



ROCAS

METAMÓRFICAS

INDICE

- Introducción
- Origen y formación:
 - ◆ Evolución geológica
 - ◆ Metamorfismos:
 - ◇ Tipos
- Tipos de rocas metamórficas:
 - ◆ Variedades ácidas:
 - ◇ Gneis
 - ◇ Cuarcita
 - ◇ Pizarra
 - ◆ Variedades básicas:
 - ◇ Mármoles
- Textura y estructura
- Propiedades físico – mecánicas
- Variedades de rocas metamórficas
- Extracción de la roca:
 - ◆ Métodos
 - ◆ Herramientas manuales
 - ◆ Herramientas neumáticas
- Aplicaciones de las rocas
- Bibliografía

INTRODUCCIÓN

VARIACIONES DEL CICLO DE LAS ROCAS

El orden de este ciclo no es rígido. Una roca ígnea, por ejemplo, puede transformarse en metamórfica por efecto del calor y la presión sin pasar por la fase sedimentaria. Asimismo, las rocas sedimentarias y metamórficas pueden convertirse en material que forma nuevas rocas sedimentarias. El ciclo clásico de las rocas que se acaba de describir se ha puesto recientemente en relación con la tectónica de placas. El ciclo comienza con la erosión de un continente. El material del continente se acumula en sus bordes y se puede compactar por litificación y transformarse en roca sedimentaria. Con el tiempo, el borde continental se transforma en borde de placa convergente (es decir, empujada contra otra placa). En esta línea, las rocas sedimentarias pueden transformarse por efecto de las altas presiones en cinturones de rocas metamórficas. Pero poco a poco los sedimentos que no han formado montañas se ven arrastrados por subducción hacia el fondo de la corteza. Allí sufren un metamorfismo aún mayor, hasta alcanzar grados de presión y temperatura tan elevados que se funden y se convierten en magma. Éste a su vez se convierte en roca ígnea que puede volver a la superficie terrestre, bien en forma extrusiva, a través de un volcán, bien por exposición de la roca ígnea intrusiva a consecuencia de la erosión. La meteorización y la erosión atacan las rocas ígneas, las transportan hasta el borde continental y el ciclo comienza de nuevo.

TIPOS DE ROCAS

Rocas ígneas, en geología, rocas formadas por el enfriamiento y la solidificación de materia rocosa fundida, conocida como magma. Según las condiciones bajo las que el magma se enfría, las rocas que resultan pueden tener granulado grueso o fino.

Las rocas plutónicas, como el granito y la sienita, se formaron a partir de magma enterrado a gran profundidad bajo la corteza terrestre. Las rocas se enfriaron muy despacio, permitiendo así el crecimiento de grandes cristales de minerales puros.

Las rocas volcánicas, como el basalto y la riolita se formaron al ascender magma fundido desde las profundidades llenando grietas próximas a la superficie, o al emerger magma a través de los volcanes. El enfriamiento y la solidificación posteriores fueron muy rápidas, dando como resultado la formación de minerales con grano fino o de rocas parecidas al vidrio.

Las rocas ígneas, compuestas casi en su totalidad por minerales silicatos, suelen clasificarse según su contenido de sílice. Las principales categorías son ácidas o básicas, siendo el granito y la riolita ejemplos del primer grupo, y el gabro y el basalto del segundo.

Rocas metamórficas, rocas cuya composición y textura originales han sido alteradas por el calor y la presión existentes en las profundidades de la corteza terrestre. El metamorfismo que se produce como resultado tanto de la presión como de la temperatura recibe el nombre de dinamotérmico o regional; el metamorfismo producido por el calor o la intrusión de rocas ígneas recibe el nombre de térmico o de contacto.

Hay cuatro variedades comunes de rocas metamórficas que pueden provenir de rocas sedimentarias o de rocas ígneas, según el grado de metamorfismo que presenten, dependiendo de la cantidad de calor y presión a la que se han visto sometidas. Así, el esquisto se metamorfiza en pizarra a baja temperatura, pero si es calentado a temperaturas lo suficientemente elevadas como para que se recristalicen sus minerales arcillosos formando laminillas de mica, se metamorfiza en una filita.

A temperatura y presión aún más elevadas, se produce una recristalización completa, que da lugar a esquistos o gneis, rocas en las que el alineamiento de las laminillas de mica produce una textura laminar llamada foliación. En los esquistos, los minerales de color claro (cuarzo y feldespato sobre todo) están distribuidos homogéneamente entre las micas de color oscuro; el gneis, por el contrario, exhibe bandas de color características. Entre otros minerales formados por recristalización metamórfica, los silicatos de aluminio como la andalucita, la sillimanita y la cianita son lo bastante característicos como para ser considerados diagnósticos.

Entre las rocas metamórficas no foliadas, las más comunes son la cuarcita y el mármol. La cuarcita es una roca dura, de color claro en la que todos los granos de arena de una arenisca se han recrystalizado formando una trama de cristales de cuarzo imbricados entre sí. El mármol es una roca más blanda y frágil de colores variados en la que se ha recrystalizado por completo la dolomita o la calcita de la roca sedimentaria madre.

Rocas sedimentarias, en geología, rocas compuestas por materiales transformados, formadas por la acumulación y consolidación de materia mineral pulverizada, depositada por la acción del agua y, en menor medida, del viento o del hielo glacial. La mayoría de las rocas sedimentarias se caracterizan por presentar lechos paralelos o discordantes que reflejan cambios en la velocidad de sedimentación o en la naturaleza de la materia depositada.

Las rocas sedimentarias se clasifican según su origen en mecánicas o químicas.

Las rocas mecánicas, o fragmentarias, se componen de partículas minerales producidas por la desintegración mecánica de otras rocas y transportadas, sin deterioro químico, gracias al agua. Son acarreadas hasta masas mayores de agua, donde se depositan en capas. El esquisto micáceo, la arenisca y el conglomerado son rocas sedimentarias comunes de origen mecánico.

Los materiales que forman rocas sedimentarias químicas pueden ser restos de organismos marinos microscópicos precipitados sobre el suelo del océano, como es el caso de la caliza. También pueden haber sido disueltos en agua fluente a partir de la roca primigenia y haberse depositado en el mar o en un lago por precipitación de la disolución. La halita, el yeso y la anhidrita se forman por evaporación de disoluciones salinas y la consiguiente precipitación de las sales.

LAS ROCAS

EL CICLO PETROLÓGICO

ORIGEN Y FORMACIÓN

METAMORFISMO



Los procesos metamórficos son otra consecuencia importante de la energía interna, que en este caso provoca la transformación de unos minerales en otros y por lo tanto la aparición de rocas nuevas sin que se alcance la fusión de ningún mineral. Temperaturas a partir de 200 ° o 250 °. Puede llegar hasta 800° o 900°. Lo normal entre 600° y 650° en general.

El metamorfismo consiste, por tanto, en la modificación mineralógica de las rocas, sin llegar a la fusión, en esta sólida. Esta transformación es consecuencia de las condiciones físico-químicas que reinan en el interior de la Tierra.

También podría definirse el metamorfismo, como: la adaptación mineral y estructural de las rocas sólidas a unas condiciones físico-químicas diferentes de aquellas donde se encuentran originalmente (Turner).

Las rocas originales, de cuya transformación han resultado las rocas metamórficas, pueden ser cualquiera de las presentes en la superficie terrestre, incluso otras rocas metamórficas.

Las rocas metamórficas, al ser la transición entre las sedimentarias y las ígneas, pueden presentar caracteres heredados de las rocas sedimentarias (restos orgánicos, estructuras sedimentarias...), convergentes con las rocas ígneas (estructuras magmáticas), y además de los suyos propios.

La diferenciación precisa de una roca metamórfica puede realizarse según la definición de límites del metamorfismo:

Límite superior: Fusión y aparición de una fase fundida

Migmatitas

Límite inferior: Diagénesis (aprox. 10 a 12 km.)

Aparición uno o varios minerales metamórficos

Carbonización restos vegetales (hulla) y

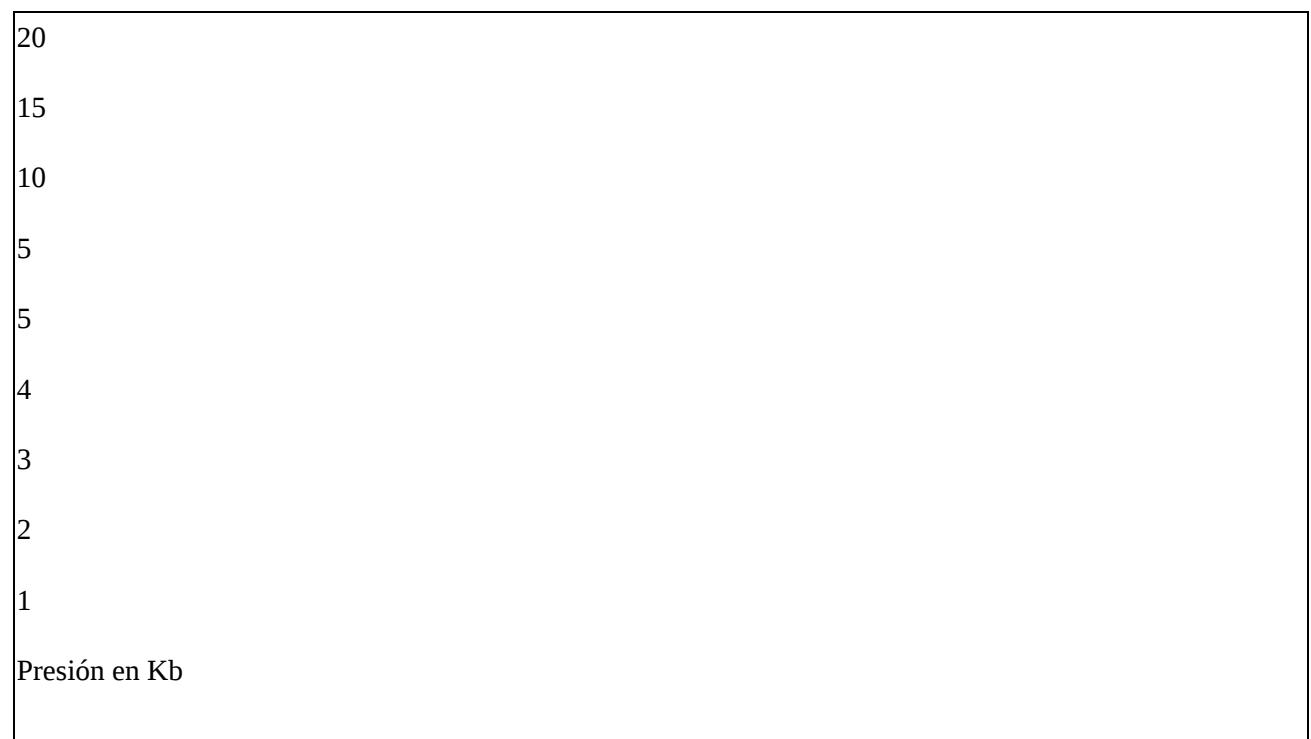
Desaparición del petróleo

REACCIONES METAMÓRFICAS

En la naturaleza, cualquier compuesto puede presentarse bajo distintas formas o estados, estables a determinados valores de presión y temperatura. Se denomina:

DIAGRAMA DE FASES, a la representación gráfica de los intervalos de presión y temperatura en los que es estable un compuesto.

FASES son las distintas formas en que aparece el mismo compuesto según la presión y temperatura reinantes.



Profundidad en km.

200 400 600 800

CIANITA

SILLIMANITA

ANDALUCITA

Temperatura en ° C

Diagrama de fases para los polimorfos del silicato (SiO₄)Al₂O

(en ANGUITA Y MORENO, 1978)

Las líneas de separación entre las distintas fases delimitan el campo de estabilidad de cada una de ellas. De acuerdo con la figura:

- La Andalucita es la fase o forma polimorfa estable sólo a bajas presiones (es la que tiene menor densidad; 3,15)
- La Cianita (Distena) es la forma de alta presión (es la que tiene mayor densidad; 3, 63)
- La Silimanita es estable tanto a altas presiones como a altas temperaturas (densidad intermedia; 3,24).

FASES MINERALES

Los minerales son las fases estables a determinadas presiones y temperaturas. Luego se puede considerar que Mineral es sinónimo de fase estable termodinámica.

Unos minerales son estables en un gran intervalo de presión y temperatura, y en cambio otros sólo son estables en un intervalo muy definido de presión, de temperatura, o de presión y temperatura conjuntamente. A estos últimos se les llama minerales índice porque cuando aparecen indican unas condiciones muy concretas del grado de metamorfismo.

Minerales índice:

- Silimanita, Andalucita y Distena
- Almandino
- Estaurolita
- Otreilita (Nesosilicato de Al, Fe y Mn)
- Cordierita (Ciclosilicato de Al, Mg y Fe)

Los cambios de fase pueden realizarse mediante transformaciones polimórficas o mediante reacciones químicas en las cuales se obtienen nuevos minerales. Estas reacciones pueden ser:

- Sólido – sólido (cuando no intervienen fases gaseosas, ni agua, ni Dióxido de carbono)
- De disociación (sí intervienen fases gaseosas)

PROCESOS METAMÓRFICOS

El metamorfismo de las rocas se realiza mediante sucesivos cambios de fase, es decir, mediante la desaparición de formas ya inestables y la aparición de otras formas en equilibrio con el medio.



Paragénesis mineral es la asociación de minerales ó de fases estables en un mismo intervalo de presión y temperatura.

Facies metamórfica es el conjunto de rocas recrystalizadas en un mismo intervalo de presión y temperatura.

Blastesis: a la par que se producen las reacciones químicas, el tamaño del grano de la roca va creciendo progresivamente. A este fenómeno se le denomina blastesis y es perfectamente observable en la secuencia:

PIZARRA ESQUISTO MICACITA GNEIS

Las reacciones metamórficas producidas son muy lentas y necesitan periodos de millones de años.

Metamorfismo progresivo: es cuando las transformaciones mineralógicas suponen cada vez un mayor grado de presión y temperatura.

Metamorfismo isoquímico: es el metamorfismo debido solamente al calor y a la presión y que no introduce cambios en la composición química global.

Metamorfismo aloquímico o metasomático: se produce cuando hay un cambio notable en la composición química de la roca, debido a aportes de nuevos elementos.

AMBIENTES METAMÓRFICOS:

TIPOS DE METAMORFISMO

Los procesos y lugares geológicos en los que se puede producir metamorfismo son muy diversos. Se podrían agrupar en dos categorías:

- No relacionado con bordes de placas:
 - ◆ Metamorfismo de impacto
 - ◆ Metamorfismo de enterramiento
 - ◆ Dinamometamorfismo
 - ◆ Metamorfismo térmico o de contacto
- Relacionados con bordes de placa
 - ◆ Metamorfismo regional

METAMORFISMO DE IMPACTO

Está ligado exclusivamente a los lugares de choque de meteoritos sobre la superficie terrestre. Las temperaturas resultantes del impacto pueden alcanzar, en breves momentos, el punto de fusión de muchos

silicatos tras lo cual, el rápido enfriamiento da lugar a vidrios de composición muy diversa.

METAMORFISMO DE ENTERRAMIENTO

Es característico de algunas cuencas con hundimiento progresivo (subsistencia), que posibilita la acumulación de sedimentos con espesores de 10 a 12 km. A esta profundidad la presión alcanza 3 Kbares. y la temperatura dependerá del gradiente geotérmico de la zona, pudiendo alcanzar en la mayor parte de los casos, los 300° C.

Estas características de P y T corresponden a un grado muy bajo de metamorfismo y los minerales más frecuentes que suelen originarse son las zeolitas (tectosilicatos)

Las rocas afectadas suelen conservar el aspecto y la mayor parte de las estructuras sedimentarias de las rocas de las que proceden.

DINAMOMETAMORFISMO

Se produce en zonas de fractura con movimientos importantes entre los bloques. La energía mecánica invertida, parte se transforma en calor debido al rozamiento.

Suele ser muy restringido (en el espacio), ocupando una banda de anchura variable, según la intensidad del proceso y la litología o tipo de roca original (las rocas duras y rígidas: cuarcitas, granitos, basaltos, dan una franja ancha; las rocas blandas, más plásticas: arcillas, yesos, dan una menor brechificación).

Rocas originadas:

Brechas de falla: Cuando el proceso no es demasiado intenso y/o las rocas relativamente blandas.

Milonitas: Cuando el proceso es muy intenso, los fragmentos llegan a ser microscópicos.

Pseudotaquilitas: La elevación de la temperatura puede llegar a producir una fusión parcial o total, obteniéndose una roca de aspecto vítreo.

METAMORFISMO TÉRMICO O DE CONTACTO

Es esencialmente térmico y se produce cuando asciende un magma a zonas más superficiales. Afecta exclusivamente a las rocas más próximas al cuerpo intrusivo, originando unas aureolas concéntricas bien marcadas, que se denominan aureolas metamórficas.



Cada aureola se caracteriza por la presencia de un determinado mineral índice.

El tamaño de la aureola, y por lo tanto la intensidad del metamorfismo depende fundamentalmente de dos factores:

- relación entre la temperatura de la intrusión y la roca encajante.
- Tamaño del plutón

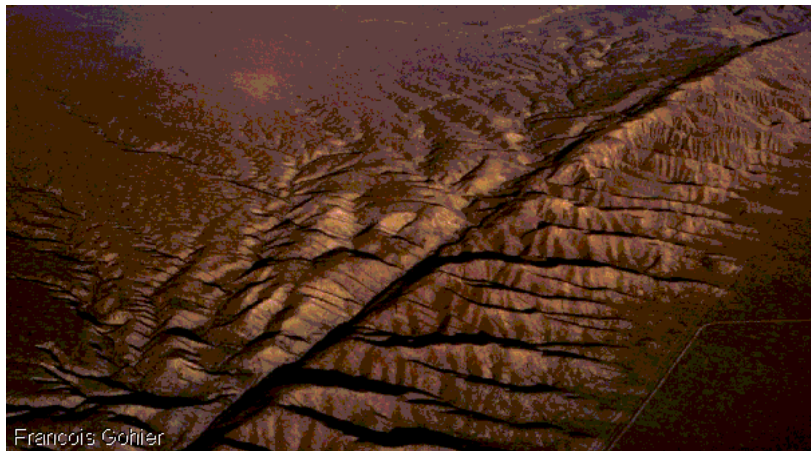
Rocas originadas:

Pizarras moteadas: Cuando el proceso ha afectado a una pizarra y conserva su estructura primaria.

Cornubianitas: Cuando el proceso es muy intenso puede llegar a desaparecer la estructura primaria de la roca.

METAMORFISMO REGIONAL:

TECTÓNICA DE PLACAS

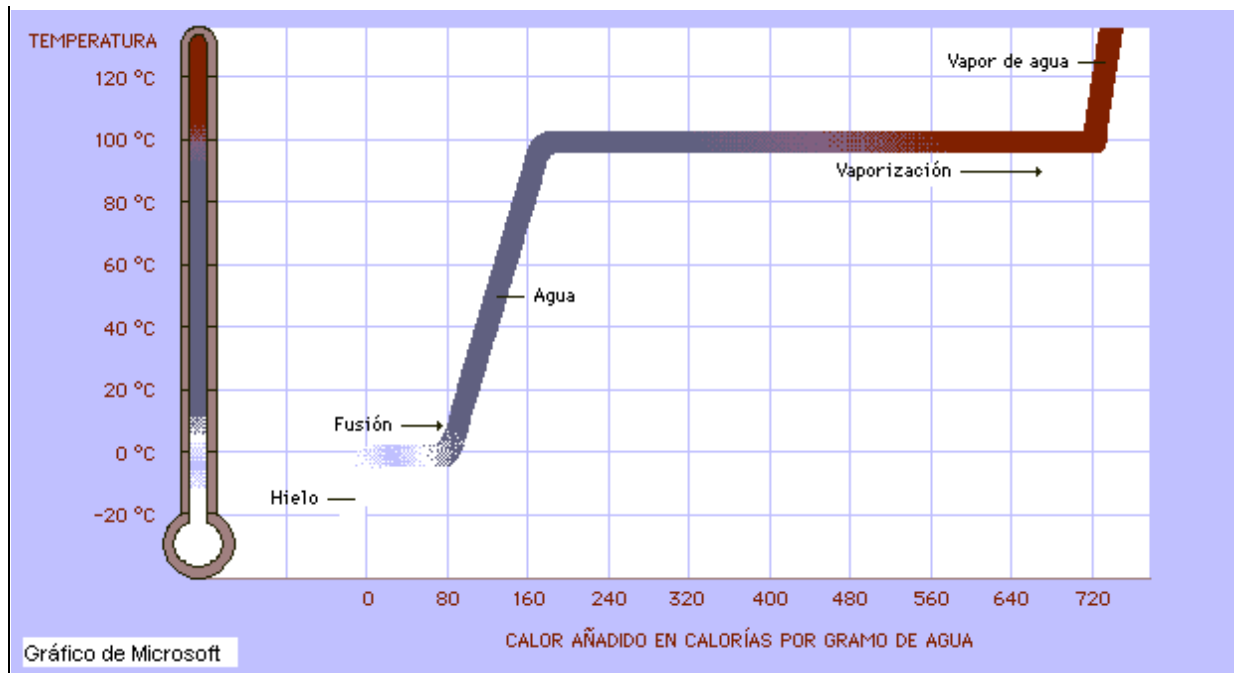


Se denomina así al metamorfismo producido en las zonas de subducción o bordes destructivos de placa. Es pues, el metamorfismo de las zonas orogénicas, por lo que abarca grandes extensiones, de ahí su nombre.

En este metamorfismo intervienen conjuntamente presión y temperatura. Como los gradientes de ambos son variables, este metamorfismo podríamos subdividirlo en muchos subtipos:

En 1973, Miyashiro, estableció la existencia de dos cinturones de metamorfismo:

- Metamorfismo de alta presión y baja temperatura (facies de esquistos azules o esquistos con glaucofana)
- Metamorfismo de alta temperatura y baja presión (facies más características como esquistos verdes, anfíbolitas y pizarras, esquistos, gneis y migmatitas).



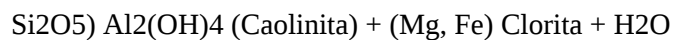
Al abarcar este tipo de metamorfismo zonas tan amplias, se hace inoperante esta clasificación en trabajos especializados, en los que sí en cambio se utilizan los conceptos de mineral índice y de zona metamórfica.



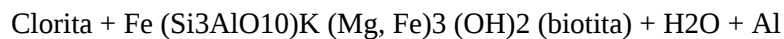
Grubennan hizo una división por zonas en función de la presión y temperatura alcanzadas, caracterizada cada una de ellas por una serie de minerales y rocas (paragénesis minerales):

- Epizona: superficial, P y T bajas (pizarras y esquistos)
- Mesozona: Intermedia, P y T moderadas (Micacitas)
- Catazona: Profunda, P y T altas (Gneis)

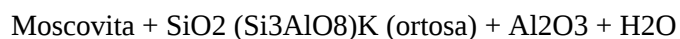
En una etapa temprana se nos formaría:



En una etapa más avanzada:



En una etapa profunda tendríamos:



TIPOS DE ROCAS METAMÓRFICAS

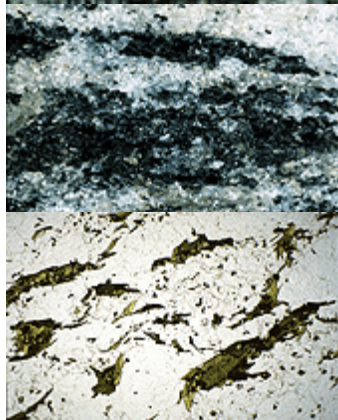
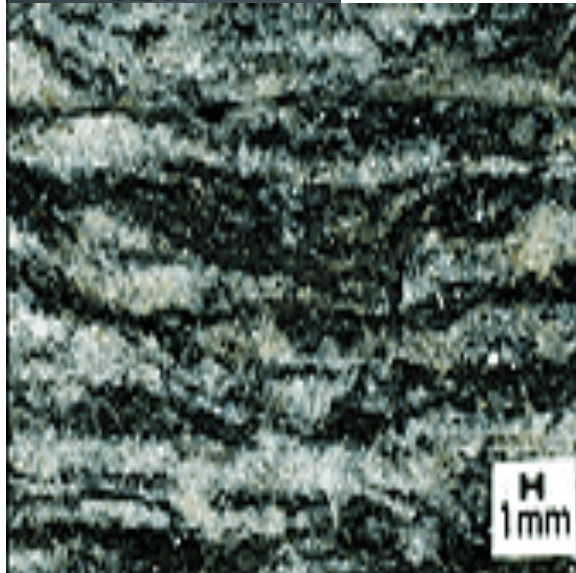
VARIEDADES ÁCIDAS

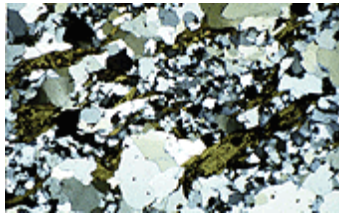
GNEIS

Roca de partida: muy variable; principalmente sedimentos clásticos (los llamados paragneises) y magmatitas ácidas hasta intermedias (llamadas ortogneises).

Condiciones del metamorfismo: principalmente facies anfibolítica o granulítica, grado de metamorfismo medio o alto para paragneises, según Winkler. Los ortogneises y determinadas rocas ricas en feldespato y pobres en mica ya pueden alcanzar el aspecto de un gneis con condiciones metamórficas inferiores.

Composición mineral: principalmente feldespato (microclina y plagioclasa) y cuarzo, así como micas claras y oscuras. Téngase en cuenta que la moscovita ya puede existir en las facies granulítica, grado de metamorfismo alto, según Winkler. Según la roca de partida y las condiciones de metamorfismo, también pueden ser significativos los minerales siguientes: cianita, sillimanita, andalucita, cordierita, granati, hornblenda, diópsido o augita. Son accesorios frecuentes aptito, turmalina, allanita, magnetita, ilmenita, circón, monacita, esfena, pirita y pirrotina.





Características generales: el gneis es una roca de grano grueso o medio, en vetas o en estratos, raramente en filones, con la mica en orientación visible. Una ordenación en vetas quiere decir que la mica puede encontrarse en hileras discontinuas, con longitudes desde algunos milímetros hasta pocos centímetros. El bandeo se produce a menudo a partir de la estratificación alterna de bandas claras con feldespatos mas cuarzo y bandas oscuras de mica, etc. La diferencia básica con el esquisto radica en un mayor contenido de feldespato y en el tipo de fractura. El gneis tiene una fractura más irregular y en planchas más gruesas, pues la esquistosidad no está tan bien desarrollada. En el nivel H se considera la fractura principal. Si la característica de textura más característica de la roca es la estructura paralela superficial en paralelo a este nivel, se habla de una tectónica en S. El nivel L es la llamada fractura longitudinal. El nivel Q es la fractura transversal. A veces se forman auténticos gneises de varas, en los que se ha destruido completamente la textura paralela superficial.

Gneises de grado bajo: algunas rocas de grado bajo tienen que considerarse también como gneises a causa de su textura, que se debe a la gran riqueza de feldespato y a la pobreza de mica. Este tipo de rocas procede en parte, de magmatitas ácidas, por lo que pueden denominarse ortogneises. Determinados porfiroides son llamados igualmente gneises de sericita. También las leptinitas/leptitas pueden considerarse gneises de grano pequeño hasta fino. Asimismo determinadas arcosas y grauvacas ricas en feldespato y pobres en arcilla pueden producir una estructura de gneis en unas condiciones metamórficas relativamente bajas.

Paragneises: el desarrollo normal de las rocas pelíticas, con un grado de metamorfismo ascendente por encima del estadio esquistoso, no conduce a la forma de gneis hasta alcanzar la facies en anfibolítica, mediante la transformación de los componentes de mica a favor de los feldespatos. Los paragneises son grises, de grano más bien medio, raramente incluso de grano pequeño y con frecuencia heterogéneos, estratificados y bandeados. Las inclusiones de niveles de silicato cálcico testifican el estado sedimentario original. Pueden encontrarse, como en el caso de los esquistos, porfiroblastos de granate, Estauroлита o andalucita.

Ortogneises: en las condiciones de grado de metamorfismo medio hasta alto, según Winkler no se encuentran diferencias mineralógicas importantes entre la metamorfita y la plutonita. Así surgen a menudo granitos gneísicos, en los cuales sólo la textura ha experimentado una marcada modificación. Pero normalmente los ortogneises son rocas que han sufrido un metamorfismo ascendente por encima de las modificaciones habituales de grado bajo. Son masivas o esquistosas, normalmente más claras que los paragneises, con una ordenación en hileras de la biotita. Los cristales de feldespato potásico más grandes, a menudo orientados, condicionan las texturas en forma de ocelo o de lente.

Yacimientos: aparecen en todas las zonas de metamorfismo regional de alto grado, como producto final lógico del desarrollo normal de la transformación de muchos tipos de roca. El metamorfismo aún más ascendente lleva entonces o bien a la fusión parcial o bajo determinadas condiciones pobres en agua o granulitas. Por tanto, los gneises pueden encontrarse en todas las montañas viejas, donde han sido despejadas las unidades de zócalo. Los yacimientos más importantes en Europa son el Fichtelgebirge, la Selva de Baviera, el Spessart, el Odenwald, la Selva Negra, la Selva de Turingia, los Montes Metálicos, los Sudetes, Los montes Rodopes (Bulgaria), Escandinavia, los Vosgos, el Macizo Central Bretaña, los Alpes, España y Gran Bretaña.

Nombre: gneis es una vieja denominación minera de Sajonia, que ya fue mencionada por escrito en 1557. Se han transmitido diversas formas escrita, como geneuss, gneuss, knaust,...

Su estructura facilita la labra en prismas, de pequeño espesor, debiéndose procurar que las cargas actúen normales a las capas, pues en caso contrario se exfolian.

Si es rico en cuarzo, resiste bien los agentes atmosféricos, no así si lo que abunda es el feldespato o la mica. Las propiedades físicas son:

- Dureza: 6,5 (en la escala de Mohs)
- Densidad: 2.700 – 3.000 kg/m³
- Resistencia a compresión 1.500 – 2.000 kg/cm²

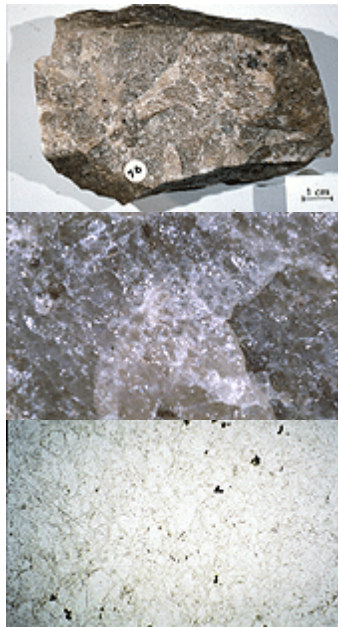
Es una piedra de media calidad para construcción, las más apreciadas son las ricas en cuarzo que se emplean en losas, peldaños, adoquines, mampostería, etc. Es fácil encontrar gneis en casi todas las cadenas montañosas de rocas graníticas.

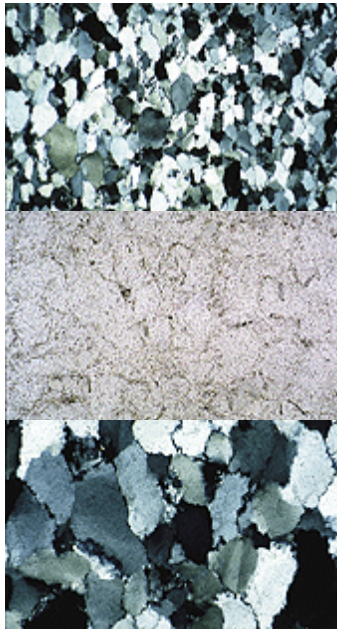
CUARCITA

Roca de partida: principalmente sedimentos ricos en cuarzo, como la arenisca, conglomerados de cuarzo y también rocas silíceas no detríticas, como la dolomita, o el chert.

Condiciones de metamorfismo: no son críticas. Se produce bajo casi todas las condiciones de metamorfismo regional, de contacto y de alta presión.

Composición mineral: principalmente cuarzo. Los minerales pesados sedimentarios se conservan a menudo durante el metamorfismo (cristobalita, rutilo, turmalina, magnetita, ilmenita, apatito, etc.) Las cuarcitas ricas en mica y en clorita derivan de una arenisca arcillosa como material de partida. Los feldespatos de una arenisca arcillosa y los minerales de calcio como diópsido o epidota, son consecuencia de la presencia en la arenisca de una matriz originariamente calcárea.





Características: normalmente es una roca clara, de grano regular, de tamaño fino hasta medio. Pigmentado de color verdoso por el contenido en clorita, gris oscuro por grafito, rojizo o amarronado por los óxidos e hidróxidos de hierro. Con un contenido de mica en aumento, las cuarcitas derivan hacia pizarra y los contenidos superiores de feldespato derivan hacia gneises. Son particularmente interesantes para los estudios de la textura los conglomerados clásticos gruesos ricos en cuarzo, puesto que puede medirse directamente el tamaño de la deformación producida. Los guijarros redondeados se aplastan en forma de elipsoides de tres ejes, a menudo con los extremos en forma de cola. En el caso de un laminado extremo, es decir, con una relación alta entre los ejes A y C, el metaconglomerado apenas puede distinguirse de una cuarcita con textura estratificada de gneis. En los conglomerados polimictos, se demuestra que los guijarros de cuarzo son, en general, muy resistentes. Los guijarros de grauvacas, de piedra caliza y de esquisto arciloso, se dejan aplastar con mucha mayor facilidad.

Los guijarros redondos se alargan y se transforman en elipsoides de 3 ejes por la fuerza de carga tectónica.

La **Cuarcita de Olmedo** puede ser utilizada en mampostería de hiladas irregulares, en pavimentos externos e internos y en chapados o aplacados de muros y paredes.

- **Mampostería.** Para esta aplicación se elaboran "*tacos*" o "*adoquines*" no dimensionados, con 15x20x12 cm (ancho x largo x grueso) como medidas medias.
- **Pavimentos.**
 - ♦ El mismo elaborado al que acabamos de referirnos puede ser utilizado para pavimento "adoquinado" cogido con mortero.
 - ♦ Los "planchones" o "lajas" –tanto irregulares como dimensionadas–, resultan muy apropiados para pavimentos exteriores. Las características físico–mecánicas de nuestro producto la hacen inmejorable en la pavimentación de espacios exteriores que tengan que soportar cargas importantes o donde se necesite un pavimento antideslizante, o no absorbente o resistente a las heladas y de alta resistencia al desgaste por rozamiento.
- **Chapados y aplacados.** La laja irregular o la dimensionada de la *Cuarcita de Olmedo* puede ser empleada en estas aplicaciones.
- **Productos irregulares:**

- ♦ **Adoquín o taco:** Es una pieza de forma paralelepípeda, de dimensiones variables, tanto en longitud como en anchura y grosor, que nos esté siendo solicitado para la realización de mampuestos en muros y en pavimento. Se vende al peso.
- ♦ **Planchón:** Piezas de superficie variable, superior a 40 cm², grosor entre 5 y 12 cm, que se suministra en palet con número de piezas suficiente para cubrir 10 m².
- ♦ **Planchoncillo grueso paletizado:** Pieza de superficie mínima 30x 40 cm y grosor entre 3 y 5 cm que se suministra paletizado con número de piezas suficiente para cubrir 15 m² cada palet.
- ♦ **Planchoncillo fino paletizado:** Pieza de la misma superficie mínima que la anterior y con un grosor entre 1 y 3 cm que también se paletiza en 25 m² por palet.
- ♦ **Laja gruesa irregular de espesor 3–5 cm paletizada:** En 15 m² por palet.
- ♦ **Laja fina irregular de espesor 1–3 cm paletizada:** En 25 m² por palet.

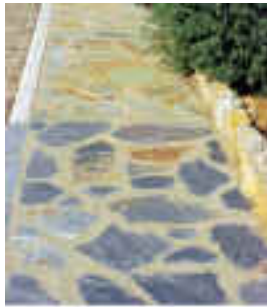
• **Cuarcita dimensionada (baldosa) de espesor entre 1.5–4 cm:**

Medidas estándar:

- 25 x 25 cm
- 30 x 30 cm
- 50 x 25 cm

Pavimento





1. Paving stones
 2. Mortar
 3. Sand
 4. Gravel
 5. Geotextile



Revestimiento			
			

Interior			
			

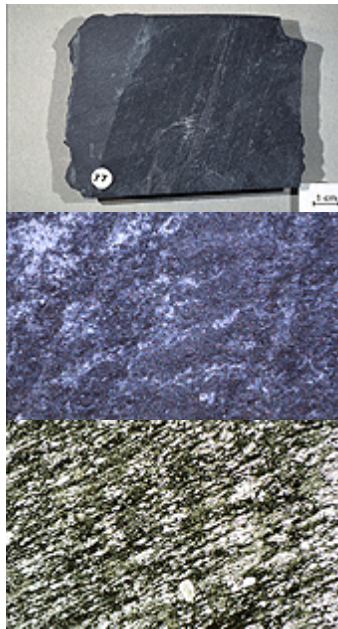
Las propiedades físicas generales son:

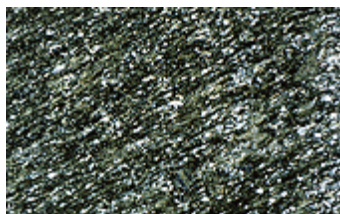
- Dureza 7 (en la escala de Mohs)
- Densidad 2.700 kg/m³

PIZARRA

Son rocas de estructura microcristalina, originadas por un metamorfismo termomecánico de sedimentos arcillosos. Según el grado de transformación, se pueden distinguir las siguientes variedades:

- Pizarras arcillosas: Conocidas también como piedra de techar común. Son rocas procedentes de sedimentos arcillosos, levemente metamórficas. Su composición es a base de alúmina y calcita. Presentan estructura laminar y muy compacta. Pueden presentar distintas coloraciones: azul violáceo o negra. Cuando estas pizarras se emplean para tejar deben ser homogéneas, no presentando grietas ni fisuras, ni contener impurezas perjudiciales.
- Pizarras cristalinas: Se les conoce también por esquistos cristalinos. Carece de feldespato. Son utilizables como material refractorio en hornos y estufas.
- Filitas: Compuestas por cuarzo, mica, clorita y minerales de hierro. Es una pizarra arcillosa primitiva. Sus caras son muy lisas y satinadas, de color verde oscuro o negrozco y fácilmente exfoliables. Es un buen material en cuanto a impermeabilización, ya que no deja pasar la nieve, y difícilmente el agua. Además no permite la condensación de humedad bajo el techado. De ahí que se emplee sobre todo en cubrición, aunque también se emplea para revestimientos.



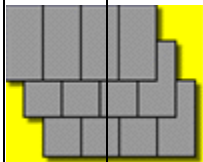


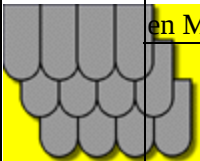
Como roca de construcción, además de las aplicaciones como material de cubrición y revestimientos, se puede utilizar en adornos de jardines y recercado de huecos para puertas y ventanas. En forma de grava y polvo de pizarra, obtenidas por trituración de los desechos y restos de las mimas, se emplean para pavimentaciones, terrazos, firmes de carretera, etc. Mezcladas con asfalto, una vez calcinadas, se emplean para la fabricación de telas impermeables y pinturas. Como aplicaciones industriales, se pueden construir cuadros de centralizaciones de instalaciones eléctricas, debido a su baja conductibilidad.

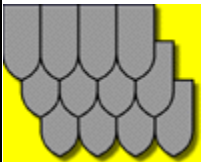
Finalmente, hay que recordar, que una pizarra de buena calidad, deberá ser resistente a las emanaciones ácidas originadas por la contaminación industrial, no será afectada por las heladas invernales, admitirá el pavimento, la pintura, el esmalte y el barniz, así como los tratamientos.

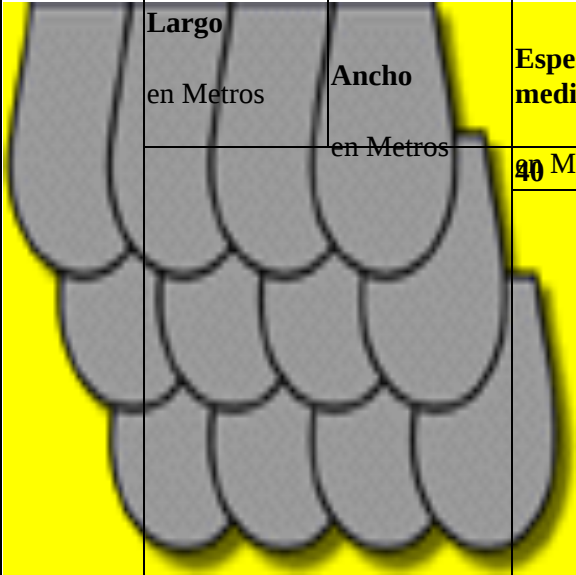
Formas distintas de fabricación de la pizarra:

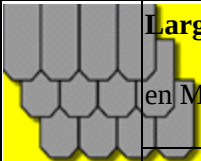
RECTANGULAR

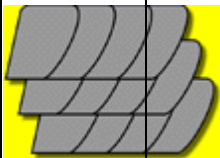
	Largo en Metros	Ancho en Metros	Espesor medio en Milímetros		
			40	25	4 a 5
			40	20	4 a 5
			35	25	4 a 5
			32	22	2,5 a 3,5
			30	20	2,5 a 3,5
			27	18	2,5 a 3,5
			25	15	2,5 a 3,5
REDONDEADA					

	Largo				
	en Metros	Ancho	Espesor medio		
		en Metros	40		4 a 5
			20		
			35		
			20		
OJIVAL O PICO PALA			30	20	3 a 5

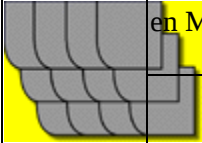
	Largo en Metros	Ancho en	Espesor medio	
		36 25	en Milímetros	6 a 7
		40	20	4 a 5
ROMBO				

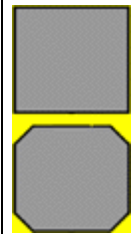
	Largo en Metros	Ancho en Metros	Espesor medio	
			40 Milímetros	6 a 8
			40	
HEXAGONAL			35	35
				5 a 7

	Largo en Metros	Ancho en Metros	Espesor medio	
			40 Milímetros	
			35	30 25
SCHUPPEN				

	Largo en Metros	Ancho en Metros	Espesor medio	
			36 Milímetros	
			34	28
			32	28
			30	28
			28	25
			26	23
			24	21
				19

		22	17	4 a 6
MEDIA LUNA		20	15	4 a 6

	Largo en Metros	Ancho en Metros	Espesor medio	
			30 Milímetros	4 a 6
			25	4 a 6
			20	4 a 6
OTRO TIPO DE FABRICACIÓN				

	Largo en Metros	Ancho en Metros	Espesor medio en Milímetros	
		60	30	6 a 8
		50	30	5 a 7
		50	25	5 a 7
		46	30	4 a 6



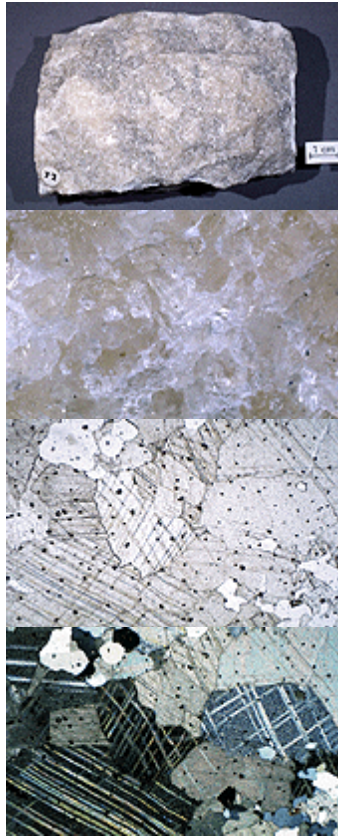
Utilización de Pizarra Verde en el tejado de un complejo deportivo en TOKIO. **VARIEDADES BÁSICAS**

MÁRMOL

Explicación del concepto: Es un concepto empleado diferenciadamente. En petrología, el mármol es una roca metamórfica con, por lo menos, un 50% de su volumen de calcita, dolomita y/o aragonito. A veces se determina el límite inferior en 80% del vol. En el ramo técnico, se considera mármol todas las rocas cálcicas o dolomíticas que puedan pulirse, independientemente de si son metamórficas o no. El nombre se deriva del griego mármaros = peñasco, piedra blanca, derivado seguramente de marmairein = billar.

Roca partida: roca caliza o dolomítica.

Condiciones de metamorfismo: no son críticas. El metamorfismo regional de contacto y de alta presión, es estable bajo casi todas las condiciones.

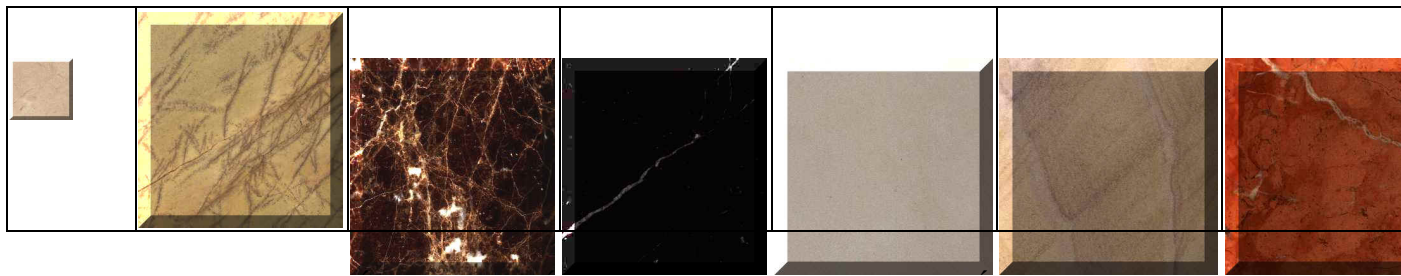


Composición mineral: principalmente calcita, y/o dolomita. En el metamorfismo de alta presión, la calcita se transforma en aragonito. Pero la reacción retroactiva es tan rápida, que el mármol de aragonito sólo se mantiene muy raramente. En el caso de que el material presente impurezas, sobre todo silicio muchos otros minerales pueden asociarse con el mármol. En temperaturas por encima de los 600° C puede producirse la descomposición de la dolomita, a periclasa, y calcita. La temperatura exacta de descomposición depende significativamente del contenido de dióxido de carbono de la fase gaseosa de la roca. La periclasa suele continuar su transformación hasta formar brucita. Las rocas con brucita y calcita también se conocen como pencatita y predazzita.

Características: generalmente de grano regular, grueso hasta medio. Blanco en estado puro, pero a menudo pigmentado por minerales ajenos finamente distribuidos: amarillo hasta marrón, rojo, verdoso, gris hasta negro. Con un grado de metamorfismo ascendente los mármoles suelen ser más pálidos.

Utilización práctica: como planchas pulidas en la construcción, pero sobre todo para trabajos en escultura. Hay toda una serie de localidades famosas en Grecia y en Italia: Naxos, Paros, Laurion, Hymettos, Pentelicon y Carrara. El mármol de Carrara se caracteriza por su pureza, efecto óptico (translúcido en planchas de 2–3 cm de espesor, con reflexiones internas en los límites de los granos y en las grietas de exfoliación) y escasa porosidad. Esto último proporciona una gran resistencia a las heladas. Aún así, los mármoles son particularmente sensibles a la lluvia ácida.

CREMA	DORADO	MARRON	NEGRO	PIEDRA PARÍS	PIEDRA PARÍS	ROJO
MARFIL	SEVILLA	EMPERADOR	MARQUINA	BEIGE	MULTICOLOR	ALICANTE



DATOS RELATIVOS AL MARMOL DE MACHALE, COMARCA DE ALMERÍA MAS IMPORTANTE NACIONALMENTE DE ESTA ROCA METAMORFICA TAN IMPORTANTE PARA LA CONSTRUCCIÓN.

METODOS DE EXTRACCION DE MARMOL:

Las explotaciones mineras de la Sierra de Macael, son a cielo abierto y sistema de bancos descendentes.

Debido a las características de estas canteras, con grandes recubrimiento y consecuentemente grandes alturas de los frentes de explotación, se realiza el desmonte de estos mediante bermas para descubrir el mármol.

El desmonte de los estériles se efectúa por medio de perforación y voladuras, el volteo de los estériles mediante el empleo de grandes máquinas de ruedas y retroescavadora a una parte de la plaza de la cantera para que se pueda simultanear con la extracción de mármol.

El grado de mecanización es bastante alto en calidad y cantidad dando lugar, a que en la actualidad las canteras de Macael sean de las más avanzadas en lo que se refiere a la extracción y elaboración de rocas ornamentales.

Los sistemas de corte de mármol aplicados en la actualidad son los siguientes.

- * Perforación y explosivos.
- * Rozadora de cable (hilo adiamantado).
- * Rozadora de brazo.

No obstante, el método más generalizado es la aplicación de rozadora de hilo adiamantado para todos los cortes que realizan en banco. Este método se suele utilizar casi en un 90 % de las canteras.

Este se va imponiendo debido a las ventajas que conlleva el poder cortar grandes superficies sin mover la máquina de su posición y desdoblar la masa para obtener las dimensiones deseadas. El funcionamiento tiene su base en un grupo motor con accionamiento eléctrico que actúa sobre la polea conductora del hilo montado sobre un chasis móvil. Conjunto guía compuesto por dos carriles sobre los que se mueve el sistema de accionamiento. Sistemas automáticos de control de arranque ,velocidad y tensión del hilo, paradas por roturas, etc.

El hilo diamantado consiste en un cable de acero inoxidable que lleva engarzado, unos útiles diamantados de forma cilíndrica ,con separadores constituidos por muelles. La polea tractora tiene una velocidad de giro del orden de 3.000 r.p.m., que le proporciona al cable una velocidad de 110-120 m/sg.

A parte de la seguridad de los trabajadores la extracción de mármol es la gran preocupación de los técnicos que trabajamos en esta zona de canteras, por la incidencia que tiene este apartado en la economía de las empresas, intentamos que la relación toneladas de mármol extraídas frente a los metros cúbicos llevados a vertedero estén en continuo aumento, elevando por tanto la rentabilidad de la explotaciones.

DATOS SOBRE EL MARMOL.-

BLANCO MACAEL

Clasificación MARMOL

Tamaño de grano MEDIO

Composición mineralógica.-

Roca compuesta por 83% de Calcita, 16% de dolomita, 1% de moscovita, m. arcilla y m. opacos.

Características físico mecánicas.-

Peso específico aparente

2.72 gr/cm²

Porosidad aparente

0.20%

Coefficiente de absorción

0.09%

Resistencia mecánica a la compresión

1.582 kg/cm²

Resistencia mecánica a la flexión

253.7 kg/cm²

Resistencia al desgaste

0.30 mm

Resistencia al impacto

40 cm.

AMARILLO MACAEL

Clasificación MARMOL DOLOMITICO

Tamaño de grano PEQUEÑO

Composición mineralógica.-

Roca compuesta por 89% de dolomita, 7,9% de Calcita, 2% de moscovita, m. arcilla, cuarzo y m. opacos.

Características físico mecánicas.-

Peso específico aparente

2.84 gr/cm²

Porosidad aparente

0.19%

Coefficiente de absorción

0.06%

Resistencia mecánica a la compresión

1.286 kg/cm²

Resistencia mecánica a la flexión

601.7 kg/cm²

Resistencia al desgaste

0.38 mm

Resistencia al impacto

35 cm

PRINCIPALES CARACTERISTICAS GEOLOGICAS:

La zona se encuentra enclavada en las cordilleras béticas .Los mármoles pertenecen al complejo Nevado Filábride y dentro de él a las unidades tectónicas superiores, Nevado-Filábride y Bedar-Macael, actualmente englobadas en lo que se denomina manto de Mulhacén.

En el área de la Sierra y siguiendo la división efectuadas en el MAGNA (1973), se pueden diferenciar dentro del complejo Nevado-Filábrides, y de techo a muro, las siguientes unidades y formaciones .

UNIDAD ALMOCAIZAR.

Formación Nevada.–Micaesquistos grafitosos
Esquistos calcáreos.anfibolíticos

UNIDAD BEDAR- MACAEL.

Formación Las Casas.– Esquistos + Calizas
– Capa o. Mármol blanco,gris y ANASOL.
– Capa d. Mármol blanco Esquistos (predominantes)+ Calizas.
– Capa c. Mármol blanco Calizas amarillentas (predominantes) + Esquistos.
– Capa b.Mármol blanco.
– Capa a .Mármol gris.

Formación Tahal. – Micaesquistos con albita,neises albiticos,cuarcitas, R.carbonatadas.

– Capa Barranco Saltador y próximos.

Formación Nevada.– Micaesquistos grafitosos con granate.

– Esquistos calcáreos Anfibolitas , R.calcareas y esquistos calcáreos.

UNIDAD NEVADO–LUBRIN.

Formación Las Casas.– Capa gris Rio Esquistos+Calizas

– Capa Rio. Mármol blanco oscuro,Micaesquistos con granate ,cuarcitas.
Micaesquistos carbonatados.

La estructura del área queda reflejada a grandes rasgos en el corte general de la sierra. En él pueden diferenciarse dos zonas definidas por las unidades tectónicas Nevado–Lubrín y Bedar –Macacl.

A la inferior (Nevado–Lubrín) pertenecen las zona Rio,Macacl Viejo y Australia. En ella aflora únicamente una capa importante (Rio),su potencia media oscila entre los 20 y 30 metros. El mármol es de color blanco oscuro, con vetas e intercalaciones irregulares grisáceas, de un tamaño de grano medio, algo superior al de otras capas.

Intercala calizas amarillentas RECRISTALIZADAS de forma y potencia irregular, que constituyen una nueva aportación de reservas para ser explotadas.

A la unidad superior pertenecen el resto de las explotaciones; ocupa la parte alta de la sierra y está caracterizada por la presencia de varias capas de mármol, cinco principales o,a,b,c,d, intercaladas entre una serie en la que alternan micaesquistos, esquistos y calizas RECRISTALIZADAS.

Los datos que definen a Macacl y Comarca desde el punto de vista minero son los siguientes:

–SUPERFICIE OCUPADA POR LAS CONCESIONES MINERAS.

CUADRICULAS

203

SUPERFICIE

6.699 Ha.

Nº DE CANTERAS

145

ACTIVAS

80

CADUCADAS

27

INTERMITENTES

RESERVAS ESTIMADAS: Mármol + Dolomias

Cuarenta Millones de metros cúbicos.

PRODUCCION:

Año 1996. 780.000 TM.

TRABAJO MACAEL Y COMARCA:

Planta de elaboración

3.000 obreros

Extracción.

580 obreros

Artesanía .

650 obreros

T O T A L

4.230 obreros

POTENCIA INSTALADA EN CANTERAS :

Diesel. 40.000 H.P.

Eléctrica 7.560 K.V.A.

CONSUMO EXPLOSIVOS:

Nagolita y Gomas 550.000 Kg.

Consumo de Carburante..... 7.5 Ml

MARMOLES DE MACAEL:**BLANCO MACAEL****Descripción**

Mármol de calcita con veteado de calcita asociada a moscovita.

Encuadre geológico

Formación con mármol., Calcoesquistos., Micaesquistos, trias.

Minerales accesorios

Cuarzo, Moscovita ,materiales opacos

Análisis químicos

Si O2 0.08 Fe2 O3 0.14

Mg O 0.89 K2 O 0.00

Al3 O3 0.01 Ca O 54.80

Na2 O 0.01 Ti O 0.00

Co2 43.55

Masa volúmica aparente (gr/cm3) 2,72 Absorción de agua (%) 0,16

Porosidad aparente (%) 0,60 Resistencia a compresión (Kg/cm2) 1360

Resistencia a flexión (kg/cm2) 211,9 Resistencia a desgaste (m/m) 0,36

Resistencia a choque (cm) 45 Microdureza Knoop (Kg/mm2) 140,41

MACAEL VETA

Descripción

Mármol de calcita con veteado de calcita asociado a .Moscovita

Encuadre geológico

Formación con mármoles, calcoesquistos micaesquistos, trias.

Minerales principales

Calcita 99%

Minerales Accesorios

Cuarzo, moscovita, m. Opacos

Análisis químicos

Si O2 0.08 Fe2 O3 0.14

Mg O 0.89 K2 O 0.00

Al2 O3 0.01 Ca O 54.80

Na2 O 0.01 Mn O 0.21

Ti O 0.00 Ca O2 43.55

Masa volúmica aparente (gr/cm2) 2,72 Absorción al agua (%) 0,16

Porosidad aparente (%) 0,60 Resistencia a la compresión (Kg/cm2) 1.366

Resistencia a la flexión (kg/cm2) 211,9 Resistencia desgaste (mm.) 0.36

Resistencia al choque (cm) 45.0 Microdureza Knoop (kg/mm2) 140,4

AMARILLO MACAEL

Descripción

Mármol dolomítico de grano pequeño

Encuadre Geológico

Serie micaesquistos, calcoesquistos calizas recrystalizadas , trias.

Minerales principales

Dolomita 89%, Calcita 9%

Minerales accesorios

Moscovitas, arcillas, cuarzo m. Opacos

Análisis químico

Si O₂ 0.30 Fe₂ O₃ 0.21

Mg O 18.40 K₂ O 0.00

Al₂ O₃ 0.11 Ca O 36.20

Na O 0.00 Ma O 0.02

Ti O 0.03 Co₂ 44.71

Masa volúmica aparente (gr/cm³) 2,84 Absorción agua (%) 0,06

Porosidad aparente (%) 0,19 Resistencia a la comprensión (kg/cm²) 1286

Resistencia a la flexión (Kg/cm²) 601.7 Resistencia al desgaste (mm.) 0,38

Resistencia al choque (cm) 35,0 Microdureza Knoop (Kg/mm.) 136,8

GRIS MACAEL

Descripción

Mármol gris de grano medio con veteado gris oscuro.

Encuadre Geológico

Serie con micaesquistos, calcoesq., calizas, recr. Trias.

Minerales principales

Calcita 92%

Minerales accesorios

Cuarzo (5%), Plagioclase, Moscovita, opacos

Análisis químico

Si O₂ 1,50 Fe₂ O₃ 0.30

Mg O 0.79 K₂ O 0.00

Al₂ O₃ 0.67 Ca O 54.90

Na₂ O 0.01 Mn O 0.02

Ti O 0.05 Co₂ 41.74

Masa volúmica aparente (gr/cm³) 2.69 Absorción de agua (%) 0.53

Porosidad aparente (%) 1.38 Resistencia a compresión (Kg/cm²) 1630

Resistencia a la flexión (kg/cm²) 254,2 Resistencia a desgaste (mm) 0.26

Resistencia choque (cm) 30.0 Microdureza Knoop (Kg/mm²) 144

ANASOL

Descripción

Mármol cipolinico de grano medio, bandeado mineralogico (micas)

Encuadre Geológico

Serie con micaesquistos, calcoesq. Caliz. Recrist. Trias.

Minerales principales

Calcita (89%), Moscovita (8%)

Minerales accesorios

Epidota (1%), cuarzo, plagio. Clasa. Turmalina circon, opacos.

Análisis químico

Si O 6.40 Fe O 2.00

Mg O 0.66 K₂ O 0.01

Al₂ O 2.60 Ca O 49.00

Na O 0.00 Mn O 0.03

Ti O 0.13 Co 39.15

Masa volúmica aparente (gr/cm³) 2.71 Absorción de agua (%) 0.15

Porosidad aparente (%) 0.42 Resistencia a compresión (Kg/cm²) 798

Resistencia a flexión (Kg/cm²) 283 Resistencia degaste (mm) 0.41

Resistencia choque (cm) 35.0 Microdureza Knoop (Kg/mm) 136.3

VERDE MACAEL

Descripción

Serpentina metamórfica de estructura masiva.

Encuadre Geológico

Serie con metamórfica con calcoesquistos, micaesquistos y mármol

Minerales principales

Serpentina, calcita.

Minerales accesorios

Pirita, magnetita.

Análisis químico

Si O₂ 0.17 Fe₂ O₃ 0.28

Mg O 0.07 K₂ O 0.03

Al₂ O₃ 0.00 Ca O 49.64

Na₂ O 0.05 Mn O 0.15

Ti O 0.01 Co₂ 45.24

Masa volúmica aparente (gr/cm³) 2.81 Absorción de agua (%) 0.20

Porosidad aparente (%) 0.28 Resistencia a compresión /Kg/cm² 843.7

Resistencia a flexión (kg/cm²) 137.2 Resistencia a desgaste (mm) 1.30

Resistencia choque (cm) 43.0 Microdureza Knoop (Kg/mm) 158.2

Las propiedades físicas generales del mármol simple, son:

Densidad 2.700 – 2.900 kg/m³

Resistencia a compresión 800 – 1.800 kg/cm²

Resistencia a flexión 60 – 150 kg/cm²

TEXTURA Y ESTRUCTURA

Las rocas metamórficas se clasifican según su textura y según su estructura.

Según su textura pueden ser: *masiva, granular y foliada*; según su estructura pueden ser: *lenticular, granular y hojosa*.

Cuando su textura es foliada y su estructura es hojosa está en forma de láminas de distintas formas.

En el estudio del mantenimiento deben considerarse cuatro procesos: la granulación, la deformación plástica, la recristalización y el metasomatismo.

Granulación. Ya hemos citado las brechas, formadas por compresión de la roca a lo largo de fallas. Sin embargo, en masas enterradas profundamente, la compresión puede ser penetrante, y el proceso puede llegar a determinar la pulverización. Finalmente, puede quedar pulverizada toda la masa, formándose una microbrecha o milonita. Esta trituración llamada granulación, tiene lugar sin que se produzcan aberturas visibles y sin pérdida de cohesión.

Deformación plástica. La deformación plástica es el cambio no elástico de forma de un sólido, sin fractura apreciable. Si, por ejemplo, se comprime un cristal suficientemente, no vuelve a su forma original al suprimir la presión, sino que queda deformado, en parte por lo menos.

Recristalización. La recristalización es la reagrupación de los elementos en nuevos cristales. La reagrupación atómica puede formar minerales nuevos o cristales nuevos de los minerales que ya estaban presentes. Si se comprime un cristal hasta producir una deformación plástica, (planos de deslizamiento), y se suprime la presión deformante, queda una presión residual interna, producida por la deformación, debida a la curvatura o torsión del retículo adyacente a los planos de deslizamiento. Esta energía de deformación acumulada, es la fuerza que produce la recristalización de los materiales comprimidos.

Metasomatismo. El metasomatismo se define como una solución y precipitación, esencialmente simultánea, de materia mineral, en un punto o lugar común de la roca. Es una sustitución, volumen por volumen, de una sustancia por otra.

CUADRO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DE DETERMINADAS CLASES DE ROCA

	Mármol	Granito	Caliza	Arenisca	Cuarcita de Olmedo
P. Específico	2.63	2.68	2.25	2.03	2.65
Absorción	0.40	0.22	3.77	9.50	0.12
Compresión	890	850	688	175	2038
Flexión	150	180	80	11	377
Choque	55	35	20	32	50
Desgaste	2.01	2.35	12.35	22.30	0.15
Helicidad	0.04	0.11	2.57	3.28	0

PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS

Partimos de una zona con sedimentos que con el paso del tiempo se hunden progresivamente (diagénesis) y se transforman en una roca sedimentaria, aumenta la presión y la temperatura, si se hunde más se funde y se produce el magmatismo.

Es un proceso endógeno (en el interior), no importa el lugar geográfico porque se produce en todos los sitios igual.

El metamorfismo es un proceso geológico endógeno mediante el cual las rocas sufren una serie de transformaciones (mineralógicas o texturales-estructurales) d presión y temperatura distintas a las iniciales (más elevadas).

Los procesos metamórficos se desarrollan en estado sólido (cuando se inicia la fusión entonces se inicia el magmatismo).

Es un proceso isoquímico, es decir, no se produce cambio en la composición química global inicial y final. Cuando si varía la composición por la presencia de fluidos el proceso se llama metasomatismo (es igual que el metamorfismo pero no isoquímico).

Los agentes del metamorfismo son: la presión, la temperatura y los fluidos circulantes químicamente activos.

Durante el metamorfismo se forman unos minerales estables a las nuevas condiciones de presión y temperatura llamados indicadores. El paso a estos minerales puede ser debido a un cambio polimorfo y por la reacción entre dos minerales.

Los minerales residuales estables son aquellos que siguen siendo estables en las nuevas condiciones de presión y temperatura (las anteriores al metamorfismo).

Los minerales residuales metaestables son aquellos anteriores al metamorfismo que no son estables a las nuevas condiciones de presión y temperatura pero que permanecen por no haberse transformado todavía (debido a una lenta velocidad de reacción).

Las rocas metamórficas adquieren una textura que las diferencia de las otras.

Efectos de la temperatura:

La temperatura aumenta con la profundidad, esto es a lo que se llama gradiente geotérmico (hasta los 30 kms.).

Un lugar de gradiente geotérmico alto son las dorsales y uno bajo las zonas de subducción.

También puede aumentar la temperatura por estar próxima a una intrusión magmática y por la fricción con una falla.

Algunos minerales, debido a la temperatura, aumentan de volumen, otros expulsan volátiles (CO_2 o H_2O). Se forman minerales a partir de reacciones endotérmicas.

Aumenta la velocidad de reacción cuanto más temperatura

Efectos de la presión:

La presión aumenta con la profundidad.

La presión de confinamiento es la suma de la presión litostática (o de carga de todos los materiales que están encima) más la presión de fluidos (en poros y rocas), suele ser agua y petróleo.

La presión se mide en kilobares (Kb), un bar = una atmósfera.

Para que se inicie el metamorfismo la presión tiene que ser de dos kilobares.

Existe otro tipo de presión; la presión dirigida es aquella producida por esfuerzos tectónicos en una determinada dirección.

Efectos de la presión litostática:

Deshidratación de los minerales: pérdida del agua de la estructura mineral.

Recristalización: se producen en las zonas de menor presión y la cristalización en las zonas de mayor presión por disolución

Formación de materiales más densos.

Efectos de las presiones dirigidas:

Los minerales se orientan de manera perpendicular en la dirección del esfuerzo, aparecen planos de exfoliación, pizarrosidad y esquistosidad (estos dos últimos borran los planos de estratificación).

Se produce recristalización.

Hay una formación de minerales densos pero que están orientados.

Físico-química de los procesos metamórficos:

Un diagrama de fases representa las zonas de estabilidad (presión y temperatura) de las distintas fases minerales.

Los minerales son fases estables en determinadas situaciones de presión y temperatura.

En un diagrama de fases el paso de un mineral a otro puede ser de dos tipos:

A – Por transformación polimórfica.

B – Por reacción de dos minerales.

Los minerales que son muy sensibles al cambio de temperatura se les llama termómetro geológico y los que son muy sensibles al cambio de presión se les llama barómetro geológico.

Termómetro geológico barómetro geológico

La paragénesis mineral es la asociación de varias fases minerales estables en un mismo intervalo de presión y temperatura. Conociendo esta, podemos saber las condiciones de presión y temperatura a la que ha estado sometida la roca.

Según aumenta el metamorfismo va aumentando el tamaño de grano de los minerales que se forman.

PIZARRA ESQUISTO GNEIS

La blastesis es el proceso de crecimiento y formación de los cristales.

Se observan dos clases de metamorfismo:

A – **Progresivo**: es igual que el metamorfismo pero sin ser tan alto.

B – **Retrometamorfismo**: es el que se produce al aumentar la serie de presión y temperatura.

LAS ROCAS COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Entre las numerosas clases de rocas que presenta la naturaleza, no todas poseen las cualidades necesarias para poder ser consideradas materiales aptos para la construcción; hay rocas que, aunque presentan un interés científico, e incluso comercial, al estar asociadas a yacimientos carecen de interés en la técnica edificatoria. Hay además, otra serie de factores que condicionan la elección del material pétreo aplicable a la cantería, como una determinada estructura, dureza, resistencia, o la proximidad del yacimiento.

A continuación, se enumeran las principales cualidades constructivas que deben poseer las rocas empleadas en cantería.

Densidad:

Es la relación entre la masa de la roca y su volumen, que responde a la siguiente fórmula: $D = M \text{ gr.} / V \text{ cm}^3$. En general puede decirse que a más densidad, más dureza. La densidad depende de la composición mineralógica, de la textura y estructura de la roca, siendo las compactas y coherentes las más densas.



Peso específico:

Es el peso de la piedra en kilogramos por metro cúbico. Una sencilla relación de rocas de mayor a menor peso sería:

Basalto

Granito

Mármol

Caliza

Arenisca

Piedra Pómez

Tenacidad:

Es la resistencia a dejarse romper por el choque. Las rocas atendiendo a este concepto, se clasifican en tenaces y frágiles. La dureza y tenacidad, con frecuencia van unidas, pero puede haber rocas duras y frágiles al mismo tiempo, o blandas y tenaces.

Dureza:

Es la resistencia que las piedras oponen a ser rayadas por otros cuerpos. Se mide según una escala convencional, denominada de Mohs, formada por diez minerales en orden creciente de dureza:

- 1.- Talco Se ralla con la mano
- 2.- Yeso
- 3.- Calcita
- 4.- Fluorita
- 5.- Apatita
- 6.- Feldespato
- 7.- Cuarzo
- 8.- Topacio
- 9.- Corindón
- 10.- Diamante Sólo se ralla con otro diamante

La dureza depende de la composición de la roca (el cuarzo es el mineral que más dureza proporciona a la piedra), de su peso específico (a más peso, más dureza), de su estructura y textura (las rocas con grano más fino son las más duras, así como las compactas y cristalinas). Entre las rocas duras se encuentran el basalto, el gneis, la cuarcita y el granito; y entre las piedras blandas las areniscas, calizas no compactas y tobas volcánicas.

Resistencia a la compresión

Es la oposición de la piedra a las presiones exteriores que obran sobre ella, una vez puesta en obra. Esta resistencia depende de su estructura, del peso específico, dureza, tenacidad y de la dirección de la estratificación, si la hay.

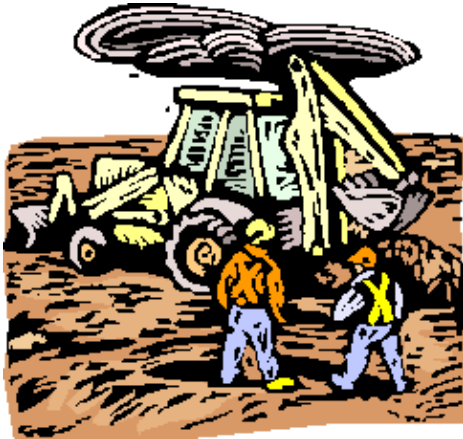
Las rocas más resistentes son las más duras, las de mayor peso específico, las compactas y las de grano fino y

uniforme.

Las estratificadas y esquistosas son las piedras que soportan menos este tipo de fuerza. Es muy importante controlar la manera de colocar estas piedras en la obra para que su resistencia sea mayor. Así, los sillares que forman parte de un muro, deben disponerse perpendiculares a la estratificación. En el caso de pilares o columnas monolíticas, la presión debe ser paralela a los estratos.

Labrabilidad

Es la aptitud que presenta una roca a dejarse dividir, desbastar, labrar o pulimentar.



El corte, tanto si se realiza con sierras, o con el sistema de cuñas, ha de seguir la dirección del grano, sobre todo si se trata de rocas estratificadas. En general, la roca cuanto más compacta y dura, más resistencia opone a su división.

La aptitud de labra disminuye en las piedras demasiado duras, excesivamente tenaces, o con una estratificación demasiado marcada. Las piedras duras, como el granito, se trabajan mejor recién extraídas de la cantera, ya que se endurecen expuestas al aire, al evaporarse la humedad que contienen. Por el mismo motivo, para labrar piedras blandas, como la arenisca, es preferible dejarlas algunos meses en exposición.

Las rocas compactas, de grano fino y uniforme, como el mármol, las calizas compactas y el granito, se dejan pulir fácilmente.

Duración



Es la mayor o menor resistencia que presenta la roca a la acción de los agentes atmosféricos o meteorización. La meteorización puede ser química, operada por el oxígeno, el anhídrido carbónico y el vapor de agua; física, debido a oscilaciones térmicas, el hielo y deshielo, la lluvia y la nieve; o mecánica, como la erosión continua del viento.

La duración de una roca, depende de factores internos como la composición de la piedra (son más resistentes las rocas formadas por un solo mineral que las constituidas por varios), su textura (las compactas y de grano fino son muy resistente a los agentes atmosféricos), su estructura (las porosas y las estratificadas son las más alterables); y de factores externos a la piedra, como el clima (favorable si es cálido y seco), su posición en un edificio (en general, los planos de sedimentación deben colocarse perpendiculares al esfuerzo o presión que vayan a soportar), la exposición en ambientes contaminados o marinos, el contacto con elementos metálicos, el proceso de labra (produce fisuras microscópicas por donde puede penetrar el agua)...

Las rocas más duraderas son las compactas y de mayor peso específico como el granito, el basalto, el gneis, las calizas compactas... Las menos resistentes son los esquistos arcillosos, las brechas y conglomerados, las tobas, la piedra pómez...

VARIEDADES DE ROCAS METAMÓRFICAS

Las rocas metamórficas pueden dividirse, esencialmente, con arreglo a dos criterios:

- Según las facies de aparición de minerales de metamorfismo, esto es, según las condiciones de presión y temperatura en las cuales, si el quimismo lo permite, van a formarse actinota, o sillimanita, o granates, etc.
- Según las secuencias metamórficas o, lo que es lo mismo, según el tipo de roca que les da origen.

Nosotros vamos a utilizar este segundo criterio, menos interesante desde el punto de vista científico, por ser más útil para su descripción e identificación macroscópica y, sobre todo, con vistas a considerar la roca como material a partir del cual va a desarrollarse el suelo.

Las rocas metamórficas más corrientes quedan especificadas en el siguiente cuadro.

ROCA ANTERIOR	SECUENCIA	ROCA METAMÓRFICA RESULTANTE METAMORFISMO NORMAL	ROCA METAMÓRFICA RESULTANTE METAMORFISMO INTENSO
FANGOLITAS	CLÁSTICA	FILITA MICACITA	GNEIS
ARENISCAS Y GRAUVACAS	CLÁSTICA	ESQUISTOS	GNEIS
PSEFITAS	CLÁSTICA	ESQUISTOS	GNEIS
CUARZOARENITAS	CLÁSTICA	CUARCITA	CUARCITA
CALIZA	QUÍMICA	MÁRMOL	MÁRMOL
DOLOMÍA	QUÍMICA	MÁRMOL DOLOMITICO	MÁRMOL DOLOMITICO
ÍGNEA	ÁCIDA	GNEIS	GNEIS

ÍGNEA	BÁSICA	ECLOGITA PIROXENITA METAMORFICA	ECLOGITA
ÍGNEA	ULTRABÁSICA	ANFIBOLITA METAMORFICA SERPENTINA METAMORFICA	PIROXENITA METAMORFICA ANFIBOLITA METAMORFICA

Interesa aclarar dos ideas importantes:

SERPENTINA
METAMORFICA

- 1º Tradicionalmente se han empleado los prefijos orto- y para- para significar la procedencia ígnea o sedimentaria de la roca afectada por el metamorfismo. Así, un ortogneis es un gneis procedente, por ejemplo del metamorfismo de un granito y un paragneis aquél consecuencia del metamorfismo de una arenisca.

Sin embargo, el empleo del prefijo adecuado no siempre es fácil y tanto más cuanto que el metamorfismo, algunas veces, es muy complejo y una serpentina metamórfica de secuencia ultrabásica, en proceso de metamorfismo posterior puede dar lugar a un mármol dolomítico.

- 2º Cuando el metamorfismo no es muy intenso y actúa sobre rocas sedimentarias pueden quedar en la roca metamórfica resultante restos fosilíferos utilizables para la aplicación de los principios de cronología relativa en los estudios de geología histórica.

Descripción de algunas rocas metamórficas ya realizado anteriormente:

1.- Gneis

La composición mineralógica del gneis es la misma que la del granito o de la sienita: cuarzo más o menos abundante, feldespato no cálcico y ferromagnesiano no olivínico, pudiendo contener muscovita y otros minerales accidentales.

Suele ser de grano grueso y siempre se aprecia cierta esquistosidad.

Son bastantes las rocas que pueden dar origen al gneis, por lo que es una roca que presenta muchas variedades. Entre ellas, las más significativas son: gneis micáceo con abundancia de muscovita en láminas orientadas y gneis glandular en el que se aprecian cristales nodulares de cuarzo y/o feldespato.

En España es abundante el gneis en Galicia y Sistema Central, ocupando menores extensiones en Montes Toledo, Pirineos y Cordillera Penibética.

2. – Filitas y micacitas

Algunos autores denominan a estas rocas, pizarras metamórficas, diferenciándose las micacitas por la abundancia de muscovita. A simple vista, sólo la mayor consistencia de estas rocas permite diferenciarlas de las pizarras arcillosas sedimentarias siendo la cristalización y la aparición de minerales de metamorfismo los criterios seguros para su identificación.

En España abundan en los terrenos antiguos de Asturias, León, en algunos puntos del Sistema Central y Pirineos y, sobre todo en Extremadura y Sierra Morena.

3.- Esquistos y cuarcitas

Procedentes ambas rocas del metamorfismo de psammitas y psefitas se diferencian entre ellas en que las cuarcitas tienen más del 90 % de sílice, y unas y otras de sus orígenes respectivos, en la esquistosidad que presentan y por su consistencia.

En general, las cuarcitas y los esquistos son ejemplares angulosos, esquistosos y que, al romperse, se fracturan sus cristales; las psammitas, sedimentarias, son redondeadas y, cuando son angulosas, se rompen por la matriz o cemento que une sus granos.

La localización en España de estas rocas es similar a la de filitas y micacitas, presentándose, muchas veces bastante mezcladas unas y otras.

4.- Mármol y mármol dolomítico

Son rocas de grano fino a grueso, de aspecto sacaroideo y colores claros, presentando frecuentemente alteraciones en bandas.

No son abundantes en España. Las Sierras Blancas, entre las provincias de Granada y Málaga, son las manchas más importantes del mármol dolomítico.

5.- Eclogita, piroxenita metamórfica y anfibolita metamórfica

Procedentes, respectivamente, de metamorfismo de garbos y perknitas tienen los mismos constituyentes que aquéllas y se presentan entremezcladas con las mismas sobre todo en la provincia de La Coruña.

6.- Serpentina metamórfica

Es una roca procedente de la actuación de procesos de metamorfismo sobre rocas olivínicas. Está formada esencialmente por serpentina. Se emplea como piedra decorativa en construcción.

En España, se presenta en la Serranía de Ronda y Sierra Nevada.

EXTRACCIÓN DE LA ROCA

MÉTODOS

Tradicionalmente la extracción de piedras se realizaba con herramientas manuales: picos, palancas o perpales, cuñas y mazas. El proceso se iniciaba removiendo la capa de cantera con azadas, picos poleas; la tierra y demás materiales disgregados se transportaba en cestos hasta 30 ó 40 metros de la cantera. Sobre la piedra ya en la superficie, se colocaba la regla o vara de hierro plana para marcar las líneas divisorias del bloque. Con el pico y en la dirección de la veta de la roca y sobre las líneas de corte, se abrían las rozas o aberturas en forma de V. En estas aberturas se introducían cuñas de hierro o acero, colocando en sus costados pletinas de hierro para que las cuñas corrieran con facilidad. Con una maza de 5 a 10 Kg, el cantero iba golpeando las cuñas, recorriéndolas todas, hasta que la piedra tras un golpe, sonara a hueca. El bloque, listo para ser extraído, se desprendía de la roca con palancas.



Con este método sólo se puede ahondar 4 ó 5 metros en la roca, ya que exige mucha mano de obra y no resulta rentable. Los avances tecnológicos han transformado notablemente el trabajo en las canteras. Los nuevos sistemas de extracción mediante voladura en masa, corte con perforación, con disco, rozadora, con hilo helicoidal o diamantado, con lanza térmica, etc... permiten rentabilidad elevados volúmenes de producción.

La selección del método de arranque se realiza atendiendo a las propiedades de la roca, origen, composición, dureza, tenacidad, estratificación... y a las dimensiones de las piezas que se quieran extraer.

1.- Voladura en masa

Este método empleado para la extracción de rocas duras y tenaces, está prácticamente en desuso, por presentar serios inconvenientes: peligro para los operarios, bajo rendimiento de material aprovechable y elevados costes de escuadrado de las piezas extraídas, al adoptar formas totalmente heterogéneas.

La extracción se realiza mediante el empleo de explosivos introducidos en barrenos u hornillos.

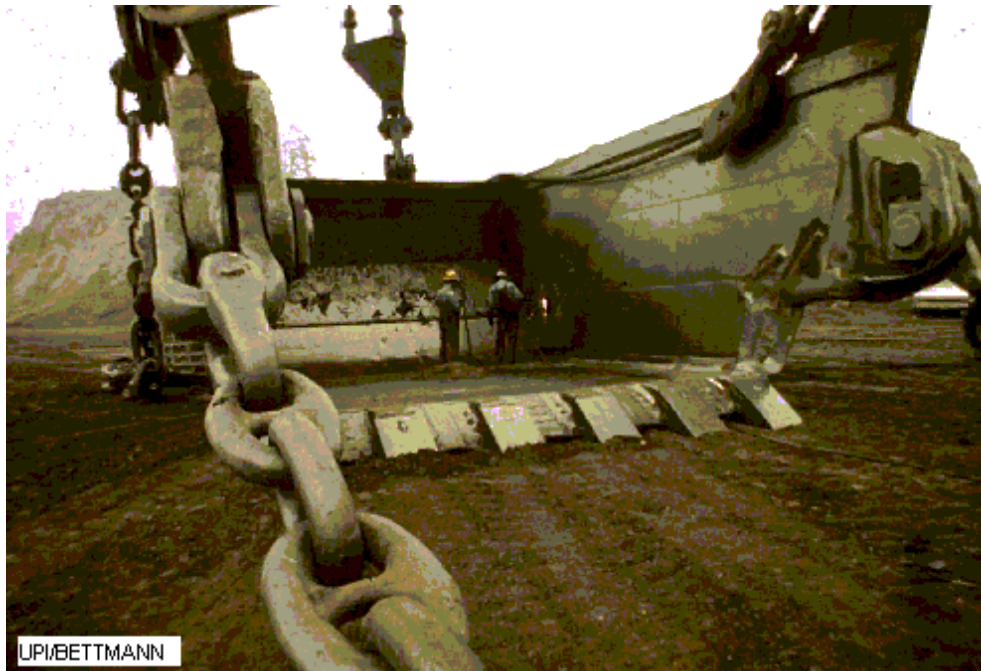
Los barrenos son cavidades cilíndricas abiertas en la roca, con longitud y diámetro variables según el tamaño y calidad del explosivo.

Tradicionalmente, los barrenos se practicaban golpeando con mazas cinceles y barrenos, que son barras cilíndricas de acero con la cabeza aplanada y el extremo en forma de bisel cortante, con el filo recto, curvo, en ángulo obtuso o en punta de diamante según los casos.

En la actualidad se emplean perforadoras mecánicas, martillos neumáticos o sondas que, guiadas sobre un carril, van abriendo barrenos a intervalos regulares.

Una vez perforados todos los barrenos, se limpia y seca la superficie interna con un raspador y trapos, y se procede a cargarlos. La cantidad de explosivo viene determinada por el volumen a arrancar, y por la resistencia de la roca. La carga puede ser pólvora, dinamita o gelatina explosiva. Para provocar el estallido simultáneo de varios barrenos se emplea la inflamación eléctrica, que se consigue haciendo pasar la corriente a través de un cebo colocado en el centro de la carga. La explosión de la carga provoca el desprendimiento de una gran masa de roca en la parte más débil del macizo y numerosas fracturas que facilitan la extracción con otros procedimientos.

Los hornillos son cámaras practicadas bajo tierra a las que se accede a través de galerías y pozos. En los hornillos se introduce pólvora encerrada en barriles, rellenando con mampostería los espacios vacíos entre ellos. Para la inflamación, se disponen mechas o alambres conductores que atraviesan la mampostería. La explosión provoca grandes fisuras en la roca en un radio muy extenso.



2.- Corte con perforación

El corte con perforación es un sistema de extracción aplicable a piedras duras y de dureza media. El primer paso consiste en desprender un bloque de gran tamaño del macizo rocoso, para ello se deben abrir dos canales laterales mediante explosión, barreros o con lanza térmica, si el yacimiento es de rocas ígneas.

Una vez hechos los canales laterales, se practican barrenos al pie del banco en sentido horizontal y en el plano posterior vertical del bloque. La explosión controlada de la carga introducida a intervalos regulares en los barrenos, provoca el desprendimiento de un bloque más o menos regular.

El siguiente paso consiste en desprender del bloque piezas de un tamaño menor. Para ello se abren barrenos en la superficie superior del bloque, y a través de explosivos o cuñas, se consigue subdividir la piedra. Las cuñas son piezas de hierro, acero o madera en forma de V que se introducen en los barrenos; al golpearlas con una maza de 5 a 10 Kg. La roca hiende en la dirección determinada por los barrenos. Si la roca no es demasiado dura pueden emplearse cuñas de madera seca, que después de introducidas en los barrenos, se mojan y al aumentar de volumen, fracturan la roca.

El bloque desprendido se vuelca sobre el piso de la cantera. La última subdivisión hasta conseguir piezas del tamaño requerido por el mercado se realiza con cuñas.

3.- Corte con rozadora

En canteras a cielo abierto y subterráneas de rocas de dureza media y baja, puede emplearse el método de corte con rozadora. La máquina se compone de un brazo móvil y orientable sobre el que se desliza una cadena provista de dientes cortantes de carborundo o diamante, dispuestos a una distancia de 40 mm unos de otros. El conjunto es accionado, por un motor eléctrico y se desplaza a través de carriles dispuestos en la dirección del corte deseado.

El corte, vertical u horizontal, es totalmente limpio y no es necesario realizar trabajos posteriores de escuadrado de la pieza. Los mayores inconvenientes son los continuos desplazamientos del equipo y la reducida profundidad del corte, limitada por el tamaño del brazo cortador.

4.- Corte con disco

Para la extracción de piedras de dureza media y blanda, en explotaciones amplias y a cielo abierto, se emplean en ocasiones máquinas de disco. La maquinaria consiste en un motor que mueve un disco con dientes de diamante montados ambos sobre un equipo móvil que se desplaza a través de carriles. Hay equipos que efectúan simultáneamente cortes verticales y horizontales a la superficie.

Su ventaja se basa en la obtención de bloques perfectamente escuadrados, aunque su tamaño viene condicionado por el diámetro del disco. Para aprovechar al máximo el equipo, se necesitan plataformas de trabajo amplias y con una inclinación no superior a los 15°, para no desperdiciar tiempo de trabajo en el traslado e instalación de carriles y maquinaria.

5.- Corte con hilo helicoidal y diamantado

La técnica de arranque con hilo helicoidal se aplica a rocas de dureza media y baja.

El equipo consta de un motor eléctrico o diesel, que acciona la polea sobre la que corre un hilo de acero continuo. Un grupo de poleas fijas y móviles dispuestas sobre columnas guías, conducen el hilo hasta el frente de la cantera, desplazándose según la dirección del corte.

Para provocar el corte, el hilo de acero se ayuda de elementos abrasivos, granos de cuarzo o de carbono de sicilio, disueltos en agua. El hilo puede ser de dos tipos: de torsión simple, arrollado en la misma dirección en toda su longitud, o de torsión alternada, cambiando de dirección cada 50 m.

El hilo consigue un corte limpio, con un mínimo desperdicio de material.

La operación de extracción se inicia abriendo canales en los lados del bloque que se pretende independizar, para colocar las columnas con las poleas móviles de avance automatizado sobre las que se desliza el hilo. Abiertos los canales, el primer corte se realiza horizontalmente a la altura del pie del banco. Los cortes siguientes son verticales y paralelos al frente de la cantera a una distancia de 2 ó 3 m unos de otros. Los bloques ya desprendidos del macizo rocoso se vuelcan con palas cargadoras o empujadores hidráulicos sobre el pie de la cantera, donde se dispone arena para amortiguar el golpe. La subdivisión final del bloque en piezas con las medidas requeridas por el mercado de la piedra puede llevarse a cabo mediante sierras de hilo helicoidal, o por otros procedimientos, como barrenos y cuñas.

Las sierras de hilo helicoidal se componen de dos soportes con raíles que sostienen las ruedas por las que se desliza el alambre guiado por un motor eléctrico. Se debe mantener constante el suministro de agua y abrasivos para conseguir un buen corte. Un sistema de aspersión asegura la circulación automática de ambos elementos, así como el lavado de polvo, barro y residuos. Este tipo de sierras suelen instalarse a pie de la cantera para el corte inmediato de los bloques que se extraen, consiguiendo piezas más manejables y acordes con las necesidades del taller de cantería.

El hilo diamantado es un cable de acero continuo que lleva insertos dientes de diamante de forma cilíndrica. Un motor eléctrico produce el movimiento de la polea que conduce el hilo. La velocidad, la tensión del hilo, el arranque y la finalización de la operación, pueden controlarse a través de un equipo totalmente automático.

La longitud del hilo diamantado necesario para provocar el corte, al ser sensiblemente menor que la empleada por el método de hilo helicoidal, exige una instalación menos aparatosa y un mayor rendimiento, sin perder

calidad en el corte.

El proceso se inicia con la apertura de un canal lateral que facilite las operaciones posteriores. Para ello hay que abrir barrenos a través de los cuales se introduce el hilo diamantado. A la altura del pie del banco y perpendicular al frente de ataque, se abre un barreno con una profundidad determinada por el tamaño del bloque que se quiere extraer. Se perfora un nuevo barreno vertical que debe comunicar con el extremo final del barreno ya abierto. El hilo diamantado se introduce por los barrenos comunicantes y se unen los extremos del hilo de manera que forme un circuito cerrado y continuo. Una vez unido, se procede a cortar el macizo rocoso al hacer girar el hilo por la polea. Se repite la misma operación, manteniendo una distancia entre los barrenos ya perforados y los nuevos determinada por el volumen de piedra que se desee arrancar.

La apertura del canal se completa con ayuda de perforadoras y cuñas alojadas en barrenos verticales en la zona posterior y horizontales al pie del banco. El bloque libre, se desplaza del frente de antera.

El proceso se continúa haciendo un nuevo corte vertical a una distancia determinada, para ello se repite la operación de apertura de barrenos e introducción del hilo diamantado a través de éstos.

Para separar el bloque de la superficie en su parte inferior hay que perforar un barreno desde el canal auxiliar que comunique a éste con el barreno situado al pie del banco y perpendicular al frente. Al cerrar el circuito del hilo diamantado que atraviesa estos barrenos se consigue la independencia del bloque en su parte inferior.

La extracción de la pieza se lleva a cabo trasladando el equipo al nivel superior del banco e introduciendo el hilo a través del último barreno practicado y el vertical a la superficie. El bloque se vuelca sobre el piso de la cantera, subdividiéndolo en piezas más pequeñas. El proceso se repite con los bloques adyacentes y más cercanos al frente de la cantera.

6.- Corte con lanza térmica, flama o soplete

El corte con soplete es un método de extracción empleado únicamente para yacimientos de rocas ígnea, como el granito, por lo que no vamos a detenernos más por no tener relación con nuestras rocas de estudio.

7.- Corte con chorro de agua

El método de corte con chorro de agua se encuentra en fase de experimentación, junto a otras nuevas tecnologías como el corte con rayo láser, haces de electrones, ultrasonidos, reactivos químicos, cementos expansivos, plasma...

Esta nueva tecnología consiste en una central hidráulica accionada por un motor y acoplada a una bomba. Un pistón de movimiento alternativo consigue multiplicar la presión del líquido. El chorro se inyecta a través de una boquilla de zafiro sintético, material resistente a altas presiones, con un diámetro de 0,1 ó 1 mm.

La rotura de la roca se consigue gracias a la alta presión del chorro de agua que al chocar con la roca produce fisuras en la piedra y por lo tanto su fractura. Se obtienen altos rendimientos con este método, ya que pueden extraerse grandes volúmenes, con un mínimo desperdicio de material y con reducidos gastos de mantenimiento del equipo.

HERRAMIENTAS MANUALES

Actualmente existen numerosos tipos de máquinas-herramientas que permiten realizar la mayoría de las operaciones de corte y labra en cantería de una forma más eficaz y rentable que con los tradicionales métodos y herramientas manuales. Pero el aprendizaje del trabajo manual de la piedra, ofrece al futuro cantero el adecuado conocimiento de las características de la piedra natural necesario para conseguir precisión al realizar

una obra.

Por otro lado, el dominio de las técnicas manuales de labra de la piedra, proporciona al cantero la posibilidad de efectuar trabajos adicionales en piedras anteriormente preparadas con máquinas, como realizar muescas, hacer trabajos de perfilado, labrar molduras..., así como la habilidad necesaria para dedicarse a la restauración profesional.



1.- Herramientas para medir, trazar y comprobar

- Reglas graduadas
- Cinta métrica de acero o flexómetro
- Cinta métrica de fibra o tela resistente
- Reglas de comprobación
- Escuadra
- Falsa escuadra o saltarreglas
- Compás de punta o trazado
- Compás de varas
- Baivel o baibel
- Gramil
- Plantillas
- Trazadores
- Nivel de burbuja
- Plomada
- Cuerda y cordeles

2.- Mazo y maceta

3.- El pico

4.- Martillo de caras cóncavas

5.- Martillo trinchante

6.- Martillo trinchante de peine y martillo grano de cebada

HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS

El empleo de aire comprimido como medio conductor de energía, ha supuesto un gran avance en el trabajo de la piedra. Las herramientas neumáticas consiguen un gran ahorro de energía por parte del cantero, al sustituir la fuerza muscular en los procesos de percusión, por presión de aire.

Son instrumentos útiles, sobre todo, para realizar con la misma herramienta desbastes de largo recorrido; bien en sentido horizontal, (desbaste de una atacadura); o vertical (taladros de gran profundidad). La percusión continua del martillo neumático sobre la herramienta, hace que el cantero sólo tenga que guiar el útil en una determinada dirección. En las herramientas manuales, en cambio, el cantero debe colocar continuamente útil y percutor, ya que la percusión se interrumpe a cada golpe de maceta.

Sin embargo, para conseguir el máximo rendimiento con este tipo de herramientas, es necesario el dominio de la labra con herramientas manuales. Es un error iniciar el aprendizaje de la técnica de cantería con los útiles de aire comprimido, ya que la destreza en la ejecución de las obras se debe adquirir con las herramientas manuales.

Para tareas de acabado, retoques y trabajos puntuales, las herramientas neumáticas, a pesar de la gran precisión que se puede obtener con martillos neumáticos de pequeñas dimensiones, pueden provocar la rotura de la pieza, en estos casos, siempre conviene emplear herramientas manuales.

El equipo neumático se compone de cuatro elementos: un compresor de aire; tubo flexible, manguera o red de tuberías; martillo neumático y útiles insertables como cinceles, bujardas o gradinas.

APLICACIONES DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS (GENERALIDADES)

ROCA	APLICACIONES
PIZARRA	SE UTILIZAN FUNDAMENTALMENTE PARA TECHADOS, SOBRE TODO LAS QUE PRESENTAN BUENA PIZARROSIDAD Y SON BASTANTE SILÍCEAS
GNEIS	SE USAN ÚNICAMENTE COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN RURAL, Y PARA POSTES Y CERCADOS
MÁRMOL	COMO SILLARES Y MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN GENERAL. SON MUY COTIZADOS, LOS DE GRANO FINO, COMO PIEDRA ORNAMENTAL.
CUARCITA	SON MUY BUENAS COMO ÁRIDOS Y CAPA DE DRENAJE EN CARRETERAS. BALASTO DE FERROCARRILES Y PARA LA FABRICACIÓN DE VIDRIO.

BIBLIOGRAFÍA

Internet:

- www.geolab.unc.edu/petunia/igmetatlas/mainmenu.html
- www.geología.ingeolu.unam.mx/academia/temas/metamorficas.htm
- www.webmineral.com
- www.geologiaenlinea.com

Libros:

- Libro de geología de 2º de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid.

- Guía de Naturaleza Blume, guía de rocas
- Petrografía básica de Paraninfo, s.a. (texturas, clasificación y nomenclatura de rocas) de A. Castro Dorado
- Canteras
- Apuntes Materiales de Construcción de 1º Arquitectura Técnica Universidad Camilo José Cela de Madrid

Multimedia:

- Enciclopedia Encarta 97
- Enciclopedia Encarta 98
- Enciclopedia Encarta 2000

33

AMBIENTE SUPERFICIAL (P Y T BAJAS)

AMBIENTE DE PROFUNDIDAD (P Y T ALTAS)

CALOR RADIOGÉNICO

ROCAS SEDIMENTARIAS

DESINTEGRACIÓN, DESCOMPOSICIÓN, DISOLUCIÓN.

METAMORFISMO

ROCAS METAMORFICAS

METAMORFISMO

DESCUBRIMIENTO POR LEVANTAMIENTO CORTICAL Y DENUDACIÓN

FUSIÓN

INTRUSIÓN ASCENSO DE MAGMA

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

EXCLUSIÓN ASCENSO DE MAGMA

ENTERRAMIENTO Y LITIFICACIÓN

TRANSPORTE Y DEPOSICIÓN DEL SEDIMENTO

ROCAS IGNEAS EXCLUSIVAS

ENERGIA SOLAR