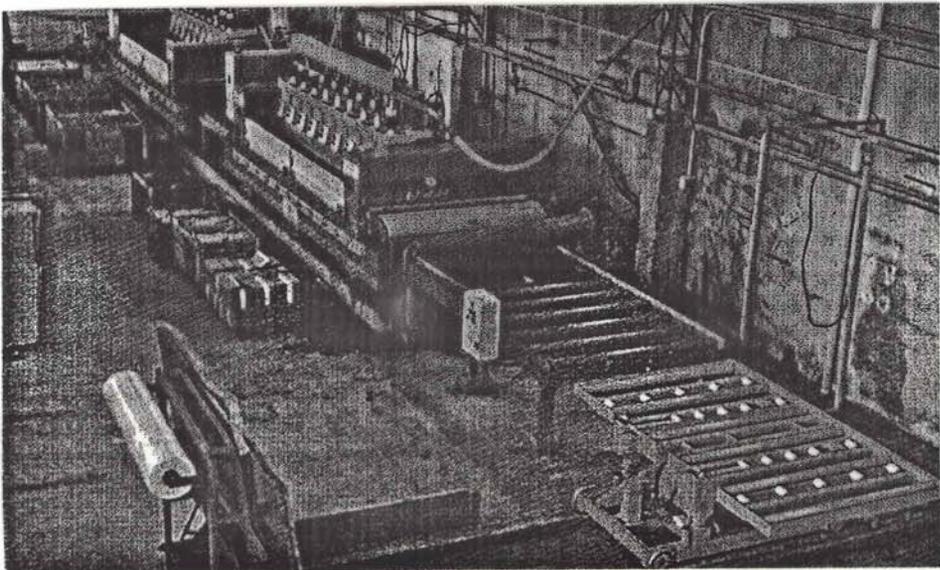
Flameadora

MATERIAL MATERIAL	APOMAZADO HONED	PULIDO POLISHED	ABUJARDADO BUSH HAMERED	FLAMEADO FLAMED	ARENADO SANDED	ESTUCADO STUCCO	RESINADO RESINED
MARMOL MARBLE	•	•	•		•		•
SIMILARES SIMILARS	•	•	•	•	•		
TRAVERTINO TRAVERTINE	•	•	•		•	•	
OTRAS PIEDRAS OTHER STONES	•		•		•	•	

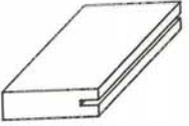
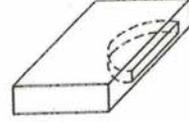
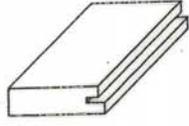
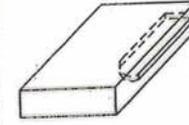
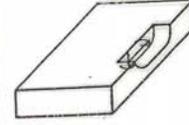
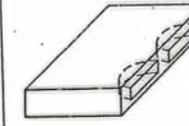
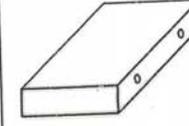
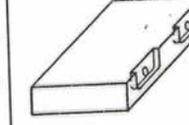
Pulidora
de
puente



Pulidora de cinta



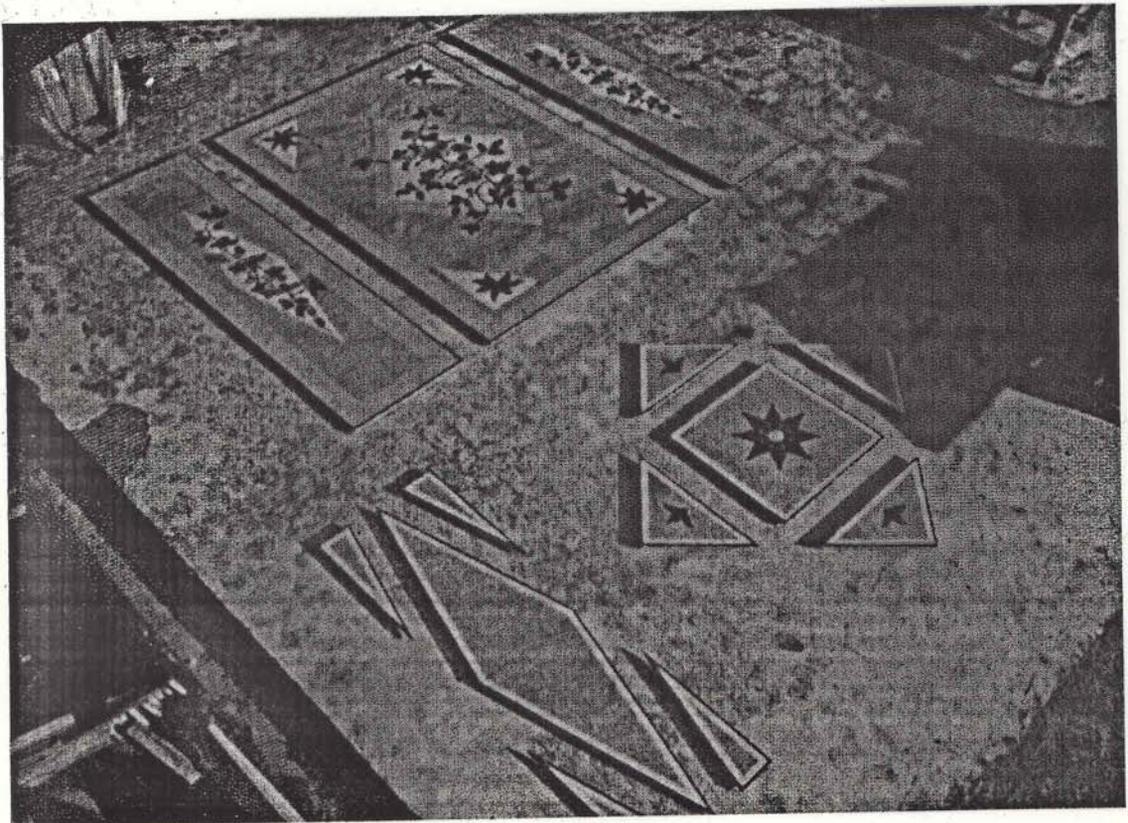
Ranuras de acabados

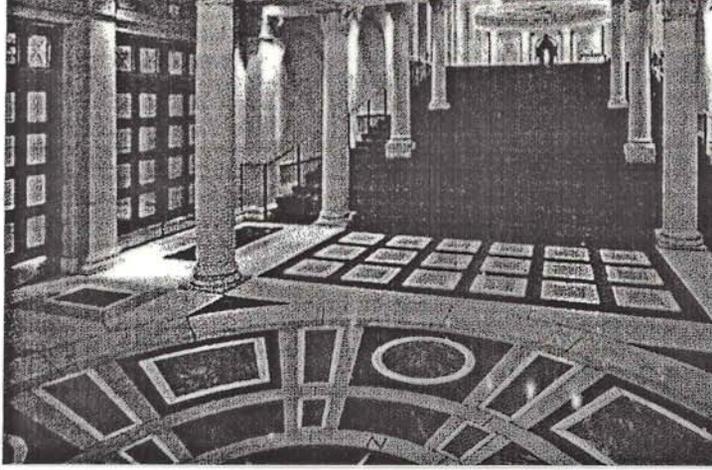
<p>RANURADO SIMPLE SIMPLE GROOVING</p>		<p>CURVO ALARGADO LENGTHWISE CURVE</p>	
<p>RANURADO REBAJADO LOWERED GROOVING</p>		<p>RANURADO PARCIAL PARTIAL GROOVING</p>	
<p>CURVO CON REBAJE LOWERED CURVE</p>		<p>CURVO SIMPLE SIMPLE CURVE</p>	
<p>BARRENADO BORE HOLES</p>		<p>BARRENADO CON REBAJE LOWERED BORE HOLES</p>	

Encastrado de elementos recortados

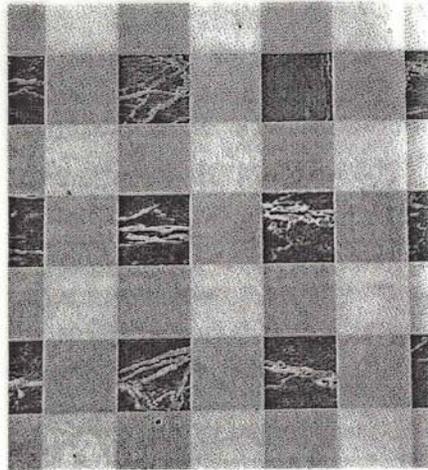
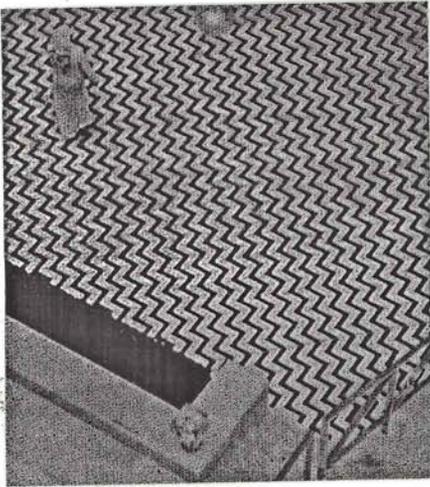


Pavimento encajado

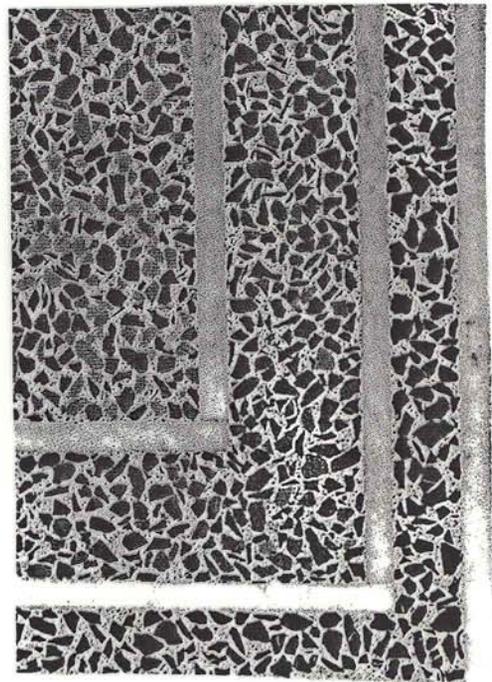




Revestimientos



Mosaico



Sembrado

Elaboración de pizarra

EXFOLIACIÓN PRIMARIA: Dividir los rachones, según los planos de exfoliación de la pizarra, en bloques de un espesor apropiado para la sierra (menor de un tercio del diámetro del disco de la sierra).



ASERRADO: Aserrado de los bloques en bruto para sacar bloques paralelepípedos de dimensiones apropiadas a los distintos formatos comerciales.

Los bloques obtenidos en el serrado se mantienen almacenados en contenedores llenos de agua hasta su labrado.



LABRADO: Iajado de los bloques para conseguir placas de entre 3 y los 6 mm, según el tipo de aplicación.



CORTADO: Se le da a las placas la forma final, biselado de bordes y perforación para sujeción.



SELECCIÓN: Escoger las placas según una serie de parámetros de calidad establecidos.



CLASIFICACIÓN: En base a diferentes tamaños y plantillas estandarizados.

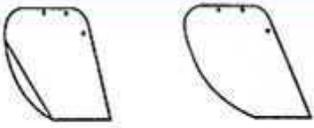
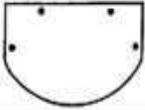
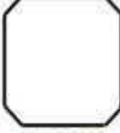
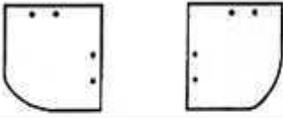
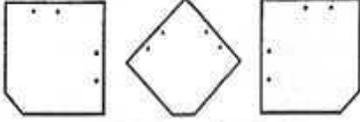
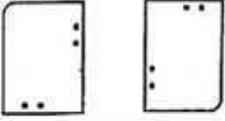
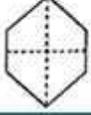


Elaboración de
pizarra

valdeorras.com



Elaboración de pizarra

Ordinarios			Especiales								
	Largo cm.	Ancho cm.	Espesor medio mm.	Largo cm.	Ancho cm.	Espesor medio mm.					
RECTANGULAR	40	25	4 a 5	60	30	6 a 8		SCHUPPEN Medidas muy variables y especiales.			
	40	20	4 a 5	50	30	5 a 7					
	35	25	4 a 5	50	25	5 a 7		30 x 19 cm 25 x 19 cm 22 x 15 cm 20 x 15 cm			
	32	22	2,5 a 3,5	46	30	4 a 6					
	30	20	2,5 a 3,5	—	—	—					
	27	18	2,5 a 3,5	—	—	—					
	25	15	2,5 a 3,5	—	—	—					
REDONDEADA	40	20	4 a 5	FABRICACIÓN SOBRE ENCARGO  CUADRADA  OCTOGONAL  GRANEL				MEDIA LUNA (derecha e izquierda) 30 x 30 cm. 25 x 25 cm 20 x 20 cm.			
	35	20	4 a 5								
	30	20	4 a 5								
OIVAL O PICO PALA	50	25	6 a 7								20 x 20 cm.
	40	20	4 a 5								
ROMBO	40	40	6 a 8								25 x 20 cm.
35	35	5 a 7									
EXAGONAL	40	30	—					47,7 x 30,8 cm. 38 x 25 cm. 30 x 20 cm. 26,2 x 17,8 cm.			
	35	25	—								



Ensayos de alterabilidad

El objetivo es estimar la durabilidad de la roca. Cada tipo geológico de roca presenta características similares

✓ **Variedades de rocas** según la norma europea EN12670

“Terminología de Piedra Natural”:

- Ígneas
- Calizas
- Areniscas
- Serpentinás
- Mármoles
- Pizarras

✓ **Tipos de ensayos de alterabilidad:**

- Choque térmico (UNE-EN 14066)
- Cristalización de sales (UNE-EN 12370)
- Absorción de agua (UNE-EN 13755)
- Absorción de agua por capilaridad (UNE-EN 1925)
- Eflorescencia (para cerámica UNE 67029)
- Descohesión granular (parecido a choque térmico)
- Ensayo SO₂ en presencia de H₂O (UNE-EN 13919)
- Inmersión en ácido sulfúrico (K. S. Ross, BRE, 1989)
- Heladicidad (UNE-EN 12371)

La Federación Española de la Piedra Natural (FdP) junto con AENOR ha editado en 2007 un CD (y un libro) que recopila todas las normas que se aplican en Piedra Natural para la construcción (<http://www.fdp.es/>)

3.2. CUADRO RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE ALTERABILIDAD, SEGÚN EL TIPO DE ROCA

Tipo de Roca	ENSAYOS						
	Choque térmico	Cristalización de sales	Absorción	Eflorescencia	Descohesión granular	SO ₂	Heladicidad (***)
Rocas Igneas (granitos)	X		X			X	X
Areniscas		X(*)	X				X
Calizas		X	X				X
Serpentinás			X	X			X
Mármoles	X		X		X(**)		X
Pizarras	X		X			X	X

Fuente : Elaboración propia

(*) Únicamente en condiciones de exposición extrema.

(**) Únicamente en piezas de dimensiones > 1m.

(***) Ver apartado 3.8.

NOTA : Los ensayos de alterabilidad que aquí se indican, son complementarios de los que figuran en el resto de los capítulos.

Ensayo heladicidad

TABLA 3.3. VALORES DEL INDICE DE HIELO DE ALGUNAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Estación meteorológica	Ig	Estación meteorológica	Ig
Albacete (Los Llanos)	73,4	Murcia (Alcantarilla)	0,7
Alicante (Ciudad Jardín)	0	Navacerrada (Puerto)	294,3
Avila (Observatorio)	94,9	Orense (Granja-Diputación)	5,7
Badajoz (Base Aérea Talavera)	3,9	Oviedo (El Cristo)	0,4
Bilbao (Aeropuerto Sondica)	2,5	Palencia (Observatorio)	20,8
Burgos (Observatorio)	44,5	Pamplona (Noain)	25,5
Burgos (Villafría)	110,2	Ponferrada	14,9
Cáceres	0,45	Pontevedra (Instituto)	0
Ciudad Real (Escuela Magisterio)	39,8	Salamanca (Matacán)	73,3
Cuenca (Capital)	61,3	Santander (Centro)	0
Getafe (Base Aérea)	13,5	Santiago (Labacolla)	1,7
Gijón (Capital)	0	San Sebastián (Igueldo)	4,7
Guadalajara (Instituto- El Serranillo)	24,5	Segovia (Observatorio)	38,3
Huesca (Monflorite)	21,4	Soria (Observatorio)	100,7
La Coruña (Estación completa)	0	Teruel (E. Normal- Huesca)	133,5
León (Virgen del Camino)	66,1	Toledo (Lonzana- Buenavista)	6,2
Lérida (Observatorio)	24,0	Torrejón de Ardoz (Base Area)	24,6
Logroño (Agoncillo)	10,2	Valladolid (Observatorio)	56,0
Lugo (Punto Centro)	30,3	Vigo (Peinador)	0,2
Madrid (Barajas)	36,8	Vitoria (Foronda)	44,6
Molina de Aragón	321,5	Zamora (Observatorio)	28,3
Montseny (Turo del Home)	175,1	Zaragoza (Aeropuerto)	12,8

TABLA 3.4 VALORES DEL COEFICIENTE DE USO

Usos	K
Pavimentos exteriores, fuentes, pilastras, adoquines, bordillos	1
Chimeneas, zócalos, balaustradas, cenefas, vierteaguas, barandillas	0,8
Zonas de salpicaduras en paramentos verticales. Esquinas, tracerías, cornisas, petos	0,4
Paramentos verticales, ménsulas	0,2

$$N = \left(\frac{I_g \cdot n}{15} \right) \times K$$

n = nº de ciclos en el ensayo de heladicidad

I_g = índice de hielo

n = número de años de durabilidad

K = Factor de uso

✓ Tras los ensayos de alterabilidad hay que estimar en qué medida se ha “alterado” la roca. Esto se hace midiendo la pérdida de peso y alguna propiedad mecánica (compresión, flexión o impacto normalmente)

Calizas

TABLA 3.1. PÉRDIDAS DE PESO ADMITIDAS, SEGÚN LAS DISTINTAS SITUACIONES

ZONAS DE EXPOSICION DE UN EDIFICIO (Fig. 3.1)	Zonas sin hielo o heladas suaves $I_g \leq 5$ (*)		Zonas de heladidad media $5 < I_g < 75$ (*)		Zonas de heladidad fuerte $I_g \geq 75$ (*)	
	Zonas sin polución	Zonas con polución	Zonas sin polución	Zonas con polución	Zonas sin polución	Zonas con polución
Pavimentos exteriores, Fuentes, Pilastras, etc.	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Chimeneas, Zócalos Balaustradas, Cenefas Vierteaguas, Barandillas	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Zonas de salpicaduras en paramentos verticales, Esquinas, Tracerías, Cornisas, Petos	< 30	< 5	< 20	< 5	< 15	< 5
Paramentos verticales, Ménsulas (**)	Sin límite	< 15	< 35	< 10	< 30	< 5

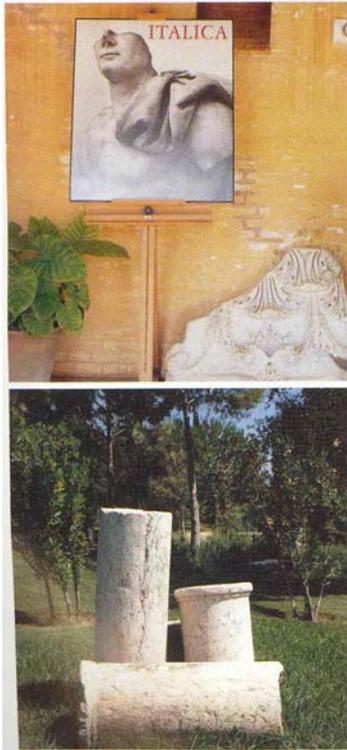
Fuente : Elaboración propia.(Ver Fig. 3.1)

(*) I_g es el índice de hielo (ver Ap. 3.8)

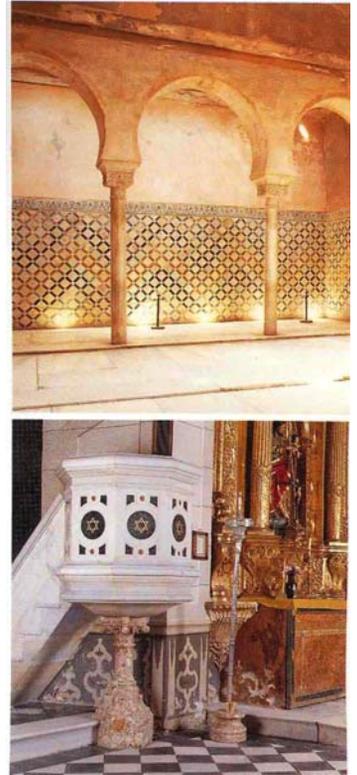
(**) En paramentos verticales se pueden superar los valores indicados, utilizando espesores superiores a los 10 cm, siendo en este caso objeto de análisis particular

Mármoles de Macael

Siglo I a.C.

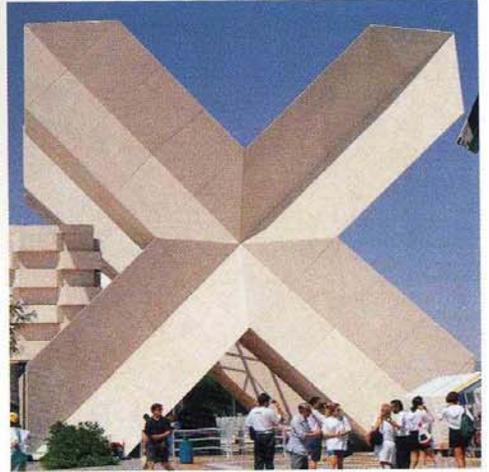
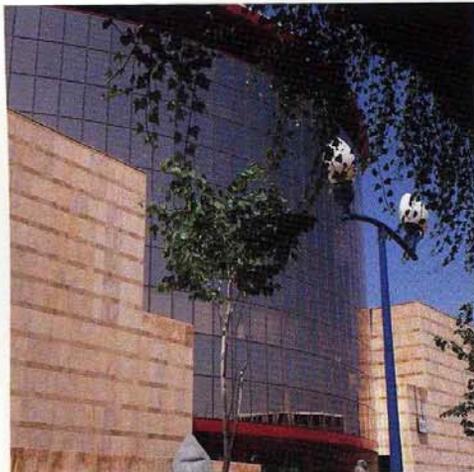
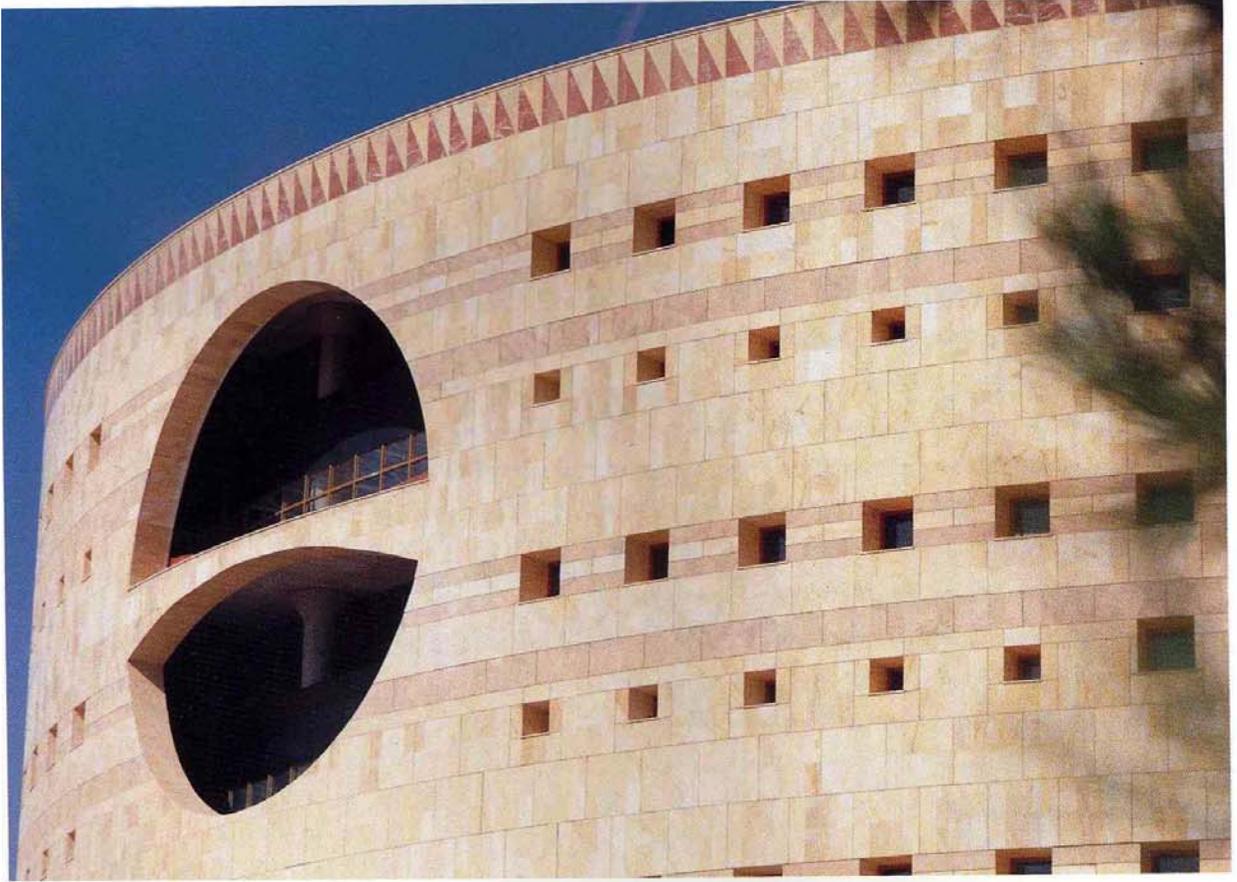
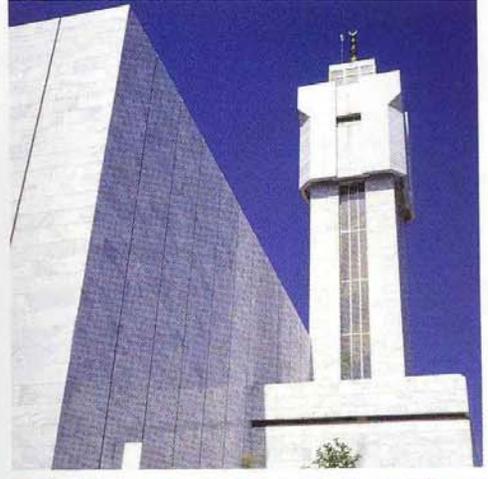


Siglo XIII

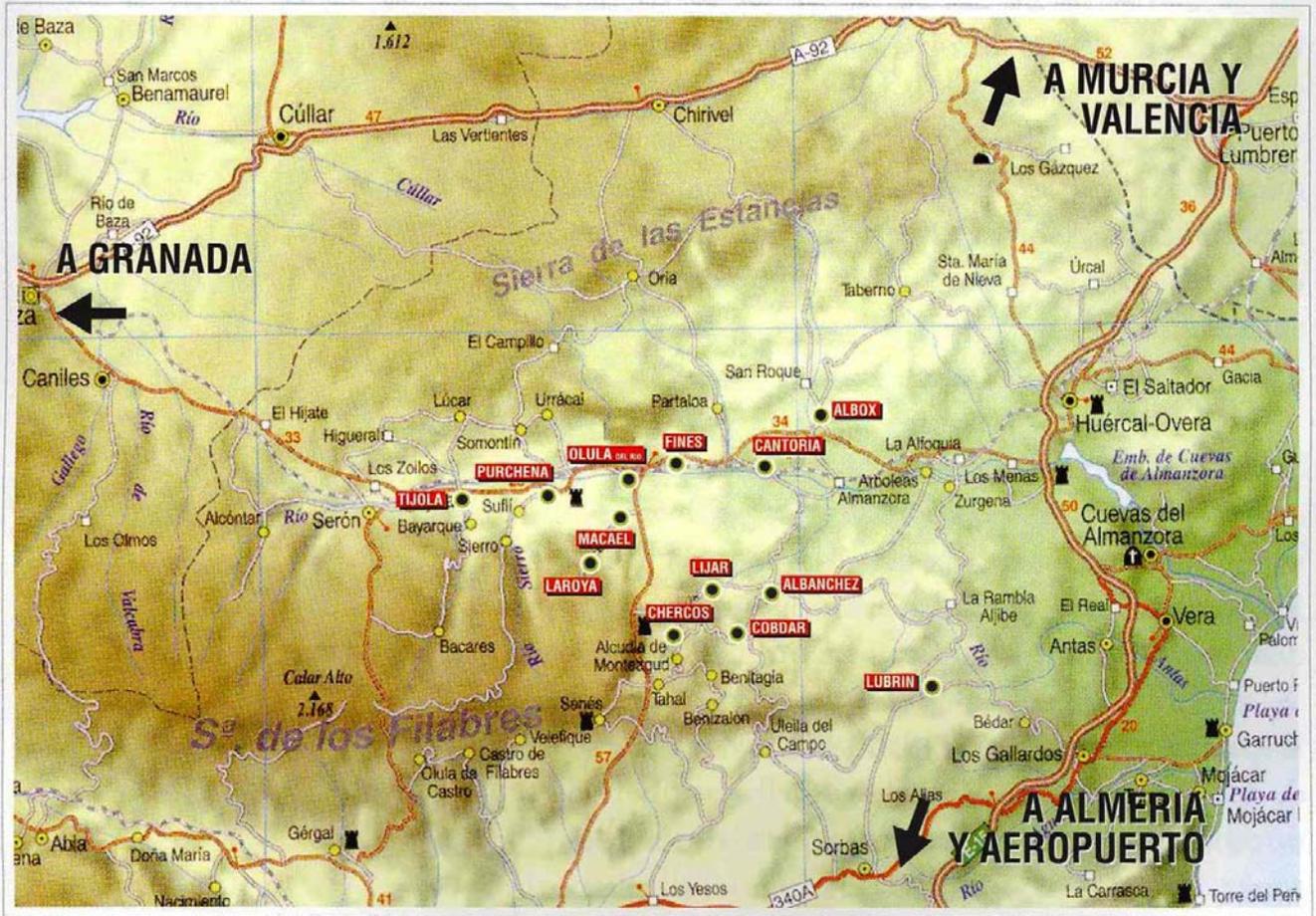


Siglo XX y XXI





Comarca del Mármol de Macael.



Marca registrada en el ministerio de Industria y Energía:

MACAEL
LA GRAN CANTERA DEL MARMOL

Productos Elaborados en Macael

GRUPO DE LOS MÁRMOLES BLANCOS

- Blanco Macael
- Blanco Macael Río
- Blanco Macael Río Veteado
- Blanco Cobdar Macael
- Blanco Chercos Macael
- Blanco Tranco Macael
- Anasol Macael

GRUPO DE LOS MÁRMOLES GRISES

- Mármol gris Macael
- Mármol gris listado Macael
- Mármol gris Macael Río
- Mármol gris listado Macael Río

GRUPO DE LOS MÁRMOLES AMARILLOS

- Amarillo Macael Río
- Amarillo Macael Indalo
- Amarillo Macael Triana
- Amarillo Macael Alhambra

GRUPO DE LOS MÁRMOLES VERDES

- Verde Macael
- Verde Filabres Macael

GRUPO DE LOS CREMAS O MARRONES

- Crema Perlado
- Crema Ibérico
- Crema Parador
- Crema Real
- Marrón Emperador Macael

GRUPO DE LOS TRAVERTINOS

- Travertino Macael Madera
- Travertino Macael Rojo
- Travertino Macael Oro
- Travertino Macael Olivillo

GRUPO DE LAS PIEDRAS RÚSTICAS

- Piedra Macael rústica amarilla
- Piedra Macael rústica gris

GRUPO DE LAS VARIEDADES TRADICIONALES

- | | |
|------------------|----------------------|
| - Rosa Levante | - Blanco Carrara |
| - Rojo Alicante | - Caliza Capri |
| - Rojo Quipar | - Crema Marfil |
| - Crema Imperial | - Ambar Fósil |
| - Verde Oriental | - Travertino Romano |
| - Negro Marquina | - Beiserpiente |
| - Sierra Elvira | - Lumaquela Amarillo |
| | - Lumaquela Rosa |

■ MÁRMOL BLANCO MACAEL



NOMBRE	PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS
Mármol Blanco Macael	Absorción 0,07% - 0,08%
COLOR	Peso Específico Aparente 2,71 - 2,72
Blanco	Resistencia al Choque 38 - 47 cm
LOCALIZACIÓN	Resistencia a la Flexión 11,30 - 16,2 MPa
Macael (Almería)	Resistencia a la Compresión 81,1 - 87,4 MPa
DESCRIPCIÓN	Resistencia a las Heladas Perdida en Peso: 0,02%
Mármol calcítico de tamaño de grano medio (Muy gruesamente cristalino)	Alteraciones: NO
	Resistencia Cambios Térmicos ...Perdida en Peso: 0,02 - 0,04%
	Alteraciones: NO
	Resistencia a los Anclajes 1650 - 2050 n
	Resistencia a la Abrasión 20,5 - 24,0 mm
	Resistencia al Deslizamiento usrv. 53 60
	(Acabado superficial: corte con diamante)

ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	5,0	5,0	5,0	6,5	6,5	7,0	8,0
Carreteras, calles y gasolineras.	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

ANASOL MACAEL



NOMBRE

Anasol Macael

COLOR

Amarillo, Verde, Rosa, Gris, Blanco

LOCALIZACIÓN

Macael (Almería)

DESCRIPCIÓN

Mármol calcítico de tamaño de grano medio (Muy gruesamente cristalino)

COMPOSICIÓN MINERAL

Componentes principales: Calcita.
Componentes accesorios: Piroxeno monoclínico (diópsido), cuarzo, moscovita y opacos.

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS

Absorción	0,07%
Peso Específico Aparente	2,72
Resistencia al Choque	33 cm
Resistencia a la Flexión	16,1 MPa
Resistencia a la Compresión	86,9 MPa
Resistencia a las Heladas	Perdida en Peso: 0,02% Alteraciones: NO
Resistencia Cambios Térmicos...	Perdida en Peso: 0,02% Alteraciones: NO
Resistencia a los Anclajes	2100 n
Resistencia a la Abrasión	23,5 mm
Resistencia al Deslizamiento	usrv. 56

(Acabado superficial: corte con diamante)

ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	5,0	5,0	5,0	6,5	6,5	7,0	8,0
Carreteras, calles y gasolineras.	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
50 x 50 50 x 25
60 x 40 40 x 30
40 x 40 40 x 20
60 x 30 30 x 30

MÁRMOL GRIS MACAEL



NOMBRE

Mármol Gris Macael

COLOR

Gris claro

LOCALIZACIÓN

Macael (Almería)

DESCRIPCIÓN

Mármol calcítico de tamaño de grano medio
(Muy gruesamente cristalino)

COMPOSICIÓN MINERAL

Componentes principales: Calcita.
Componentes accesorios: Cuarzo, plagioclasa
(albita), moscovita y opacos.

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS

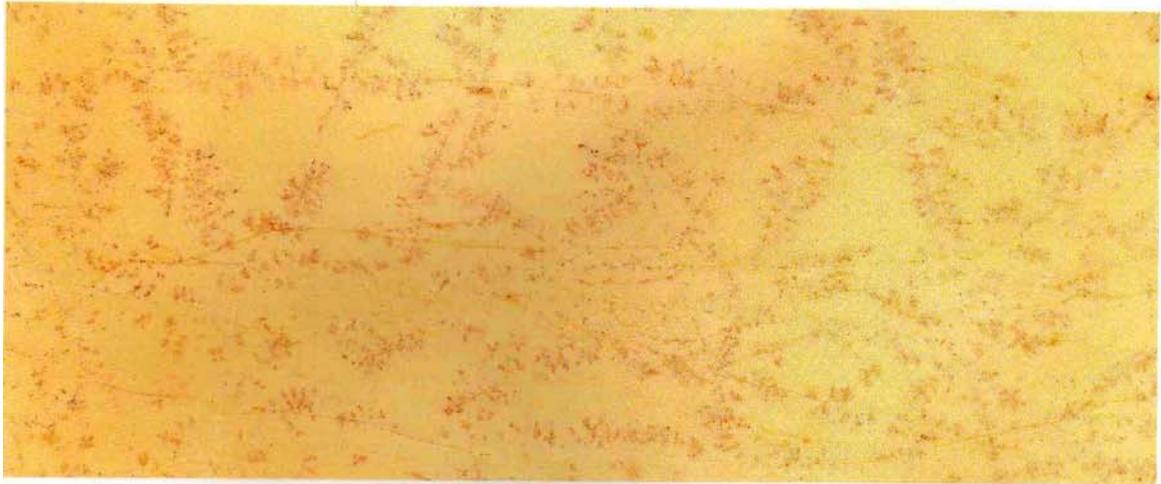
Absorción	0,06%
Peso Específico Aparente	2,71
Resistencia al Choque	48 cm
Resistencia a la Flexión	15,5 MPa
Resistencia a la Compresión	96,9 MPa
Resistencia a las Heladas	Perdida en Peso: 0,02%
	Alteraciones: NO
Resistencia Cambios Térmicos.....	Perdida en Peso: 0,02%
	Alteraciones: NO
Resistencia a los Anclajes	1700 n
Resistencia a la Abrasión	22,5 mm
Resistencia al Deslizamiento	usrv. 52
(Acabado superficial: corte con diamante)	

ESPEORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	5,0	5,0	5,0	6,5	6,5	7,0	8,0
Carreteras, calles y gasolineras.	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
50 x 50 50 x 25
60 x 40 40 x 30
40 x 40 40 x 20
60 x 30 30 x 30

AMARILLO MACAEL TRIANA



NOMBRE

Amarillo Macael Triana

COLOR

Amarillo

LOCALIZACIÓN

Cobdar (Almería)

DESCRIPCIÓN

Mármol dolomítico (gruesamente cristalino)

COMPOSICIÓN MINERAL

Componentes principales: Dolomita (98,20%)
Componentes accesorios: Calcita (0,90%),
plagioclasa (albita), moscovita, cuarzo y opacos
(0,90%).

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS

Absorción	0,35%
Peso Específico Aparente	2,81
Resistencia al Choque	34 cm
Resistencia a la Flexión	9,6 MPa
Resistencia a la Compresión	147,0 MPa
Resistencia a las Heladas	Perdida en Peso: 0,02%
	Alteraciones: NO
Resistencia Cambios Térmicos.....	Perdida en Peso: 0,02%
	Alteraciones: NO
Resistencia a los Anclajes	1275 n
Resistencia a la Abrasión	34,0 mm
Resistencia al Deslizamiento	usrv. 68
(Acabado superficial: corte con diamante)	

ESPEORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5	8,0	9,0
Carreteras, calles y gasolineras.	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0	9,0

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
50 x 50 50 x 25
60 x 40 40 x 30
40 x 40 40 x 20
60 x 30 30 x 30

VERDE FILABRES MACAEL



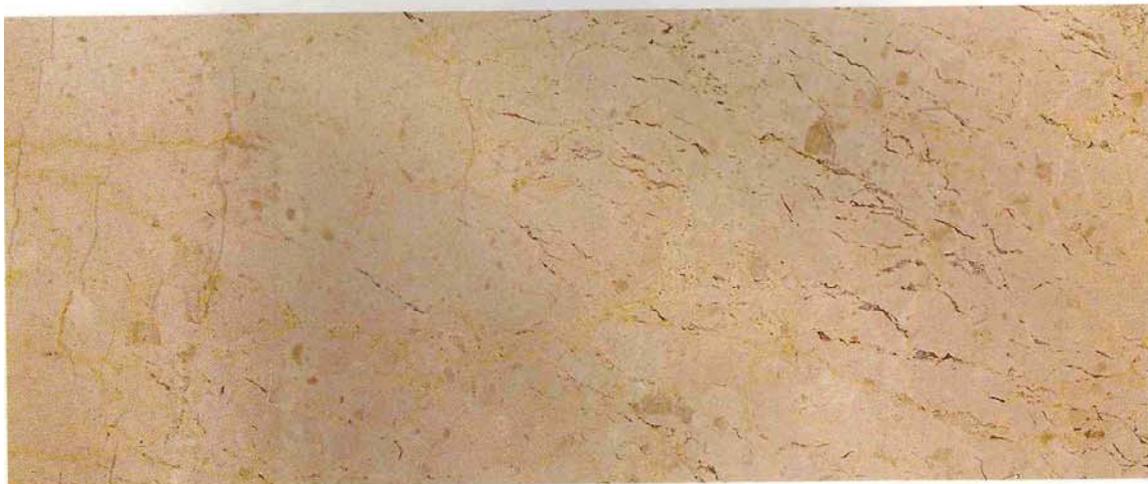
NOMBRE	PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS
Verde Filabres Macael	Absorción 0,32%
COLOR	Peso Específico Aparente 2,68
Verde	Resistencia al Choque 34,5 cm
LOCALIZACIÓN	Resistencia a la Flexión 18,42 MPa
Lubrín (Almería)	Resistencia a las Heladas Perdida de res. flex. 9,5% (después de 60 ciclos)
DESCRIPCIÓN	Alteraciones: NO
Serpentinita	Resistencia Cambios Térmicos..... Alteraciones: NO
COMPOSICIÓN MINERAL	Resistencia a los Anclajes 3191 N
Serpentina	Resistencia a la Abrasión 17,5 mm
	Resistencia al Deslizamiento usrv. 73
	(Acabado superficial: corte con diamante)

ESPEORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,5	5,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	5,0	6,5
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	4,5	4,5	4,5	6,0	6,0	6,5	8,0
Carreteras, calles y gasolineras.	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5	8,5	10,5

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

CREMA MACAEL IBÉRICO



NOMBRE

Crema Macael Ibérico

COLOR

Crema

LOCALIZACIÓN

Cullar (Almería) *Granada*

DESCRIPCIÓN

Caliza marmórea de tamaño de grano muy fino.

COMPOSICIÓN MINERAL

Componentes principales: Calcita, restos orgánicos fosilíferos.
Componentes accesorios: Opacos.

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS

Absorción	0,07%
Peso Específico Aparente	2,71
Resistencia al Choque	24 cm
Resistencia a la Flexión	7,1 MPa
Resistencia a la Compresión	95,2 MPa
Resistencia a las Heladas	Perdida en Peso: 0,02%
	Alteraciones: NO
Resistencia Cambios Térmicos.....	Perdida en Peso: 0,02%
	Alteraciones: NO
Resistencia a los Anclajes	1625 n
Resistencia al Deslizamiento	usrv. 23,5
	(Acabado superficial: corte con diamante)
Resistencia al Desgaste por rozamiento.....	7,76 mm
	(UNE-183-85)

ESPESES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,5	3,5
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	5,5	5,5	5,5	7,0	7,0	7,0	7,0
Carreteras, calles y gasolineras.	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

TRAVERTINO MACAEL ROJO



NOMBRE

Travertino Macael Rojo

COLOR

Rojo

LOCALIZACIÓN

Alhama de Almería (Almería)

DESCRIPCIÓN

Roca carbonatada de agua dulce, de grano medio con oquedades.

COMPOSICIÓN MINERAL

Componentes principales: Calcita.
Componentes accesorios: Limonita, hematita roja.

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS

Absorción	1,23%
Densidad Aparente	2,52
Resistencia a la Flexión	11,52 MPa
Ensayo de heladicidad	Alteraciones: NO
(después de 60 ciclos)	Pérdida de Resist. Flex. 22,3%
Resistencia a los Anclajes	2030 N
Resistencia a la Abrasión	24,5 mm (EN1341)
Resistencia al Deslizamiento.....	usrv 69
Resistencia al Impacto	44 cm
Resistencia a los Cambios Térmicos	No altera

ESPEORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5	7,5	7,5
Carreteras, calles y gasolineras.	8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

TRAVERTINO MACAEL ORO



NOMBRE

Travertino Macael Oro

COLOR

Amarillo Ocre

LOCALIZACIÓN

Albox (Almería)

DESCRIPCIÓN

Roca carbonatado de agua dulce, con una profusión de bandeados y oquedades.

COMPOSICIÓN MINERAL

Componentes principales: Calcita.
Componentes accesorios: Cuarzo, óxidos de hierro.

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS

Capilaridad	5,62 g/m ² .s ^{0,5}
Porosidad Abierta	5,5%
Densidad Aparente en Vacío	2510 Kg/M ³
Densidad Real // Porosidad Total	2660 Kg/M ³ // 5,6%
Crystalización de Sales	0,58%
Resistencia al Hielo	24 ciclos
Frecuencia de Resonancia	8203 Hz

ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGUN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5	7,5	7,5
Carreteras, calles y gasolineras.	8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

MARRÓN EMPERADOR MACAEL



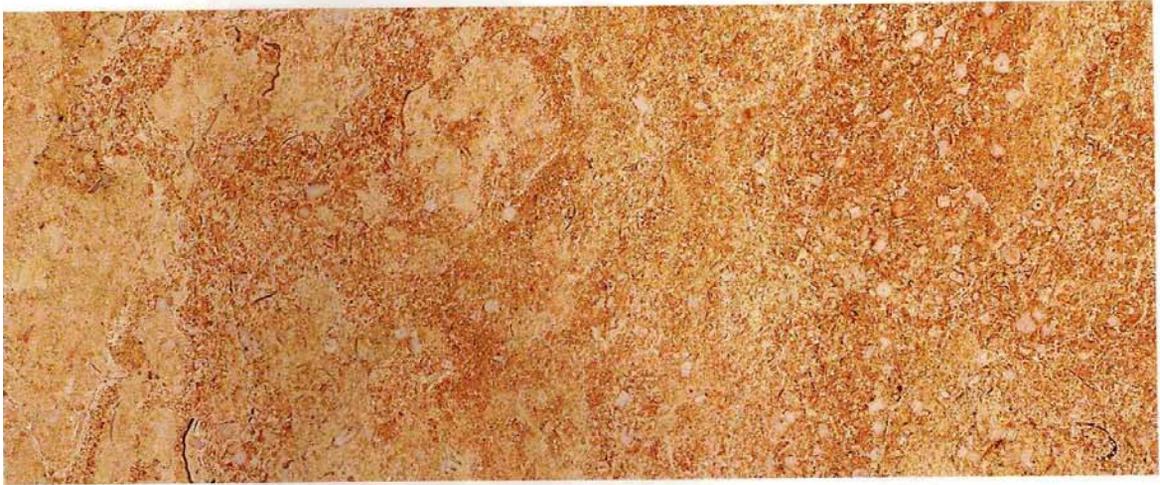
NOMBRE	PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS
Marrón Emperador Macael	Absorción 0,68%
COLOR	Peso Específico Aparente 2,70
Marrón	Resistencia al Choque 30 cm
LOCALIZACIÓN	Resistencia a la Flexión 7,5 MPa
Villena (Alicante)	Resistencia a la Abrasión 20,0mm (EN1341)
DESCRIPCIÓN	Desgaste por Rozamiento 6,85 mm (UNE22-183-85)
Mármol Dolomítico (muy gruesamente cristalino).	Heladicidad..... Pérdida de resis. A Flex. 77,1% (después de 60 ciclos)
COMPOSICIÓN MINERAL	Resistencia a los Anclajes 1350 N
Componentes principales: Dolomita (96,2%)	Resistencia al Impacto 30 cm
Componentes accesorios: Calcita (3,8%) y opacos.	Resistencia al Deslizamiento usrv. 69
	Resistencia Cambios Térmicos..... No altera

ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)							
USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,5	1,5	1,5	3,0	3,0	3,0	3,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	5,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	5,0	5,0	5,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	6,5	6,5	6,5	8,5	8,5	9,5	9,5
Carreteras, calles y gasolineras.	9,0	9,0	9,0	11,0	11,0	12,0	12,0

*Se recomienda reforzar este material con malla y resina.

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

ROSA LEVANTE



NOMBRE	PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS
Rosa Levante	Absorción 0,8%
COLOR	Peso Específico Aparente 2,61
Rosáceo Claro	Resistencia al Choque 40 cm
LOCALIZACIÓN	Resistencia a la Flexión 9 MPa
Lorca (Murcia)	Resistencia a la Compresión 99 MPa
DESCRIPCIÓN	Resistencia al Deslizamiento usrv. 60
Caliza de grano fino	(Acabado superficial: corte con diamante)

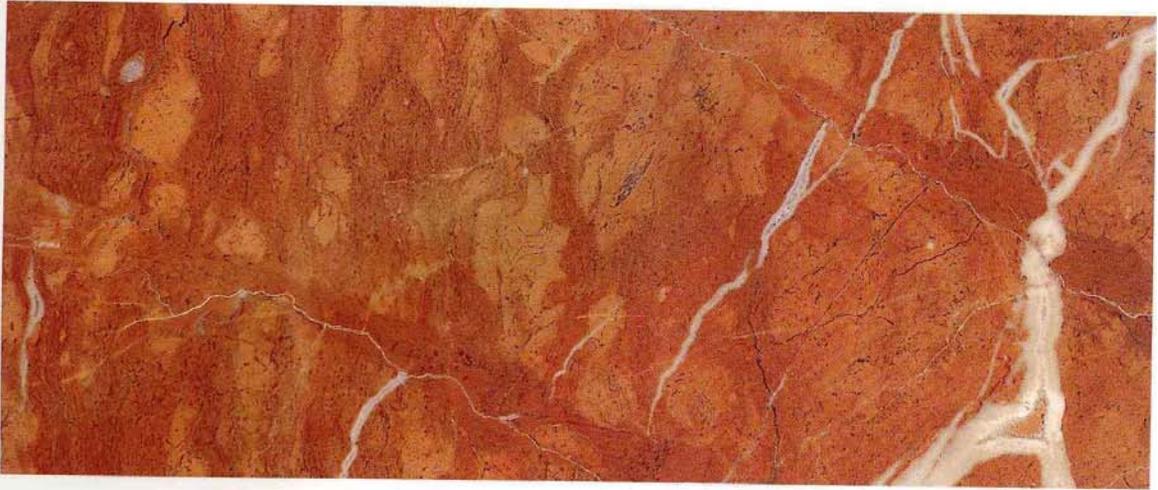
Valores estimados

ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,5	1,5	1,5	3,0	3,0	3,0	3,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	6,5	6,5	6,5	8,0	8,0	9,0	10,5
Carreteras, calles y gasolineras.	8,5	8,5	8,5	10,5	10,0	11,5	14,5

Medidas estandar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

ROJO ALICANTE



NOMBRE	PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS
Rojo Alicante	Absorción 0,1%
COLOR	Peso Específico Aparente 2,71
Rojo Veteado	Resistencia al Choque 30 cm
LOCALIZACIÓN	Resistencia a la Flexión 8,5 MPa
La Romana (Alicante)	Resistencia a la Compresión 85 MPa
DESCRIPCIÓN	Resistencia a los Anclajes 1200 N
Caliza de grano fino	Resistencia al Deslizamiento usrv. 55
	(Acabado superficial: corte con diamante)

Valores estimados

ESPEORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGUN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,5	1,5	1,5	3,0	3,0	3,0	3,5
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	6,0	7,5
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	5,0	5,0	5,0	6,5	6,5	7,5	9,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	6,5	6,5	6,5	8,5	8,5	9,0	11,0
Carreteras, calles y gasolineras.	8,5	8,5	8,5	11,0	11,0	12,0	14,5

*Se recomienda reforzar este material con malla y resina.

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

■ NEGRO MARQUINA



NOMBRE	Negro Marquina
COLOR	Negro
LOCALIZACIÓN	Marquina (Vizcaya)
DESCRIPCIÓN	Caliza recristalizada

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS	
Absorción	0,05%
Peso Específico Aparente	2,70
Resistencia al Choque	40 cm
Resistencia a la Flexión	10 MPa
Resistencia a la Compresión	70 MPa
Resistencia a los Anclajes	2003 n
Resistencia a la Abrasión	23 mm
Resistencia al Deslizamiento	usrv. 65
(Acabado superficial: corte con diamante)	

Valores estimados

ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)							
USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,5	1,5	1,5	3,0	3,0	3,0	3,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	5,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,5	6,5
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,5	8,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5	8,5	10,0
Carreteras, calles y gasolineras.	8,0	8,0	8,0	10,0	10,0	11,0	13,5

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

SIERRA ELVIRA



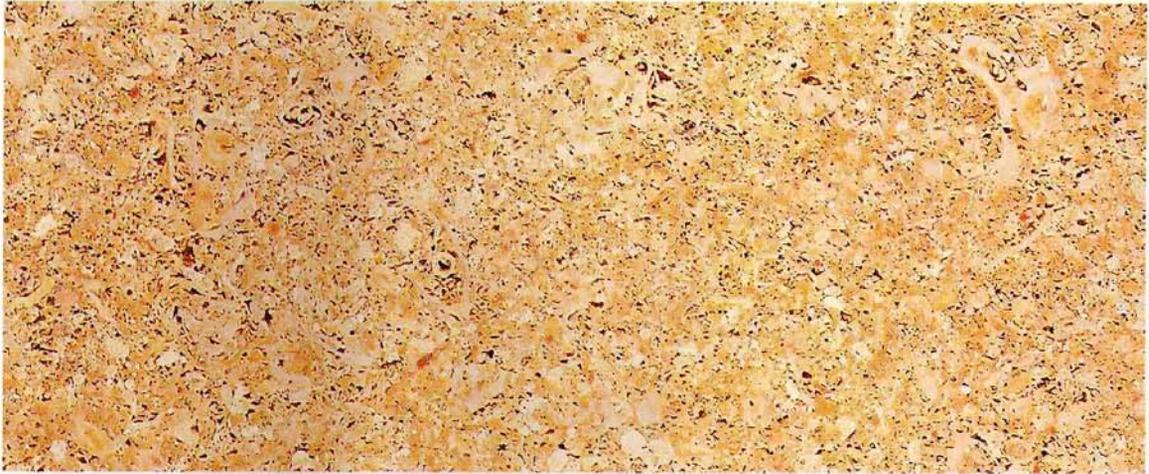
NOMBRE	PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS
Sierra Elvira	Absorción 0,05%
COLOR	Peso Especifico Aparente 2,72
Gris Amarillento	Resistencia al Choque 35 cm
LOCALIZACION	Resistencia a la Flexión 20 MPa
Atarfe (Granada)	Resistencia a la Compresión 85 MPa
DESCRIPCION	
Caliza Dolomitizada	Valores estimados

ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGUN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	5,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	5,0	6,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	4,0	4,0	4,0	5,5	5,5	6,0	7,0
Carreteras, calles y gasolineras.	5,5	5,5	5,5	7,0	7,0	8,0	9,5

Medidas estandar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

AMARILLO FÓSIL



NOMBRE	PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS
Amarillo Fósil	Absorción 2,73%
COLOR	Peso Específico Aparente 2,5
Amarillo	Resistencia al Choque 30 cm
LOCALIZACIÓN	Resistencia a la Flexión 8 MPa
Hellín (Albacete)	Resistencia a la Compresión 640 MPa
DESCRIPCIÓN	Resistencia al Deslizamiento usrv. 70
Calcarenita de restos fósiles	(Acabado superficial: corte con diamante)

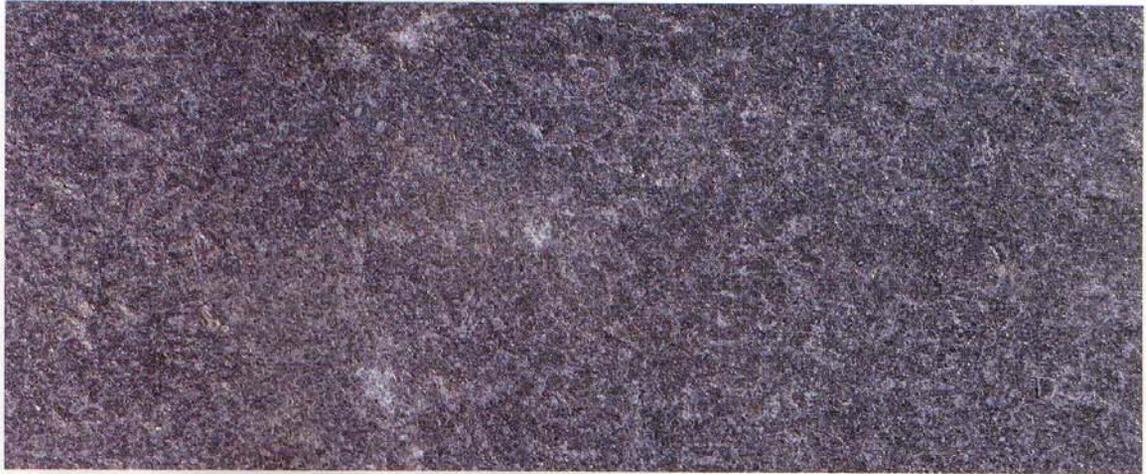
Valores estimados

ESPEORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,5	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	4,5	6,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	6,0	7,5
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	5,5	5,5	5,5	7,0	7,0	7,5	9,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	6,5	6,5	6,5	8,5	8,5	9,5	11,5
Carreteras, calles y gasolineras.	9,0	9,0	9,0	11,5	11,5	12,5	15,0

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

PIEDRA MACAEL RÚSTICA GRIS



NOMBRE	Piedra Macael Rústica Gris
COLOR	Gris Azulado
LOCALIZACIÓN	Macael (Almería)
DESCRIPCIÓN	Esquisto micáceo

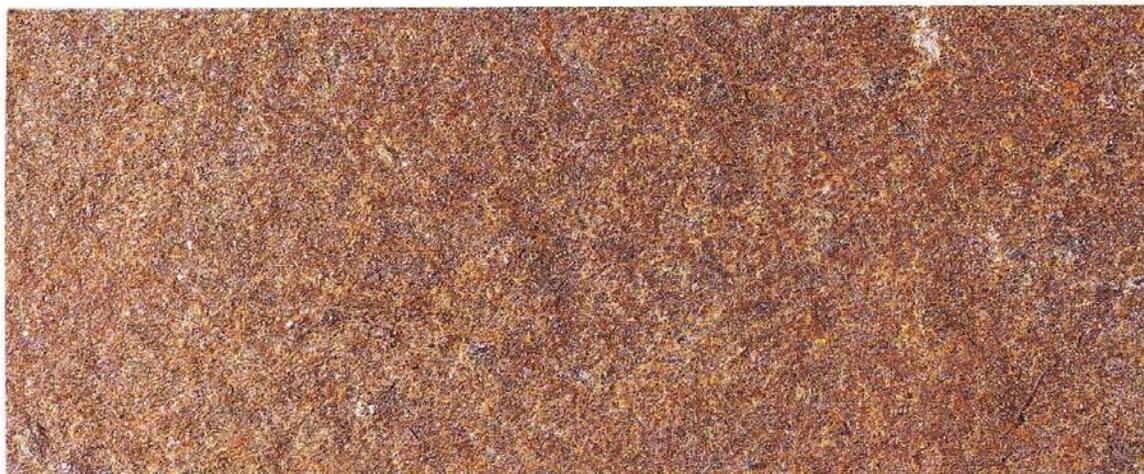
PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS	
Absorción	0,06%
Peso Específico Aparente	2,72
Resistencia al Choque	90 cm
Resistencia a la Flexión	19 MPa
Resistencia a los Anclajes	1500 n
Resistencia al Deslizamiento	usrv. 80
(Acabado superficial: corte con diamante)	

Valores estimados

ESPEORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)							
USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	5,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	5,0	6,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	6,0	7,5
Carreteras, calles y gasolineras.	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5	8,0	10,0

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

PIEDRA MACAEL RÚSTICA AMARILLA



NOMBRE	Piedra Macael Rústica Amarilla
COLORES	Marrón Amarillento
LOCALIZACIÓN	Macael (Almería)
DESCRIPCIÓN	Esquisto micáceo

PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS	
Absorción	0,42%
Peso Específico Aparente	2,72
Resistencia al Choque	85 cm
Resistencia a la Flexión	18,5 MPa
Resistencia a los Anclajes	1650 n
Resistencia al Deslizamiento	usrv. 80

(Acabado superficial: corte con diamante)

Valores estimados

ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA PAVIMENTOS, SEGÚN TAMAÑOS Y USOS (en cm) (EN 1341)

USOS	TAMAÑOS (cm)						
	30x30	40x40	60x60	60x100	80x120	60x120	40x120
Baldosas sobre mortero en áreas peatonales únicamente.	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Áreas peatonales y bicicletas. Jardines y balconadas.	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Accesos ocasionales de coches, vehículos ligeros y motocicletas. Entradas garajes.	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	5,0
Aceras, áreas comerciales, con paso ocasional de vehículos de emergencia o transporte.	3,5	3,5	3,5	4,5	4,5	5,0	6,0
Áreas peatonales utilizadas frecuentemente con cargas pesadas.	4,5	4,5	4,5	5,5	5,5	6,0	7,5
Carreteras, calles y gasolineras.	6,0	6,0	6,0	7,5	7,5	8,0	10,0

Medidas estándar: 60 x 60 50 x 30
 50 x 50 50 x 25
 60 x 40 40 x 30
 40 x 40 40 x 20
 60 x 30 30 x 30

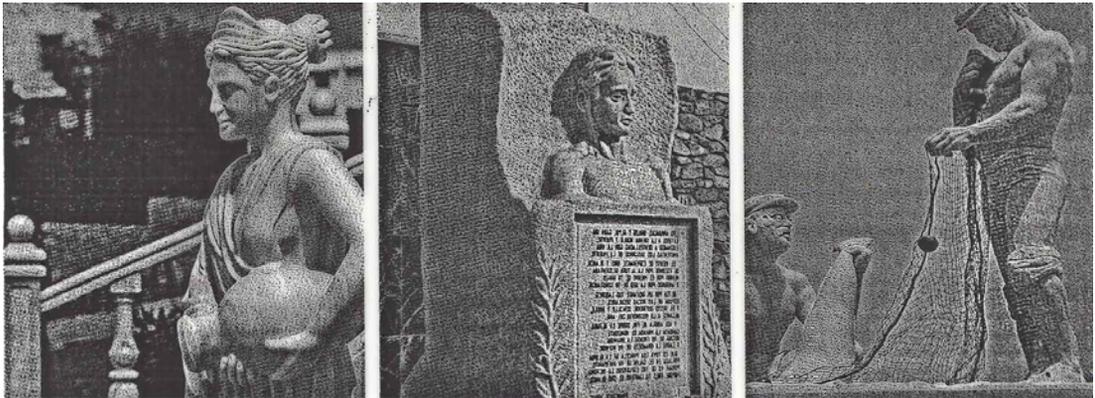
Tipos de productos

Placados para revestimientos y pavimentos

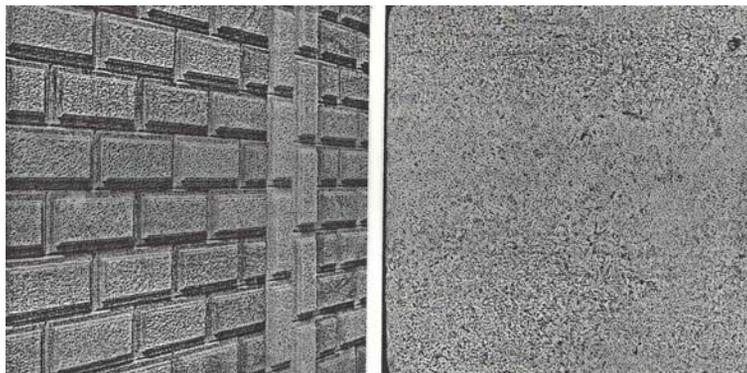
Elementos de decoración



Grupos escultóricos



Piedra envejecida



Triturados de Macael:

- Polvo Blanco Macael	< 0,9 mm
- Arenilla Blanco Macael	0,9 - 1,7 mm
- Blanco Macael nº 25	1,7 - 3 mm
- Blanco Macael nº 3	3 - 6 mm
- Blanco Macael nº 4	6 - 9 mm
- Blanco Macael nº 5	9 - 12 mm
- Blanco Macael nº 6	12 - 20 mm
- Blanco Macael nº 7	20 - 29 mm
- Blanco Macael nº 8	29 - 36 mm
- Rechazo Blanco Macael	> 36 mm

- **Asociación de empresarios del Mármol de Macael**

(74 empresas de servicios, 72 de extracción, 89 de transformación, 26 de artesanía en 2007)

Ctra Olula-Macael, km 1,7, 04867 Macael (Almería), Tlf: 950 12 81 11
asociacion@macaelmarmol.com, <http://www.marmolesdemacael.com/>

- **Centro tecnológico andaluz de la piedra (CTAP)**

(Fundación, 53 empresas + Junta de Andalucía)

Ctra Olula-Macael, km 1,7, 04867 Macael (Almería)

Tlf: 950 12 63 70, <http://www.ctap.es>

- **Empresas con proyección internacional:**

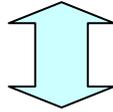
Cosentino

TinoStone (Tino Mármoles)

Criterios de diseño y selección de los Mármoles de Macael

Fuente: Catálogo de piedras de Macael,
CTAP, 2000

Piedra Natural



Fuerza, elegancia, calidad, confort...
Realza el valor estético en arquitectura

Factores de selección:

- Histórico-culturales
- Estéticos
- Prestaciones técnicas
- Aspectos funcionales
- Seguridad
- Precio

Criterios perceptivos:

- * Color y textura (apariencia) actual y evolución de la piedra
- * Luz, dibujo y posicionamiento

Criterios tecnológicos:

- * Durabilidad (Heladicidad, pérdida de peso, ...)
- * Prestaciones mecánicas
- * Deslizamiento, ruido, etc.

Los acabados superficiales deben estar sujetos tanto a criterios perceptivos como tecnológicos