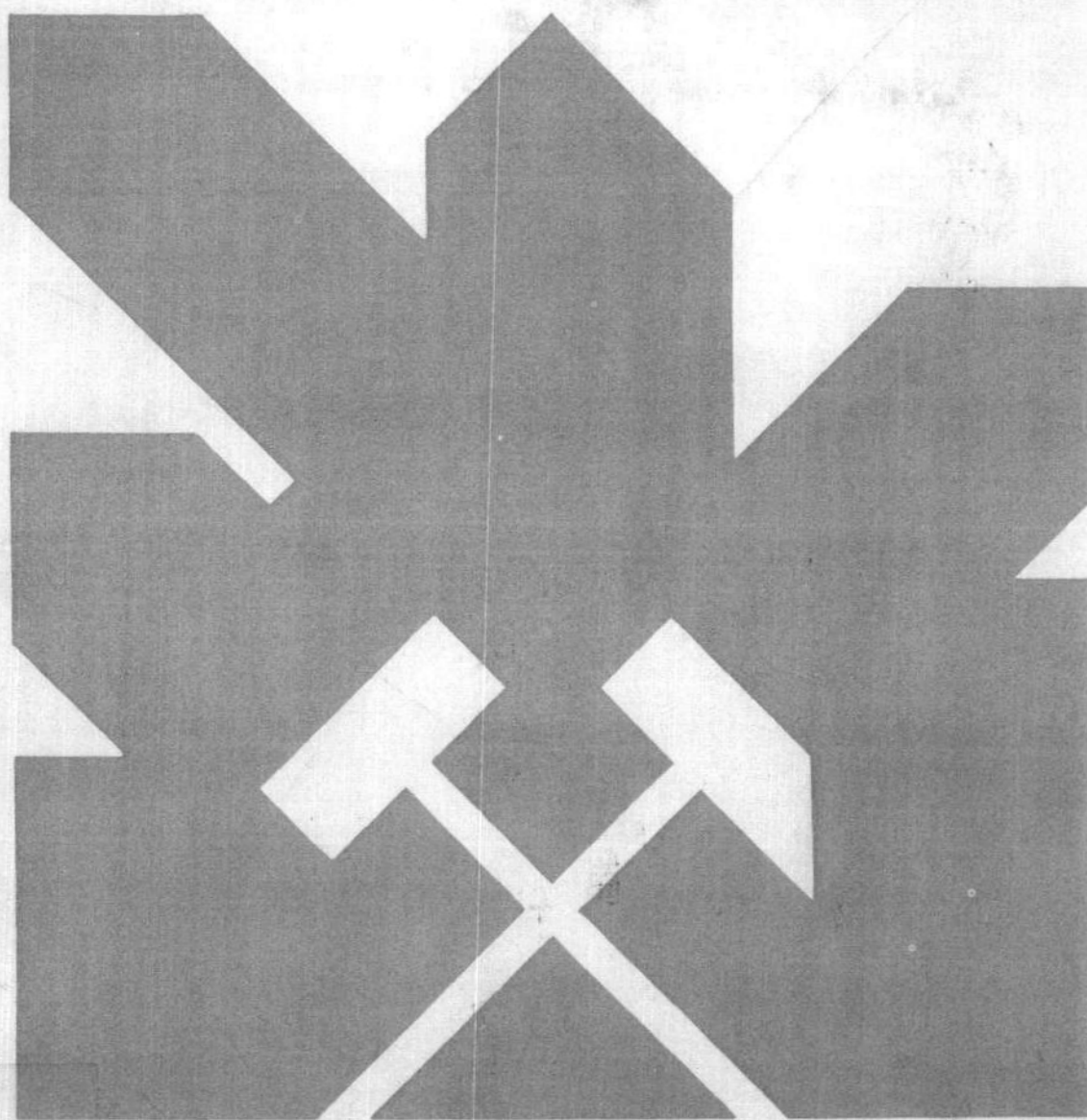


MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
SECRETARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES

**ANALISIS DE LAS POSIBILIDADES DE GRANITOS (s.l.)  
ORNAMENTALES EN CATALUÑA**

TOMO - I



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

11167

El presente estudio ha sido realizado por SOCIMEP, Soc. Coop. en régimen de Contratación con el Instituto Geológico y Minero de España.

## EQUIPO DE TRABAJO

El trabajo ha sido dirigido y supervisado por Paulino Muñoz de La Nava Sanchez, habiendo intervenido en su ejecución los siguientes técnicos:

Cartografía Geológica  
y estudio minero:

- Andrés Crespo Rosa  
(Ldo. en Ciencias Geológicas)
- Fernando Carrión Moles  
(Ldo. en Ciencias Geológicas)
- M<sup>a</sup> Paz Garbayo Martínez  
(Lda. en Ciencias Geológicas)

Petrografía :

- M<sup>a</sup> Paz Garbayo Martínez

Laboratorios:

- IOATO (Intituto de Orientación y Asistencia técnica del Oeste). Salamanca.
- COPOT (Junta de Castilla y León. Consejería de Obras Públicas. Delegación territorial de Salamanca).

**ANALISIS DE LAS POSIBILIDADES DE GRANITOS (s.l.)**

**ORNAMENTALES EN CATALUNA**

**T O M O 1**

## **INDICE**

### **T O M O 1**

1.- INTRODUCCION .....	15
2.- OBJETIVOS Y PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO .....	25
3.- ENCUADRE GEOLOGICO .....	31
3.1.- Pirineos .....	33
3.2.- Cordilleras Costero Catalanas .....	47
3.3.- Mapa a escala 1:400.000 con los principales aflora- mientos graníticos. ....	67
4.- METODOLOGIA .....	69
4.1.- Generalidades .....	71
4.2.- Fase 1. Recopilación y análisis de la información ...	77
4.3.- Fase 2. Estudio a escala 1:50.000 .....	77
4.4.- Fase 3. Estudio a escala 1:25.000 .....	93
4.5.- Fase 4. Tratamiento y valoración de los parámetros estudiados en las áreas seleccionadas .....	121
4.6.- Supuesto práctico en la confección de una ficha .....	165
4.7.- Normativa .....	171
5.- BIBLIOGRAFIA .....	277

### **INDICE GENERAL POR HOJAS 1:50.000**

- 1.- Situación geográfica y características generales
- 2.- Petrología de rocas ígneas
- 3.- Estudio petrográfico

- 4.- Relación de indicios
- 5.- Selección de áreas para estudio de detalle
  - 5.1.- Descripción y ficha del área seleccionada
  - 5.2.- Valoración
- 6.- Fotografías
- 7.- Mapa geológico-minero a escala 1:50.000

## T O M O 2

Memorias de las hojas 1:50.000 de la provincia de:

### **LERIDA**

- Nº 148 - BOSOST
- Nº 149-150-180-181-214-- ISIL-NOARRIS-BENASQUE-ESTERRI DE ANEU-SORT
- Nº 216 - BELLVER

## T O M O 3

Menoria de las hojas 1:50.000 de la provincia de:

### **GERONA**

- Nº 219-220-258 - MASSANET DE CABRENYS-AGULLANA-FIGUERAS
- Nº 259 - ROSAS
- Nº 333 - SANTA COLOMA DE FARNERS
- Nº 334 - GERONA

- Nº 335 - PALAFRUGELL
- Nº 366 - SAN FELIU DE GUIXOLS

#### **T O M O 4**

Memorias de las hojas 1:50.000 de las provincias de:

##### **BARCELONA**

- Nº 332 - VICH
- Nº 364 - SAN FELIU DE GODINAS (\*)
- Nº 365 - BLANES (\*)
- Nº 391 - IGUALADA
- Nº 393 - MATARO
- Nº 394 - CALELLA
- Nº 421 - BARCELONA

NOTA: (\*) Parte de estas hojas pertenecen también a Gerona.

##### **TARRAGONA**

- Nº 417 - ESPLUGA DE FRANCOLI
- Nº 445 - CORNUELLA
- Nº 471 - MORA DE EBRO
- Nº 472 - REUS

#### **INDICE GENERAL DE LAS AREAS SELECCIONADAS**

1.- Características del Sector

## 2.- Descripción del yacimiento

2.1.- Estudio del yacimiento

2.2.- Descripción petrológica

2.3.- Fichas de canterabilidad y su valoración

2.4.- Estudio petrográfico

2.4.1.- Análisis microscópico

2.4.2.- Resumen petrográfico

2.4.3.- Ficha de valoración petrográfica

2.5.- Análisis químico e índice de meteorización potencial

2.6.- Índice de calidad mecánica

2.7.- Desviación de los resultados obtenidos de los ensayos mecánicos según usos

2.8.- Ensayo de resistencia a cambios térmicos

2.9.- Valoración de la calidad de la roca

2.10.- Mapa geológico-minero a escala 1.25.000

## T O M O 5

### A) MEMORIAS DE LAS AREAS SELECCIONADAS

- Nº 148-G BOSOST
- Nº 216-A LLES
- Nº 220-B LA JONQUERA
- Nº 333-F SANTA COLOMA
- Nº 393-C DOSRIUS
- Nº 393-D ORRIUS
- Nº 445-E ALFORJA

### B) ANEXOS (datos de los ensayos mecánicos y tecnológicos)

### C) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



## 1.- INTRODUCCION

## 1.- INTRODUCCION

Ante la problemática existente en el Sector de Rocas Ornamentales, que más adelante analizaremos de una forma esquemática, el I.G.M.E. ha venido y viene desarrollando una línea de actuación en el marco de la investigación de las distintas rocas desde el punto de vista ornamental, desde 1982, con la ejecución de una serie de proyectos en las distintas Comunidades Autónomas (Andalucía, Extremadura, Castilla-León...) con el fin de potenciar dicho sector para:

- Un aprovechamiento razonable de los recursos.
- Creación de puestos de trabajo.
- La posible salida y comercialización de la materia prima investigada.

En cuanto al primer punto hay que señalar que de los destinos a los que el granito va dirigido, el de roca ornamental constituye aproximadamente el 1'5 % del total de la producción, siendo su principal destino para áridos de trituración, aunque dicha utilización va aumentando progresivamente en los últimos años (Cuadro nº 1).

<b>GRANITO ORNAMENTAL EN EL ÚLTIMO QUINQUENIO</b>						
<b>(en miles de toneladas)</b>						
	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>
Producción .....	138	310	225	292	301	
Importación .....	28	30	38	33	34	104
Exportación .....	82	104	158	151	132	176

**CUADRO nº 1**

Por otra parte la balanza comercial española es en conjunto positiva, en lo que a granitos se refiere, si bien se importan granitos ornamentales semielaborados de calidades muy especiales, con alto valor añadido, lo cual hace que el valor de las importaciones se encuentre muy equilibrado con el de exportaciones, es decir, ligeramente superior. Debido a esto el IGME está realizando estudios de catalogación y normativa de granitos ornamentales con el objeto de fomentar la producción nacional y aumentar la oferta al exterior en cantidad y calidad.

En esta línea de trabajo se ha planteado la necesidad del siguiente proyecto "Análisis de las posibilidades de granitos (s.l.) ornamentales en Cataluña" dado que la problemática que se plantea en dicha Comunidad es de semejantes características que en el resto de las Comunidades. Esta labor viene concatenada con una política minera que viene desarrollándose en cadena desde 1967 (Año en que se crea una Comisión de Minería dentro del Plan de Desarrollo Económico y Social (PDES)), y donde cada paso es consecuencia del anterior. El 16 de Marzo de 1979 se establece por Real Decreto (890/1978) la lista de sustancias y actividades prioritarias, donde el granito ornamental queda incluido como sustancia prioritaria con potencial excedentario. El IGME ha ido acomodando su actuación en el campo de la infraestructura y exploración minera a las directrices de los Planes de Abastecimiento, revisando, actualizando e incluso ampliando con nuevos programas los establecidos en el primitivo PNIM (Plan Nacional de Investigación Minera).

La situación general del sector puede resumirse entre otros, en los siguientes puntos:

- Minifundismo
- Tecnología deficiente
- Falta de infraestructura general, y de asistencia técnica
- Deficiencias en los grados de elaboración de los productos
- Insuficiente estructura de comercialización

- Dependencia del exterior de maquinaria específica y bienes de equipo.
- Falta de normativas o mala utilización de la ya existente, así como de homologación de calidades.
- Ausencia de formación profesional.
- Desconocimiento de la problemática empresarial a nivel del sector.
- Escasa relación Administración-Empresa.
- Falta de representatividad del sector a nivel nacional.
- Mal dimensionamiento de las explotaciones mineras e industriales.
- Falta de conexión entre los distintos niveles del sector (Investigación geológico-minera, explotación, transformación, comercialización).
- Falta de suelo industrial en los núcleos productores.
- Dispersión en cuanto a los distintos productos y los niveles de producción y comercialización.
- Cifras de producción y valor de la misma por debajo de las reales.

Una vez establecidas las causas, la ordenación del sector podría llevarse atendiendo a los siguientes criterios básicos:

- Conocimiento del potencial básico de la materia a tratar (en este caso granitos) que se traduce en una investigación geológico-minera.
- Aprovechamiento integral de la materia prima (granito).
- Proceso industrial completo. Materia Prima-Productos terminados.

Estos dos últimos puntos repercuten en un/a:

- **Incidencia positiva en el medio ambiente** (Escombreras, movimiento ordenado de materiales etc...).
- **Transparencia en las líneas de proceso.** Mejor control de costos.

- Aumento del valor añadido.
- Aumento de la mano de obra y de la consiguiente creación de puestos de trabajo.
- Mejor conocimiento del mercado.
- Mejores posibilidades en la política de seguimiento de los procesos y mejora de los mismos.
- Competitividad en los mercados internacionales.
- Mayor facilidad para la aplicación de normativas.
- Mayor poder de tecnificación y mecanización.
- Aumento considerable de industrias y servicios derivados e indirectos.
- Incentivación para el desarrollo de la tecnología nacional, tanto en investigación como en la fabricación de bienes de bienes de equipo.

Resumiendo todos estos puntos se podría finalizar en la consecución del mejor control y planificación del sector.

**2.- OBJETIVOS Y PLANTEAMIENTO**

**DEL TRABAJO**

## 2.- OBJETIVOS Y PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO

El objetivo principal del presente trabajo es disponer de un conocimiento de las posibilidades reales (recursos) de los granitos como roca ornamental dentro de la Comunidad Catalana.

Se trata de un proyecto de infraestructura geológico-minera donde se ha realizado una exploración e investigación de los distintos yacimientos de granitos existentes (dichas actividades prioritarias y previas en la ordenación del sector están contempladas y establecidas por el PNAMPM). Esta prospección geológico-minera se podrá concretar en los siguientes puntos:

- Situación y características de los distintos yacimientos.
- Selección de una serie de zonas de interés prioritario por sus posibilidades de explotación de mejora y potencialización de esta, si ya se están explotando.
- Valoración de las mismas según una serie de criterios que se engloban en:
  - . Criterios subjetivos (estimaciones según las observaciones de campo, microscopio, etc...).
  - . Criterios objetivos a partir de la normativa vigente (ensayos de caracterización y tecnológicos).
- Conocimiento del sector sobre todo en las áreas seleccionadas (canteras activas e inactivas, utilización y situación de la explotación en la actualidad, aprovechamiento, mano de obra, etc...).

El área objeto de este estudio se encuentra, toda ella, dentro de Cataluña y ocupa una extensión aproximada de 2.000 Km<sup>2</sup> dividida en dos zonas morfogénéticas distintas:

- Cordilleras Costero-Catalanas (Cordillera litoral y Cordillera prelitoral).

- Zona axial de Pirineos (Pirineos Orientales y Centrales).

Para la ejecución de los primeros puntos se ha establecido una metodología ya utilizada en otro proyecto de igual significación "Potencial básico de granitos y gneises ornamentales en Castilla y León" que se expondrá en páginas posteriores. En cuanto al último punto no se ha seguido una sistemática tan exhaustiva, sino que paralelamente al estudio geológico-minero se han realizado unas valoraciones de las canteras visitadas, tanto activas como inactivas, se ha recabado información de los distintos canteros, de la utilización y destino de la piedra que extraen, de su rentabilidad, de su comercialización, de la infraestructura industrial, del impacto ambiental, etc....



### **3.- ENCUADRE GEOLOGICO**

### 3.- ENCUADRE GEOLOGICO

Geológicamente los granitos de Cataluña pertenecen a dos zonas: los Pirineos y las Cordilleras Costero-Catalanas.

#### 3.1. PIRINEOS

Presenta dos unidades estructurales:

- Zona axial constituida por terrenos sedimentarios paleozóicos y vastos macizos cristalinos.
- Prepirineo constituido esencialmente por terrenos mesozóicos y eocenos distribuidos en bandas muy regulares orientadas de Este a Oeste, como el eje de la Cordillera.

#### A) ZONA AXIAL

Forma la divisoria de aguas entre España y Francia. Geológicamente representa un fragmento de la Cordillera Hercínica, formada a fines de la Era Primaria. En ella se puede distinguir 2 períodos: el primero, caracterizado por una sedimentación más o menos agitada finalizando en el Ordovícico superior, y la segunda con un período de sedimentación más tranquilo, caracterizado por un Silúrico, generalmente pizarroso, Devónico calcáreo y con una cuenca axial ya bien definida durante este período.

La Orogenia Hercínica se anuncia ya en el Devónico superior por las emersiones parciales, regresiones y transgresiones que tienen lugar fundamentalmente durante el Carbonífero inferior y medio. Finalmente, ya en el Carbonífero aparecen areniscas y conglomerados lacustres.

La parte basal del Paleozoico aparece intensamente afectada por el metamorfismo provocado por las intrusiones graníticas producidas al final del ciclo tectónico hercínico. Este metamorfismo

de contacto se superpone, muchas veces, al metamorfismo regional, ya existente, que afecta a la serie paleozoica que va desde el Ordovícico hasta el Carbonífero inferior. Las intrusiones graníticas pueden agruparse, a grandes rasgos, en 2 tipos principales:

- Leucogranitos moscovíticos
- Granodioritas

Ambos tipos tienen un carácter calco-alcalino, si bien los primeros presentan cierta tendencia alcalina. Esta subdivisión deja al margen algunos tipos especiales de granitos que forman cuerpos de dimensiones reducidas, tales como el granito de Lys-Caillaonas de características intermedias y el granito de Assignan de carácter charnoquítico, así como el cortejo de pórfidos graníticos.

Los leucogranitos moscovíticos forman pequeños cuerpos o stocks localizados en niveles relativamente profundos ya que están prácticamente restringidos a los niveles mesozonales. Frecuentemente llevan asociado un cortejo filoniano de pegmatoides que invaden el encajante metamórfico.

Las granodioritas están asociadas a granitos monzoníticos y biotíticos, aunque en menor abundancia a tonalitas y leucogranitos. Forman batolitos cuyas superficies de afloramiento pueden medirse en cientos de  $\text{Km}^2$ . Por lo general encajan en dominios epizonales, desarrollando a su alrededor un metamorfismo de contacto. Por el contrario son raros en los dominios mesozonales.

En general, el estilo tectónico es muy apretado; comprende desde el Cámbrico o Silúrico al Carbonífero inferior o medio según zonas, y presenta gran cantidad de despegues y deslizamientos favorecidos por la gran variedad petrológica y por los niveles de pizarras plásticas incompetentes (Pizarras negras del Silúrico), que hacen que a gran escala el Devónico y Carbonífero hayan deslizado

sobre la base Cámbrico-Ordovícica. Los pliegues del complejo Silúrico-Devónico-Carbonífero son de carácter muy complicado, siempre muy agudos con hundimientos axiales muy fuertes, pero con una dirección E-O (en la zona axial). Esta dirección es muy constante en todo el Valle de Arán y toda la zona de la frontera, salvo evidentemente cuando los ejes se hunden fuertemente como en la zona Alto-Garonesa. También esta dirección cambia y se inflexionan los ejes de los distintos accidentes cuando son alcanzados por los batolitos graníticos (en general tarditectónicos).

A finales del Paleozoico la cordillera fue arrasada por la erosión y se diferenciaron algunas cuencas sedimentarias que fueron posteriormente rellenadas en la Era Mesozoica y Eoceno con interrupciones en la sedimentación.

A fines del Eoceno el Plegamiento Alpino conforma definitivamente el relieve actual de la cordillera, constituyéndose la Zona Axial en el centro, abombada y formando un vasto pliegue de fondo, roto por innumerables fallas y bordeado por dos cadenas de plegamiento alpinas "El Prepirineo". La línea de contacto entre la Zona Axial y la Costera Mesozoica es de estructura compleja y en ella existen cabalgamientos y pequeños corrimientos que afectan por igual al zócalo y a la cobertera.

En el extremo oriental se pone en contacto la Zona Axial con los materiales terciarios por desaparición del prepirineo mesozoico, al activarse la erosión, y la escasa profundidad del zócalo paleozoico rígido sobre el que se apoya la cobertera terciaria determina la sustitución del sistema pirenaico de pliegues por otro de fracturas, las cuales delimitan una serie de bloques hundidos, progresivamente descendientes hacia el Mediterráneo. A lo largo de esas fallas se ha desarrollado el vulcanismo de la región de Olot.

Dentro de esta gran unidad se puede dividir en 2 subunidades:

A.1.) Zona axial de los Pirineos orientales

A.2.) Zona axial de los Pirineos centrales.

### 3.1.1.-Zona axial de los Pirineos orientales

#### - Plutonismo

Está constituido en la totalidad por granitos hercínicos, formados fundamentalmente por granodioritas y ubicados principalmente en las hojas de Masanet de Cabrenys, Agullana, Figueras, y más al Sur, en la hoja de Rosas.

La edad de los granitoides es hercínica. Las granodioritas afectan a materiales devónicos y carboníferos ( $275 \pm 12$  m. años). Los leucogranitos tienen una edad algo mayor ( $335 \pm 15$  m. años). La edad está corroborada en ambos casos por dataciones radiométricas de VITRAC y ALEGRE (1979).

Finalmente, hay que destacar que las manifestaciones endógenas dieron lugar a la formación de filones metalíferos.

Hacia el Oeste, los afloramientos son muy escasos (Hoja de Molló) y se encuentran debajo de los gneises que constituyen la base del Cámbrico.

En general, se trata de una granodiorita con hornblenda atravesada por numerosos diques que forman una tupida red, así como bandas muy tectonizadas de dirección aproximada NO-SE. Se distinguen varios tipos:

#### - Granodioritas pretectónicas al plegamiento variscico:

Proceden de magmas medianamente básicos que se disponen en filones-capa o diques de porfiritas durante el Cámbrico y Ordovícico inferior y medio.

- Granodioritas Tarditectónicas:

Atraviesan en discordancia las superficies de estratificación y las estructuras tectónicas variscas. Están representadas por pórfidos que pasan insensiblemente a pórfidos graníticos.

En las hojas de Figueras y Rosas afloran granodioritas orientadas (Al NE del Castillo de Requesens) y acusada cataclasis. En algunos puntos aumenta la proporción de feldespato potásico y presentan minerales aluminosos (andalucita, granates) probablemente por diferenciaciones y contaminaciones con zonas metamórficas.

Según Fomboté se trata de plutones de carácter mixto. En el borde más occidental es autocrático con bordes difusos, mientras que más hacia el E, parece haber fundido convirtiéndose en un verdadero magma, manifestando un carácter intrusivo que se incluiría en macizos circunscritos debido probablemente a la descompresión subsecuente de los paroximos orogénicos, produciéndose dicha fusión.

Hay que destacar los frecuentes enclaves de esquistos que aparecen en las granodioritas con elevado metamorfismo de contacto.

- Metamorfismo

Existen dos tipos de metamorfismo:

- M. Regional que afecta a la serie paleozoica des de el Ordovícico hasta el Carbonífero inferior. Los materiales más basales son gneises, encima de los cuales se halla una serie pizarrosa con intercalaciones de calizas y dolomías caracterizada por minerales típicos de epizona. El contacto entre rocas epizonales (micaesquistos de 2 micas, cloritas y pizarras, filitas y pizarras arcillosas) con los gneises es brusca en su mayor parte.

Los gneises que constituyen la mesozona están formados por gneises orbiculares y amigdaloides y por gneises granitoides según

la profundidad, y su origen hay que buscarlo en la migmatización existente con posterioridad al Devónico (Carbonífero inferior), relacionada con los empujes hercinianos iniciales. Unos de los más representativos es el ortogneis sistectónico de la Sierra de Roda. Esta migmatización se realizó, según los sitios, a diferentes niveles en la serie sedimentaria ya transformada por el metamorfismo regional en micacitas y cloricitas. Es necesario señalar, que zonas con igual grado metamórfico no tienen correspondencia estratigráfica debido a que el metamorfismo regional afecta en la zona fronteriza a tramos más modernos que en el sur.

- Metamorfismo de contacto debido a la intrusión granodiorítica postectónica, observándose localmente granodioritas orientadas con esquistosidad manifiesta y acusada cataclasis.

Finalmente, hay que destacar que tanto las rocas plutónicas y metamórficas, como estructuras se ven afectadas por el ciclo orogénico alpino en los comienzos de la Era Mesozoica, siendo el Paleógeno inferior y Oligoceno las manifestaciones principales, superponiéndose a las estructuras precedentes, estructuras de tipo germánico. En el borde de la Zona Axial Pirenaica resulta muy visible esta superposición, gracias a que allí, se conservan retazos de la cobertera mesozoica-cenozoica del Prepirineo.

### **3.1.2.- Zona axial de los Pirineos centrales**

#### **- Plutonismo**

Está formado por algunos stocks y batolitos, de los cuales los más significativos son: Maladea, Tredós, Salardú, Roca Blanca, Bassies-Auzat, Lles Aristot. Estos macizos presentan un carácter tarditectónico, habiendo tenido lugar su emplazamiento, probablemente, en una edad Postviseense, siendo, el origen herciniano aceptado por la mayoría de los autores.

En general, son batolitos zonados composicionalmente, apareciendo en zonas periféricas "dioritas" debido a la asimilación de materiales sedimentarios de contacto, mientras que más hacia el centro son granitos y granodioritas (fundamentalmente estas últimas). Una interesante facies entre el granito y la diorita típica se encuentra en zonas más internas de los batolitos, "diorita cuarcífera", de color más claro y que pasa insensiblemente a granito más ácido.

Posterior al emplazamiento del granito existe una fase de formación de diques de pegmatitas y apfitas, así como de lamprófidos. La edad de estos últimos, se estima posterior al de las apfitas y atraviesan indistintamente terrenos silúricos y devónicos.

Hacia el N en el Valle de Arán los granitos son principalmente granodioritas, algunas de ellas de grano muy grueso, casi pegmatoide, y con 2 micas (granito de Les, en la hoja de Bossost).

#### **- Metamorfismo**

Aparte del metamorfismo regional que afecta a los materiales paleozoicos, existe un fuerte metamorfismo de contacto.

Cerca de los contactos con la roca plutónica se encuentran cornubianitas (hasta 200 m. del contacto con la roca plutónica), después micacitas nodulosas con hábito de corneanas (a 800 m. del contacto). El paso de un tipo a otro se hace de forma insensible. Los nódulos son de biotita que está alterada a moscovita y decolorada, con separación de ilmenita, leucoxeno y otros productos ferruginosos (estos proceden de materiales ordovícicos).

Los materiales devónicos han sido transformados por el metamorfismo en mármoles, vesubianitas, etc...



### 3.2. CORDILLERAS COSTERO CATALANAS

Se subdividen en tres unidades morfo-estructurales de dirección NE-SW:

- Cordillera litoral comprendida entre el Cabo de Bagur (Gerona) hasta Villanueva y Geltrú donde desaparece bajo el mar. Constituida por modestos macizos de 300-700 metros, donde el Tibidabo es una de sus mas representativas elevaciones (512 m.).

- Depresión prelitoral.- Amplio pasillo de 10-20 Km., que constituye una franja de Sierras deprimidas entre 100-250 m. de altura, donde sus más representativas zonas son las comarcas del Vallés y Penedés.

- Cordillera prelitoral donde figuran los relieves más importantes del Mediterráneo Catalán: Montseny (1700 m.) y Montserrat (1224 m.)

Estas cordilleras están constituidas por materiales paleozoicos y mesozoicos intensamente plegados en la orogénesis hercínica y alpina, estando formado el sector septentrional a partir del Besòs, únicamente por materiales paleozoicos (Paleocatalánides) de edad hercínica, mientras que la zona meridional está constituida sobre todo por terrenos secundarios (mesocatalánides) predominantemente calcáreos de edad alpídica. En este último sector, a veces, aflora el zócalo debido a la erosión, y a lo largo de grandes fallas.

El paleozoico está representado en las Catalánides por el ordovícico, Silúrico, Devónico y Carbonífero, además de pequeños afloramientos de rocas rúptivas y metamórficas.

La deformación de los materiales paleozóicos en las Cadenas Costero Catalanas se produjo durante la Orogenia Hercínica. Es en el Viseense cuando tiene lugar un cambio brusco en las condiciones

paleográficas, con el depósito de facies Culm, con un aporte de detríticos que denuncian el levantamiento y la proximidad de áreas emergidas. Con este episodio finaliza el ciclo de sedimentación paleozoica y comienza el preludio de los movimientos hercínicos. Los conglomerados de la facies Culm contienen cantos de granitos (algunos de ellos deformados) que indica la presencia de un plutonismo sintectónico.

No está claro el momento en que se inicia la deformación hercínica de las Cadenas costeras (litoral y prelitoral), parece que comienza en una fase compresiva durante el Westfaliense, que va acompañada de una esquistosidad de flujo en zonas profundas, formando pliegues isoclinales y recumbentes.

Una segunda fase de deformación más intensa que la primera, y a la que va asociada una esquistosidad más penetrante, origina las directrices generales de las estructuras actualmente observables. Esta fase que se manifiesta en toda la región, donde mejor se halla representada es en el Montnegre. Se pone de manifiesto una serie de escamas imbricadas, con complejos planos de discontinuidad que denuncian el tipo de deformación.

Una vez terminados estos procesos de deformación, se produce la intrusión de rocas graníticas, cuyo emplazamiento va acompañado de una intensa fracturación, en la que se emplazará más tarde, por inyección, el cortejo filoniano. Esta intrusión origina en la roca encajante una extensa aureola de metamorfismo de contacto, según CHESSEX et. al. (1965) los granitos de Palafragell-Palamós tienen una edad Postwesfaliense, asignándoles unos 270 m.a.

Las Cadenas Costeras presentan un metamorfismo regional poli-fásico, resultado de la deformación hercínica. El metamorfismo, en general, es de bajo grado y los niveles más altos (Devónico y Carbonífero) pueden incluso no estar afectados. Por el contrario hay algunas zonas y materiales más profundos que se ven afectados

por un metamorfismo regional de alto grado (Serie Pre-Caradoc de la Guilleries y parte SE de Montseny).

La distribución de los afloramientos paleozoicos actuales está condicionado por la tectónica de fractura desarrollada durante la Orogénesis Alpina, la cual ha determinado la elevación de las Cordilleras Litoral y Prelitoral, así como la depresión que las separa (Fosa del Vallés) donde los materiales hercinianos se hallan inaccesibles bajo un importante espesor de sedimentos neógenos. Presenta varios sistemas de diaclasas y fallas:

- diaclasas variscas de dirección NE-SW y NW-SE que normalmente alojan todo el complejo filoniano que corta al plutón. (emisiones pretriásicas).
- diaclasas alpínicas de dirección E-W y N-S sin diques ni emisiones filonianas.
- fallas y microfallas que cortan al plutón y que se han establecido, casi siempre, sobre elementos preexistentes del plutón (sobre contactos entre facies, sobre diques, sobre diaclasas Q y S...).

En dichas fracturas, a veces, se alojan diques de basalto.

Las fracturas se disponen formando un horst así como fosas dando una tectónica de estilo de fractura, es decir, de tipo germánico, como corresponde a su posición como antepaís de los plegamientos alpínicos.

#### - PLUTONISMO

Al NE de Barcelona, todos los relieves de las Cordilleras Costero-Catalanas entre el Llobregat y Fluviá, están formados por un extenso afloramiento de rocas graníticas.

Algunos autores llegan a distinguir hasta 12 tipos de granitos, lo que implica una gran heterogeneidad para la zona, sin embargo la mayor parte de las diferencias son consideradas como variaciones locales con tránsitos graduales entre ellas y por tanto no cartografiables.

La mayor parte de las rocas presentan más de 20% de cuarzo, aunque también hay cuarzodioritas, dioritas, gabros, así como monzonitas de dudoso origen igneo. Estas últimas parecen deber su génesis a transformaciones hidrotermales. Comprende macizos importantes: Tibidabo, Montnegre, Puig Cardite, Les Gabarres. Esta masa se extiende al NE formando parte de los relieves de la mitad oriental del Montseny, Les Guilleries y la extensa plataforma de la mitad oriental de la Selva.

Las diferentes litologías se pueden resumir en 4 facies cartografiables (según Pedro Enrique).

**a.- Presencia de hornblenda reconocible a simple vista**

**a<sub>1</sub>)** Hornblenda visible y abundante en cristales de 1 cm. o más. Bastante biotita en prismas pseudoexagonales y enclaves melanocráticos abundantes (15-30 cm.). Tamaño de grano medio-grueso, inequigranular y gran desarrollo de cristales de hornblenda.

- Tonalitas biotíticas hornbléndicas

**a<sub>2</sub>)** La hornblenda se presenta, a veces, difícil de observar, en cristales más alargados y pequeños, de color verde oscuro-negro. Mucha biotita en primas pseudoexagonales. Enclaves melanocráticos muy abundantes en general, pero no muy grandes.

- Tonalitas biotíticas con menor proporción de hornblenda con aspecto equigranular y que a veces presenta distribución desigual de biotita.

Las tonalitas presentan gran cantidad de plagioclasa, bastante

rica en cuarzo y biotita con escasa proporción de feldespato potásico, grandes cristales de hornblenda y biotita en relación con plagioclasa. Se meteoriza fácilmente, aunque el frente de alteración es neto, pudiéndose hallar grandes bolas sin muestras de alteración en su interior.

El afloramiento de estas tomalitas biotítica-hornbléndicas es de extensión considerable, aunque limitado a la zona Sur-occidental de la Cordillera Litoral (Tonalitas de Sant Mateu) en (Terā, Premiā, Cabrils, Argentona, Dosrius, etc...).

**b.- Ausencia de hornblenda. Hornblenda no visible a simple vista, salvo rarísimas excepciones en las que está como accesorio.**

Algunas veces pueden observarse cristales de hornblenda totalmente reemplazados por biotita (pseudomórfica de hornblenda).

**b<sub>1</sub>) Ausencia de moscovita.** Biotita bastante abundante. Color gris azulado claro. Bastante homogéneo en aspecto macroscópico, estructura y mineralogía. Tamaño de grano medio. Enclaves bastante frecuentes. Presenta una composición granodiorítica con biotita pudiéndose distinguir 4 tipo:

- Granodioritas de grano fino biotíticas o biotítico-hornbléndicas. Viladeval (1975) las describe en el contacto o en el interior de algunos cuerpos graníticos (Macizo leucogranítico de Morou).
- Granodiorita biotítica porfiroide (megacristales de Fpto. K.). Presenta distribución limitada con afloramientos dispersos (Blanes, San Feliú de Guixols, S'Agaró, Llagostera, etc...). Fácilmente meteorizable y atravesada por un importante complejo filoniano.
- Granodiorita biotítica con hornblenda accesorio de grano medio-grueso. Afloramientos a ambos lados de

las tonalitas de Sant Mateu. Es fácilmente meteorizable.

- Granodiorita con un promedio de 12% de máficos (tipo predominante) = granodiorita biotítica de grano medio (Orrius... etc.). Presenta 2 facies:
  - Facies con biotita prismática, en la cordillera litoral desde el Tibidabo hasta San Celoni.
  - Facies con biotita en escamas alotriomorfas o placas de tendencia idiomorfa, en la Cordillera prelitoral (Montseny, Guillerics, Vaela del Anoir (Capellades) y afloramientos de la Costa Brava.

**b<sub>2</sub>)** Rocas leucocráticas o leucogranitos, a veces con algo de moscovita. Composicionalmente se trata de leucomonzogranitos biotíticos  $\pm$  moscovita. Las diferencias principales entre los distintos tipos se deben fundamentalmente en el contenido en minerales máficos, tamaño de grano, etc.... Se trata de rocas cuarzo, feldespáticas, con abundante feldespato potásico.

A parte de las rocas expuestas existen otras de composición más básica gabros, dioritas, cuarzodioritas, emplazándose de forma aislada, formando afloramientos de pequeñas dimensiones (búsqueda, en el Macizo de Montnegre...). Son fácilmente meteorizables a minerales arcillosos, con plagioclasas muy básicas y abundantes ( $\approx 50\%$ ), anfíbol abundante, biotita y a veces augita. Algunas de las dioritas son prácticamente idénticas a los enclaves melano-cráticos de las granodioritas y tonalitas, lo que parece indicar que se trata de una desmembración de algunos cuerpos dioríticos con emplazamiento anterior o sincrónico con el de las granodioritas.

#### GENERALIDADES

En la mayoría de los casos el paso de una facies a otra se hace mediante contactos muy netos, sin aparentes indicios de defor-

mación o de contactos granduales rápidos. El orden de emplazamiento es de facies más básicas a más ácidas en la vertical. Esta variación también se observa en la horizontal de SW a NE (nº tonalitas, 2º granodioritas y 3º leucogranitos). La hiperacidización en la vertical se prosigue en la base esquistosa, la cual está feldespatizada por inyecciones pegmatíticas y filones capa de cuarzo.

- Los enclaves melanocráticos microgranudos muestran una disposición progresiva, tanto en número como en tamaño, de los tipos más básicos a los más ácidos.
- Disminución del idiomorfismo en la textura desde los términos más básicos a los más ácidos.
- Notable desarrollo de pertitas en los leucogranitos.
- Zonación de plagioclasas mucho más intensa en tonalitas y granodioritas que en leucogranitos (zonaciones oscilatorias y patchy-zonnig).

Los contactos entre facies deferentes corresponden fundamentalmente a dos tipos:

- a) Contactos de desarrollo vertical: Zonas aptas para la tectonización, casi nunca aparecen normales, sino que sobre ellos se establecen fracturas.
- b) Contactos de desarrollo horizontal. Han permanecido intactos. Contactos atectónicos.

Los contactos del plutón con la cobertera es de tipo plano o suavemente alomado y radicuciforme. Los primeros sólo se tectonizan a gran escala, los segundos se tectonizan más fácilmente. Los radiculiformes a modo de stock-werk y lenguas tectonizadas parecen sintectónicos, mientras que los contactos planos parecen posttectónicos.

Emplazamiento del cortejo filoniano a favor de diaclasas y microfallas muy importante en algunas zonas, llegando a penetrar escasamente en su encajante metamórfico. La mayor parte son microgranitos porfídicos y microgranodioritas porfídicas. Otros diques pertenecen a lamprófidos, filones de Q asociados a brechas de falla (algunos van acompañados de calcita, barita, mineralizaciones de sulfuros), episenitas y epimonzonitas. También son frecuentes los greisens (cuarzomoscovita  $\pm$  pirita).

Hacia el Sur de Barcelona en el sector montañoso de Prades existen 3 unidades alineadas de NE-SW.

- La cordillera prelitoral (Montmell, Montagut y Montañas de Prades) donde en algunos sectores aflora el zócalo paleozoico, con una importante masa de diorita citada por ASHAVER y TEICHMULLER.
- La cordillera litoral (Motcau) formada principalmente por Triásicos y Cretácico.
- Depresión litoral situada entre ambas cordilleras formando una fase tectónica, rellena por Mioceno Marino y Continental, así como Cuaternario.

Ambas cordilleras descienden de NE-SW hasta desaparecer suavemente en el mar.

#### - METAMORFISMO

Hay dos tipos de metamorfismo:

- Metamorfismo regional, que es de baja presión con carácter progrado, polifásico y plurifacial. Localmente en las zonas de más alto grado, con asociaciones de sillimanita + feldespato potásico ( $\pm$  moscovita) se presentan pequeñas inyecciones de leucogranitos moscovíticos,



aplitas y pegmatitas. El hecho de que algunos de estos cuerpos estén foliados, indica el carácter relativamente precoz de estas intrusiones con respecto a la de los granitoides tardi-tectónicos. Estas relaciones son bien observables en la zona de las Guillerías.

Las rocas metamórficas son rocas paleozoicas completamente plegadas (pizarras, grauvacas, calcoesquistos) que comprenden desde el Ordovicense y tal vez el Cámbrico, hasta el Carbonífero inclusive. Solo han sido claramente metamorfizados los materiales Silúrico-Devónicos, transformándose las pizarras en micacitas, pizarras satinadas, etc., y las calizas y calcoesquistos en anfibolitas, granatita.

Desde la Sierra de Montnegre hasta los alrededores de Barcelona, la Cordillera Costero Catalana está formada casi exclusivamente por rocas graníticas y el complejo filoniano. Solamente entre Caldets y Mataró afloran rocas que han sido descritas como metamórficas.

- Gneises de Mataró que proceden de la serie sedimentaria prehercínica y han sufrido todas las deformaciones y procesos ligados a la Orogenia Hercínica.
- Rocas cataclásticas de Caldets ligadas a deformaciones internas en el batolito de granito herciniano postectónico, acompañado de transformaciones hidrotermales en mayor o menor grado. Son de carácter retrógrado y únicamente pueden considerarse metamórficas, si se incluye en este término, a las transformaciones dinámicas a baja  $T^a$  que dan lugar a rocas con cohesión primaria.

#### **- Metamorfismo de Contacto**

Se desarrolla alrededor de los granitoides intruidos con posterioridad al metamorfismo regional. Es más patente en aquellas rocas

que, con anterioridad a este evento térmico, durante el metamorfismo regional no habrán rebasado las condiciones de facies de los esquistos verdes. Sin embargo es difícil de separar ambos episodios en aquellas rocas que en el primero alcanzaron la facies anfibólica.

Está bien desarrollado en las pizarras ordovícicas, aunque llega hasta el carbonífero inclusive.

Cercano al contacto con el granito se encuentran corneanas cuarzo-micaceas y micacitas, produciéndose rocas de carácter esquistoso, producto de la mimetización de la foliación preexistente a cargo de biotitas y moscovitas neoformadas, más hacia afuera micacitas nodulosas, y la parte externa en rocas de tipo filítico se producen filitas nodulosas o mosquedas y filitas sericíticas. Las "moscas" corresponden a un agregado nodular poiquiloblástico de biotita-cordierita.

En la aureola interna, se intercalan, a veces, algunos espesores poco importantes de granatitas, anfibolitas y epidotitas, probablemente derivadas del metamorfismo de hiladas calcoesquistosas.

La zona más interna presenta cornubianitas con cordierita + andalucita o sillimanita. En rocas subsaturadas en cuarzo se puede producir Cornirdón.

- Sobre pizarras ampelíticas del silúrico, la corneanificación conlleva la formación de porfidoblastos de quiastolita.
- Sobre calizas silúrico-devónicas se desarrollan mármoles y rocas calcosilicatadas, localmente asociadas a Skarns.

**3.3.- MAPA A ESCALA 1:400.000 CON LOS PRINCIPALES AFLORAMIENTOS**

**GRANITICOS**



**LEYENDA**

- |  |   |
|--|---|
|  | 1 Materiales no igneos Terciario y Cuaternario Paleozoico y Mesozoico                               |
|  | 2 Granito   |
|  | 3 Granito Alcalino  |
|  | 4 Granito Calcocalcico con microclina   |
|  | 5 Granito porfidico y granito   |
|  | 6 Leucogranito  |
|  | 7 Leucogranito de grano grueso  |
|  | 8 Leucogranito de grano medio   |
|  | 9 Leucogranito de grano fino  |
|  | 10 Leucogranito apfítico  |
|  | 11 Leucogranito mascovítico foliado   |
|  | 12 Leucogranito de dos micas  |
|  | 13 Granodiorita   |
|  | 14 Granodiorita y/o granito biotítico   |
|  | 15 Granodiorita y/o páfidos granodioríticos   |
|  | 16 Granodiorita porfidica   |
|  | 17 Granodiorita porfidica   |
|  | 18 Monzogranito y granito rosa de grano grueso  |
|  | 19 Dioritas   |
|  | 20 Gafres y monzogafres   |
|  | 21 Rocas volcánicas terciarias (Basaltos, basaltos olivínicos, andesitas, traquitos, piroclásticas) |
|  | 22 Tonallitas, granodioritas hornbléndicas  |
|  | 23 Granito de dos micas, granito pegmatítico y Apfítico   |

11167 3-3

DIBUJADO	MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA	
FECHA	INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA	
COMPROBADO		
AUTOR	PROYECTO	CLAVE
ESCALA	ANÁLISIS DE LAS POSIBILIDADES DE GRANITOS (s.l.)	
CONSULTOR	ORNAMENTALES EN CATALUÑA	PLANO 1º
	CROQUIS DE SITUACION	

#### 4.- METODOLOGIA

#### 4.- METODOLOGIA

##### 4.1.- GENERALIDADES

La exploración e investigación se ha llevado dirigiendo los esfuerzos a caracterizar de una forma adecuada los afloramientos, a fin de conocer de una forma más precisa los yacimientos potenciales existentes y su aprovechamiento industrial.

Nuestros esfuerzos se han dirigido a concretar una estrategia de actuación, utilizando los medios y tiempo a nuestro alcance y teniendo en cuenta las limitaciones y condiciones presentes en una investigación de este tipo.

Esta estrategia, que no es más que la metodología empleada, tiene como fin último la elección de unas áreas con interés prioritario para emprender acciones concretas allí donde el estudio nos indique la viabilidad de implantación de una explotación, o la mejora y potenciación de la ya existente.

La elección de las áreas se ha hecho en función de una serie de parámetros no excesivamente rigurosos, prestando más importancia al hecho de obtener un método de cuantificación relativa, que nos permita escoger las áreas mejores dentro de todas las estudiadas y compararlas.

Para ello se ha prestado gran atención a dos conceptos fundamentales:

- Realizar un tratamiento cuantitativo de los datos que nos permitan comparar los distintos yacimientos.
- Emplear una cartografía específica que facilite su representación.

Referente al tratamiento cuantitativo, hay que hacer mención a la gran carga de subjetividad que conlleva el valorar un área

canterable o cantera desde el punto de vista ornamental a partir de criterios basados en la observación y no cuantificables de una forma absoluta.

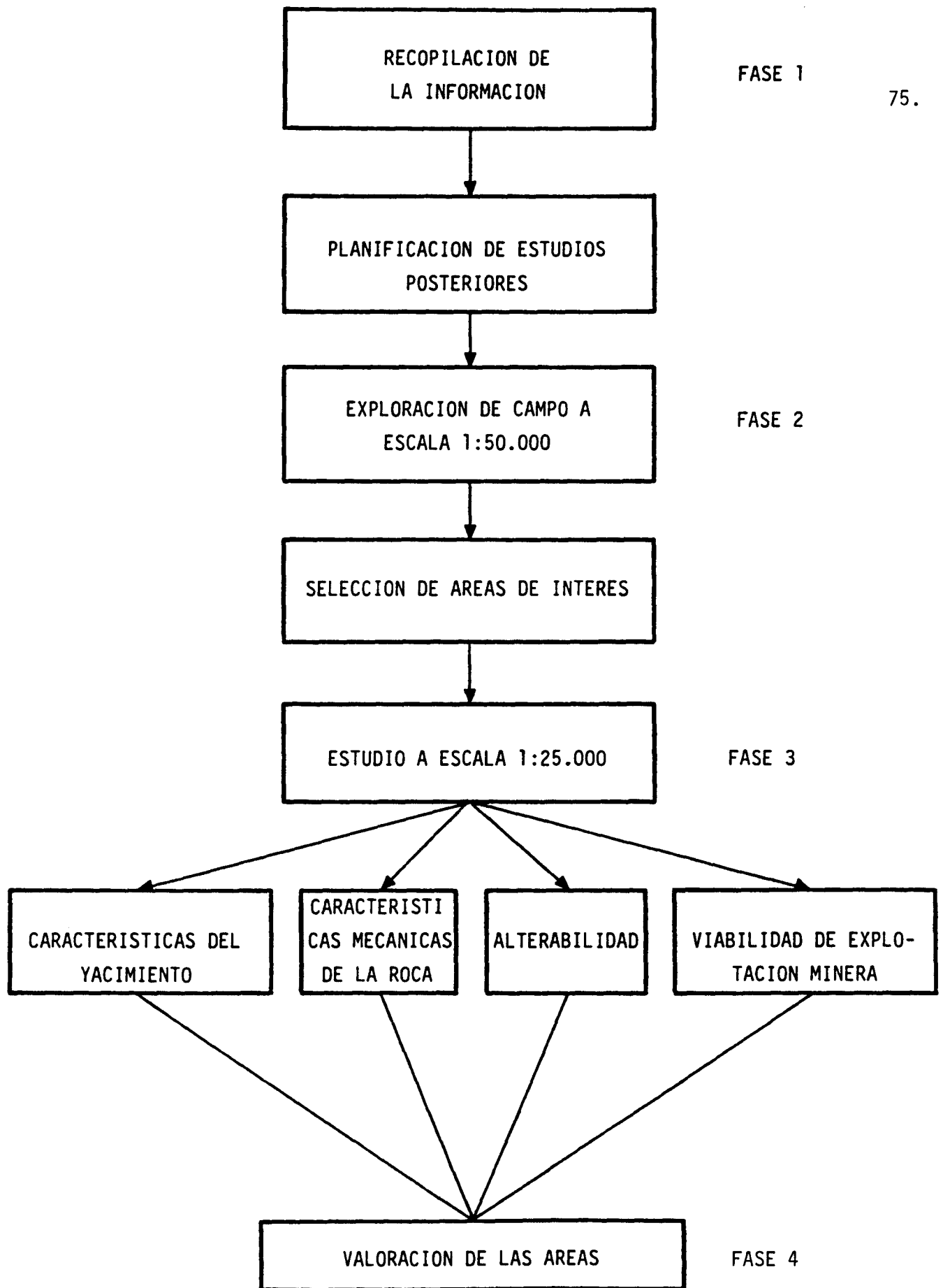
Sin embargo, como la subjetividad es una constante común a lo largo de todo el trabajo, se obtienen unos valores relativos que son de suma importancia y que sirven para comparar las áreas entre sí, más que para dar un valor absoluto de las mismas. Tal es el caso de las áreas no seleccionadas, que en un futuro pudieran ser explotables si las condiciones del mercado, demanda, tecnología, etc... cambian lo suficiente como para ser susceptibles de explotarse.

Partiendo de los dos conceptos expuestos anteriormente, la investigación ha ido dirigida a:

- Buscar criterios de selección de áreas que sean válidos.
- Diferenciar con criterios técnicos el yacimiento de la roca.
- Encontrar las propiedades y parámetros más característicos que nos permitan la realización de los puntos anteriores.
- Una vez encontrados, darles un tratamiento matemático (cuantificar), que como hemos dicho antes nos permita comparar los distintos yacimientos.

Todo ello ha dado lugar a la necesidad de crear una línea metodológica que nos permite realizar todo lo anteriormente apuntado. Esta metodología consta de varias fases de ejecución, las cuales se encuentran enlazadas, representando cada una de ellas un eslabón dentro de toda la marcha del trabajo, y constituyendo un paso previo antes de pasar a la fase siguiente.

Estas fases se pueden resumir según el cuadro nº 2.



CUADRO Nº 2



A continuación pasamos a explicar las distintas fases:

#### 4.2.- FASE 1

Recopilación y análisis de toda la información geológico-minera sobre la zona y tema a investigar.

Para ello se ha consultado:

- Libros de texto y publicaciones sobre rocas ígneas en general, prestando especial atención a todo aquello que haga referencia a rocas plutónicas.
- Publicaciones sobre áreas y problemas planteados y relacionados con la zona de estudio.
- Mapas de síntesis a escala 1:200.000
- Hojas magna a escala 1:50.000
- Mapas de rocas industriales a escala 1:200.000
- Información complementaria de las hojas magna.
- Tesis doctorales y tesis de licenciatura sobre la zona en cuestión.
- Comunicaciones verbales y tradición oral a través de canteros, productores y artesanos de la piedra, con el objeto de adquirir un mayor conocimiento de la problemática que afecta a estas rocas en las fases de explotación, elaboración y comercialización.

#### 4.3.- FASE 2

Con los datos obtenidos de la primera fase se ha procedido a efectuar una prospección geológico-minera de la zona de estudio, cuyo objeto es realizar una primera selección de áreas, para lo cual se ha establecido una estrategia de trabajo que ha consistido:

- Detallado estudio fotogeológico en el cual se prestó especial

atención a recubrimientos y fracturación.

- Fijar y realizar unos itinerarios geológicos según la distribución de los afloramientos a partir de la base geológica disponible (mapas a escala 1:50.000 y/o 1:200.000), y de los datos de existencia de canteras recogidos en los mapas de Rocas Industriales (1:200.000) y en Jefaturas de Minas.
- Plasmar sobre el mapa topográfico 1:50.000, la cartografía geológica, megafracturación, morfología, recubrimientos, ya que estos nos marcan las condiciones de observación y reflejan la forma de presentarse los diferentes afloramientos. Esta cartografía de recubrimientos se refleja según la proporción de roca aflorante/recubrimiento estableciéndose diferentes tipos de zonas:
  - Zonas donde prácticamente no existen recubrimientos
  - Zonas donde la proporción de recubrimiento es menor que la de roca aflorante.
  - Zonas donde la proporción de recubrimientos es mayor que la de roca aflorante.
  - Zonas donde los afloramientos son practicamente inexistentes.

En estos mapas se incluyó una simbología referente al yacimiento, cantera y roca, una leyenda de las diferentes facies graníticas y diques, una simbología para las rocas muy fracturadas, recubrimientos y morfología, y por último una relación de áreas seleccionadas con sus límites, nº de indicios y características más relevantes de éstas (clasificación, Km<sup>2</sup>, cuadrículas mineras, valoración, etc...).

- Recopilación de datos en varios puntos de lectura "indicios" que se han plasmado en la ficha nº 1 que se adjunta en páginas posteriores. Las características que se analizaron hacen referencia a:
  - a) Propiedades específicas del afloramiento
    - Morfología

- Fracturación
- Composición
- Color
- Tamaño de grano
- Homogeneidad (cambios de facies, de color, presencia de enclaves, layering, schlieren, etc...)
- Oxidaciones
- Otras alteraciones

b) Factores condicionantes de la explotabilidad

- Tamaño del afloramiento y continuidad lateral
- Recubrimientos y potencias de lehm
- Topografía y accesos
- Impacto ambiental
- Existencia de canteras
- Infraestructura industrial

Junto con esta toma de datos en campo, se realizó paralelamente un estudio petrográfico destinado a conocer componentes mineralógicos mayoritarios y accesorios, minerales de alteración, clasificación, características intrínsecas de los distintos minerales, y texturas.

Valoración de los datos para la selección de áreas. Se realizó según unos criterios de selección y canterabilidad previa que se exponen en la ficha nº 2 que se adjunta en páginas posteriores (al final de la fase 2).

Dentro de estos parámetros estudiados y valorados existen una serie de ellos que establecen una selección previa de áreas:

- 1) Topografía y accesibilidad
- 2) Fracturación
- 3) Alteración

1) La topografía estrechamente ligada con los accesos es de

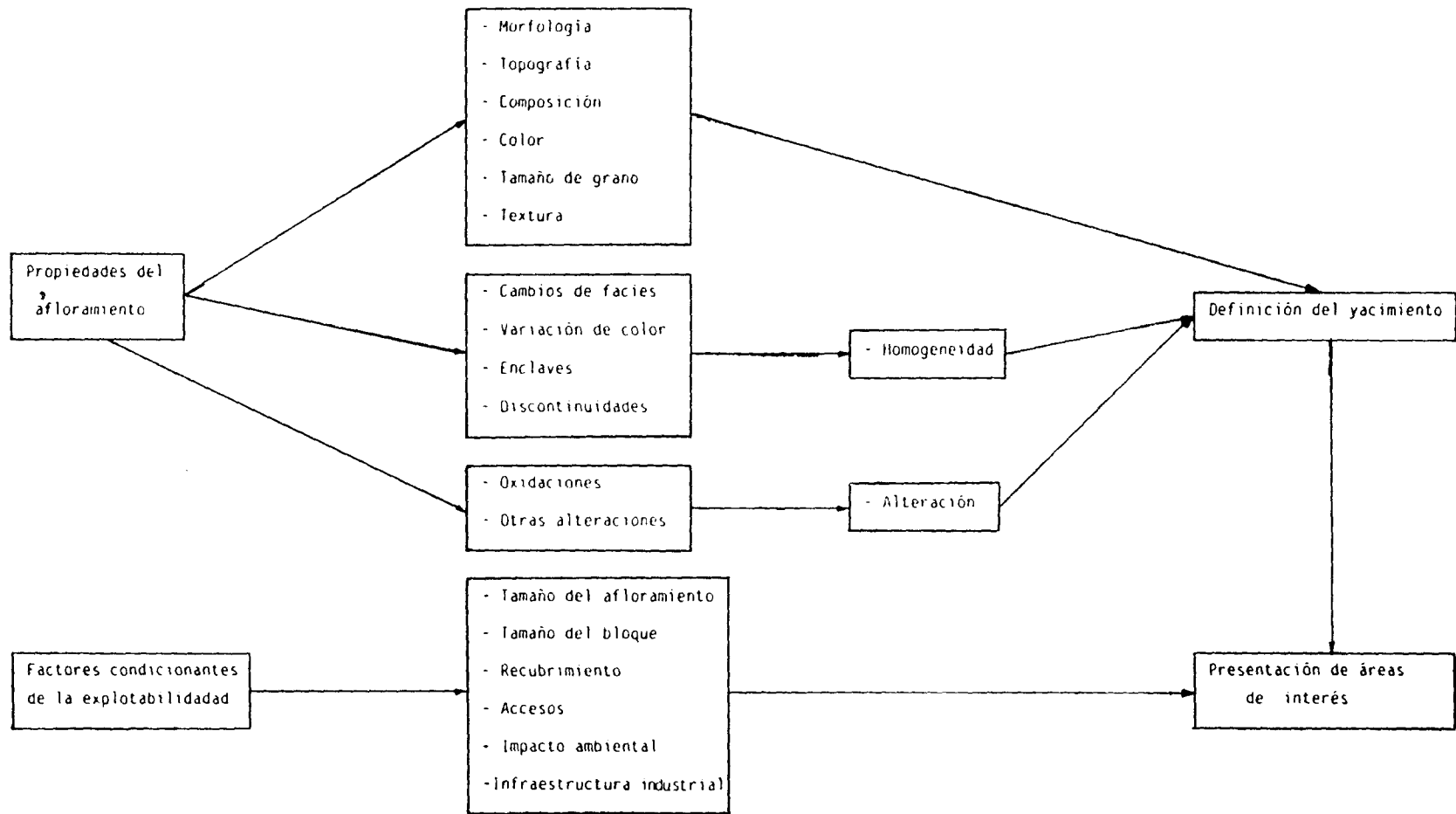
suma importancia frente a la accesibilidad a la zona. La topografía es sobre todo de suma importancia, cuando no existen accesos previos. Por otra parte, existen unos condicionantes de explotación ligados directamente a la topografía.

- 2) La fracturación hace referencia a la densidad de diaclasado de los afloramientos y está relacionada intrínsecamente con el tamaño de bloques a extraer, debido a que un diaclasado denso no permite extraer bloques comerciales.
- 3) La alteración a esta escala hace referencia principalmente a la meteorización y sobre todo al alcance o penetración de la misma.

El resto de los parámetros (oxidaciones, etc...) son válidos para valorar y comparar las áreas seleccionadas entre sí.

- Las oxidaciones son de suma importancia, pues detectar su presencia y precisar su distribución incide notablemente en la valoración del yacimiento.
- Las discontinuidades incluyen todos los accidentes del afloramiento que rompen la homogeneidad de éste (enclaves, schlieren, layering, habas...).
- El impacto ambiental hace referencia sobre todo a la contaminación por polvo y al impacto visual.
- La existencia de canteras es, quizás, el parámetro más objetivo, aunque no determinante. Simplemente indica la existencia de un potencial de explotación, ya conocido, que ha movido a la iniciativa privada a desarrollar una actividad extractiva en ese punto. Se hace distinción entre 3 tipos de canteras en función del fin del material extraído:
  - Canteras de las que se extraen bloques para cortar en talleres y destinadas, en general, para uso ornamental.
  - Canteras de las que se extraen bloques de menor tamaño con utilización para bordillos, sillares, adoquines,

CUADRO nº 3



etc..., es decir, para su uso como roca de construcción.

- Canteras en las que se tritura el granito para áridos.

Posteriormente habrá que valorar si esta explotación es la más efectiva (situación del frente, extracción de bloques apropiados, roca desperdiciada...).

- La infraestructura industrial se refiere a la existencia sobre todo, de talleres de elaboración en la zona de estudio

Las características o parámetros estudiados y los pasos que se siguieron se reflejan en el cuadro nº 3 que se adjunta a continuación. Seguidamente se expone la ficha de indicios y la ficha de valoración (ficha nº 1 y ficha nº 2).

LOCALIZACION

INDICIO N°

HOJA 50.000 N°:

NOMBRE DEL PARAJE:

N° DE MUESTRA:

FRESCA

SUPERFICIAL

PTO. TOMA DE MUESTRAS:

FOTOGRAFIAS:

LAMINA DELGADA:

TOPOGRAFIA:

DATOS PARTICULARES:

AFLORAMIENTO

FORMACION GEOLOGICA:

EXTENSION:

RECUBRIMIENTO:

DIACLASADO:

ESTRUCTURA Y MORFOLOGIA:

ALTERACIONES:

OXIDACIONES:

TAMAÑO DE BLOQUES:

OTRAS CARACTERISTICAS:

ACCESOS:

VEGETACION:

CAMBIOS DE FACIES:

CANTERA:

PRESENCIA DE BOLOS:

PTO. TOMA DE BLOQUES:

ROCA

DENOMINACION:

COLOR:

TAMAÑO DE GRANO:

COMPOSICION:

GABARROS Y ENCLAVES:

ORIENTACIONES:

OTRAS CARACTERISTICAS:

OBSERVACIONES



CRITERIOS DE SELECCION Y VALORACION DE AREAS CANTERABLES

AREA:

FICHA nº 2

CARACTERISTICAS DEL AFLORAMIENTO (MORFOLOGIA, RECUBRIMIENTOS, VEGETACION, ETC.)															
LITOLOGIA															
CRITERIOS DE VALORACION (v <sub>j</sub> )		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	COEF. k <sub>i</sub>	VALOR k <sub>i</sub> v <sub>j</sub>	OBSERVACIONES	
CRITERIOS DE SELECCION PREVIA	TOPOGRAFIA											3			
	ACCESOS											6			
	ALTERACION A ESCALA DE YACIMIENTO											7			
	FRACTURACION, DIACLASADO, POSIBILIDAD DE EXTRACCION Y TAMAÑO DE BLOQUES											8			
CRITERIOS DE CANTERABILIDAD PREVIA	OXIDACIONES											10			
	DISCONTINUIDADES (GABARROS, ENCLAVES, BANDEADOS, DIQUES, FICONES, ETC.)											9			
	YACIMIENTO, TAMAÑO											2			
	IMPACTO AMBIENTAL											4			
	EXISTENCIA DE CANTERAS O MINAS											5			
	INFRAESTRUCTURA INDUSTRIAL											1			
VALORACION AREA k <sub>i</sub> v <sub>j</sub>															

$v_{min} = 0$

$v_{max} = 49,50$

$$v = \frac{k_i v_j}{v_{max} n_i} \times 100$$

CLASIFICACION :

Clase	A	B	C	D
Intervalo 1	0	20	40	80
	20	40	60	100

Hay que destacar que la valoración se establece según una escala de 0-9 y un coeficiente ( $k_i$ ) de importancia del criterio (o propiedad) dentro de la valoración final. El cero indica el valor óptimo y el 9 el peor valor. Finalmente la valoración se estima según la expresión matemática:

$$V = \frac{\sum K_i \cdot V_i}{V_{\text{máx}} \cdot n_i} \times 100$$

donde  $K_i$  = Coeficiente de importancia (coef. corrector)  
 $V_i$  = Valoración de la propiedad o criterio estudiado  
 $V_{\text{máx}}$  = Cte. Es diferente para cada propiedad estudiada  
 $n_i$  = N° de propiedades, criterios o parámetros estudiados.

El valor obtenido quedará incluido dentro de unos intervalos cuya significación es la siguiente:

- A: Muy bueno
- B: Bueno
- C: Malo
- D: Muy malo

Una vez realizada la fase 2 a escala 1:50.000 se realiza el informe geológico-minero con las fichas, valoraciones, petrografía, etc..., así como una selección de fotografías que reflejan lo más relevante de los afloramientos graníticos visitados.

#### **4.4. FASE 3. Estudio a escala 1:25.000**

Las áreas seleccionadas en la fase anterior se han estudiado con mayor detalle a escala 1:25.000. Durante esta fase se profundizó en el estudio de los yacimientos seleccionados, analizando un conjunto de parámetros y realizando una cartografía de recubrimientos sobre la cartografía geológica, así como una representación de la morfología y situación de las canteras visitadas. Los parámetros analizados hacen referencia a:

- 1) Calidad del yacimiento
- 2) Viabilidad de explotación minera
- 3) Alterabilidad
- 4) Calidad mecánica de la roca

El conjunto de propiedades que definen el yacimiento y la viabilidad de explotación minera quedan finalmente reducidas a una única propiedad "Canterabilidad" tal como se indica en el cuadro nº 4.



El resto de las propiedades son propiedades intrínsecas de la roca y son la respuesta a una de ensayos de caracterización y tecnológicos.

Para la realización de los distintos ensayos, paralelamente a la campaña de campo a escala 1:25.000 se ha procedido a la toma de bloques-muestra de cada yacimiento, con el fin de determinar las distintas propiedades que nos definen la calidad mecánica y alterabilidad de la roca.

El conjunto de propiedades definitorias de la calidad mecánica y alterabilidad se expone en el cuadro nº 5.

## ROCA

INDICES			PROPIEDAD	PARAMETROS	OBTENCION DE PARAMETROS
1 <sup>er</sup> Orden	2 <sup>o</sup> Orden	3 <sup>er</sup> Orden			
CALIDAD DE LA ROCA	ALTERABILIDAD  $I_{AL}$	$I_{DA}$	DETERIORO ACTUAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Microfracturación transgranular</li> <li>- Microfracturación intragranular</li> <li>- Min. alt. sup. y retrodiagénesis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Análisis petrográfico</li> </ul>
		$I_{DP}$	DETERIORO POTENCIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tamaño de grano</li> <li>- Borde de grano</li> <li>- Heterogeneidad textural</li> <li>- Recristalización</li> <li>- Zonación plagioclasas</li> <li>- Estructura F.K.</li> <li>- Microfract. transgranular</li> <li>- Microfract. intragranular</li> <li>- Min. alt. sup. y retrodiagénesis</li> <li>- Composición mineralógica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Análisis petrográfico</li> <li>Rayos X y análisis petrográfico</li> </ul>
		$I_{MP}$	METEORIZACION POTENCIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- % Mg</li> <li>- % Na</li> <li>- % K</li> <li>- % Ca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis químico</li> <li>Análisis químico</li> <li>Análisis químico</li> <li>Análisis químico</li> </ul>
		$I_{OX}$	OXIDACION	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grado de alteración en atmosferas contaminantes</li> <li>- Grado de alteración (ensayo alteración)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayo de atmosf. contaminantes</li> <li>Ensayo de alteración</li> </ul>
	$I_{CM}$	CALIDAD MECANICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absorción de agua</li> <li>- Peso específico aparente</li> <li>- Módulo de heladicidad</li> <li>- Coef. resist. compresión</li> <li>- Coef. resist. a flexión</li> <li>- Coef. resist. desgaste por rozamiento</li> <li>- Coef. dilat. lineal térmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ensayo de absorción UNE</li> <li>Ensayo P.E.A. UNE</li> <li>Ensayo de heladicidad UNE</li> <li>Ensayo de compresión UNE</li> <li>Ensayo flexión UNE</li> <li>Ensayo desgaste por rozamiento UNE</li> <li>Ensayo dilat. lineal térmica UNE</li> </ul>	

CUADRO Nº 5

### LA ALTERABILIDAD

Se ha valorado teniendo en cuenta dos aspectos diferentes:

- a) La alteración o deterioro actual
- b) La alteración o deterioro potencial

La alteración actual es función de:

- Deterioro actual = f (microfracturación intragranular, microfract. transgranular, alteración superficial y de retrodiagénesis\*)
  - (\*) Hay otro tipo de alteraciones deutéricas, hidrotermales..)
- Oxidación

La alteración potencial se ha estimado de una forma subjetiva y comparativa en función de una serie de propiedades composicionales, texturales, etc..., que quedan reflejadas en la ficha petrográfica nº 3, definiendo lo que denominaríamos deterioro potencial o susceptibilidad de la roca a alterarse.

Finalmente se ha estudiado la meteorización potencial en función de análisis químicos.

- El deterioro actual se ha realizado en base a un estudio petrográfico, analizando la microfracturación intragranular, transgranular, porosidad y alteración superficial y de retrodiagénesis.

- El deterioro potencial se ha realizado en base al mismo estudio petrográfico anterior junto con la observación de otras propiedades del granito de naturaleza composicional y textural que se pueden resumir en los puntos siguientes:

- Cuanto mayor sea la cantidad de cuarzo, mayor será la estabilidad del granito.

- Atendiendo a la relación plagioclasa/feldespato potásico, el grado de alterabilidad es mayor en los granitos con más plagioclasa y en especial cuanto más cálcicas sean las mismas.
  - La proporción de microclina frente a otros feldespatos potásicos aporta un mayor grado de estabilidad de la roca frente a la alteración.
  - La biotita es más susceptible de alterarse que la moscovita. De tal modo que cuanto mayor es el porcentaje de  $Fe^{++}$  presente en la biotita, mayor cantidad de óxidos parece generar.
  - Otros minerales como piroxenos, anfíboles y opacos pueden ser muy susceptibles de alteración. De los opacos, probablemente los sulfuros (piritas...) y magnetitas sean las más oxidables.
  - Los bordes de grano constituyen una anisotropía en la roca que puede favorecer la alteración. Esta anisotropía se acentúa con la presencia de minerales alotriomórficos.
  - La heterogeneidad textural indica un mayor riesgo de deterioro, bien debido a fuertes variaciones en el tamaño de grano o a la existencia de agregados policristalinos, especialmente si estos son de minerales ferromagnesianos.
  - La recristalización condiciona el grado de dureza y composición de la roca, lo que conlleva, en principio, un mayor grado de estabilidad frente al deterioro. (Ver ficha nº3).
- La meteorización potencial hace referencia a la alteración provocada por agentes externos en las rocas graníticas. Se valora a partir de un índice "índice de meteorización potencial" (García Sanchez, A.; Saavedra Alonso, S. 1976).

$$M.P. = \frac{(Na) 115}{0,35} + \frac{(Mg) 498}{0,90} + \frac{(K) 94}{0,25} + \frac{(Ca) 407}{0,7}$$

Este índice se obtiene teniendo en cuenta los elementos químicos más móviles en el transcurso de la alteración de las rocas graníticas (Na, Ca, K y Mg), mientras que el Fe, de movilidad muy variable



se transforma de  $\text{Fe}^{++}$  a  $\text{Fe}^{+++}$ .

Por ello la composición del material meteorizado tiende a ser más pobre en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$  y  $\text{Na}_2\text{O}$ , y en menor grado  $\text{MgO}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ , a la vez que se enriquece en sesquióxidos.

- La oxidación

Constituye uno de los mayores problemas que afecta a la calidad de la roca. Por este motivo y para poder comprobar la posible evolución de este fenómeno en los granitos que pudieran tener algún valor ornamental, se han sometido placas pulidas de los granitos más representativos al ensayo de cambios térmicos. En todos los casos, se ha comprobado que la oxidación no avanza, sin embargo, sí hay un porcentaje de pérdida en peso al someterse a este ensayo. Por tanto, teniendo en cuenta que el medio acuoso es un medio oxidante junto con otros elementos químicos que aumentan la acidez del medio, habrá que pensar en otro tipo de ensayos en presencia de agua (pues el Fe es como hemos dicho antes es un elemento móvil, de movilidad variable), ensayos en atmósferas contaminantes, análisis de biotitas y opacos, etc....

El tratamiento detallado de este problema exige, sin lugar a dudas, con profundo estudio que va más allá de los específicos objetivos de este proyecto; no obstante, se ha intentado determinar la procedencia de las mismas mediante análisis petrográficos, aunque como se ha mencionado antes se hace aconsejable la realización en el futuro de trabajos específicos que afronten el problema, tanto desde el punto de vista de la determinación específica de su génesis, como del estudio y prevención de las causas o agentes externos a la roca que pueden provocar su aparición.

**ESTUDIO MICROSCOPICO**

LAMINA N°:

	CUARZO	FELDSPATO	PLAGIOCLASA	BIOTITA	MOSCOVITA	OPACOS	OTROS MINERALES
Tamaño de grano							
Bordes de grano							
Heterogeneidad textural							
Recristalización							
Composición							
Zonación Plagioclasa							
Estructura Feldespato potásico							
Microfracturación intragranular							
Microfracturación transgranular							
Alteración superficial y retrodiagénesis							

Observaciones:

FICHA n° 3

## LA CALIDAD MECANICA

La calidad mecánica se valora mediante unos ensayos normatizados (ensayos tecnológicos) cuya relación es la siguiente:































- Absorción
- Peso específico
- Heladicidad
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión
- Resistencia al desgaste por rozamiento
- Dilatación lineal térmica

A continuación se expone un cuadro esquemático de todos los ensayos y análisis realizados en granitos de Cataluña, así como dimensiones y nº de probetas que se utilizó en cada ensayo. Cuadro nº 6.

También se expone una valoración cualitativa de la roca con propiedades como:

- Tallado
- Pulido
- Color
- % de humedad

ESQUEMA DE ANALISIS Y ENSAYOS GRANITOS DE CASTILLA Y LEON

BLOQUE MUESTRA	CORTE	PETROGRAFIA	ANALISIS QUIMICO	RAYOS X	PLAQUA	ALTERABILIDAD CROMICA FERRICA	ALTERABILIDAD ATMOSFERICA CONTAMINANTE	ABSORCION Y PESO ESPECIFICO	HELADIFICACION	CUMPLIMIENTO	DESGASTE POR ROZAMIENTO	FLEXION	IMPACTO	DELTACION LINEAL TERMICA
 20x18x10	8x8x5													
	8x8x15													
	18x8x18													
	7x7x7													
														
														
 40x35x10	7x7x7													
	7x7x7													
	7x7x7													
	7x7x7													
	7x7x7													
	12x5x1													
	18x9x1													
	7x7x7													
 40x35x10	7x7x7													
	7x7x7													
	22x4x2.5													
	22x4x2.5													
	22x4x2.5													
	20x7x1.5													

CUADRO Nº 6

Por otra parte estos ensayos nos permiten determinar los usos preferentes a los que pueden ser destinados las distintas rocas, de acuerdo con unos valores mínimos aceptados que se reflejan en la normativa vigente (normas UNE).

### Peso específico

Está relacionado entre otros factores con la porosidad. A mayor porosidad, menor peso específico y por consiguiente peor calidad. Para la obtención del peso específico se tomaron 3 probetas cúbicas de 7 cm. de arista, tomando como resultado definitivo la media aritmética de los resultados parciales, por lo que, además de las probetas se necesita una balanza hidrostática. Las muestras se sumergen en agua filtrada a una temperatura dada por la norma ( $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ).

El peso específico aparente se obtiene aplicando la fórmula

$$Pe = \frac{G_s}{G_h - G_s}$$

donde:  $G_s$  = peso en seco

$G_h$  = peso de la probeta después de la inmersión en agua.

### Absorción

La absorción de agua está directamente relacionada con el volumen de poros de la misma; a mayor absorción mayor porosidad y mayor comunicación de estos entre sí, lo cual se traduce en una mayor facilidad de la roca para alterarse.

Se utilizan las mismas muestras anteriores, aplicando la siguiente fórmula

$$C_a = \frac{G_h - G_s}{G_h} \times 100$$

### Resistencia a la heladicidad

La resistencia a la heladicidad pone de manifiesto la posibilidad

de fracturación por acción de las heladas como consecuencia del relleno de los poros por agua intersticial. Se define como la pérdida de peso, expresada en % del peso inicial, después de someter las probetas a 25 ciclos de heladas y deshielos. El ensayo se efectúa sobre 3 probetas de 7 cm. de arista.

La resistencia a la heladicidad se obtiene aplicando la fórmula

$$H = \frac{G^1 - G^2}{G^1} \times 100 \quad \text{donde: } G^1 = \text{peso inicial de la probeta seca}$$

$$G^2 = \text{peso final de la probeta}$$

A mayor módulo de heladicidad, mayor pérdida en peso y por consiguiente peor calidad de la roca. Se toma como resultado la media aritmética de los resultados. Cada ciclo se hace a unas temperaturas e intervalos de tiempo marcados por la norma.

#### Resistencia a la compresión

Mide la carga máxima por unidad de superficie que es capaz de soportar una probeta hasta que se produzca la rotura. Se realiza sobre 3 probetas (una desecada, otra después de haberla sometido a heladicidad y otra sumergida en agua durante 48 horas), finalmente se halla la media aritmética.

$$T = \frac{G}{A} \text{ N/cm}^2 = \frac{1 G}{100 A}$$

G = Carga máxima que admite la probeta

A = Promedio de superficies de las bases superior e inferior.

A mayor resistencia a la compresión mejor calidad de la roca.

#### Resistencia a la flexión

Es de semejante significación que la anterior, realizándose igualmente sobre 3 probetas y después se halla la media. Cada probeta se coloca sobre 2 apoyos a una cierta distancia y bien centrada. A continuación se aplican cargas, de forma creciente y uniforme, en el punto medio entre los dos apoyos hasta que se produzca la

rotura.

$$\text{Módulo de rotura} = \frac{3 W L}{2 b h^2} \text{ Kgs/cm}^2$$

A mayor resistencia a la compresión mejor calidad de la roca.

#### Desgaste por rozamiento

Pretende conocer la resistencia por rozamiento que opone la superficie del granito cuando es sometida a ese tipo de acciones.

El ensayo se efectúa sobre 3 caras triédricas de 2 cubos, de 7 cm. de arista. En cada probeta se determina el volumen inicial por medio de una balanza hidrostática y se determina la superficie a desgastar mediante un calibre.

Las probetas se someten a una carga progresiva y se recorren 1.000 m. con 30 Kgs. de carga.

$$\text{Desgaste lineal} = \frac{V_i - V_f}{S}$$

donde:  $V_i$  = Volumen inicial  
 $V_f$  = Volumen final  
 $S$  = Superficie de las caras

Cuanto menor sea el desgaste por rozamiento, mayor la durabilidad de la roca.

#### Dilatación térmica

Este ensayo se encuentra en fase experimental, no existiendo en la actualidad ninguna normativa referente al mismo. Su realización se ha hecho calentando la muestra en un intervalo de temperatura de 20-80°, registrando la dilatación de la probeta por un sistema de bandas extensométricas conectadas a un puente de Winston. Cuanto mayor sea la dilatación lineal térmica, menor será la calidad del

granito, dado que al volver a la temperatura ambiente, la muestra no recupera totalmente su estado inicial, quedando una deformación residual que favorece la inestabilidad de la roca.

Hasta aquí se han seguido todos los pasos realizados en la fase 3, de la cual se obtienen los distintos datos de las áreas seleccionadas que posteriormente en una última fase serán tratados y analizados.

#### 4.5. FASE 4. Tratamiento y valoración de las propiedades estudiadas en las áreas seleccionadas.

Todas las propiedades y características estudiadas en las áreas seleccionadas, y que han sido conanterioridad expuestas, se han transformado en índices con el objeto de facilitar el análisis comparativo entre los distintos yacimientos que han sido objeto de estudio.

para la construcción de los índices fué necesario cuantificar los diferentes parámetros que definen las características geológico-mineras de los yacimientos.

Cada parámetro se ha valorado según una escala de 0 a 9 (de mejor a peor) de acuerdo con el grado de importancia que tiene en cada yacimiento, y este valor a su vez ha sido multiplicado por un coeficiente corrector de acuerdo con la importancia que dicho parámetro pudiera tener en la propiedad respecto a la propiedad que define y en relación con los demás parámetros que intervienen en la caracterización de la propiedad. De este modo cada propiedad vendrá definida por un Índice obtenido según la expresión matemática:

$$V = \frac{\sum K_i \cdot V_i}{V_{\text{máx}} \cdot \sum n_i} \times 100$$



$V$  = Valoración de cada índice       $\sum n_i$  = Número de parámetros que definen la propiedad.  
 $K_i$  = Coeficiente corrector  
 $V_i$  = Valoración del parámetro       $V_{\text{máx}}$  = Cte. (diferente para cada índice).

Los distintos índices se reflejan mediante una serie de fichas que van desde la nº 4 hasta la nº 20 y que se exponen a continuación.

VALORACION DE YACIMIENTOS

CUADRO nº 4

AREA SELECCIONADA :  
YACIMIENTO:

INDICE DE : ACCESIBILIDAD

PARAMETROS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	COEF. K <sub>i</sub>	VALOR K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>	OBSERVACIONES
TOPOGRAFIA											1		
ACCESOS											2		
											Σ K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>		

V<sub>max</sub> = 13'5  

$$V = \frac{\sum K_i V_i}{V_{max} \cdot \sum n_i} \times 100 =$$

0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
MB	B	A	M	MM

CLASIFICACION :



# VALORACION DE YACIMIENTOS

AREA SELECCIONADA :

CUADRO nº 6

YACIMIENTO:

INDICE DE : HOMOGENEIDAD

PARAMETROS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	COEF. K <sub>i</sub>	VALOR K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>	OBSERVACIONES
LITOLOGIA											1		
CAMBIOS DE FACIES											6		
OXIDACIONES											13		
GABARROS											9		
ENCLAVES METAMORFICOS											10		
SCHLIEREN											7		
DIQUES											11		
VENAS											12		
LAYERING											8		
COLOR											5		
TEXTURA											2		
TAMAÑO DE GRANO											4		
ORIENTACIONES											3		
											Σ K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>		

V<sub>max</sub> = 63

$$V = \frac{\sum K_i V_i}{V_{max} \cdot \sum n_i} \times 100 =$$

0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100
MB	B	A	M	MM

CLASIFICACION :

# VALORACION DE YACIMIENTOS

AREA SELECCIONADA :  
YACIMIENTO:

CUADRO nº 7

INDICE DE : FRACTURACION DEL YACIMIENTO

PARAMETROS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	COEF. K <sub>i</sub>	VALOR K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>	OBSERVACIONES
DISPOSICION DEL DIACLASADO											1		
DENSIDAD DEL DIACLASADO											2		
											Σ K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>		

$V_{max} = 13'5$   
 $V = \frac{\sum K_i V_i}{V_{max} \cdot \sum n_i} \times 100 =$

0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
MB	B	A	M	MM

CLASIFICACION :

# VALORACION DE YACIMIENTOS

AREA SELECCIONADA :  
YACIMIENTO:

CUADRO nº 8

INDICE DE: CALIDAD DEL YACIMIENTO

PARAMETROS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	COEF. K <sub>i</sub>	VALOR K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>	OBSERVACIONES
I. ACCESIBILIDAD											1		
I. CALIDAD DEL AFLORAMIENTO											4		
I. HOMOGENEIDAD											2		
I. FRACTURACION											3		
											Σ K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>		

$V_{max} = 22.5$   
 $V = \frac{\sum K_i V_i}{V_{max} \cdot \sum n_i} \times 100 =$

0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
MB	B	A	M	MM

CLASIFICACION :







VALORACION DE YACIMIENTOS

AREA SELECCIONADA :

CUADRO nº 11

YACIMIENTO:

INDICE DE : DETERIORO ACTUAL Y POTENCIAL

PARAMETROS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	COEF. K <sub>i</sub>	VALOR K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>	OBSERVACIONES
MICROFRACTURACION TRANSGRANULAR											2		
MICROFRACTURACION INTRAGRANULAR											1		
MIN. DE ALTERACION SUPERFICIAL											3		
											Σ K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>		

V<sub>max</sub> = 18  

$$V = \frac{\sum K_i V_i}{V_{max} \cdot \sum n_i} \times 100 =$$

0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100
MB	B	A	M	MM

CLASIFICACION =  
 Id. POTENCIAL =

VALORACION DE YACIMIENTOS

FICHA Nº 12

AREA SELECCIONADA :  
YACIMIENTO:

INDICE DE : DETERIORO POTENCIAL

PARAMETROS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	COEF. KI	VALOR KI VI	OBSERVACIONES
TAMAÑO DE GRANO											4		
BORDES DE GRANO											1		
HETEROGENEIDAD TEXTURAL											5		
RECRISTALIZACION											3		
ZONACION PLAGIOCLASAS											6		
ESTRUCTURA Fpto. K.											2		
MICROFRACT. TRANSGRANULAR											9		
MICROFRACT. INTRAGRANULAR											8		
MIN. DE ALTER. SUP. RETRODIAGEN.											10		
COMPOSICION MINERALOGICA											7		

Σ KIVI

$V_{max} = 49'5$

$V = \frac{\sum KIVI}{V_{max} \cdot \sum ni} \times 100 =$

0-20	20-40	40-60	60-80	80-100
MB	B	A	M	MM

CLASIFICACION :





# VALORACION DE YACIMIENTOS

AREA SELECCIONADA :

FICHA Nº 15

YACIMIENTO :

INDICE DE CALIDAD MECANICA

PARAMETROS MECANICOS	V <sub>i</sub>									Revest. exterior:		Revest. interior:		Paviment. ext.		Paviment. inter.		Sillares y colum. exteriores		Sillares y colum. interiores		VALORES OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	K <sub>i</sub>	K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>	K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>	K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>	K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>	K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>		K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>
Absorción de agua (Vol. de agua)											5		6		5		6		4		4		
Peso específico aparente (gr / cm <sup>3</sup> )											1		1		1		1		1		1		
(Módulo de heladicidad (% en peso)											7		2		6		2		6		2		
Coef. Resist. a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )											4		3		2		3		7		7		
Coef. Resist. a la flexión (Kg / cm <sup>2</sup> )											3		4		3		5		3		5		
Coef. Resist. al desgaste por rozamiento (m.)											2		5		4		7		2		3		
Coef. de dilatación lineal térmica (°C <sup>-1</sup> )											6		7		7		4		5		6		
Σ K <sub>i</sub> V <sub>i</sub>																							
$I_{CM} = \frac{\sum K_i V_i}{V_{max} \cdot \sum n_i} \times 10$																							Valor medio =
CLASIFICACION																							

V<sub>MAX</sub> = 36

0 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100
MB	B	A	M	MM

NOTA :-



# ENSAYOS MECANICOS

FICHA N° 17

AREA SELECCIONADA:

YACIMIENTO :

DESVIACION DE LOS RESULTADOS CON RESPECTO A LOS VALORES EXIGIDOS POR LAS N.T.E. PARA: REVESTIMIENTOS (A,B)

PARAMETROS MECANICOS	VALORES MINIMOS EXIGIDOS (NTE)	VALORES OBTENIDOS	DESVIACIONES		OBSERVACIONES
			(+)	(-)	
ABSORCION DE AGUA	1'4 en vol de agua				
PESO ESPECIFICO APARENTE	2'5 gr / cm <sup>3</sup>				
MODULO DE HELADICIDAD	0'04 % en peso				
COEFICIENTE DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	800 Kg / cm <sup>2</sup>				
COEF. DE RESISTENCIA A LA FLEXION	80 Kg / cm <sup>2</sup>				
COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESGASTE POR ROZAMIENTO	1'3 m.				
COEF. DE DILATACION LINEAL TERMICA	7'5 x 10 <sup>6</sup> °C <sup>-1</sup>				

USOS PREFERENTES:

NOTA:

# ENSAYOS MECANICOS

FICHA Nº 18

AREA SELECCIONADA:

YACIMIENTO :

DESVIACION DE LOS RESULTADOS CON RESPECTO A LOS VALORES EXIGIDOS POR LAS N.T.E. PARA: PAVIMENTOS, SILLARES Y COLUMNAS (C,D,E,F)

PARAMETROS MECANICOS	VALORES MINIMOS EXIGIDOS (NTE)	VALORES OBTENIDOS	DESVIACIONES		OBSERVACIONES
			(+)	(-)	
ABSORCION DE AGUA	1'4 en vol de agua				
PESO ESPECIFICO APARENTE	2'5 gr / cm <sup>3</sup>				
MODULO DE HELADICIDAD	0'04 % en peso				
COEFICIENTE DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	1.300 Kg / cm <sup>2</sup>				
COEF. DE RESISTENCIA A LA FLEXION	80 Kg / cm <sup>2</sup>				
COEFICIENTE DE RESISTENCIA AL DESGASTE POR ROZAMIENTO	1'3 m.				
COEF. DE DILATACION LINEAL TERMICA	7'5 x 10 <sup>6</sup> °C <sup>-1</sup>				

USOS PREFERENTES:

NOTA:



**VALORACION DE YACIMIENTOS**

AREA SELECCIONADA :

**FICHA Nº 19**

YACIMIENTO :

CANTERABILIDAD :

PROPIEDAD	PARAMETROS	Ki	Vi	INDICE 3º ORDEN	Ki	INDICE 2º ORDEN	Ki	INDICE 1º ORDEN	OBSERVACIONES
ACCESIBILIDAD	Topografía	1		$I_{ACC} =$	1	CALIDAD DEL YACIMIENTO	2	CANTERABILIDAD	$I_C =$
	Accesos (ac. maquinaria) (ac. personal)	2							
CALIDAD DE AFLORAMIENTO	Alteración	3		$I_{CAF} =$	4				
	Recubrimiento	2							
	Morfología	1							
HOMOGENEIDAD	Litología	1		$I_{HG} =$	2				
	Cambios de facies	6							
	Oxidaciones	13							
	Gabarros	9							
	Enclaves metamórficos	10							
	Schlieren	7							
	Diques	11							
	Venas	12							
	Layering	8							
	Color	5							
	Textura	2							
	Tamaño de grano	4							
Orientaciones	3								
FRACTURACION DEL YACIMIENTO	Disposición diaclasado	1		$I_{FY} =$	3				
	Densidad diaclasado	2							
VIABILIDAD DE EXPLOTACION MINERA	Reservas	5		$I_{VEM} =$		VIABILIDAD DE EXPLOTACION MINERA	1		
	Infraestructura industrial	2							
	Concesiones mineras	1							
	Impacto ambiental	3							
	Frentes potenciales	4							

$$I = \frac{\sum K_i \cdot V_i}{I_{\max} \cdot \sum n_i} \times 100$$

**VALORACION DE YACIMIENTOS**

AREA SELECCIONADA :  
YACIMIENTO :

**FICHA Nº 20**

CALIDAD DE LA ROCA :  
USO PREFERENTE :

PROPIEDAD	PARAMETROS	Ki	Vi	INDICE 3er ORDEN	Ki	INDICE 2o ORDEN	Ki	INDICE 1er ORDEN	OBSERVACIONES						
DETERIORO ACTUAL	Microfract. transgranular	2		$I_{DA} =$	2	ALTERABILIDAD $I_{AL} =$	2	CALIDAD DE LA ROCA $I_{CR} =$							
	Microfract. intragranular	1													
	Min. alt. sup. y retrodiagénesis	3													
DETERIORO POTENCIAL	Tamaño de grano	4		$I_{DP} =$	3				ALTERABILIDAD $I_{AL} =$	2	CALIDAD DE LA ROCA $I_{CR} =$				
	Borde de grano	1													
	Heterogeneidad textural	5													
	Recristalización	3													
	Zonación plagioclasas	6													
	Estructura Fpto. K.	2													
	Microfract. transgranular	9													
	Microfract. intragranular	8													
	Min. alt. sup. y retrodiagénesis	10													
	Composición mineralógica	7													
METEORIZACION POTENCIAL	% Na	115 / 0.35		$I_{MP} =$	1	ALTERABILIDAD $I_{AL} =$	2	CALIDAD DE LA ROCA $I_{CR} =$							
	% Mg	488 / 0.90													
	% K	94 / 0.25													
	% Ca	407 / 0.7													
OXIDACION	Grado de alteración (ensayo de alteración)	1		$I_{OX} =$	4				ALTERABILIDAD $I_{AL} =$	2	CALIDAD DE LA ROCA $I_{CR} =$				
CALIDAD MECANICA	Absorción de agua			$I_{CM} =$								CALIDAD MECANICA $I_{CM} =$	1	CALIDAD DE LA ROCA $I_{CR} =$	
	Peso específico aparente														
	Modulo de heladicidad														
	Coef. resist. compresión														
	Coef. resist. a flexión														
	Coef. resist. desgaste por rozamiento														
	Coef. dilatación lineal térmica														

$$I = \frac{\sum K_i \cdot V_i}{I_{\max} \cdot \sum n_i} \times 100$$

Como se puede observar en estas fichas, se indica el área seleccionada y yacimiento que se investiga, la propiedad que se está valorando, y la clasificación obtenida a partir del valor del índice, el cual quedará comprendido dentro de los siguientes intervalos:

<u>INDICE</u>		<u>CLASIFICACION</u>
0-20	=	Muy buena
20-40	=	Buena
40-60	=	Aceptable
60-80	=	Malá
80-100	=	Muy mala

Un tratamiento especial ha recibido toda la información extraída de los ensayos mecánicos debido a:

- La gran importancia que tienen para la definición de la calidad de la roca.
- Que dichos ensayos dan valores absolutos claramente definidos.

La valoración de la calidad mecánica de la roca se representa dentro de la ficha nº 15, en la que se incluye para cada parámetro mecánico, un coeficiente de importancia ( $K_i$ ) según la posible utilización de la roca en la construcción (revestimientos exteriores e interiores, pavimentos exteriores e interiores, sillares y columnas exteriores e interiores). Los coeficientes ( $K_i$ ) se han dado, a cada uno de los pavimentos, teniendo en cuenta la importancia relativa que tiene cada propiedad mecánica de la roca, según el destino de la misma, en base a las normas de la construcción, que se pueden consultar en los anexos de este tomo.

El valor obtenido en cada ensayo (absorción, peso específico...) ha sido transformado a una escala de 0-9 (mejor-peor), tal como se ha hecho en las demás propiedades.

Esta transformación se hizo considerando el valor mínimo aceptable (dado en las normas de construcción como el punto medio de la escala de 0-9. El índice de la calidad mecánica se calculó aplicando la fórmula ya utilizada para las demás propiedades

$$(I_{CM} = \frac{\sum K_i \cdot V_i}{V_{max} \cdot \sum n_i} \times 100 )$$

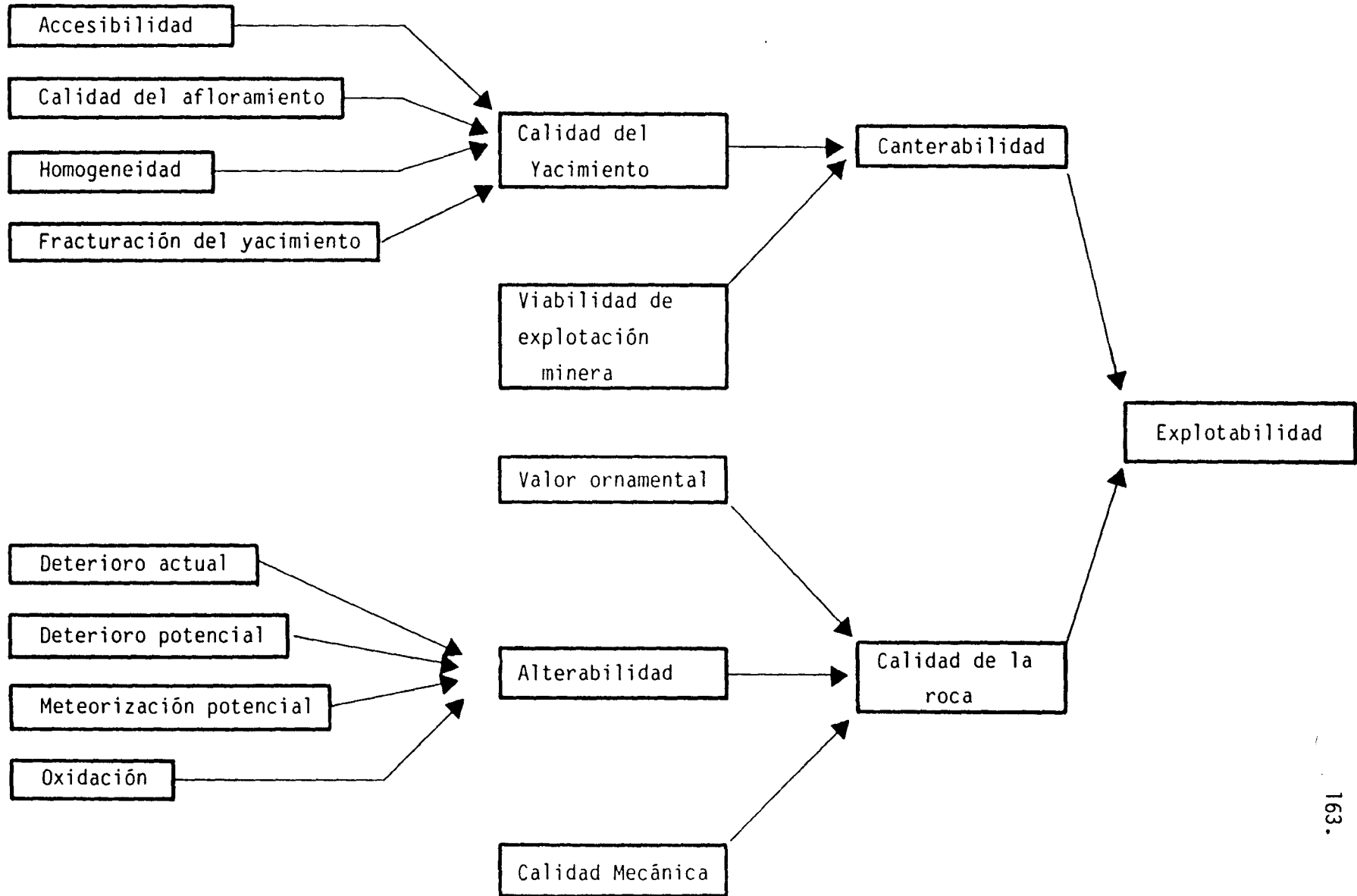
Así mismo, en la memoria de trabajo se incluyen una fichas con una representación gráfica de las desviaciones de los parámetros mecánicos respecto a los valores mínimos aceptables definidos en la norma (fichas nº 16 y 17).

Los resultados obtenidos de todos estos cálculos referentes a la valoración de las distintas propiedades se sintetiza en 3 fichas resumen.

- Ficha de canterabilidad (ficha nº 19)
- Ficha de calidad mecánica (ficha nº 15)
- Ficha de calidad de la roca (ficha nº 20)

Toda esta valoración tiene como objetivo hallar lo que denominamos "índice de explotabilidad". A continuación exponemos un esquema-síntesis del estudio de detalle de las áreas seleccionadas. Cuadro nº 7.

Esquema síntesis del estudio de detalle de las áreas seleccionada



CUADRO n° 7

#### 4.6. SUPUESTO PRACTICO PARA LA CONFECCION DE UNA FICHA

Supongamos el área seleccionada nº 259-A "ROSAS" dentro de la cual se encuentra el yacimiento 259-4 "El Molino" y analizamos el índice que define la calidad del afloramiento (ver ficha nº 5).

Este índice viene en función de 3 parámetros a los que se asigna la siguiente valoración:

- Alteración con  $V_i = 7$
- Recubrimiento con  $V_i = 6$
- Morfología con  $V_i = 8$

Al parámetro alteración se le asigna un  $V_i = 7$  debido a que la roca está bastante meteorizada, en la que parte es ya lehm (parte superior) y además es una meteorización penetrativa.

Al parámetro recubrimiento se le asigna un  $V_i = 8$  porque se trata de pequeños bolos bastante dispersos.

Además de estos valores existen unos coeficientes  $K_i$ , que afectan a estos parámetros y que indican la importancia relativa que tienen los mismos a la hora de definir la "calidad del afloramiento".

Con todos estos valores estamos en condiciones de abordar la ecuación matemática que nos cuantificará la calidad del yacimiento, para ello se procede del siguiente modo:

$$V = \frac{\sum K_i \cdot V_i}{V_{\text{máx.}} \cdot \sum n_i} \times 100$$

donde:  $V$  = Valor del índice  
 $K_i$  = Coef. de corrección  
 $V_i$  = Valor del parámetro  
 $V_{\text{máx.}}$  = Cte =  $\frac{9 \times \sum K_i}{\sum n_i}$  (9=valor máx. que puede tener un parámetro)

$n_i$  = nº de parámetros

Sustituyendo valores:

$$V = \frac{21 + 12 + 8}{9 \times \frac{5}{3} \times 3} \times 100 = \frac{41}{54} \times 100 = \underline{75'92} \text{ Valor que queda}$$

Comprendido en el intervalo de 60-80 y que corresponde a una calidad de afloramiento "Mala".

A continuación se expone la ficha donde queda reflejada esta valoración.





#### 4.7. NORMATIVA

Imprime y edita: Instituto Español de Normalización (IRANOR) — Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid — Teléfono 410 49 61 — Reproducción prohibida

<p><b>NORMA ESPAÑOLA</b></p>	<p><b>Granitos ornamentales</b> CARACTERISTICAS GENERALES</p>	<p><b>UNE</b> <b>22-170-85</b></p>
<p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION</b></p> <p>Esta norma tiene por objeto definir los granitos ornamentales como producto acabado de la explotación minera (bloques), así como las características que deben reunir y los procedimientos de ensayo para medirlas.</p> <p><b>2 DEFINICIONES</b></p> <p><b>2.1 Granito ornamental</b></p> <p>Se entiende por granito ornamental, el conjunto de rocas ígneas compuestas por diversos minerales que se explotan generalmente en forma de bloques de naturaleza coherente y se utilizan en la construcción para decoración, es decir aprovechan sus cualidades estéticas, una vez elaboradas, con procedimientos tales como aserrado, pulido, labrado, tallado, esculpido ... etc.</p> <p><b>2.2 Bloque</b></p> <p>Masa de granito ornamental de forma paralelepípedica rectangular extraída de una explotación minera.</p> <p><b>3 DENOMINACION</b></p> <p>A todo granito ornamental se le aplicará una denominación que incluirá tres partes por este orden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Color</li> <li>— Nombre genérico</li> <li>— Tamaño de grano</li> </ul> <p><i>Color:</i> Al granito ornamental se le asignará un color según la denominación común después de observar una muestra del material pulido.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en páginas 2 a 4</i></p>		
<p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR — Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid</p>		

*Nombre genérico:* Para cada granito se adoptará un nombre de identificación que podrá estar formado por una palabra simple o compuesta o por un conjunto de dos palabras.

*Tamaño de grano:* En cada bloque se definirá el tamaño de grano del granito según la propuesta de norma UNE 22-171.

Ejemplo de granito ornamental: Gris perla-medio-p.

## 4 BLOQUES

### 4.1 Dimensiones

Se definirá el bloque mediante tres dimensiones, por este orden:

Largo, alto y ancho

Las dimensiones brutas de los bloques sufren una detracción de 5 cm en cada una de ellas, para valorar su volumen corrigiendo las irregularidades de los posibles nudos.

Dimensión neta = dimensión bruta - 5 cm.

Las dimensiones se darán en centímetros y según se especifica en la figura 1.

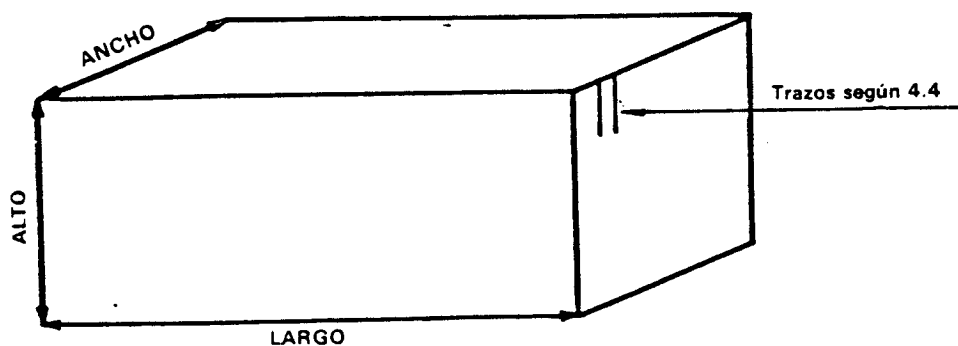


Fig. 1

### 4.2 Forma

La forma del bloque será paralelepédica rectangular con sus aristas rectas.

El error máximo de escuadrado en cada arista será el indicado en la figura 2.

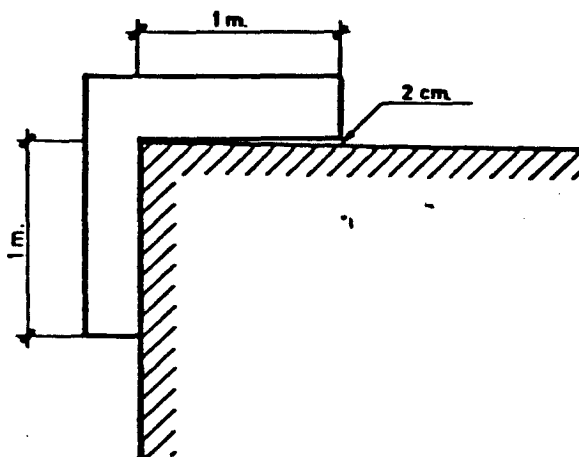


Fig. 2

#### 4.3 Aspecto exterior

Todos los bloques de granito deberán carecer de defectos en sus seis caras y no presentar características que influyan negativamente en la posibilidad de servicio o durabilidad.

Los bloques no presentarán ninguna de las anomalías siguientes:

- Zona o partes de la piedra alteradas o descompuestas o con cambios notables de tonalidad.
- Gabarros o composiciones distintas de la roca cuya extensión sea superior a 5 cm, incluidas las vetas naturales. Las inferiores a 5 cm no podrán ser superiores a una por cara.
- Partículas ferrosas, arcillas, sulfuros, que en su composición puedan originar manchas en el granito, una vez elaborado o colocado.
- Grietas, taladros, perforaciones o fisuras producidas por cualquier motivo.

#### 4.4 Marcas para aserrado

Se señalará el sentido en el que se debe realizar el aserrado mediante dos trazos paralelos entre sí y a las dos aristas respectivas con una longitud de 30 cm y una separación de 5 cm.

#### 4.5 Características físicas

Los granitos ornamentales se someterán al ensayo de las siguientes características físicas:

- Absorción y Peso específico aparente. (UNE 22-172).
- Resistencia al desgaste por rozamiento. (UNE 22-173).
- Resistencia a las heladas (UNE 22-174).
- Resistencia a la compresión (UNE 22-175).
- Resistencia a la flexión (UNE 22-176).
- Módulo elástico (UNE 22-177).
- Microdureza Knoop (UNE 22-178).
- Resistencia al choque (UNE 22-179).

#### 5 MUESTREO

Para la realización de los ensayos se tomarán 4 bloques cúbicos de 30 cm de arista del frente de explotación del que se han obtenido los bloques de la partida objeto de comercialización.

Los bloques se seleccionarán de forma que están promediados y repartidos regularmente en el frente de explotación y además se señalará en cada uno de ellos el sentido de aserrado.

#### 6 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 22-071 — *Granitos ornamentales. Tamaño de grano.*

Imprime y edita: Instituto Español de Normalización (IRANOR) - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid - Teléfono 410 49 61 - Reproducción prohibida

<p><b>NORMA ESPAÑOLA</b></p>	<p><b>Granitos ornamentales</b>  TAMAÑO DE GRANO</p>	<p><b>UNE</b>  <b>22-171-85</b></p>
<p><b>1 OBJETO</b></p> <p>Esta norma describe un sistema de clasificación de los granitos ornamentales atendiendo al tamaño de grano.</p> <p><b>2 CONDICIONES GENERALES</b></p> <p>El ensayo específico en la presente norma se considera como ensayo individual. Salvo especificación en contra el ensayo se realizará sobre muestras promediales en la explotación.</p> <p><b>3 METODOLOGIA</b></p> <p><b>3.1 Toma de muestras</b></p> <p>Se utilizarán las 4 muestras cúbicas de 30 cm. de arista obtenidas de acuerdo con el capítulo 5. Muestreo (Norma UNE 22-170).</p> <p><b>3.2 Instrumental</b></p> <p>Se utilizará para la realización del presente ensayo una plantilla definida por un círculo de 1 cm<sup>2</sup> de área.</p> <p><b>3.3 Procedimiento de ensayo</b></p> <p>Se contabilizarán los granos o fracciones de granos existentes en la superficie definida por la plantilla.</p> <p>Se tomará una medida por cada 0,1 m<sup>2</sup> de superficie, distanciadas regularmente.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en página 2</i></p>		
<p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid</p>		

### 3.4 Expresión de los resultados

Se promediarán los resultados de las medidas efectuadas, clasificándose los granitos, en cuanto al tamaño de grano, de acuerdo con los siguientes intervalos:

<i>Grueso</i>	:	$\leq 5$ granos
<i>Medio</i>	:	6 a 20 granos
<i>Fino</i>	:	$\geq 21$ granos
<i>Muy fino</i>	:	Nº se pueden contabilizar los granos.

Se existe heterogeneidad en el tamaño de los granos (textura porfiroide) se añadirá la letra — p —.

## 4 NORMAS PARA CONSULTAR

UNE 22-170 — *Granitos ornamentales. Características generales.*

NORMA ESPAÑOLA	<b>Granitos ornamentales</b> ABSORCION Y PESO ESPECIFICO APARENTE	<b>UNE</b> <b>22-172-85</b>
<p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION</b></p> <p>Esta norma tiene por objeto establecer un método de ensayo para determinar la absorción y el peso específico aparente en los granitos ornamentales definidos en la norma UNE 22-170.</p> <p><b>2 DEFINICION</b></p> <p>Se denomina coeficiente de absorción de agua el tanto por ciento en peso de agua absorbida en el ensayo descrito a continuación, expresado en relación al peso de probeta en seco.</p> <p><b>3 APARATOS EMPLEADOS</b></p> <p>Para la ejecución de este ensayo son necesarios los siguientes aparatos:</p> <p><b>3.1 Una balanza de precisión</b> con una sensibilidad de 0,01 g.</p> <p><b>3.2 Una estufa de desecación</b></p> <p><b>3.3 Una balanza hidrostática</b></p> <p><b>4 TOMA DE MUESTRAS</b></p> <p>El ensayo se efectuará sobre un mínimo de tres probetas cúbicas de 7 cm de arista. Las superficies de las caras deberán ser acabadas con abrasivo de carborundum cuyos granos estén comprendidos entre un tamiz 0,32 (UNE 7-050) y otro tamiz 0,63 (UNE 7-050).</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en páginas 2 a 3</i></p>		
<p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid</p>		

UNE 22-172-85

Ornamentation granites. Absorption and apparent specific gravity.  
Granitos ornamentales. Absorption et masse volumique apparente.



## 5 METODO DE ENSAYO

### 5.1 Absorción

Antes del ensayo las probetas serán desecadas a la temperatura de 110 °C, hasta peso constante (diferencia entre dos pesadas consecutivas no difiere en más del 0,2 %). Después del secado se determina el Peso en seco (Gs).

Seguidamente se sumergen las probetas completamente en agua filtrada en laboratorio, a una t de de 20 ± 5 °C, durante 48 horas. Transcurrido este tiempo se extraen del recipiente de agua, se secan con un paño húmedo y se mantienen protegidas hasta pesarlas nuevamente a peso constante, siendo la última pesada el Peso en húmedo (Gh).

La cantidad de agua absorbida es la diferencia entre sus pesos Gh y Gs.

### 5.2 Peso específico aparente

Se utilizarán las mismas muestras que en el ensayo de absorción y una balanza hidrostática.

Se sumerjen las muestras en agua filtrada en laboratorio a una t de 20 ± 5 °C, inmediatamente después que el ensayo de absorción ha finalizado, obteniéndose el peso de la muestra sumergida en agua (Ga).

## 6 OBTENCION DE LOS RESULTADOS

### 6.1 Absorción

El cálculo del coeficiente de absorción de agua se hace según la fórmula siguiente:

Ca es el coeficiente de absorción de agua =  $\frac{Gh - Gs}{Gs} \times 100$

Gh es el peso de la probeta después de la inmersión.

Gs es el peso en seco.

Se tomará como resultado definitivo la media aritmética de los resultados de las tres probetas.

### 6.2 Peso específico aparente

El peso específico aparente se obtiene aplicando la fórmula siguiente:

Pe es el peso específico aparente  $\frac{Gs}{Gh - Ga}$

Gs es el peso en seco

Gh es el peso de la probeta después de la inmersión

Ga es el peso de la probeta sumergida en agua.

Se tomará como resultado definitivo la media aritmética de los resultados de las tres probetas.

## 7 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 7-008 — *Determinación del coeficiente de absorción de agua en baldosas y baldosines de cemento.*

UNE 7-050 – *Cedazos y tamices de ensayos.*

UNE 7-067 – *Determinación del peso específico de los materiales pétreos.*

UNE 22-170 – *Granitos ornamentales. Características generales.*

NORMA ESPAÑOLA	<b>Granitos ornamentales</b> RESISTENCIA AL DESGASTE POR ROZAMIENTO	<b>UNE</b> <b>22-173-85</b>
<p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION</b></p> <p>Esta norma tiene por objeto fijar un método de ensayo de resistencia al desgaste por rozamiento.</p> <p>Este ensayo se aplicará a todos los granitos ornamentales (UNE 22-180).</p> <p><b>2 DEFINICION</b></p> <p>Se denomina resistencia al desgaste por rozamiento la que opone la superficie del material cuando es sometida al ensayo, descrito a continuación, que mide el desgaste lineal producido sobre tres caras de dos probetas.</p> <p><b>3 APARATOS EMPLEADOS</b></p> <p>Para la ejecución del ensayo descrito en esta norma, serán necesarios los apartados siguientes:</p> <p><b>3.1 Máquina de tipo especial, apta para este ensayo y que reunirá las características siguientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Dispondrá de una pista de rozamiento de radio mínimo interior de 25 cm y de radio mínimo exterior de 40 cm capaz de girar a una velocidad mínima relativa de 1 m/s, referido al centro de la probeta.</li> <li>b) Constará de dos portaprobetas, solidarios a sendos ejes deslizantes y diametralmente opuestos sobre el bastidor, que estarán centrados sobre la circunferencia media de la pista de rozamiento.</li> <li>c) Poseerá un dispositivo mediante el cual se pueda comprimir la probeta entre los platos con una presión de 0,0588 MPa.</li> <li>d) Tendrá otros dispositivos que permitan verter abrasivo y agua en las superficies de rozamiento.</li> </ul> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en páginas 2 a 3</i></p>		
<p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid</p>		

UNE 22-173-85

Ornamentation granites. Resistance to wear by friction.  
Granites ornamentales. Usure par abrasion.

e) Dispondrá así mismo de un contador de vueltas.

### 3.2 Balanza hidrostática

3.3 Balanza de precisión con una sensibilidad de 0,01 g.

3.4 Calibre que aprecie 0,1 mm.

## 4 TOMA DE MUESTRAS

El ensayo se efectuará sobre un mínimo de dos probetas cúbicas de 7 cm de arista, con una tolerancia del  $\pm 5\%$ .

## 5 METODO DE TRABAJO

En cada probeta se determinará el volumen inicial por el método de la balanza hidrostática (UNE 22-182).

Posteriormente se determina la superficie a desgastar midiendo con un calibre las dos dimensiones de la cara, de forma que cada dimensión viene dada por la media de los valores en los extremos y en el centro de las aristas de la cara.

Seguidamente se colocan las probetas en los portas y se cargan a razón de 0,0588 MPa respecto a la superficie de la cara a desgastar.

Finalmente se pone la máquina en marcha y se va vertiendo, de manera uniforme, el abrasivo (carborundum cuyos granos estén comprendidos entre un tamiz 0,33 UNE 7-050 y otro tamiz 0,63 UNE 7-050), en una cantidad de 1 g/cm<sup>2</sup> de la superficie de la mayor cara de las sometidas al desgaste, así como 12 gotas de agua por minuto. Se someten las probetas a un recorrido de 1 000 m, sacándolas posteriormente de la máquina y limpiándolas cuidadosamente.

## 6 CALCULO Y EXPRESION DE LOS RESULTADOS

$D = \frac{V_i - V_f}{A}$  es el desgaste lineal (mm).

$V_i$  es el volumen inicial (mm<sup>3</sup>).

$V_f$  es el volumen final (mm<sup>3</sup>).

$A$  es la superficie de las caras de las probetas en contacto (mm<sup>2</sup>).

Se tomará como resultado definitivo la media aritmética de los desgastes lineales de cada una de las dos probetas con un error inferior a 0,1 mm.

## 7 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 7-015 – *Desgaste por rozamiento en baldosas y baldosines de cemento.*

UNE 7-050 – *Cedazos y tamices de ensayos.*

UNE 7-069 – *Desgaste por rozamiento en adoquines de piedra.*

UNE 22-170 – *Granitos ornamentales. Características generales.*

UNE 22-172 – *Granitos ornamentales. Absorción y peso específico aparente.*

<b>NORMA ESPAÑOLA</b>	<b>Granitos ornamentales</b>  RESISTENCIA A LAS HELADAS	<b>UNE</b>  <b>22-174-85</b>
<p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION</b></p> <p>Esta norma tiene por objeto fijar un ensayo para determinar la resistencia a las heladas de los granitos ornamentales.</p> <p>Este ensayo se aplicará a todos los granitos ornamentales (UNE 22-170).</p> <p><b>2 DEFINICION</b></p> <p>La resistencia a las heladas pone de manifiesto la posibilidad de fracturación por la acción de las heladas. Se define por la pérdida de peso, expresada en tanto por ciento del peso inicial, determinada en el ensayo que se describe a continuación, después de haber sometido las probetas a 25 ciclos de heladas y deshielos.</p> <p><b>3 APARATOS EMPLEADOS</b></p> <p>Para la ejecución de este ensayo serán necesarios los siguientes aparatos:</p> <p><b>3.1 Una cámara frigorífica</b> capaz de alcanzar una temperatura de <math>-15\text{ }^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p><b>3.2 Una balanza de precisión</b> con una sensibilidad de 0,01 g.</p> <p><b>3.3 Una estufa de desecación.</b></p> <p><b>3.4 Un tanque de deshielo</b> de las medidas necesarias para permitir la inmersión completa de las probetas en sus bandejas.</p> <p><b>3.5 Bandejas y recipientes adecuados</b></p> <p><b>4 TOMA DE MUESTRAS</b></p> <p>El ensayo se efectuará sobre un mínimo de tres probetas cúbicas de 7 cm de arista. Las superficies de las caras deberán ser acabadas con carborundum cuyos granos estén comprendidos entre un tamiz 0,32 (UNE 7-050) y otro tamiz 0,63 (UNE 7-050).</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en página 2</i></p>		
<p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR - Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid</p>		

## 5 METODO DE ENSAYO

Se desecan las probetas, hasta peso constante, en una estufa a la temperatura de 110 °C. Se considera peso constante cuando la diferencia entre dos pesadas consecutivas no difiera en más del 0,2%.

A continuación las probetas se sumergen totalmente en el agua del tanque de deshielo durante 48 h, utilizando unos recipientes adecuados.

Posteriormente se someten las probetas a 25 ciclos de hielo y deshielo, de modo que cada ciclo comprenda una permanencia de 20 h a temperatura de -15 °C y 4 h en agua a temperatura de 15 a 20 °C. Finalizado el último ciclo se desecan las probetas, hasta peso constante, determinándose el peso seco final.

En el caso de que la muestra se haya disgregado en varios trozos se considerará como peso final el de mayor peso. Si la muestra se desmenuza totalmente, se considera que el peso final es cero.

## 6 OBTENCION DE LOS RESULTADOS

Los resultados se obtendrán de la forma siguiente:

H es el índice o módulo de resistencia a las heladas 
$$= \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100$$

$G_1$  es el peso inicial de la probeta seca.

$G_2$  es el peso final de la probeta después de 25 ciclos de heladas y deshielo.

Se tomará como resultado del ensayo la media aritmética de los resultados obtenidos en las tres muestras.

Se expresarán también las alteraciones superficiales así como la fracturación o destrucción de las probetas, si las hubiera.

## 7 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 22-170 — *Granitos ornamentales. Características generales.*

UNE 7-062 — *Resistencia a la intemperie de ladrillos de arcilla cocida.*

UNE 7-070 — *Heladicidad en adoquines de piedra.*

UNE 7-050 — *Cedazos y tamices de ensayo.*

<p>NORMA ESPAÑOLA</p>	<p><b>Granitos ornamentales</b> RESISTENCIA A LA COMPRESION</p>	<p><b>UNE</b> <b>22-175-85</b></p>
<p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION</b></p> <p>Esta norma tiene por objeto fijar un método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de los granitos ornamentales.</p> <p>Este ensayo se aplicará a todos los granitos ornamentales (UNE 22-170).</p> <p><b>2 DEFINICION</b></p> <p>Se denomina resistencia a la compresión a la carga máxima por unidad de superficie que es capaz de soportar una probeta hasta que se produzca la rotura, determinada en el ensayo descrito a continuación.</p> <p><b>3 APARATOS EMPLEADOS</b></p> <p><b>3.1 Una máquina prensa</b> apta para este ensayo, provista de una rótula de segmento y calibrado de acuerdo con la norma UNE 7-281.</p> <p><b>3.2 Un calibre que aprecie 0,1 mm.</b></p> <p><b>4 TOMA DE MUESTRAS</b></p> <p>El ensayo se efectuará sobre un mínimo de seis probetas de forma cúbica o cilíndrica cuya dimensión lateral (distancia entre dos caras opuestas) sea de 7 cm y la relación de la altura de la probeta a su diámetro o longitud de una cara no debe ser inferior a 1 : 1. En cada una de las probetas se marcará la dirección de aserrado mediante dos trazos distanciados 1 cm. En tres de las seis probetas se efectuarán los esfuerzos paralelos y en las otras tres, perpendiculares a la dirección de aserrado.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en página 2</i></p>		
<p style="text-align: center;">Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR — Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid</p>		

UNE 22-175-85

Ornamentation granites. Compression resistance.  
Granitos ornamentales. Compression.



## 5 METODO DE ENSAYO

Las probetas se sumergen en agua destilada o filtrada a la temperatura de  $20 \pm 5$  °C durante un mínimo de 48 horas.

Posteriormente se someten a cargas crecientes y centradas en las superficies de aplicación hasta que rompan, procediendo a hacer la lectura de la carga en el momento de rotura. La velocidad de carga será de 0,49 a 0,98 MPa/s.

## 6 OBTENCION DE LOS RESULTADOS

La resistencia a la compresión se obtendrá aplicando la fórmula siguiente:

Esfuerzo de compresión:

$$T = \frac{G}{A} \text{ N/cm}^2 = \frac{1}{100} \frac{G}{A} \text{ (MPa)}$$

G es la carga máxima que admite la probeta, expresada en Newtons.

A es el promedio de las áreas de las bases superiores e inferiores en  $\text{cm}^2$ .

Se debe especificar en cada caso, una vez promediados los resultados de las tres probetas si la Resistencia a la compresión es perpendicular o paralela a la dirección de aserrado.

## 7 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 7-059 — *Resistencia a la compresión de ladrillos de arcilla cocida.*

UNE 7-068 — *Ensayo de compresión de adoquines de piedra.*

UNE 7-281 — *Verificación de la escala de cargas de las máquinas de ensayos de tracción.*

UNE 22-170 — *Granitos ornamentales. Características generales.*

NORMA ESPAÑOLA	<b>Granitos ornamentales</b> RESISTENCIA A LA FLEXION	<b>UNE</b> <b>22-176-85</b>
<p><b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION</b></p> <p>Esta norma tiene por objeto fijar un método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión de los granitos ornamentales.</p> <p>Este ensayo se aplicará a todos los granitos ornamentales. (UNE 22-170).</p> <p><b>2 DEFINICION</b></p> <p>Se denomina resistencia a la flexión al módulo de rotura determinado en el ensayo descrito a continuación.</p> <p><b>3 APARATOS EMPLEADOS</b></p> <p><b>3.1 Una máquina apta para ensayos de flexión</b></p> <p><b>3.2 Un calibre que aprecie 0,1 mm</b></p> <p><b>4 TOMA DE MUESTRAS</b></p> <p>El ensayo se efectuará sobre un mínimo de seis probetas-prismas de base cuadrada de 90 x 30 x 30 mm talladas a partir de los testigos de sondeos.</p> <p>En el caso de que se obtengan en la explotación minera se utilizará un mínimo de seis probetas de dimensiones 300 x 25 x 40 mm.</p> <p>En cada una de las probetas se marcará de forma indeleble la dirección de aserrado mediante dos trazos distanciados 1 cm. En tres de las seis probetas se efectuarán los esfuerzos paralelos y en las otras tres, perpendiculares a la dirección de aserrado.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en páginas 2 a 3</i></p>		
	Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR — Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid	

UNE 22-176-85

Ornamentation granites. Flexion resistance.  
Granitos ornamentales. Flexion.

## 5 METODO DE ENSAYO

Antes del ensayo de las probetas se sumergen en agua filtrada en laboratorio a la temperatura de  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  durante un mínimo de 48 horas.

### 5.1 Probetas obtenidas de testigo de sondeo

Se coloca cada probeta sobre dos apoyos cilíndricos distanciados 8 cm (Fig. 1). Los cilindros de soporte donde se apoyan las probetas pueden ser de tipo oscilante o rígido.

Una vez centrada la probeta, se aplican cargas, a una razón creciente y uniforme de 70 N/s, en el punto medio de separación de los apoyos, hasta que se produzca la rotura.

La carga se transmitirá mediante un cilindro de igual diámetro que los apoyos y de altura superior al ancho de la probeta.

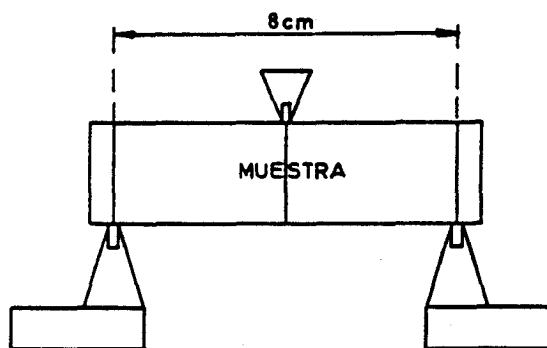


Fig. 1

### 5.2 Probetas obtenidas en la explotación minera.

Se coloca cada probeta según la Fig. 2, ajustando las cuñas de soporte y las cuñas de transmisión de la carga.

Posteriormente se aplican cargas crecientes y uniformes a razón de 10 N/s, a través de dos puntos, situados a una distancia de  $L/4$  mm de las cuñas de soporte, hasta que se produzca la rotura. La distancia entre apoyos o longitud del vano es de  $L = 200$  mm.

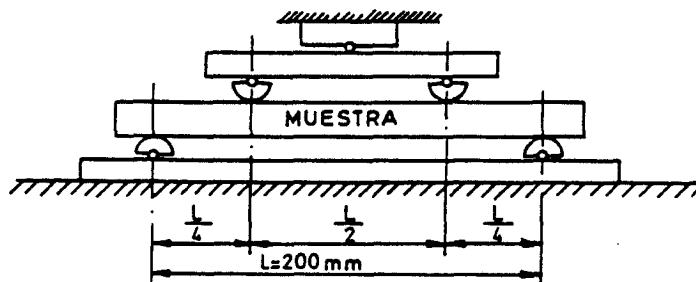


Fig. 2

## 6 OBTENCION/EXPRESION DE LOS RESULTADOS

La resistencia a la flexión se obtendrá aplicando las fórmulas siguientes:

### a) Probetas obtenidas de testigo de sondeo

$$R = \frac{3 W L}{2 b h^2} \text{ N/cm}^2 = 1/100 \cdot 3 W L / 2 b h^2 \text{ (MPa) (Módulo de rotura).} \quad (1)$$

### b) Probetas obtenidas en explotación minera

$$R = \frac{3 W L}{4 b h^2} \text{ N/cm}^2 = 1/100 \cdot 3 W L / 4 b h^2 \text{ (MPa) (Módulo de rotura).} \quad (2)$$

El significado de los términos expresados en las fórmulas (1) y (2) es el siguiente:

W es la carga de rotura en Newtons

L es la distancia entre apoyos en centímetros

b es la anchura de la cara sometida al esfuerzo en centímetros

h es la altura de la probeta en centímetros

Se debe especificar en cada caso, una vez promediados los resultados de las tres probetas, si la resistencia a la flexión es perpendicular o paralela a la dirección de aserrado.

## 7 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 7-034 – *Resistencia a la flexión de los baldosines y baldosas de cemento.*

UNE 22-170 – *Granitos ornamentales. Características generales.*

NORMA ESPAÑOLA	<b>Granitos ornamentales</b> MODULO ELASTICO	<b>UNE</b> <b>22-177-85</b>
<p><b>1 OBJETO</b></p> <p>Esta norma tiene por objeto determinar el módulo elástico de los granitos ornamentales (UNE 22-170).</p> <p><b>2 DEFINICION</b></p> <p>Se define como módulo elástico la relación entre la carga (tensión) y la deformación unitaria dentro del periodo elástico.</p> <p><b>3 APARATOS EMPLEADOS</b></p> <p><b>3.1 Máquina apta para ensayos de compresión</b> y provista de un extensómetro capaz de medir deformaciones verticales del punto medio de la probeta con una precisión mayor de 0,01 mm.</p> <p><b>3.2 Un calibre que aprecie 0,1 mm</b></p> <p><b>4 TOMA DE MUESTRAS</b></p> <p>El ensayo se efectuará sobre un mínimo de 4 probetas cilíndricas con una relación de altura: diámetro de la base de 2 a 2,5: 1. En cada una de las probetas se marcará la dirección de aserrado mediante dos trazados distanciados 1 cm. El ensayo se efectuará ejerciendo los esfuerzos paralela y perpendicularmente a la dirección de aserrado.</p> <p><b>5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO</b></p> <p>Se sitúan las probetas en el dispositivo de ensayo de resistencia a la compresión y se aplican las cargas mediante el soporte central a razón de 0,49 a 0,98 MPa/s, de manera continua, y sin choques ni brusquedades, hasta la rotura de la probeta. Se miden las cargas correspondientes a las deformaciones verticales de 0,1 mm, 0,5 mm, 1 mm, 1,5 mm y así sucesivamente.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en página 2</i></p>		
<p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR — Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid</p>		

UNE 22-177-85

Ornamentation granites. Modules of elasticity.  
Granitos ornamentales. Module d'élasticité.

## 6 OBTENCION Y PRECISION DE LOS RESULTADOS

Para la obtención del módulo elástico, se representarán en un sistema de coordenadas rectangulares los valores de las cargas (ordenadas) y sus correspondientes deformaciones (abcisas), obteniéndose una nube de puntos a la que se ajusta una curva.

El módulo elástico expresado en mega-pascales (MPa) se obtiene mediante el cálculo de la pendiente de la curva, dentro del periodo elástico.

$$\dot{E} = \text{tag } A = \frac{\sigma}{e} \text{ (MPa)}$$

$\sigma$  es la carga unitaria, en MPa

$e$  son las deformaciones unitarias

Se debe especificar en cada caso, una vez promediados los resultados de las 2 muestras, si el módulo elástico es perpendicular y/o paralelo a la dirección de aserrado.

## 7 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 22-170 – *Granitos ornamentales. Características generales.*

UNE 22-175 – *Granitos ornamentales. Resistencia a la compresión.*

Imprime y edita: Instituto Español de Normalización (IRANOR) - Fernández de la Hoz, 52 - Madrid (10) - Teléfono 410 49 61 - Reproducción prohibida

<p><b>NORMA ESPAÑOLA</b></p>	<p><b>Granitos ornamentales</b>  MICRODUREZA KNOOP</p>	<p><b>UNE</b>  <b>22-178-85</b></p>
----------------------------------	--	---

**1 OBJETO**

Esta norma tiene por objeto determinar la microdureza Knoop de los granitos ornamentales (UNE 22-170).

**2 DEFINICION**

La microdureza Knoop se determina mediante el ensayo descrito a continuación, utilizando un penetrador de diamante que incide en varios puntos de la muestra y estableciendo la relación existente entre la carga que actúa sobre el penetrador y la huella obtenida.

**3 APARATOS EMPLEADOS**

**3.1** Un microdurómetro constituido por una mesa portamuestras, un penetrador intercambiable compuesto de un mecanismo para la aplicación gradual de la carga y un microscopio con micrómetro para la medida de la huella.

**3.2** Un penetrador de diamante KNOOP que produce huellas rómbicas alargadas (figura 1).

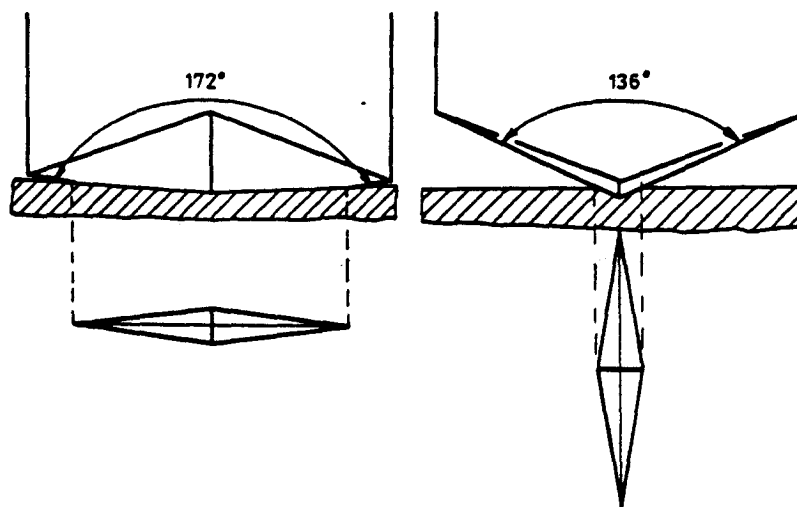


Fig. 1

*Continúa en página 2*

	<p>Las obsevaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR - Fernández de la Hoz, 52 - Madrid (10)</p>	
--	---	--

#### 4 TOMA DE MUESTRAS

El ensayo se efectuará sobre un mínimo de 4 muestras de 12 x 5 x 1 cm.

#### 5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Se pule una de las caras de cada muestra, debastando con abrasivos de carborundum y con alúmina, y se monta sobre el portamuestras del microscopio, mediante cera de modelar.

Mediante una prensa manual se consigue el paralelismo entre la cara que recibirá la huella y el portamuestras.

Seguidamente se fija la probeta sobre el plano del durómetro y se efectúan 20 determinaciones, utilizando una carga de 100 g a lo largo de dos alineaciones, distantes 2 cm y paralelas a la arista mayor de la probeta. Cada una de las determinaciones sobre una misma alineación, estará distanciada 1 cm una de otra.

Se medirá la longitud de la diagonal mayor de cada una de las huellas resultantes.

#### 6 OBTENCION Y PRECISION DE LOS RESULTADOS

La microdureza KNOOP se expresa en mega-pascales, y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$DK = 139.454 \frac{P}{l^2} \text{ (MPa)} \quad (1)$$

P es la Carga del penetrador en gramos

l es la longitud de la diagonal mayor de cada huella, en milímetros.

Para obtener la microdureza Knoop de cada muestra se hallará la media aritmética de las microdurezas, obtenidas aplicando la fórmula (1), de las 20 determinaciones efectuadas.

Se tomará como resultado del ensayo la media aritmética de las microdurezas Knoop del conjunto de 4 muestras.

#### 7 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 22-170 — *Granitos ornamentales. Características generales.*



<b>NORMA ESPAÑOLA</b>	<b>Granitos ornamentales</b> RESISTENCIA AL CHOQUE	<b>UNE</b> <b>22-179-85</b>
<p><b>1 OBJETO</b></p> <p>Esta norma tiene por objeto determinar la resistencia al choque de los granitos ornamentales (UNE 22-170).</p> <p><b>2 DEFINICION</b></p> <p>La resistencia al choque se determina mediante el ensayo descrito a continuación, sometiendo las muestras al efecto de la caída vertical de una masa esférica de un peso determinado a distintas alturas.</p> <p><b>3 APARATOS EMPLEADOS</b></p> <p><b>3.1 Dispositivo apto para ensayos de choque</b> constituido por los dos elementos siguientes:</p> <p>a) Elemento de guiado de la masa que va a efectuar el impacto y de control de las alturas desde las que se deja caer.</p> <p>b) Lecho de arena de 10 cm de espesor colocado en una caja de madera cuadrada cuyo perímetro interno debe estar distante un mínimo de 10 cm de la muestra.</p> <p><b>3.2 Dos esferas de acero</b> de 1 000 y 250 g respectivamente.</p> <p><b>4 TOMA DE MUESTRAS</b></p> <p>El ensayo se efectuará por duplicado, utilizando muestras comerciales y muestras procedentes del ensayo de microdureza Knoop (UNE 22-178).</p> <p><i>Muestras comerciales</i></p> <p>El ensayo se efectuará sobre un mínimo de 4 placas comerciales de 20 x 20 x 3 cm.</p> <p style="text-align: right;"><i>Continúa en página 2</i></p>		
<p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR — Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid</p>		

### *Muestras de laboratorio*

El ensayo se efectuará sobre un mínimo de 4 muestras procedentes del ensayo de microdurezas Knoop de 12 x 5 x 1 cm.

## **5 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO**

Se colocan cada una de las muestras sobre el lecho de arena de 10 cm de espesor. A continuación se deja caer la esfera de acero de 1 000 g (muestras comerciales) o de 250 g (muestras de laboratorio), en el centro de la muestra, desde una altura inicial de 5 cm. Posteriormente se incrementa gradualmente la altura de caída en 5 cm cada vez, finalizando el ensayo cuando se produce la rotura de la muestra, y en cualquier caso cuando la altura de caída ha alcanzado los 150 cm.

## **6 OBTENCION Y PRECISION DE LOS RESULTADOS**

La resistencia al choque se obtendrá tomando, como resultado de cada ensayo, la altura, en centímetros, en la que se produce la rotura de la muestra. Si ha resistido el ensayo sin romperse se tomará como resultado la altura máxima de caída de 150 cm.

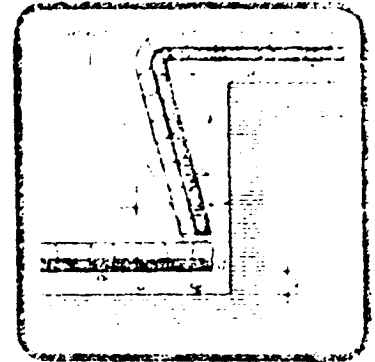
El resultado final será la media aritmética de las resistencias al choque del conjunto de 4 muestras, comerciales y de laboratorio respectivamente.

## **7 NORMAS PARA CONSULTA**

UNE 22-170 — *Granitos ornamentales. Características generales.*

UNE 7-015 — *Resistencia al choque de baldosas y baldosines de cemento.*

# normativa



Las Normas Tecnológicas Españolas fueron promulgadas por Decreto 3565/1972, de 23 de Diciembre.

Su objetivo principal es conseguir una ordenación específica, tanto en el aspecto jurídico como en el tecnológico, tendente a obtener una mayor seguridad y calidad en la edificación. Estas Normas Tecnológicas traducen de modo operativo los conceptos generales contenidos en las Normas básicas de aplicación general cuando éstas existen, desglosando el hecho edificatorio en seis fases o actuaciones distintas, que confluyen complementariamente en la edificación y que pueden realizarse por técnicos diversos.

Estas seis fases son:

- DISEÑO
- CALCULO
- CONSTRUCCION
- CONTROL

— VALORACION

— MANTENIMIENTO

Posteriormente con fecha de 27 de Septiembre de 1974 se promulgó la orden por la que se desarrolla el Decreto anteriormente citado. Esta orden, compuesta de un preámbulo y de 4 artículos, viene a establecer distintas etapas, conforme sugiere la experiencia, con paralela labor de divulgación de mejora de la calidad y seguridad de la edificación.

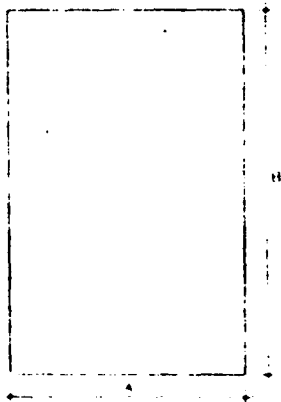
Desde esas fechas han ido apareciendo regularmente las distintas NTE; con la aparición sucesiva de cada Norma, aparece una Orden, con la particularidad de que para cada una de ellas se modifican, lógicamente, las referencias a la Norma de que se trata.

A medida que vayan apareciendo Normas relacionadas con nuestro Sector, las iremos publicando, de igual manera que si se produjeran modificaciones en las mismas.

# SUELOS DE PIEDRA: NORMAS TECNOLOGICAS

## RSP-1 Losa-A.B. Material. Acabado

Pieza de forma cuadrada, rectangular o irregular, con las caras horizontales paralelas al lecho de cantera; la cara superior plana trabajada y la inferior sólo desbastada o en su estado natural como en el caso de la pizarra. Con bordes vivos o biselados.



Planta



Sección  
Losa rectangular

Compuesta por uno de los siguientes materiales:

### 1. Granito.

Su constitución será homogénea, compacta y sin nódulos, no estará meteorizado, ni presentará fisuras, predominará el cuarzo sobre el feldespato y será pobre en mica. La estructura podrá ser de grano fino o grueso. El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate, apomazado, abujardado, granulado o rugoso.

### 2. Cuarzita

Su construcción natural será homogénea, de fractura concoidea y sin fisuras. Su estructura podrá ser granulosa o compacta. El acabado de la superficie vista podrá ser:

pulido mate, apomazado, rugoso o a corte de sierra.

### 3. Pizarra.

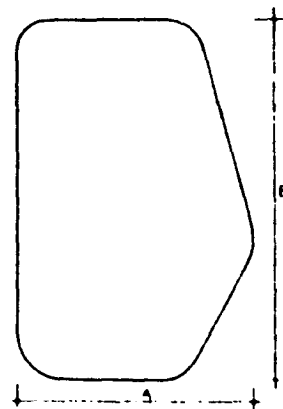
Su constitución natural será homogénea, de grano muy fino y duro, exenta de nódulos o vetas alterables. Su estructura presentará hojas en los planos paralelos al de estratificación. No contendrá sulfuro de hierro.

El acabado de la superficie vista podrá ser: a corte de sierra, apomazado o presentando planos de estratificación.

### 4. Arenisca.

Su constitución natural será homogénea, sin vetas, de fractura y porosidad reducida. Su composición será silícea o ferruginosa, exenta de aglomerantes arcillosos. Su estructura será compacta.

El acabado de la superficie vista será natural de color uniforme, apomazado, abujardado o a corte de sierra.



Planta



Sección  
Losa irregular

Las características mínimas de los materiales serán las siguientes:

Material	Características mínimas						
	Resistencia compresión kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia flexión kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico kg/cm <sup>3</sup>	Dureza Mohs	Absorción % en volumen de agua	Resistencia a las heladas	Resistencia agentes químicos
Granito	1.300	80	2.500	6,5	1,4	Buena	Buena
Cuarcita	1.300	90	2.600	7,0	1,3	Muy buena	Muy buena
Pizarra	800	300	2.500	4,0	1,8	Buena	Buena
Arenisca	250	50	2.400	3,0	4,5	Baja	Baja

Las dimensiones A y B, en cm. podrán ser: 40, 50 y 60 combinables entre sí, y el espesor mínimo E será de 3 cm. para el granito,

cuarcita y pizarra, y de 8 cm. para la arenisca.

Las tolerancias en las dimensiones serán:

Material	Lados A y B	Espesor E	Fuera de Escuadra	Flecha
Granito	± 2	—3	1	B 500
Pizarra y Arenisca				
Cuarcita	± 2	—2	1	B 500

Tolerancias en mm.

## RSP-2 Baldosa-A.B. Material. Acabado

Placa de forma cuadrada o rectangular, con las caras horizontales paralelas al lecho de cantera; la cara superior plana trabajada y la inferior cortada a sierra. Con bordes vivos o biselados.

Compuesta por uno de los siguientes materiales:

### 1. Granito.

Su constitución será homogénea, compacta y sin nódulos, no estará meteorizado, ni presentará fisuras. La estructura podrá ser de grano fino o grueso. Predominará el cuarzo sobre el feldespato y será pobre en mica. El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate o pulido brillante, apomazado, abujardado, a corte de sierra, granulado o rugoso.

### 2. Cuarcita.

Su constitución natural será homogénea, de

fractura concoidea y sin fisuras. Su estructura podrá ser granulosa o compacta.

El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate o pulido brillante, apomazado, rugoso o a corte de sierra.

### 3. Pizarra

Su constitución natural será homogénea, de fractura concoidea y sin fisuras.

### 3. Pizarra

Su constitución natural será homogénea de grano muy fino y duro, exenta de nódulos o vetas alterables. Su estructura presentará hojas en los planos paralelos al de estratificación. No contendrá sulfuro de hierro.

El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido brillante o pulido mate, a corte de sierra, apomazado o presentando planos de estratificación.

### 4. Mármol

Su constitución natural será homogénea de fractura sacaroidea.

No se emplearán explosivos de arranque en su extracción, para evitar grietas o pelos. Su estructura podrá ser compacta, vetada, arborescente o fosilífera, sin coqueras ni grietas de fractura. No contendrá masas terrosas.

El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate o pulido brillante, apomazado, abujardado o a corte de sierra.

### 5. Caliza

Su constitución natural será homogénea, sin

vetas, de fractura y porosidad reducida. Su estructura podrá ser compacta, granulosa y cristalina. No contendrá masas terrosas. El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate o pulido brillante, apomazado, abujardado, desbastado o a corte de sierra.

Las características mínimas de los materiales serán las siguientes:

Material	Características mínimas						
	Resistencia compresión kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia flexión kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico kg/cm <sup>3</sup>	Dureza Mohs	Absorción % en volumen de agua	Resistencia a las heladas	Resistencia agentes químicos
Granito	1.300*	80	2.500	6,5	1,4	Buena	Buena
Cuarcita	1.300	90	2.600	7,0	1,3	Muy buena	Muy buena
Pizarra	800	300	2.500	4,0	1,8	Buena	Buena
Mármol	500*	70	2.500	3,0	1,6	Baja	Ataque ácidos incluso diluidos
Caliza	400*	70	2.000	3,0	2,0	Baja	Ataque ácidos incluso diluidos

\* Para tránsito intenso: 1.000 kg/cm<sup>2</sup>

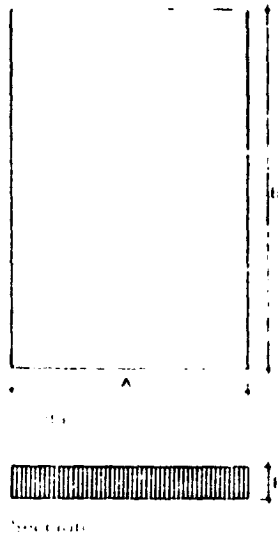
Las dimensiones A y B, en cm. podrán ser: 25, 30 40, 50 y 60 combinables entre sí, y el espesor mínimo E será de 2 cm. cuando el

lado mayor sea menor de 40 cm. y de 3 cm. cuando sea mayor de 40 cm.

Las tolerancias en las dimensiones serán:

Material	Lados A y B	Espesor E	Fuera de Escuadra	Flecha
Granito				
Pizarra				
Mármol y Arenisca	± 2	—3	1	B 500
Cuarcita	= 2	—2	1	B 500

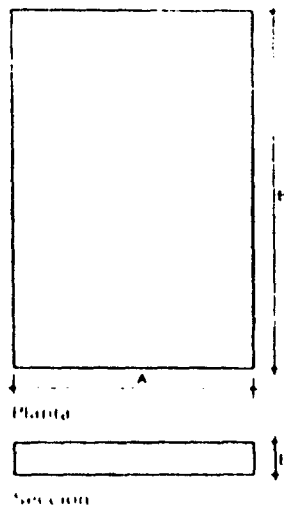
Tolerancias en mm.



### RSP-3 Baldosa permeable-A.B.

Pieza de forma rectangular o cuadrada, compuesta por una o varias capas de mortero de cemento, áridos de machaqueo de tamaño medio en la base inferior y pequeño en la superior. En función del tamaño y material del árido y permeabilidad requerida, se añadirán al cemento componentes orgánicos o inorgánicos que formen los huecos para el paso del agua.

Se utilizarán pigmentos o colorantes mezclados con polvo muy fino; que deberán ser estables a la luz y a los agentes atmosféricos, no afectar al fraguado de la mezcla y ser compatibles con el resto de los componentes.



Se indicará por el fabricante:

- Resistencia a la compresión en  $\text{kg/cm}^2$ .
- Resistencia a la flexión en  $\text{kg/cm}^2$ .
- Peso específico en  $\text{kg/m}^3$ .
- Dureza Mohs.
- Absorción de agua en % en volumen de agua.
- Resistencia a las heladas.
- Resistencia a los agentes químicos.

Presentarán sus aristas vivas y estarán exentas de grietas, desconchones, manchas o defectos aparentes.

Las dimensiones A y B, en cm. podrán ser: 30, 40, 50 y 60 combinables entre sí, y el espesor mínimo E será de 3 cm.

Las tolerancias en mm. serán:

Lados:	$\pm 3$
Espesor:	-4
Fuera de escuadra:	2

### RSP-4 Rodapié. R. Material. Acabado

Pieza rectangular para plinto de soldado o zanquín de escalera.

De los materiales siguientes:

- Granito.
- Cuarzita.
- Mármol.
- Pizarra.
- Caliza.

Deberán cumplir todas las condiciones y características indicadas para estos materiales en las especificaciones correspondientes a la losa y baldosa.



El rodapié representado no presupone tipo

La piezas presentarán sus aristas vivas a excepción de la superior que podrá ser biselada.

El acabado de la superficie vista podrá ser alguno de los indicados en las especificaciones correspondientes a losa y baldosa, para estos materiales.

Dimensiones en cm.:

- Longitud máxima: 50
  - Altura:  $R \geq 5$
  - Espesor, E, mínimo según el material:
- |                     |   |
|---------------------|---|
| Granito:            | 2 |
| Mármol y Caliza:    | 2 |
| Pizarra y Cuarcita: | 1 |
- Las tolerancias en mm. serán:
- |                    |         |
|--------------------|---------|
| Lados:             | $\pm 1$ |
| Espesor:           | -2      |
| Fuera de escuadra: | 1       |

### RSP-5 Adoquín

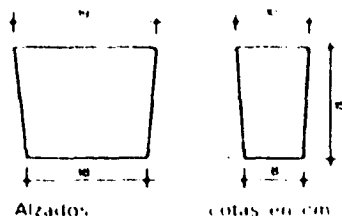
Cumplirá la UNE 41005 y tendrá forma de tronco de pirámide. Su cara superior será plana y sus bordes no estarán rotos ni desgastados.

Procedentes de roca granítica, de grano no grueso. Se extraerá de zonas sanas de la roca, las caras horizontales serán paralelas a la del lecho de cantera. Deberán cumplir todas las condiciones y características indicadas para estos materiales, en las especificaciones correspondientes a losa y baldosa.

El aspecto exterior de los adoquines será uniforme, limpio y sin pelos.

Los ángulos de fractura presentarán aristas vivas.

Dimensiones acotadas en dibujo, con tolerancia de  $\pm 10$  mm.



El adoquín representado no presupone tipo

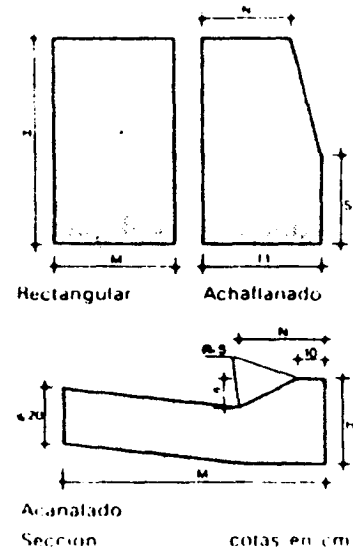
### RSP-6 Bordillo-M. Tipo

De directriz recta. Su cara superior será plana y sus bordes no estarán rotos ni desgastados.

El aspecto exterior del bordillo será uniforme, limpio y sin pelos.

Según el tipo, las dimensiones podrán ser las siguientes, en cm:

Tipo	M	H	N	S	Longitud
Rectangular	14	28	—	—	>100
Achaflanado	17	28	14	15	>100
	20	30	17	15	>100
Acanalado	>65	35	15	15	>100
	>80	30	30	10	>100



Las tolerancias en las dimensiones:  $\pm 10$  mm.

Podrán emplearse los siguientes materiales:

— Granito. Según UNE 41027. Procedente de roca granítica, de grano no grueso, se extraerá de zonas sanas de la roca. Las caras horizontales serán paralelas a la del lecho de cantera. Los ángulos de fractura presentarán



aristas vivas. Deberán cumplir las condiciones y características indicadas, para estos materiales, en las especificaciones correspondientes a losa y baldosa.

— Hormigón. De resistencia a compresión no inferior a  $400 \text{ kg/cm}^2$  y a flexotracción no inferior a  $60 \text{ kg/cm}^2$ .

Peso específico  $> 2.300 \text{ kg/m}^3$ .

Absorción de agua en peso  $< 6\%$ .

Heladicidad inherente a  $\pm 20^\circ\text{C}$ .

### RSP-7 Peldaño en bloque P.T.L. Material. Acabado

Bloque de piedra natural, de dimensiones en cm. especificadas en la Documentación Técnica.

Ancho A: Pisa P + 5

Largo: L

Espesor: Tabica T

La cara superior será 2,5 cm. mayor que la cara inferior o lecho.

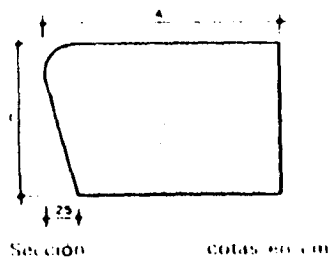
Podrán emplearse para estos bloques, los materiales siguientes:

— Granito.

— Caliza.

Deberán cumplir todas las condiciones y características indicadas para estos materiales, en las especificaciones correspondientes a losa y baldosa.

El acabado de la superficie vista podrá ser cualquiera de los indicados para estos materiales en esas especificaciones, excepto la cara de huella o pisa que nunca se acabará con pulido brillante.



El peldaño representado no presupone tipo

### RSP-8 Peldaño prefabricado-P.T.L. Acabado

Pieza de piedra artificial constituida por capa de base de mortero de cemento y cara vista formada por mortero de cemento Portland, arena y colorantes. La cara de la pisa se presentará pulida, sin pulir o lavada, sin defectos de aspecto y color uniforme.

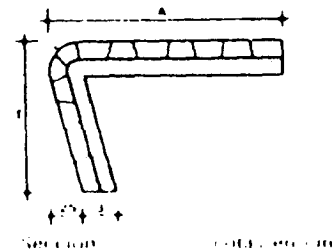
Será de calidad especial, según las fijadas para baldosas, de cemento en la Norma UNE 41.008 primera R.

La pieza presentará sus aristas vivas excepto la del borde exterior de la pisa o huella que estará redondeada con un radio de 1 a 3 mm. Podrán ir sin armar, siempre y cuando el asiento de la huella vaya a realizarse en toda la superficie de apoyo; en caso contrario deberán ir armadas mediante malla electrosoldada.

Sus dimensiones, en cm., se especificarán en la Documentación Técnica, según las siguientes:

Ancho A: Pisa P + 5,5 Tabica T Espesor E Longitud L

A	P	T	E	L
31	17,5	3		95
32	17,0	3		105
				115
				125
				135



El peldaño representado no presupone tipo

Las dimensiones dadas para la Pisa P, la Tabica T y el espesor E, pueden combinarse, con las dadas para la Longitud L.

Las piezas llevarán grabadas en el dorso la marca del fabricante.

## RSP-9 Engravillado

### AFH-2

#### *Arena.*

Procedente del río, con tamaño máximo de grano de 0,5 cm.

Se acoplará en el lateral de la zona a pavimentar, para ser mezclada con la gravilla en proporción arena-gravilla 1:3.

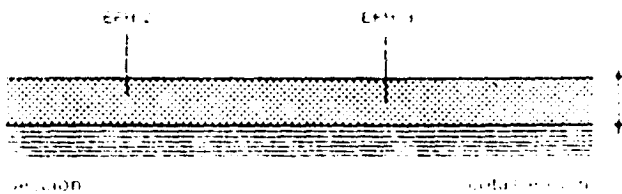
### EFH-3

#### *Grava.*

Procedente de machaqueo, con tamaño máximo de grano de 25 mm.

Una vez mezclada con la arena se extenderá sobre el terreno estabilizado y consolidado una capa de espesor de 3 cm., de forma que quede suelta o firme, en este último caso se regará y apisonará hasta conseguir ese espesor mínimo.

El pavimento se contendrá mediante bordillo enterrado o nivelado.



## RSP-10 Empedrado-D

### RPE-4

#### *Mortero de cemento y arena.*

Con dosificación 1:4.

Se extenderá sobre el soporte en seco, formando una capa de 6 cm. de espesor.

### EFH-3

#### *Grava.*

Procedente de río o playa, de tamaño D entre 50 y 100 mm. según Documentación técnica, colocados a tizón o en plano, con características uniformes o con colores y granulometría distintos, para formar dibujos geométricos según especificación de la Documentación Técnica.

Se asentarán y nivelarán las piedras que forman el pavimento sobre el mortero seco,

hasta conseguir el perfil indicado en la Documentación técnica, con pendiente mínima del 2%. Posteriormente se regará el pavimento con 9 litros de agua por m<sup>2</sup>.

Este pavimento irá contenido por bordillos enterrados o nivelados.

### RSB-5

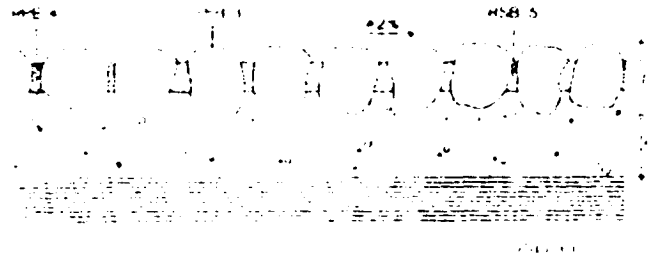
#### *Lechada de cemento y arena.*

De dosificación 1:1.

Se extenderá sobre las juntas de forma que queden bien rellenas.

Se deberá cerrar al tráfico y humedecer durante 15 días.

Se eliminarán los restos de lechada y se limpiará la superficie.



## RSP-11 Adoquinado

### RPE-4

#### *Mortero de cemento y arena.*

Con dosificación 1:4.

Se extenderá sobre el soporte en seco, formando una capa de 8 cm. de espesor.

### RSP-5

#### *Adoquín.*

Se colocarán en tiras paralelas y juntas, alternadas con ancho no superior a 1 cm., con la cara ancha hacia arriba sobre la capa de mortero seco. Se situarán a 3 cm. sobre la rasante, apisonándolos a golpe de maceta hasta conseguir el perfil indicado en la Documentación Técnica, con pendiente mínima del 2%.

Posteriormente se regará el pavimento con 9 litros de agua por m<sup>2</sup>.

Este pavimento irá contenido por bordillos enterrados o nivelados.

### RSB-5

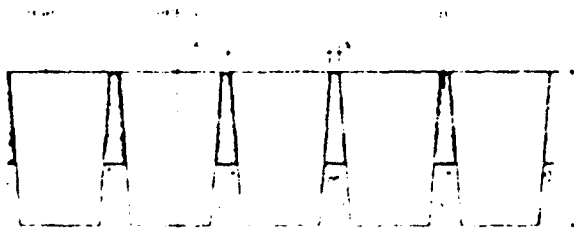
*Lechada de cemento y arena.*

De dosificación 1:1.

Se extenderá sobre las juntas de forma que queden bien rellenas.

Se deberá cerrar al tráfico y humedecer durante 15 días.

Se eliminarán los restos de lechada y se limpiará la superficie.



### RSB-12 Enlosado con junta abierta-A.B.E.J. Material. Acabado

#### RPE-4

*Mortero de cemento y arena.*

De dosificación 1:6.

Sobre la superficie del terreno permeable previamente apisonada y humedecida, se extenderá una capa de mortero de espesor E en cm. igual al de la losa en forma de torta.

#### RSP-1

*Losa.*

De dimensiones A, B, Material y Acabado según Documentación Técnica. Se asentará, previamente humedecida, sobre la capa de mortero fresco, sobre la cual se habrá espolvoreado cemento. Se dispondrá con juntas entre ellas, de ancho J no inferior a 4 cm., si se rellenan con tierra para plantación, y con ancho de 1 cm., si han de quedar vacías.

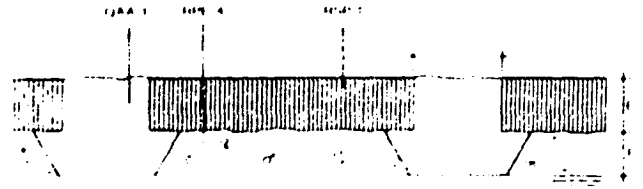
#### QAA-1

*Tierra para plantación.*

Se introducirá en las juntas en varias veces hasta que queden totalmente rellenas, la

última capa se mezclará con semilla de césped.

Se barrerá la superficie eliminando la tierra y posteriormente se regará.



### RSP-13 Enlosado con junta cerrada-A.B. Material. Acabado

#### EFH-2

*Arena.*

De granulometría continua, seca y limpia, preferentemente de río, con tamaño máximo de grano de 0,5 cm. Se extenderá sobre el soporte formando un lecho de espesor no inferior a 3 cm.

#### RSP-1

*Losa.*

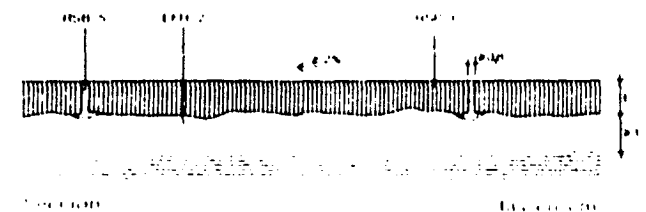
De dimensiones A, B, Material y Acabado según Documentación Técnica, con los cantos de la cara superior matados.

Se colocarán las losas sobre el techo de arena, asentándolas por apisonado una vez alineadas, debiendo quedar niveladas y enrasadas. Se dispondrá con juntas entre ellas, de ancho no menor a 0,8 cm. y pendiente mínima de 2%.

#### RSB-5

*Lechada de cemento y arena.*

De dosificación 1:1.



Se extenderá sobre las juntas en varias veces de forma que queden totalmente rellenas. Se limpiarán los restos de lechada y se limpiará la superficie.

**RSP-14 Embaldosado-A.B. Material. Acabado**

**EFH-2**

*Arena.*

De granulometría continua, seca y limpia, con tamaño máximo de grano de 0,5 cm. Se extenderá sobre el soporte formando un lecho de espesor no inferior a 2 cm.

**RPE-4**

*Mortero de cemento y arena.*

De dosificación 1:6.

Se extenderá sobre el lecho de arena, formando una capa de 2 cm. de espesor para aplicación del pavimento.

**RSP-2**

*Baldosa.*

De dimensiones A, B, Material y Acabado según Documentación Técnica. Se humedecerá sobre la capa de mortero fresco, previo espolvoreado con cemento, cuidando que se forme una superficie continua de asiento del solado.

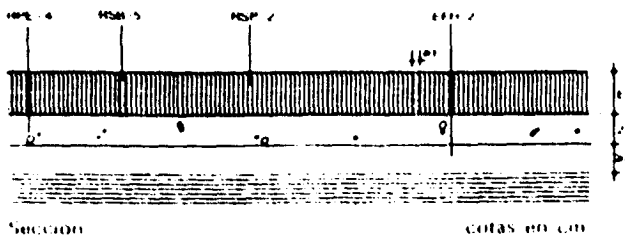
Se dispondrán con juntas de ancho no menor de 1 mm.

Se respetarán las juntas previstas en la capa de mortero.

**RSB-5**

*Lechada de cemento.*

Coloreado con la misma tonalidad de las placas para el relleno de juntas. Se extenderá sobre las juntas de pavimento de ancho no mayor a 3 mm. Se eliminarán los restos de lechada y se limpiará la superficie.



**RSP-15 Embaldosado permeable-A.B.**

**RPE-4**

*Mortero de cemento y arena.*

Formación de capa de nivelación, con pendiente para desagüe no inferior al 2% y de maestras de apoyo de altura mínima 1,5 cm., ancho mínimo 8 cm., separación máxima 30 cm., apoyando cada baldosa en tres maestras.

**EFH-3**

*Grava.*

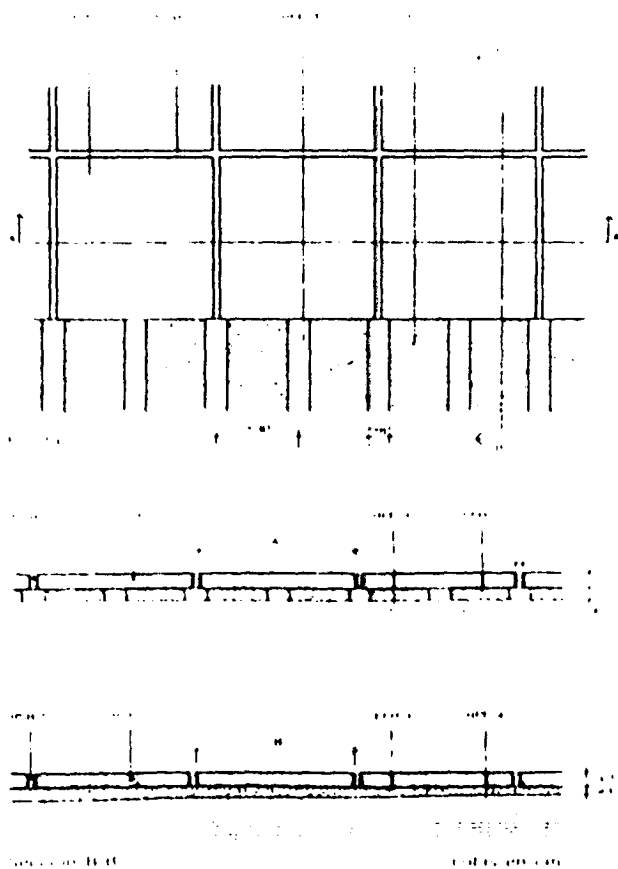
Procedente de río, con tamaño de grano de 15 a 30 mm. para relleno del espacio entre maestras, quedando enrasada con su cara superior.

**RSP-3**

*Baldosa permeable.*

De dimensiones A y B según Documentación Técnica.

Se colocarán, previamente humedecidas, so-



bre las maestras ya fraguadas, cuidando que queden niveladas sobre la superficie del asiento.

Se dispondrán con juntas entre ellas de ancho no menor de 2 mm.

#### RSB-5

##### *Lechada de cemento.*

Se extenderá sobre las juntas de forma que éstas queden completamente rellenas. Cuando las juntas sean de ancho inferior a 3 mm., se utilizará lechada de cemento puro y cuando sean de ancho superior la lechada será de cemento y arena, con dosificación 1:1.

Una vez comenzado el fraguado se eliminarán de las baldosas los restos de la lechada.

#### RSP-16 Rodapié colocado-R. Material. Acabado

#### RPE-4

##### *Mortero de cemento y arena.*

De dosificación 1:6. Se extenderá sobre el paramento formando una capa niveladora de espesor no menor de 1 cm.

#### RSP-4

##### *Rodapié.*

De altura R, Material y Acabado según Documentación Técnica.

Se humedecerá previamente y se asentará sobre el paramento, cuidando que se forme una superficie continua de asiento y recibido, y de forma que el espesor resultante de mortero sea no menor de 1 cm. Se dispondrá con juntas entre ellos de ancho no menor de 1 mm.

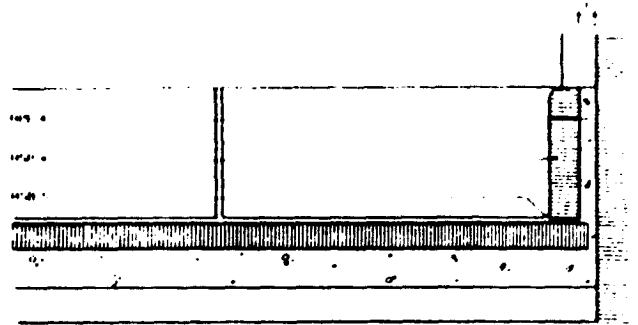
#### RSB-5

##### *Lechada de cemento.*

Coloreada con la misma tonalidad de las placas para el relleno de juntas. Se extenderá sobre las juntas entre rodapiés de forma que éstas queden rellenas.

Cuando sean de ancho no mayor de 3 mm. se utilizará la lechada de cemento puro, y cuando el ancho sea mayor la lechada será de cemento y arena con dosificación 1:1.

Se eliminarán los restos de lechada y se limpiará la superficie.



#### RSP-17 Encintado de aceras-M. Tipo

#### EFH-7

##### *Hormigón.*

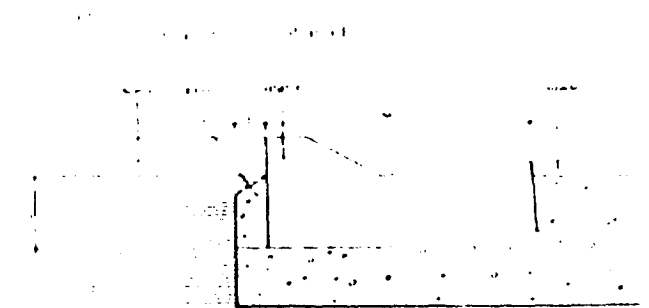
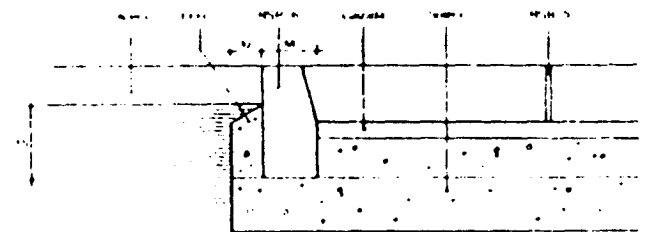
De resistencia característica 100 kg./cm<sup>2</sup>.

Se extenderá una capa de 15 cm. sobre la solera para recibido lateral del bordillo.

#### RSP-6

##### *Bordillo.*

De ancho M y tipo según Documentación Técnica.



Se asentará sobre solera, recibiendo lateralmente con el hormigón extendido anteriormente.

Se dispondrán a tope y con juntas no superiores a 1 cm.

La elevación del bordillo sobre la rasante del firme podrá variar de 10 a 15 cm. y deberá ir enterrado al menos en la mitad de su canto. El tipo acanalado quedará enterrado totalmente, quedando niveladas sus dos caras superiores con la acera y la calzada respectivamente.

#### RSB-5

*Lechada de cemento y arena.*

De dosificación 1:1.

Se extenderá sobre las juntas en varias veces, de forma que queden totalmente rellenas.

Se eliminarán los restos de lechada y se limpiará la superficie.

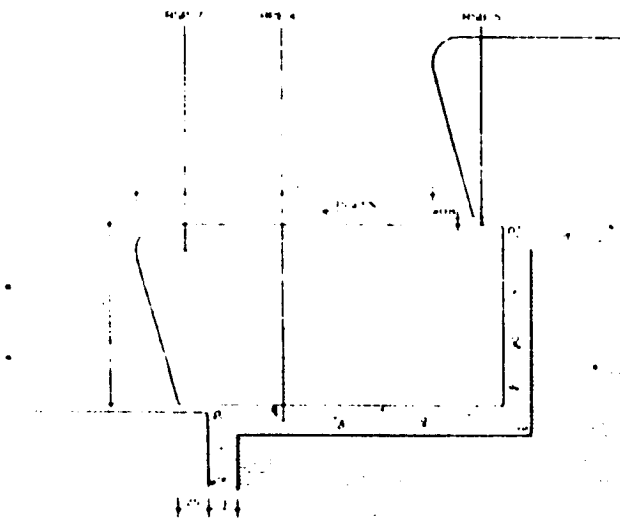
#### RSP-18 Peldaño en bloque recibido-P.T.L. Material. Acabado

#### RPE-4

*Mortero de cemento y arena.*

De dosificación 1:6.

Sobre el soporte, se extenderá una capa de mortero de 3 cm. de espesor, para el apoyo de los bloques.



#### RSP-7

*Peldaño en bloque.*

De pisa P, tabica T, ancho L, Material y Acabado según Documentación Técnica.

Se asentará sobre la capa de mortero fresco, previo espolvoreado con cemento.

Quedarán nivelados, con una pendiente hacia el exterior del 0,5 al 1%. El peldaño se colocará sobre el inferior dejándolo entregado 2,5 cm.

Se dispondrán con juntas entre ellos de ancho no inferior a 0,8 cm.

#### RSB-5

*Lechada de cemento.*

Se llenarán las juntas con una mezcla de cemento en polvo y arena fina de dosificación 1:1, en estado seco, sobre la que posteriormente se agregará agua y después se rejuntará.

Se eliminarán los restos de lechada y se limpiará la superficie.

#### RSP-19 Revestimiento de peldaño con baldosas-P.T.L. Material. Acabado

#### RPE-4

*Mortero de cemento y arena.*

De dosificación 1:6

Se extenderá sobre la pisa, formando una capa de 2 cm. de espesor y se aplicará sobre el dorso de la baldosa o pieza de tabica formando una capa de 1 cm.

#### RSP-2

*Baldosa.*

De pisa P, tabica T, ancho L, Material y Acabado según Documentación Técnica.

La baldosa de la pisa no se acabará con pulido brillante. Se humedecerán previamente a su colocación.

La pieza de tabica, con espesor mínimo de 2 cm., se asentará sobre la tabica del peldaño presionando hasta conseguir un recibido uniforme con un espesor de la capa de mortero inferior a 1 cm.

La pieza de la pisa con espesor mínimo de 3 cm. se asentará sobre la capa de mortero fresco, previamente espolvoreada con cemento.

En ambos casos, cuidando que se forme una superficie continua de asiento y recibido de las piezas.

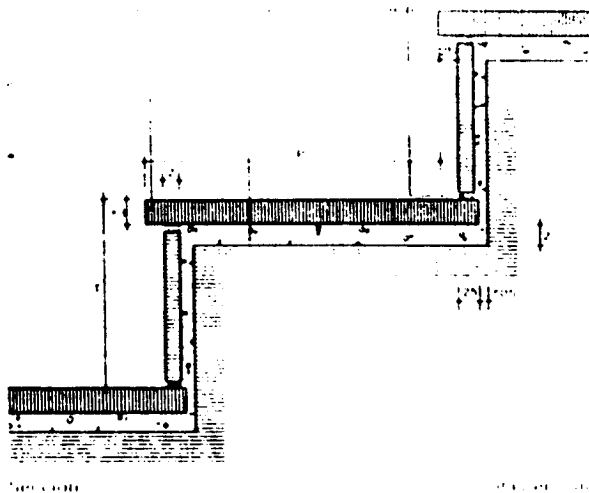
La pieza de huella se colocará con un vuelo sobre la tabica de 2,5 cm., y con una entrega por el extremo contrario de igual magnitud. Se dispondrán con juntas de ancho no inferior a 1 mm.

#### RSB-5

##### *Lechada de cemento.*

Coloreada con la misma tonalidad de las piezas de peldaño para el relleno de juntas. Antes de realizar el rejuntado se dejará endurecer el mortero de agarre durante dos días como mínimo.

Se extenderá sobre las juntas de forma que éstas queden completamente rellenas. Cuando las juntas sean de ancho inferior a 3 mm., se utilizará lechada de cemento puro, y cuando el ancho sea mayor, lechada de cemento y arena con dosificación 1:1.



#### RP-UA 2 Pasta de escayola

Compuesta por:

RO-MS 3 Agua.

RP-MS 5 Escayola E-30.

La dosificación de la pasta se realizará en la proporción de 80 litros de agua por cada 100 kg. de escayola.

Para la confección de la pasta a mano, se pondrá el agua, a temperatura no inferior a 5°C, en un recipiente estanco y fácilmente manejable. Sobre ésta se espolvoreará la escayola y a continuación se batirá la mezcla hasta conseguir una pasta homogénea. Se limpiarán todos los útiles antes de cada nuevo amasado.

#### RP-UA 3 Lechada de cemento.

Designación

Compuesta por:

RP-MS 2 Cemento P-350 ó P-350 B.

RP-MS 3 Agua.

Ejecución: Se mezclarán ambos materiales con una dosificación a razón de 900 kg. de cemento para cada m<sup>3</sup> de agua.

La mezcla será homogénea y fluida.

Antes de confeccionar una nueva lechada se limpiarán los útiles de amasado.

#### Condiciones de seguridad en el trabajo

Los locales de trabajo estarán ventilados e iluminados adecuadamente. Al iniciarse la jornada, se revisará todo el andamiaje y medios auxiliares, comprobándose sus protecciones y estabilidad.

El andamio será fijo, rechazándose para este tipo de trabajo el andamio colgado.

Se suspenderá la colocación del chapado cuando la temperatura descienda por debajo de +5°C.

No se apoyará ningún elemento auxiliar en el chapado.

El transporte de las placas se hará en jaulas bandejas o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles.

Se acotará la parte inferior donde se realiza el chapado y en la parte superior no se realizará otro trabajo simultáneamente, cualquiera que sea éste.

Se cumplan además todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#### 4. ESPECIFICACIONES COMPUESTAS

##### RPC-1 Chapado con anclaje oculto-A.B. Tipo

- RP-ME 3 Placa de piedra A.B. Tipo. Según Documentación Técnica.
- RP-ME 6 Anclaje oculto.
- RP-ME 9 Separador de placas.
- RP-UA 1 Mortero de cemento 1:3.
- RP-UA 3 Lechada de cemento P-350 ó P-350 B.

Se dispondrán de tantos anclajes como taladros con caja presente la placa.

Previamente al recibido del anclaje se humedecerán la superficie del hueco.

Cada anclaje se apoyará sobre una placa de reparto de dimensiones no menores de  $60 \times 20 \times 2,5$  mm.

El relleno del hueco se realizará en tongadas sucesivas de 25 cm. con intervalos de 2 horas. Previamente a la colocación de las placas superiores correspondientes y en los cantos de las inferiores ya fijadas, se pondrán los separadores de cloruro de polivinilo distribuidos uniformemente entre los anclajes y en un número no inferior a dos por placa.

- Finalmente se aplicará una lechada de cemento P-350 en chapados de granito y P-350 B en chapados de caliza y mármol para el rejuntado de las piezas.

##### RPC-2 Chapado con anclaje visto-A.B. Tipo

RP-ME 4 Placa de piedra A.B. Tipo. Según Documentación Técnica.

RP-ME 7 Anclaje visto.

RP-ME 9 Separador de placas.

RP-UA 1 Mortero de cemento 1:3.

RP-UA 3 Lechada de cemento P-350 ó P-350 B.

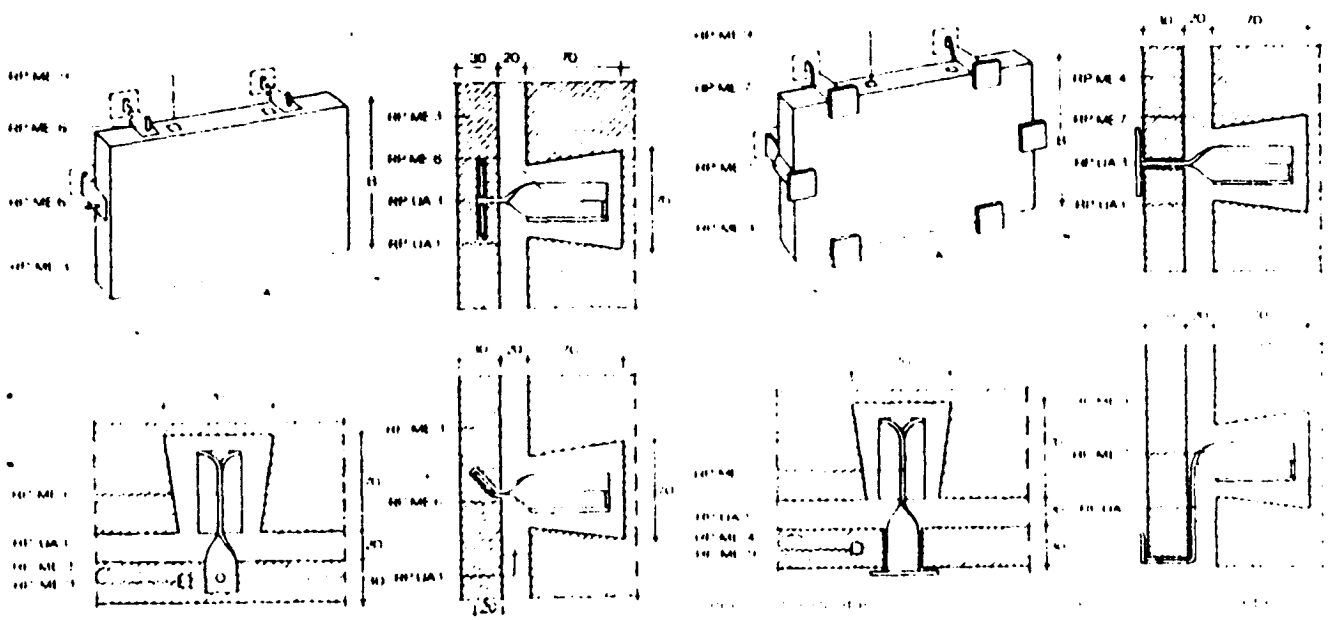
Se dispondrán de tantos anclajes como taladros con caja presente la placa.

Previamente al recibido del anclaje se humedecerán las superficies del hueco.

Cada anclaje se apoyará sobre una chapa de reparto de dimensiones no menores de  $60 \times 20 \times 25$  mm.

El relleno del hueco se realizará en tongadas sucesivas de 25 cm., con intervalos de 2 horas. Previamente a la colocación de las placas superiores correspondientes y en los cantos de las inferiores ya fijadas se pondrán los separadores de cloruro de polivinilo distribuidos uniformemente entre los dos anclajes y en un número no inferior a dos por placa.

Finalmente se aplicará una lechada de cemento P-250 en chapados de granito y P-350 B en chapados de caliza y mármol, para el rejuntado de las piezas.





**RPC-3 Chapado con anclaje de varilla -A.B. Tipo**

**RP-ME 5 Placa de Piedra-A.B. Tipo. Según Documentación Técnica.**

**RP-ME 8 Anclaje de varilla.**

**RP-ME 9 Separador de placas.**

**RP-UA 2 Escayola amasada.**

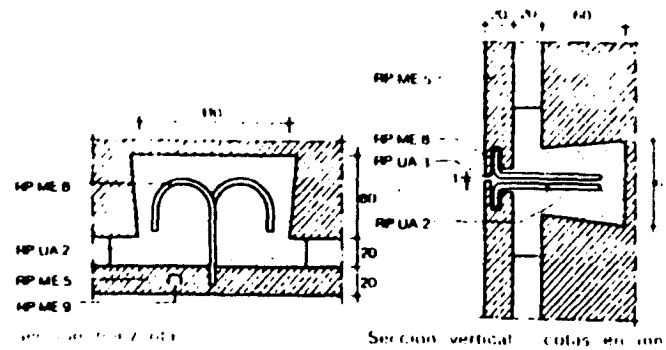
**RP-UA 3 Lechada de cemento P-350 ó P-350 B.**

Se dispondrán de tantos anclajes como taladros presente la placa.

Previamente al recibido del anclaje se humedecerán las superficies del hueco.

Las dos piezas de anclaje de un mismo hueco se recibirán simultáneamente con la escayola amasada.

Previamente a la colocación de las placas superiores correspondientes y en los cantos de las inferiores ya fijadas se pondrán los separadores de cloruro de polivinilo distribuidos uniformemente entre los dos anclajes y en un número no inferior a dos por placa.



Finalmente se aplicará una lechada de cemento P-350 en chapados de granito y P-350 B en chapados de caliza y mármol para el rejuntado de las piezas.

**RSP-20 Revestimiento de peldaño con pieza prefabricada-P.T.L. Acabado**

**RPE 4**

*Mortero de cemento y arena.*

De dosificación 1:6.

Se extenderá sobre la huella del peldaño formando una capa de 2 cm. de espesor. Se aplicará sobre el dorso de la tabica de la pieza prefabricada formando una capa de 1 cm. de espesor en el punto más desfavorable.

#### RSP-8

##### *Peldaño prefabricado.*

De pisa P, tabica T, ancho L, y Acabado según Documentación Técnica. Se humedecerá previamente a su colocación.

Se asentará sobre la capa de mortero fresco, previo espolvoreado con cemento, presionando hasta conseguir que se forme una superficie continua de asiento y recibido.

La pieza quedará nivelada con pendiente no superior a 0,2%.

Se dispondrán juntas de ancho no inferior a 1 mm.

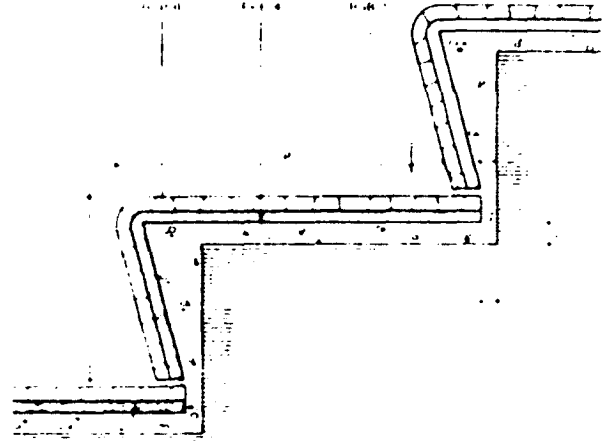
#### RSB-5

##### *Lechada de cemento*

Coloreada, con la misma tonalidad de las piezas de peldaño.

Antes de realizar el enlechado se dejará endurecer el mortero de agarre durante dos días como mínimo. Se extenderá sobre las juntas de forma que éstas queden rellenas.

Cuando sean de ancho no mayor de 3 mm. se utilizará lechada de cemento puro, y cuando el ancho sea mayor, lechada de cemento y arena con dosificación 1:1. Se eliminarán los restos de lechada y se limpiará la superficie.



#### Condiciones de seguridad en el trabajo

Los locales interiores de trabajo estarán ventilados e iluminados adecuadamente.

Se cumplirán además todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

## CHAPADOS: NORMAS TECNOLOGICAS

#### RP-ME 3 Placa de piedra para anclaje oculto A.B. Material

Compuesta por uno de los siguientes materiales:

##### *Caliza:*

Su constitución será homogénea, de fractura y porosidad reducida.

Estructura compacta, granulosa o cristalina, sin contener masas terrosas.

##### *Granito:*

Su constitución será homogénea, compacta y sin nódulos, no estará meteorizado.

Estructura de grano fino o grueso, predominando el cuarzo sobre el feldespato, siendo pobre en mica.

##### *Mármol:*

Su constitución será homogénea, de fractura sacaroidea.

Estructura compacta, vetada, arborescente o fosilífera, sin masas terrosas.

No se emplearán explosivos de arranque para su extracción.

##### *Características aparentes*

Placa cuadrada o rectangular, con las caras paralelas al lecho de la cantera.

La cara vista plana trabajada y oculta cortada a sierra.

Nordes sin grietas, coqueras o fisuras.

Dimensiones: A y B.

Espesor mínimo de 30 mm.

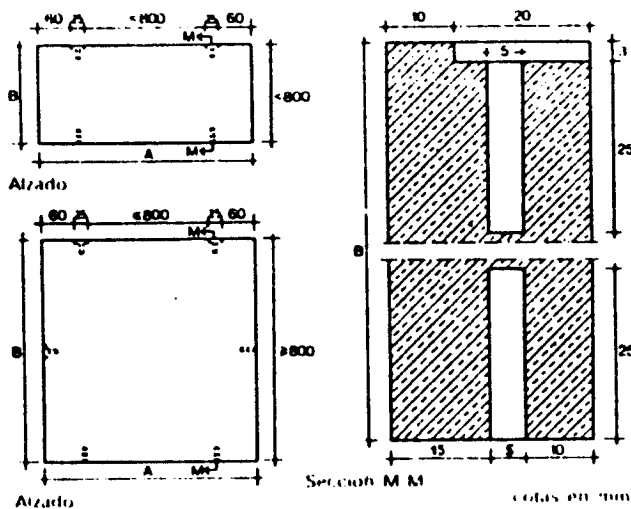
Llevará como mínimo dos cajas con taladro cilíndrico en el canto superior y en el inferior dos taladros cilíndricos, para el alojamiento de los anclajes. La separación entre taladros no será mayor de 800 mm. y su distancia al borde será de 60 mm.

En los cantos laterales se dispondrán las cajas y taladros necesarios para que los anclajes no estén distanciados más de 800 mm.

### Características intrínsecas

Características mínimas según el tipo de material:

MATERIAL	CARACTERISTICAS	
	Resistencia a compresión en kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico en kg/m <sup>3</sup>
Caliza	400	2.000
Granito	800	2.500
Mármol	500	2.500



### RP-ME 4 Placa de piedra para anclaje visto A.B. Material

Compuesta por uno de los siguientes materiales:

#### Caliza:

Su constitución será homogénea, de fractura y porosidad reducida.

Estructura compacta, granulosa o cristalina, sin contener masas terrosas.

**Granito:** Su constitución será homogénea, compacta y sin nódulos, no estará meteorizado.

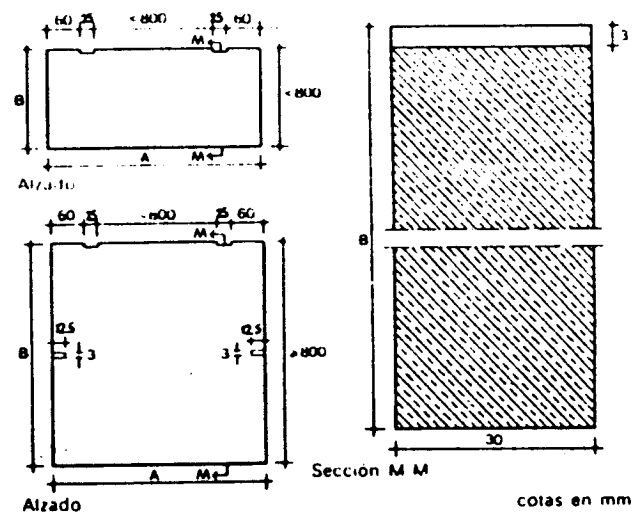
Estructura de grano fino o grueso, predominando el cuarzo sobre el feldespato, siendo pobre en mica.

#### Mármol:

Su constitución será homogénea, de fractura sacaroidea.

Estructura compacta, vetada, arborescente o fosilífera, sin masas terrosas.

No se emplearán explosivos de arranque para su extracción.



### Características aparentes

Placa cuadrada o rectangular, con las caras paralelas al lecho de la cantera.

La cara vista plana trabajada y la oculta cortada a sierra.

Bordes sin grietas, coqueras o fisuras.

Dimensiones:

Espesor mínimo de 30 mm.

Llevará como mínimo dos cajas en el canto superior.

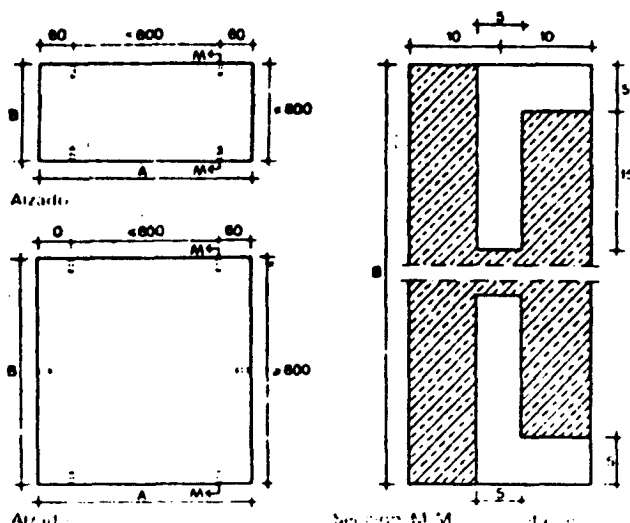
La separación entre cajas no será mayor de 800 mm. y su distancia al borde será de 60 mm.

En los laterales se dispondrán las cajas necesarias para que los anclajes no estén distanciados más de 800 mm.

### Características intrínsecas

Características mínimas según el tipo de material:

MATERIAL	CARACTERISTICAS	
	Resistencia a compresión en kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico en kg/m <sup>3</sup>
Caliza	400	2.000
Granito	800	2.500
Mármol	500	2.500



### RP-ME 5 Placa de piedra para anclaje de varilla A.B. Material

Compuesta por uno de los siguientes materiales:

#### Caliza:

Su constitución será homogénea, de fractura y porosidad reducida.

Estructura compacta, granulosa o cristalina, sin contener masas terrosas.

#### Granito:

Su constitución será homogénea, compacta y sin nódulos, no estará meteorizado.

Estructura de grano fino o grueso, predominando el cuarzo sobre el feldespato, siendo pobre en mica.

#### Mármol:

Su constitución será homogénea, de fractura sacaroidea.

Estructura compacta, vetada, arborescente o fosilífera, sin masas terrosas.

No se emplearán explosivos de arranque para su extracción.

### Características aparentes

Placa cuadrada o rectangular, con las caras paralelas al lecho de cantera.

La cara vista plana trabajada y la oculta cortada a sierra.

Bordes sin grietas, coqueas o fisuras.

Dimensiones:

Espesor mínimo de 20 mm.

Llevará como mínimo cuatro taladros cilíndricos para el alojamiento de los anclajes, dos en el canto superior y dos en el canto inferior, separados un máximo de 400 mm. y en los cantos verticales un taladro cada 800 mm.

### Características intrínsecas

Características mínimas según el tipo de material:

MATERIAL	CARACTERISTICAS	
	Resistencia a compresión en kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico en kg/m <sup>3</sup>
Caliza	400	2.000
Granito	800	2.500
Mármol	500	2.500

### RP-ME 6 Anclaje oculto

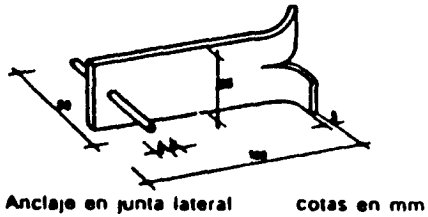
De acero inoxidable, tipo 314 al cromo-níquel según UNE 36.016.

### Características aparentes

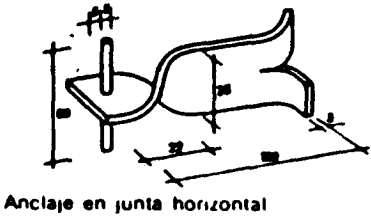
Dimensiones acotadas en los croquis.

Chapa de longitud 100 mm. y espesor 3 mm.

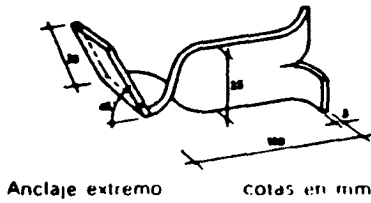
Varilla de  $\varnothing$  5 mm.



Anclaje en junta lateral cotas en mm



Anclaje en junta horizontal



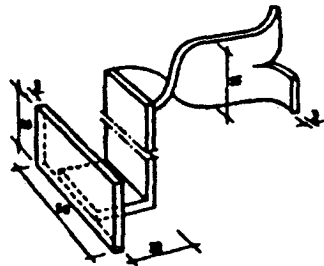
Anclaje extremo cotas en mm

### RP-ME 7 Anclaje visto

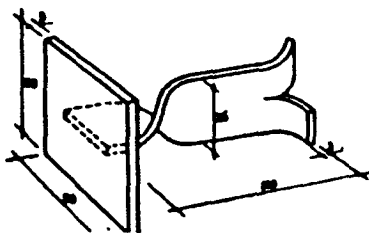
De acero inoxidable tipo 314 al cromo-níquel según UNE 36.016.

#### Características aparentes

Dimensiones acotadas en los croquis.  
Longitud del anclaje 110 mm.  
Espesor de las chapas 3 mm.



Anclaje extremo



Anclaje en junta horizontal o vertical

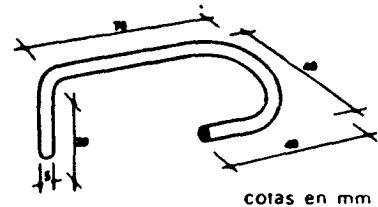
cotas en mm.

### RP-ME 8 Anclaje de varilla

De varilla de acero F-111 según UNE 36.011 protegido a corrosión, después de haberle dado forma, mediante proceso de galvanización con una resistencia a 3 inmersiones en sulfato de cobre según UNE 7.183.

#### Características aparentes

Dimensiones acotadas en los croquis.  
Diámetro de la varilla 5 mm.



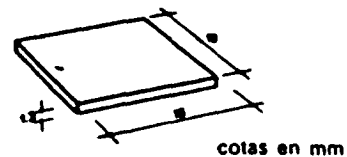
cotas en mm

### RP-ME 9 Separador de placas

De cloruro de polivinilo.

#### Características aparentes

Dimensiones acotadas en los croquis.  
Espesor del separador 1,5 mm.



cotas en mm

### UNIDADES AUXILIARES UA

Las unidades auxiliares de la subfamilia RP de «Revestimientos de Paramentos» tienen numeración correlativa, figurando a continuación los que intervienen en esta NTE.

#### RP-UA 1 Mortero de cemento —C.A.

Compuesto por:  
RP-MS 1 Arena. Tipo. Según Documenta-

ción Técnica. En proporción A según se indica en la Tabla 3.

RP-MS 2 Cemento P-350. En proporción C según se indica en Tabla 3.

RP-MS 3 Agua. En la proporción indicada en Tabla 3 para la humedad de la arena del 3% en peso.

Dosificación		kg.	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
C	A	Cemento	Arena	Agua
1	3	440	0,975	0,260
1	4	350	1,030	0,260
1	6	250	1,100	0,255
1	10	160	1,150	0,250

**Ejecución:**

No se confeccionará el mortero cuando la temperatura del agua de amasado sea inferior a 5°C o superior a 40°C.

El mortero se batirá hasta que se haya obtenido una mezcla homogénea.

Se utilizará a continuación de su amasado.

Antes de confeccionar un nuevo mortero se limpiarán los útiles de amasado.



NTE

## Diseño

## 1. Ambito de aplicacion

## 2. Información previa

## De proyecto

## Climatológica

## Geológica

## 3. Criterio de diseño

## Soporte

## Saneamiento y drenaje

## Juntas de solado

## Condiciones ambientales

## Tránsito

## Revestimientos

Suelos de  
Piedra

Floor finishes Stone Design



RSP

1976

Revestimiento de suelos y escaleras en interiores y exteriores con piedra natural y artificial.  
 Los revestimientos de suelos que precisen especial resistencia al impacto, abrasión o agentes químicos están tratados en la NTE-RSP: Revestimientos de Suelos Industriales.  
 Los revestimientos con baldosas de terrazo están tratados en la NTE-RST: Revestimientos de Suelos Terrazos.  
 Los revestimientos con baldosas de cemento y cerámica están tratados en la NTE-RSB: Revestimientos de Suelos Baldosas.

Tránsito de cada local o zona, intensidad y tipo de vehículos.  
 Situación interior o exterior.

Para zonas exteriores, tipo de clima, suave o riguroso.

Canteras de la región o de climas análogos.

El soporte del pavimento podrá ser:

- En interiores: forjados, losas o soleras.
- En exteriores: terreno estabilizado y consolidado o soleras, según NTE-RSS: Revestimientos de Suelos Soleras, si las cargas a sustentar son superiores a la resistencia del terreno.

En pavimentos exteriores y locales húmedos, podrán preverse sumideros según NTE-ISS: Instalaciones de Salubridad, Saneamiento.  
 En exteriores debe preverse la evacuación de agua de lluvia según NTE-ASD: Acondicionamiento del terreno. Saneamientos, Drenajes.

Las juntas de dilatación del edificio mantendrán en todo el espesor del revestimiento, pudiendo utilizarse las especificaciones correspondientes de la NTE-RSB: Revestimientos de Suelos Baldosas.  
 Se ejecutarán juntas de fraccionamiento cada 8 m. a lo largo de todos los tabiques y muros y alrededor de los pilares; ejecutándose sólo en el mortero de agarre y en el pavimento.

Cuando el pavimento esté situado al exterior se consideran los dos climas siguientes:

- Clima suave: templado sin heladas.
- Clima riguroso: frío con heladas.

Cuando el pavimento esté situado en el interior del edificio, podrá ser:

- Local húmedo: Frecuente presencia de agua en el pavimento, a consecuencia de su uso, como cuartos de baño, aseos, cocinas y locales similares.
- Local seco: Presencia accidental de agua en el pavimento a consecuencia de su limpieza, como dormitorios, salones y locales o zonas análogas.

Los tipos de tránsito considerados son:

- Peatonal: Con una sobrecarga estática máxima según la Norma básica MV-101-1962. Acciones en la Edificación.

Su uso podrá ser:

Normal. Circulación moderada de personas, como en viviendas y zonas de uso privado o de circulación secundaria en edificios públicos y paseos de parques.

Intenso. Circulación intensiva de personas, como en comercios y vestíbulos o zonas de uso público en oficinas, centros docentes, hoteles y hospitales, paseos, aceras y calzadas para bicicletas.

Resado:

Según la sobrecarga estática y/o circulación que pueda actuar sobre un suelo, se clasifica en:

Ligero: Sobrecarga estática no mayor de  $1 \text{ t/m}^2$  y vehículos de hasta 1 t por eje.

Medio: Sobrecarga estática no mayor de  $5 \text{ t/m}^2$  y vehículos de hasta 2,5 t por eje.

Pesado: Sobrecarga estática mayor de  $5 \text{ t/m}^2$  y vehículos de más de 2,5 t por eje.

Los siguientes cuadros orientan la elección del revestimiento recomendable en función de la situación, condiciones ambientales y tránsito previsible y en función del pavimento y material deseado.

Cuadro 1

Situación	Condiciones ambientales	Tránsito			
		Peatonal		Rodado	
		Normal	Intenso	Vehículos ligeros y medios	Vehículos pesados
Exterior	Clima suave	RSP-9 RSP-10 RSP-12 RSP-13 RSP-15 RSP-17 RSP-18 RSP-19* RSP-20	RSP-10 RSP-13 RSP-17 RSP-18 RSP-20	RSP-10 RSP-11 RSP-17	RSP-11 RSP-17
	Clima riguroso	RSP-9 RSP-10 RSP-12** RSP-13** RSP-15 RSP-17 RSP-18* RSP-20	RSP-10 RSP-13** RSP-17 RSP-18*	RSP-10 RSP-11 RSP-17	RSP-11 RSP-17
Interior	Local húmedo	RSP-14*** RSP-15 RSP-16 RSP-19 RSP-20	RSP-14*** RSP-15 RSP-16 RSP-19 RSP-20	RSP-11	RSP-11
	Local seco	RSP-14 RSP-16 RSP-19 RSP-20	RSP-14 RSP-16 RSP-18 RSP-19 RSP-20	RSP-11	RSP-11

\* Excepluado el mármol y la caliza.  
 \*\* Excepluado la arenisca.  
 \*\*\* El mármol y la caliza son atacados con ácidos incluso diluidos.

Cuadro 2

Pavimento	Material									
	Grava $\phi$ 25 mm	Grava $50 \phi$ 100 mm	Granito	Cuarcita	Pizarra	Arenisca	Mármol	Caliza	Piedra artificial	Hormigón
Engravillado	RSP-9									
Empedrado		RSP-10								
Adoquinado			RSP-11							
Enlosado junta abierta			RSP-12	RSP-12	RSP-12	RSP-12				
Enlosado junta cerrada junta $\geq 0,8$ cm			RSP-13	RSP-13	RSP-13	RSP-13				
Embaldosado junta $\leq 0,3$ cm			RSP-14	RSP-14	RSP-14		RSP-14	RSP-14	*	
Embaldosado permeable									RSP-15	
Rodapié			RSP-16	RSP-16	RSP-16		RSP-16	RSP-16	*	
Encintados			RSP-17							RSP-17
Peldaño en bloque			RSP-18					RSP-18		
Revestimiento de peldaño con baldosa			RSP-19	RSP-19	RSP-19		RSP-19	RSP-19		
Revestimiento de peldaño con pieza prefabricada										RSP-20

\* Según NTE-RST: Revestimientos de Suelos, Terrazos, o NTE-RS3: Revestimientos de Suelos Baldosa.





2

NTE

**Diseño**

**Especificación**

- RSP- 9 Engravillado
- RSP-10 Empedrado-D
- RSP-11 Adoquinado
- RSP-12 Enlosado con junta abierta-A-B-E-J.Material Acabado
- RSP-13 Enlosado con junta cerrada-A-B.Material.Acabado
- RSP-14 Embaldosado-A-B-Material-Acabado
- RSP-15 Embaldosado permeable-A-B
- RSP-16 Rodapié colocado-R.Material-Acabado
- RSP-17 Encintado de aceras-M-Tipo
- RSP-18 Peldaño en bloque recibido-P-T-L.Material-Acabado
- RSP-19 Revestimiento de peldaño con baldosas-P-T-L.Material-Acabado
- RSP-20 Revestimiento de peldaño con pieza prefabricada-P-T-L.Acabado

Revestimientos

**Suelos de Piedra**

*Floor finishes. Stone. Design*



2

RSP

1976

**Símbolo**

**Aplicación**



En exteriores, tránsito peatonal normal. Para paseos de parques y jardines.



En exteriores, tránsito peatonal normal e intenso y rodado ligero y medio. Para calles y plazas.



En exteriores, tránsito rodado ligero, medio y pesado.



En exteriores, tránsito peatonal normal. Para paseos de parques y jardines.



En exteriores, tránsito peatonal normal e intenso. Para aceras y plazas de uso público.



En interiores, tránsito peatonal normal o intenso.



En interiores o exteriores, tránsito peatonal normal o intenso, en zonas húmedas o para evitar encharcamientos. Para vestuarios, accesos, piscinas o duchas.



En interiores o exteriores. Para protección de los paramentos verticales en el encuentro con el revestimiento del suelo o escalera.



En exteriores. Para delimitación de zonas con distinta función.



En exteriores, tránsito peatonal intenso. Para jardines, zonas de acceso o portales.



En interiores o exteriores, tránsito peatonal normal o intenso. Para revestimiento de peldaños de acceso y portales o escaleras de comunicación entre plantas.



En interiores o exteriores, tránsito peatonal normal o intenso. Para revestimiento de peldaños de acceso y portales o escaleras de comunicación entre plantas.

**4. Planos de obra**

RSP-Plantas

Representación en cada zona exterior o planta tipo por su símbolo del revestimiento de las diferentes zonas, locales y escaleras, de los separadores y juntas de dilatación

Escala

1:100

RSP-Detalles

Relación de las especificaciones correspondientes a cada elemento expresando el valor dado a sus parámetros.

Representación gráfica de los detalles de peldaño con mampelrán y de las juntas de dilatación con cubrejuntas según NTE-RSB: Revestimientos de Suelos Baldosas, y de aquellos elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.

1:20

Ministerio de la Vivienda - España



Revestimientos  
**Suelos de Piedra**

Floor finishes. Stone. Construction



1. Especificaciones

RSP-1 Losa-A·B·Material·Acabado

Pieza de forma cuadrada, rectangular o irregular, con las caras horizontales paralelas al lecho de cantera; la cara superior plana trabajada y la inferior sólo desbastada o en su estado natural como en el caso de la pizarra. Con bordes vivos o biselados.  
Compuesta por uno de los siguientes materiales:

1. Granito

Su constitución será homogénea, compacta y sin nódulos, no estará meteorizado, ni presentará fisuras, predominará el cuarzo sobre el feldespato y será pobre en mica. La estructura podrá ser de grano fino o grueso. El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate, apomazado, abujardado, granulado o rugoso.

2. Cuarzita

Su constitución natural será homogénea, de fractura concoidea y sin fisuras. Su estructura podrá ser granulosa o compacta. El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate, apomazado, rugoso o a corte de sierra.

3. Pizarra

Su constitución natural será homogénea, de grano muy fino y duro, exenta de nódulos o vetas alterables. Su estructura presentará hojas en los planos paralelos al de estratificación. No contendrá sulfuro de hierro. El acabado de la superficie vista podrá ser: a corte de sierra, apomazado o presentando planos de estratificación.

4. Arenisca

Su constitución natural será homogénea, sin vetas de fractura y porosidad reducida. Su composición será silicea o ferruginosa, exenta de aglomerantes arcillosos. Su estructura será compacta. El acabado de la superficie vista será el natural de color uniforme, apomazado, abujardado o a corte de sierra.

Las características mínimas de los materiales serán las siguientes:

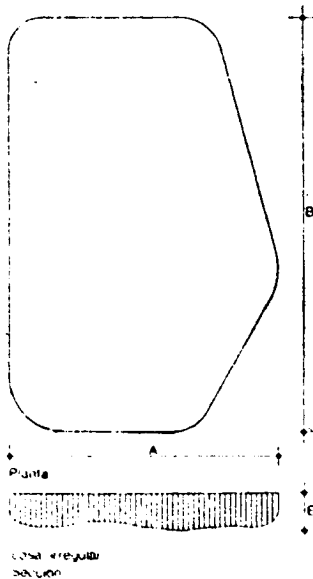
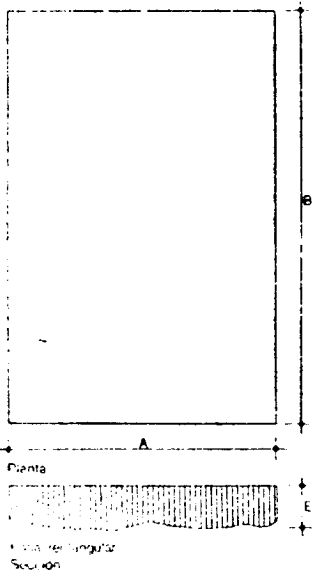
Material	Características mínimas						
	Resistencia compresión kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia flexión kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico kg/m <sup>3</sup>	Dureza Mohs	Absorción % en volumen de agua	Resistencia a las heladas	Resistencia agentes químicos
Granito	1.300	80	2.500	6,5	1,4	Buena	Buena
Cuarzita	1.300	90	2.600	7,0	1,3	Muy buena	Muy buena
Pizarra	800	300	2.500	4,0	1,8	Buena	Buena
Arenisca	250	50	2.400	3,0	4,5	Baja	Baja

Las dimensiones A y B, en cm podrán ser: 40, 50 y 60 combinables entre sí, y el espesor mínimo E será de 3 cm para el granito, cuarzita y pizarra, y de 8 cm para la arenisca.

Las tolerancias en las dimensiones serán:

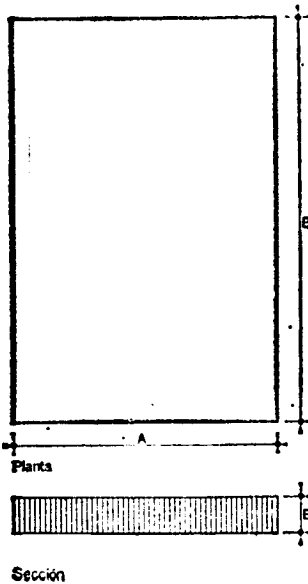
Material	Lados A y B	Espesor E	Fuera de Escuadra	Flecha
Granito Pizarra y Arenisca	± 2	- 3	1	B/500
Cuarzita	± 1	- 2	1	B/500

Tolerancias en mm



Ministerio de la Vivienda · España

**RSP-2 Baldosa-A-B-Material-Acabado**



Placa de forma cuadrada o rectangular, con las caras horizontales paralelas al lecho de canchales; la cara superior plana trabajada y la inferior cortada a sierra. Con bordes vivos o biselados. Compuesta por uno de los siguientes materiales:

**1. Granito**

Su constitución será homogénea, compacta y sin nódulos, no estará meteorizado, ni presentará fisuras. La estructura podrá ser de grano fino o grueso. Predominará el cuarzo sobre el feldespato y será pobre en mica. El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate o pulido brillante, apomazado, abujardado, a corte de sierra, granulado o rugoso.

**2. Cuarzita**

Su constitución natural será homogénea, de fractura concoidea y sin fisuras. Su estructura podrá ser granulosa o compacta. El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate o pulido brillante, apomazado, rugoso o a corte de sierra.

**3. Pizarra**

Su constitución natural será homogénea de grano muy fino y duro, exenta de nódulos o vetas alterables. Su estructura presentará hojas en los planos paralelos al de estratificación. No contendrá sulfuro de hierro. El acabado de la superficie vista podrá ser pulido brillante o pulido mate, a corte de sierra, apomazado o presentando planos de estratificación.

**4. Mármol**

Su constitución natural será homogénea de fractura sacaroidea. No se emplearán explosivos de arranque en su extracción, para evitar grietas o pelos. Su estructura podrá ser compacta, veteada, arborescente o fosilifera, sin coqueas ni grietas de fractura. No contendrán masas terrosas. El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate o pulido brillante, apomazado, abujardado o a corte de sierra.

**5. Caliza**

Su constitución natural será homogénea, sin vetas, de fractura y porosidad reducida. Su estructura podrá ser compacta, granulosa y cristalina. No contendrá masas terrosas. El acabado de la superficie vista podrá ser: pulido mate o pulido brillante, apomazado, abujardado, desbastado o a corte de sierra.

Las características mínimas de los materiales serán las siguientes:

Material	Características mínimas						
	Resistencia compresión kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia flexión kg/cm <sup>2</sup>	Peso específico kg/m <sup>3</sup>	Dureza Mohs	Absorción % en volumen de agua	Resistencia a las heladas	Resistencia agentes químicos
Granito	1.300	80	2.500	6,5	1,4	Buena	Buena
Cuarzita	1.300	90	2.600	7,0	1,3	Muy buena	Muy buena
Pizarra	800	300	2.500	4,0	1,8	Buena	Buena
Mármol	500*	70	2.500	3,0	1,6	Baja	Ataque ácidos incluso diluidos
Caliza	400*	70	2.000	3,0	2,0	Baja	Ataque ácidos incluso diluidos

\* Para tránsito intenso > 1.000 kg/cm<sup>2</sup>

Las dimensiones A y B, en cm, podrán ser: 25, 30, 40, 50 y 60 combinables entre sí, y el espesor mínimo E será de 2 cm cuando el lado mayor sea menor de 40 cm y de 3 cm cuando sea mayor de 40 cm.

Las tolerancias en las dimensiones serán:

Material	Lados A y B	Espesor E	Fuera de Escuadra	Flecha
Granito Pizarra Mármol y Caliza	± 2	- 3	1	B/500
Cuarzita	± 1	- 2	1	B/500

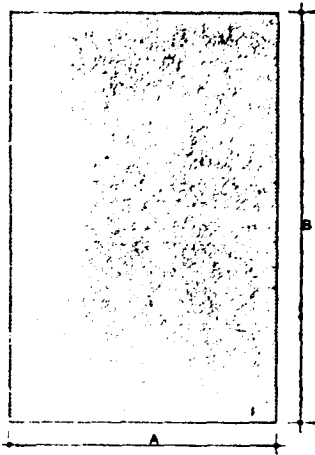
Tolerancias en mm



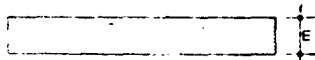
2

**NTE  
Construcción**

**RSP-3 Baldosa pern cable-A·B**

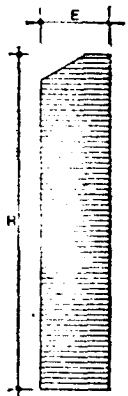


Planta



Sección

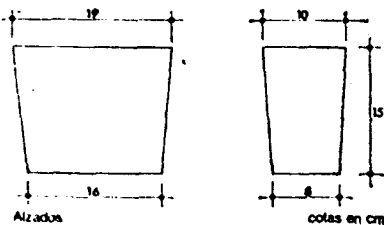
**RSP-4 Rodapié·R·Material·Aca-  
bado**



Sección

El rodapié representado no presupone tipo

**RSP-5 Adoquín**



Alzadas

cotas en cm

Revestimientos

**Suelos de  
Piedra**

Floor finishes. Stone. Construction



4

**RSP**

1976

Pieza de forma rectangular o cuadrada, compuesta por una o varias capas de mortero de cemento, áridos de machaqueo de tamaño medio en la base inferior y pequeño en la superior. En función del tamaño y material del árido y permeabilidad requerida se adicionarán al cemento componentes orgánicos o inorgánicos que formen los huecos para el paso del agua.

Se utilizarán pigmentos o colorantes mezclados con polvo muy fino, que deberán ser estables a la luz y a los agentes atmosféricos, no afectar al fraguado de la mezcla y ser compatibles con el resto de los componentes.

Se indicará por el fabricante:

- Dureza Mohs.
- Absorción de agua en %.
- Heladicidad.
- Resistencia a agentes químicos.
- Resistencia compresión kg/cm<sup>2</sup>.
- Resistencia flexión kg/cm<sup>2</sup>.
- Peso específico kg/cm<sup>3</sup>.

Presentarán sus aristas vivas y estarán exentas de grietas, desconchones, manchas o defectos aparentes.

Las dimensiones A y B, en cm, podrán ser: 30, 40, 50 y 60 combinables entre sí, y el espesor mínimo E será de 3 cm.

Las tolerancias serán:

- Lados: ± 3 mm
- Espesor: - 4 mm
- Fuera de escuadra: 2 mm

Pieza rectangular para plinto de solado o zanquín de escalera.

De los materiales siguientes:

- Granito
- Cuarzita
- Mármol
- Pizarra
- Caliza

Deberán cumplir todas las condiciones y características indicadas para estos materiales en las especificaciones correspondientes a losa y baldosa.

Las piezas presentarán sus aristas vivas a excepción de la superior que podrá ser biselada.

El acabado de la superficie vista podrá ser alguno de los indicados en las especificaciones simples correspondientes a losa y baldosa, para estos materiales.

Dimensiones en cm:

- Longitud máxima: 50
- Altura:  $R \geq 5$
- Espesor, E, mínimo según el material:

Granito: 2,00

Mármol y Caliza: 2,00

Pizarra y cuarzita: 1,00

Las tolerancias serán:

- Lados: ± 1 mm
- Espesor: - 2 mm
- Fuera de escuadra: 1 mm

Cumplirá la UNE 41005 y tendrá forma de tronco de pirámide. Su cara superior será plana y sus bordes no estarán rotos ni desgastados.

Procedentes de roca granítica, de grano no grueso. Se extraerá de zonas sanas de la roca, las caras horizontales serán paralelas a la del lecho de cantera.

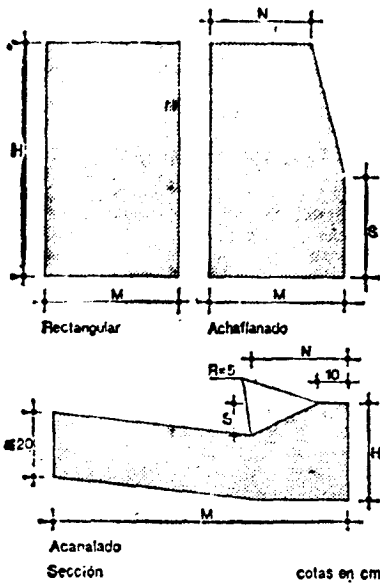
Deberán cumplir todas las condiciones y características indicadas para estos materiales, en las especificaciones correspondientes a losa y baldosa.

El aspecto exterior de los adoquines será uniforme, limpio y sin pelos.

Los ángulos de fractura presentarán aristas vivas.

Dimensiones acotadas en dibujo, con tolerancia de ± 10 mm.

**RSP-6 Bordillo-M-Tipo**



De directriz recta. Su cara superior será plana y sus bordes no estarán rotos ni desgastados. El aspecto exterior del bordillo será uniforme, limpio y sin pelos. Según el tipo, las dimensiones podrán ser las siguientes, en cm.

Tipo	M	H	N	S	Longitud
Rectangular	14	28	—	—	> 100
Achaflanado	17 20	28 80	14 17	15 15	> 100 > 100
Acanalado	65 80	35 30	15 30	15 10	> 100 > 100

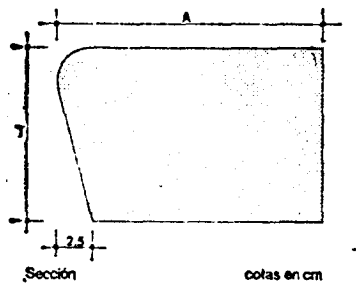
Las tolerancias en las dimensiones: ± 10 mm.

Podrán emplearse los siguientes materiales:

- Granito. Según UNE 41027. Procede de roca granítica, de grano no grueso se extraerá de zonas sanas de la roca. Las caras horizontales serán paralelas a la del lecho de cantera. Los ángulos de fractura presentarán aristas vivas. Deberán cumplir las condiciones y características indicadas, para estos materiales; en las especificaciones correspondientes a losa y baldosa.

- Hormigón. De resistencia a compresión no inferior a 400 kg/cm<sup>2</sup> y a flexotracción no inferior a 60 kg/cm<sup>2</sup>. Peso específico > 2.300 kg/m<sup>3</sup>. Absorción de agua en peso < 6%. Heladicidad inherente a ± 20° C

**RSP-7 Peldaño en bloque-P.T.L. Material-Acabado**



El peldaño representado no presupone tipo

Bloque de piedra natural, de dimensiones en cm especificadas en la Documentación Técnica.

Ancho A: Pisa P + 5

Largo: L

Espesor: Tabica T

La cara superior será 2,5 cm mayor que la cara inferior o lecho.

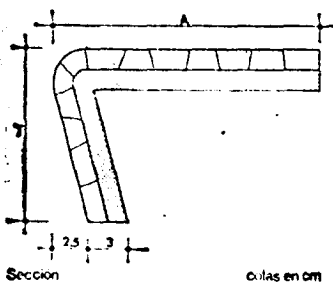
Podrán emplearse para estos bloques, los materiales siguientes:

- Granito
- Caliza

Deberán cumplir todas las condiciones y características indicadas para estos materiales, en las especificaciones correspondientes a losa y baldosa.

El acabado de la superficie vista podrá ser cualquiera de los indicados para estos materiales en esas especificaciones, excepto la cara de huella o pisa que nunca se acabará con pulido brillante.

**RSP-8 Peldaño prefabricado-P.T.L.-Acabado**



El peldaño representado no presupone tipo

Pieza de piedra artificial constituida por capa de base de mortero de cemento y cara vista formada por mortero de cemento Portland, arena y colorantes.

La cara de la pisa se presentará pulida, sin pulir o lavada, sin defectos de aspecto y color uniforme.

Será de calidad especial, según las fijadas para baldosas de cemento en la Norma UNE 41.008 1.ª R

La pieza presentará sus aristas vivas excepto la del borde exterior de la pisa o huella que estará redondeada con un radio de 1 a 3 mm.

Podrán ir sin armar, siempre y cuando el asiento de la huella vaya a realizarse en toda la superficie de apoyo; en caso contrario deberán ir armadas mediante malla electrosoldada.

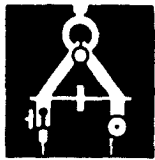
Sus dimensiones, en cm, se especificarán en la Documentación Técnica, según las siguientes:

Ancho A: Pisa P ± 5,5	Tabica T	Espesor E	Longitud L
31	17,5	3	95
32	17,0	3	105
			115
			125
			135

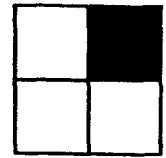
Las dimensiones dadas para la Pisa P, la Tabica T y el Espesor E, pueden combinarse con las dadas para la Longitud L.

Las piezas llevarán grabadas en el dorso la marca del fabricante.

(Continuará.)

**1****NTE****Diseño**

Revestimientos de Paramentos

**1****RPC****1973**

# Chapados

*Wall cladding. Natural stone. Design*

## 1. Ambito de aplicación

Revestimiento de paramentos de fábrica con placas de piedra natural.

## 2. Información previa

Arquitectónica

Geológica

Plantas, alzados y secciones acotados del paramento a revestir.

Canteras de la región o de climas análogos.

## 3. Criterio de diseño

En chapados exteriores, se emplearán piedras procedentes de canteras de la región donde se encuentre el edificio o de regiones de análogas condiciones climáticas.

La fábrica que sustente el chapado, tendrá la suficiente resistencia para soportar el peso de éste.

Las carpinterías, barandillas y todos los elementos de sujeción irán fijados sobre la fábrica, nunca sobre el chapado.

Las juntas de dilatación del edificio se mantendrán en el chapado.

### Especificación

### Símbolo

### Aplicación

**RPC- 8 Chapado con anclaje oculto -A-B-Tipo**

Se utilizará:

En el revestimiento de paramentos exteriores.

En el revestimiento de paramentos interiores con altura superior a 4 m

Las variedades porosas no se emplearán donde se prevean heladas.

**RPC- 9 Chapado con anclaje visto -A-B-Tipo**

Se utilizará:

En el revestimiento de paramentos exteriores que requieran un permanente control de la sujeción del chapado.

En el revestimiento de paramentos interiores con altura superior a 4 m y que requieran un permanente control de la sujeción del chapado.

Las variedades porosas no se emplearán donde se prevean heladas.

**RPC-10 Chapado con anclaje de varilla-A-B-Tipo**

Se utilizará en el revestimiento de paramentos interiores con altura no mayor de 4 m.

## 4. Planos de obra

**RPC-Planta****RPC-Alzados****RPC-Detalles**

Escala

Se numerarán en planta los diferentes paños del chapado.

1:50

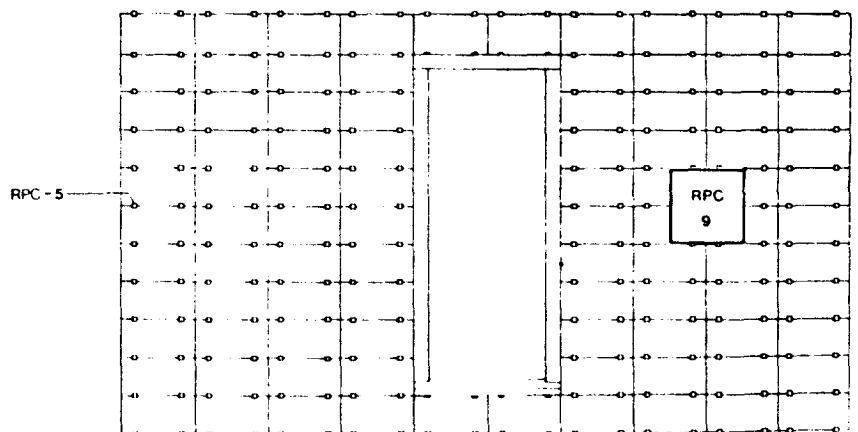
Se representarán en alzado los diferentes paños del chapado, indicando su correspondencia numérica con los dados en planta y definiendo el despiece. Se acompañará una relación de la especificación que corresponde a cada paño numerado, expresando el valor numérico, en cm, dado a sus parámetros.

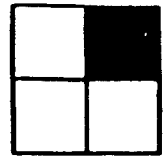
1:50

Se representarán, todos los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.

1:10

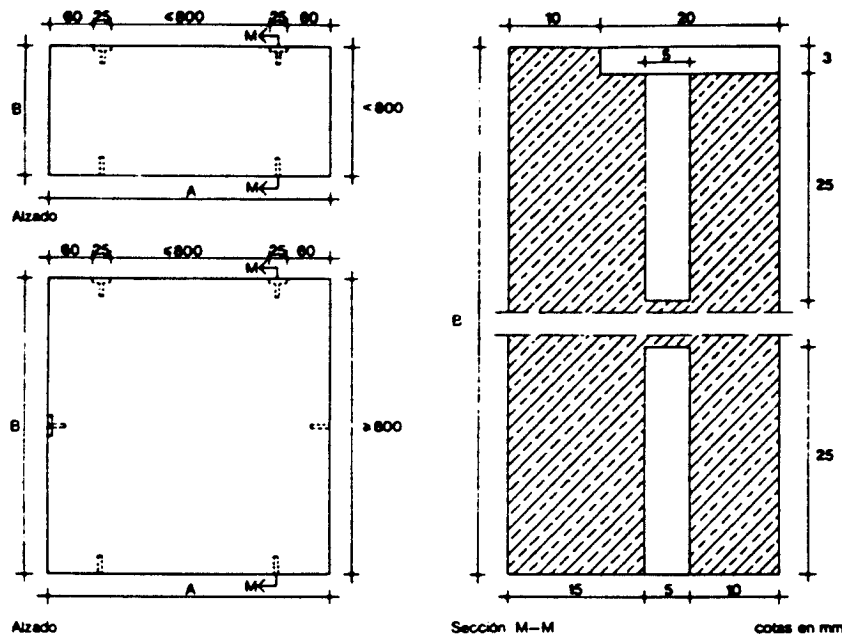
## 5. Esquema





## 1. Especificaciones

### RPC-1 Placa de piedra para anclaje oculto-A-B-Tipo



Cada placa tendrá un espesor mínimo de 30 mm.

Llevará como mínimo dos cajas con taladro cilíndrico en el canto superior y en el inferior dos taladros cilíndricos, para el alojamiento de los anclajes.

La separación entre taladros no será mayor a 800 mm y su distancia al borde será de 60 mm.

En los cantos laterales se dispondrán las cajas y taladros necesarios para que los anclajes no estén distanciados más de 800 mm.

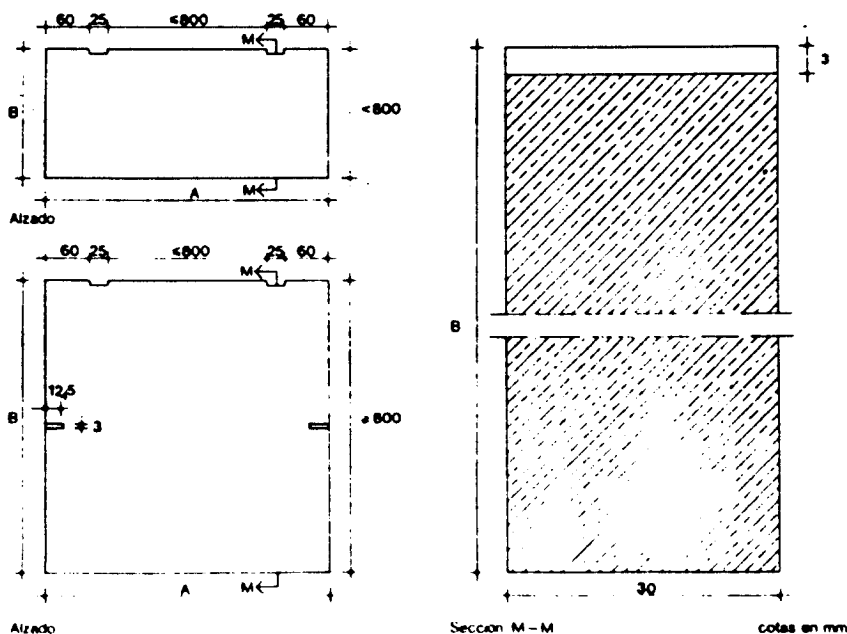
Tipos:

**Caliza:** Será compacta y homogénea de fractura. Resistencia mínima a la compresión 400 kg/cm<sup>2</sup>. Peso específico no inferior a 2000 kg/m<sup>3</sup>.

**Granito:** No estará meteorizado, ni presentará fisuras. Resistencia mínima a la compresión 800 kg/cm<sup>2</sup>. Peso específico no inferior a 2500 kg/m<sup>3</sup>.

**Mármol:** Será homogéneo y no presentará masas terrosas. Resistencia mínima a la compresión 500 kg/cm<sup>2</sup>. Peso específico no inferior a 2500 kg/m<sup>3</sup>.

### RPC-2 Placa de piedra para anclaje visto-A-B-Tipo



Cada placa tendrá un espesor mínimo de 30 mm.

Llevará como mínimo dos cajas en el canto superior.

La separación entre cajas no será mayor de 800 mm y su distancia al borde será de 60 mm.

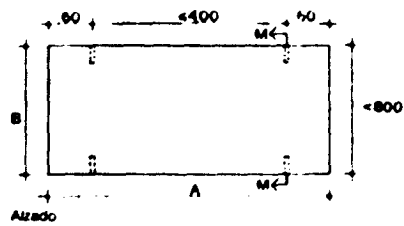
En los laterales se dispondrán las cajas necesarias para que los anclajes no estén distanciados más de 800 mm.

Tipos:

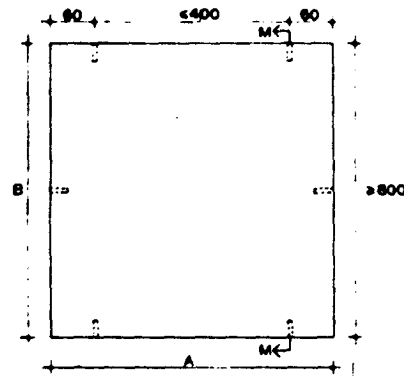
**Caliza:** Será compacta y homogénea de fractura. Resistencia mínima a la compresión 400 kg/cm<sup>2</sup>. Peso específico no inferior a 2000 kg/m<sup>3</sup>.

**Granito:** No estará meteorizado, ni presentará fisuras. Resistencia mínima a la compresión 800 kg/cm<sup>2</sup>. Peso específico no inferior a 2500 kg/m<sup>3</sup>.

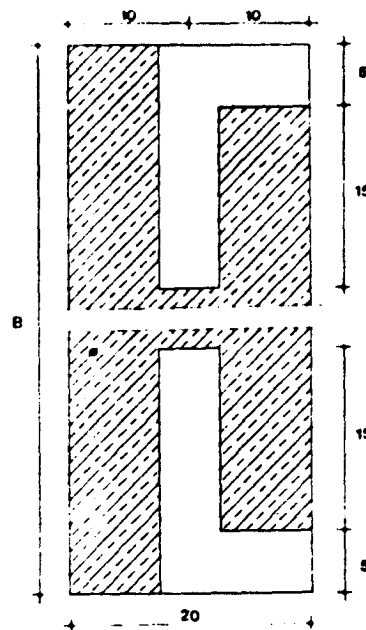
**Mármol:** Será homogéneo y no presentará masas terrosas. Resistencia mínima a la compresión 500 kg/cm<sup>2</sup>. Peso específico no inferior a 2500 kg/m<sup>3</sup>.



Alzado



Alzado



Sección M-M

cotas en mm

Cada placa tendrá un espesor mínimo de 20 mm. Llevará como mínimo cuatro taladros cilíndricos para el alojamiento de los anclajes, dos en el canto superior y dos en el canto inferior, separados un máximo de 400 milímetros y en los cantos verticales un taladro cada 800 mm.

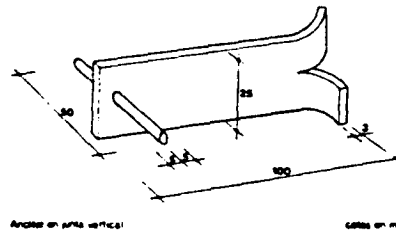
Tipos:

**Caliza:** Será compacta y homogénea de fractura. Resistencia mínima a la compresión 400 kg/cm<sup>2</sup>. Peso específico no inferior a 2000 kg/m<sup>3</sup>.

**Granito:** No estará meteorizado, ni presentará fisuras. Resistencia mínima a la compresión 800 kg/cm<sup>2</sup>. Peso específico no inferior a 2500 kg/m<sup>3</sup>.

**Mármol:** Será homogéneo y no presentará masas terrosas. Resistencia mínima a la compresión 500 kg/cm<sup>2</sup>. Peso específico no inferior a 2500 kg/m<sup>3</sup>.

### RPC-4 Anclaje oculto



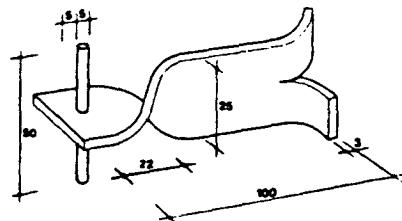
Anclaje en junta vertical

cotas en mm

De acero inoxidable de límite elástico 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

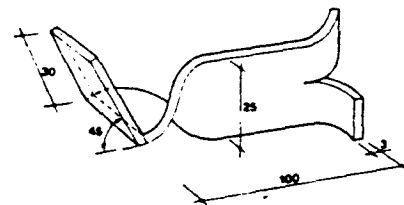
Chapa de longitud 100 mm y espesor 3 mm.

Varilla de  $\phi$  5 mm.



Anclaje en junta horizontal

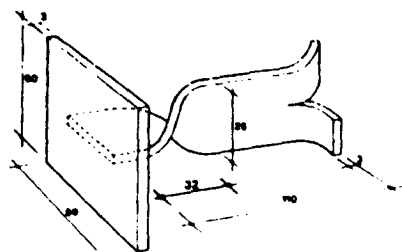
cotas en mm



Anclaje externo

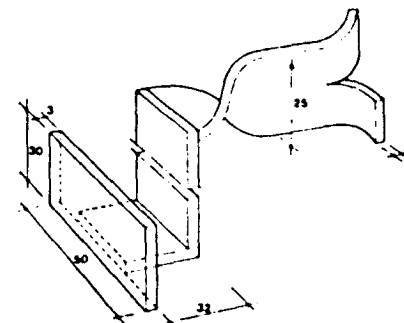
cotas en mm

### RPC-5 Anclaje visto



Anclaje en junta horizontal & vertical

cotas en mm



Anclaje externo

De acero inoxidable de límite elástico 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

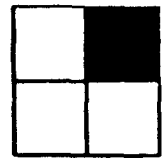
Longitud del anclaje 110 mm y espesor de las chapas 3 mm





2

**NTE  
Construcción**



3

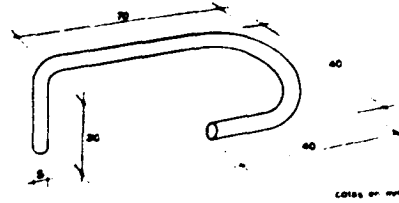
# Chapados

Wall cladding. Natural stone. Construction

1973

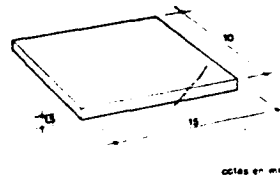
**RPC**

## RPC-6 Anclaje de varilla



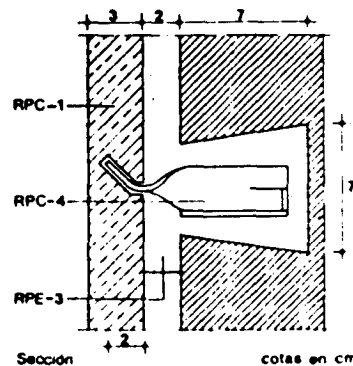
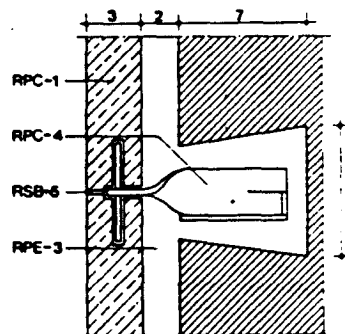
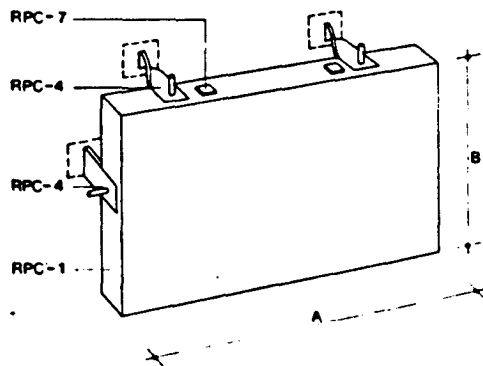
De acero AE 42 de diámetro 5 mm, galvanizado después de darle forma.

## RPC-7 Separador de placas



De cloruro de polivinilo de espesor 1,5 mm.

## RPC-8 Chapado con anclaje oculto-A-B-Tipo



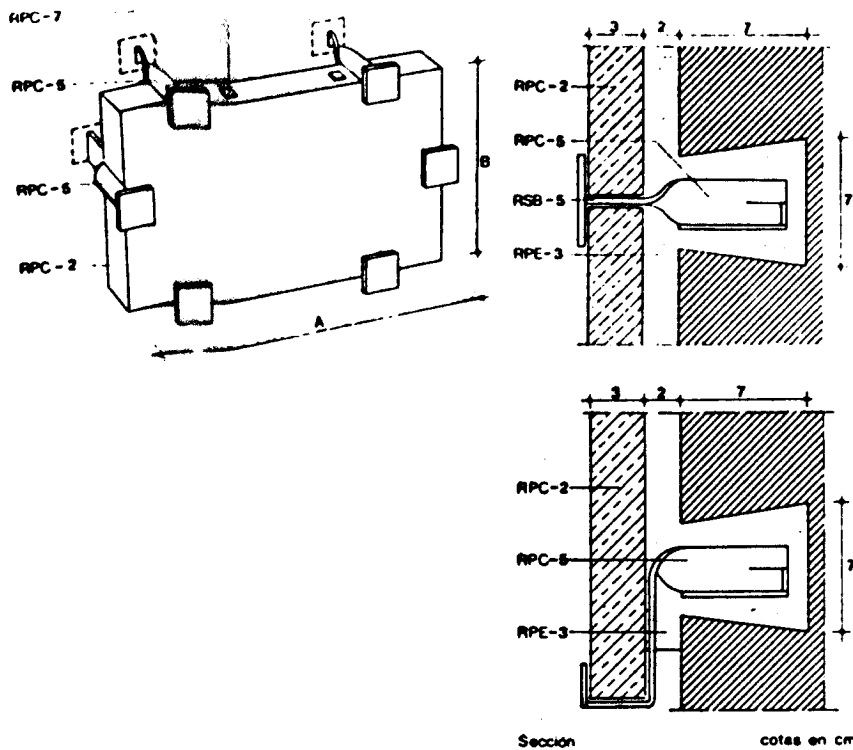
RPC-1 Placa de piedra.

RPC-4 Anclaje oculto.  
Se dispondrán tantos anclajes como taladros con caja presente la placa.  
Se colocará una chapa de reparto de dimensiones no menores de 60.20.2,5 mm.

RPC-7 Separador de placas de cloruro de polivinilo.

RPE-3 Mortero de cemento P-250 y arena de río, de dosificación 1:3.  
El recibido del anclaje se hará humedeciendo previamente las superficies del hueco.  
El relleno se hará en tongadas sucesivas de 25 cm con intervalos de 2 horas.

RSB-5 Lechada de cemento P-250 en chapado de granito y PB-250 en chapado de caliza y mármol, en rejuntado.



RPC-2 Placa de piedra.

RPC-5 Anclaje visto. Se dispondrán tantos anclajes como cajas presente la placa. Se colocará una chapa de reparto de dimensiones no menores de 60 20 2,5 mm.

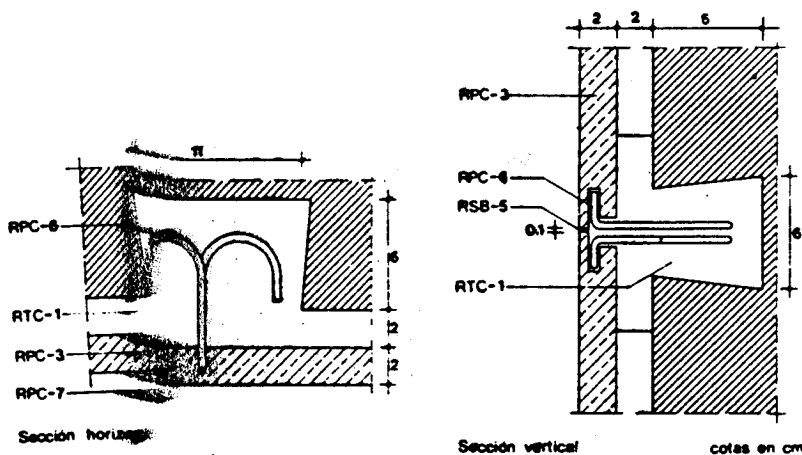
RPC-7 Separador de placas de cloruro de polivinilo.

RPE-3 Mortero de cemento P-250 y arena de río, de dosificación 1:3.

El recibido del anclaje se hará humedeciendo previamente las superficies del hueco. El relleno se hará en tongadas sucesivas de 25 cm con intervalos de 2 horas.

RSB-5 Lechada de cemento P-250 en chapado de granito y PB-250 en chapado de caliza y mármol, en rejuntado.

## RPC-10 Chapado con anclaje de varilla-A-B-Tipo



RPC-3 Placa de piedra.

RPC-6 Anclaje de varilla de acero galvanizado. Se dispondrán tantos anclajes como taladros presente la placa. Las dos piezas de anclaje de un mismo hueco se recibirán simultáneamente.

RPC-7 Separador de placas de cloruro de polivinilo.

RSB-5 Lechada de cemento P-250 en chapado de granito y PB-250 en chapado de caliza y mármol, en rejuntado.

RTC-1 Escayola amasada con agua en la proporción de 80 litros de agua por cada 100 kg de escayola.

## 2. Condiciones de seguridad en el trabajo

### RPC-8 Chapado con anclaje tipo

Al iniciarse la jornada, se revisará todo el andamiaje y medios auxiliares, comprobándose sus protecciones y estabilidad. El andamio será fijo, rechazándose para este tipo de trabajo el andamio colgado.

Se suspenderá la colocación del chapado cuando la temperatura descienda por debajo de + 5° C.

No se apoyará ningún elemento auxiliar en el chapado.

El transporte de las placas se hará en jaulas, bandejas o dispositivos similares dotados de laterales fijos o abatibles.

Se acotará la parte inferior donde se realiza el chapado y en la parte superior no se realizará otro trabajo simultáneamente, cualquiera que sea éste.

Se cumplirán todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Las especificaciones RPC-9 y RPC-10, cumplirán iguales condiciones de seguridad en el trabajo que RPC-8

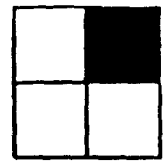


**1**  
**NTE**

**Control**

# Chapados

Wall cladding. Natural stone. Control



**4**  
**RPC**

**1973**

## 1. Materiales y equipos de origen industrial

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial o, en su defecto, las normas UNE que se indican:

### Especificación

- RPC-1 Placa de piedra para anclaje oculto -A-B-Tipo
- RPC-2 Placa de piedra para anclaje visto A-B-Tipo
- RPC-3 Placa de piedra para anclaje de varilla-A-B-Tipo
- RPC-4 Anclaje oculto
- RPC-5 Anclaje visto
- RPC-6 Anclaje de varilla
- RPC-7 Separador de placas

### Normas UNE

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

## 2. Control de la ejecución

### Especificación

#### RPC-8 Chapado con anclaje oculto-A-B-Tipo

### Controles a realizar

Dimensiones y fuera de escuadra de placas

Disposición de anclajes

Desplome del chapado

Planeidad del chapado en todas las direcciones, medida con regla de 2 m

### Número de controles

Uno cada 20 placas

Uno cada 10 m<sup>2</sup>

Uno cada 10 m<sup>2</sup>

Uno cada 10 m<sup>2</sup>

### Condición de no aceptación automática

Variaciones superiores a  $\pm 3\%$ .

Distinta a la especificada

Hacia el interior: superior a 1/1000 de la altura del paño  
Hacia el exterior:cualquier desplome

Variaciones superiores a 2 mm entre juntas más salientes

#### RPC-9 Chapado con anclaje visto -A-B-Tipo

Dimensiones y fuera de escuadra de placas

Disposición de anclajes

Desplome del chapado

Planeidad del chapado en todas las direcciones, medida con regla de 2 m

Uno cada 20 placas

Inspección visual general

Uno cada 10 m<sup>2</sup>

Uno cada 10 m<sup>2</sup>

Variaciones superiores a  $\pm 3\%$ .

Distintas a la especificada

Hacia el interior: superior a 1/1000 de la altura del paño  
Hacia el exterior:cualquier desplome

Variaciones superiores a 2 mm entre juntas más salientes

#### RPC-10 Chapado con anclaje de varilla -A-B-Tipo

Dimensiones y fuera de escuadra de placas

Disposición de anclajes

Diámetro del taladro y del anclaje

Desplome del chapado

Planeidad del chapado en todas las direcciones, medida con regla de 2 m

Uno cada 20 placas

Uno cada 10 m<sup>2</sup>

Uno cada 10 m<sup>2</sup>

Uno cada 10 m<sup>2</sup>

Uno cada 10 m<sup>2</sup>

Variaciones superiores a  $\pm 3\%$ .

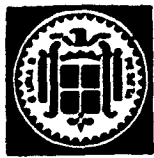
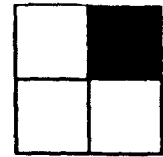
Distinta a la especificada

Variación superior + 1 mm

Hacia el interior: superior a 1/1000 de la altura de paño  
Hacia el exterior:cualquier desplome

Variaciones superiores a 1 mm entre juntas más salientes

<b>Especificación</b>	<b>Unidad de medición</b>	<b>Forma de medición</b>
<b>RPC-8 Chapado con anclaje oculto -A-B-Tipo</b>	m <sup>2</sup>	Superficie realmente ejecutada, incluso mochetas en desarrollo, descontando huecos mayores de 0,25 m <sup>2</sup> .
<b>RPC-9 Chapado con anclaje visto -A-B-Tipo</b>	m <sup>2</sup>	Superficie realmente ejecutada, incluso mochetas en desarrollo descontando huecos mayores de 0,25 m <sup>2</sup> .
<b>RPC-10 Chapado con anclaje de varilla -A-B-Tipo</b>	m <sup>2</sup>	Superficie realmente ejecutada, incluso mochetas en desarrollo descontando huecos mayores de 0,25 m <sup>2</sup> .

**1****NTE  
Valoración**

# Chapados

Wall cladding. Natural stone. Cost

**1973****RPC**

## 1. Criterio de valoración

La valoración de cada especificación se obtiene sumando los productos de los precios unitarios, correspondientes a las especificaciones recuadradas que la componen, por sus coeficientes de medición sustituidos los parámetros por sus valores numéricos en centímetros.

En los precios unitarios irán incluidos, además de los conceptos que se expresan en cada caso, la mano de obra directa e indirecta incluso obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares.

La valoración dada se referirá a la ejecución material de la unidad completa terminada.

**Especificación****Unidad****Precio unitario****Coefficiente de medición****RPC-8 Chapado con anclaje oculto-A-B-Tipo**

Incluso cajas en muro, recibido de anclajes, chapas de reparto de éstos, rejuntado y limpieza

m<sup>2</sup>m<sup>2</sup>

ud

ud

m<sup>3</sup>

kg

RPC-1

1

RPC-4

 $\frac{125(160+B)}{A \cdot B}$ 

RPC-7

 $\frac{20.000}{A \cdot B}$ 

RPE-3

0,03

RSB-5

0,5

**RPC-9 Chapado con anclaje visto-A-B-Tipo**

Incluso cajas en muro, recibido de anclajes, chapas de reparto de éstos, rejuntado y limpieza

m<sup>2</sup>m<sup>2</sup>

ud

ud

m<sup>3</sup>

kg

RPC-2

1

RPC-5

 $\frac{125(160-B)}{A \cdot B}$ 

RPC-7

 $\frac{20.000}{A \cdot B}$ 

RPE-3

0,03

RSB-5

0,5

**RPC-10 Chapado con anclaje de varilla-A-B-Tipo**

Incluso cajas en muro, recibido de anclajes, rejuntado y limpieza

m<sup>2</sup>m<sup>2</sup>

ud

ud

kg

kg

RPC-3

1

RPC-6

 $\frac{250(2A+B+60)}{A \cdot B}$ 

RPC-7

 $\frac{20.000}{A \cdot B}$ 

RSB-5

0,5

RTC-1

 $\frac{100(2A+B+60)}{A \cdot B}$ 

## 2. Ejemplo

**RPC-9 Chapado con anclaje visto  
40-80-piedra caliza**

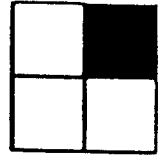
Datos A = 40 cm  
B = 80 cm  
Placas de piedra caliza

Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición	Precio unitario	Coefficiente de medición	
m <sup>2</sup>	RPC-2	× 1	= 910,00	× 1	= 910,00
ud	RPC-5	× $\frac{125(160+B)}{A \cdot B}$	= 25,00	× $\frac{125(160+80)}{40 \cdot 80}$	= 234,37
ud	RPC-7	× $\frac{20.000}{A \cdot B}$	= 0,50	× $\frac{20.000}{40 \cdot 80}$	= 3,12
m <sup>3</sup>	RPE-3	× 0,03	= 1.830,00	× 0,03	= 54,90
kg	RSB-5	× 0,5	= 2,80	× 0,5	= 1,40

**Total Pts/m<sup>2</sup> = 1203,79**

**1****NTE  
Mantenimiento**

Revestimientos de Paramentos

**6****RPC****1973**

# Chapados

*Wall cladding. Natural stone. Maintenance*

## 1. Criterio de mantenimiento

### Especificación

**RPC-8 Chapado con anclaje oculto -A-B-Tipo****RPC-9 Chapado con anclaje visto -A-B-Tipo****RPC-10 Chapado con anclaje de varilla-A-B-Tipo**

### Utilización, entretenimiento y conservación

Se tomarán las medidas necesarias para que las jardineras u otros elementos no viertan agua sobre el chapado.

Cada 5 años o antes si se ha apreciado alguna anomalía, movimiento o rotura, se inspeccionará visualmente la fachada y si hubiese alguna placa movida, se reparará.

Todo elemento que sea necesario instalar sobre el chapado, se recibirá a la fábrica que sustenta éste o a cualquier otro elemento resistente.

Se tomarán las medidas necesarias para que las jardineras u otros elementos no viertan agua sobre el chapado.

Cada 5 años o antes si se ha apreciado alguna anomalía, movimiento o rotura, se inspeccionará visualmente la fachada y si hubiese alguna placa movida, se reparará.

Todo elemento que sea necesario instalar sobre el chapado, se recibirá a la fábrica que sustenta éste o a cualquier otro elemento resistente.

Cada 5 años o antes si se ha apreciado alguna anomalía, movimiento o rotura, se inspeccionará visualmente el chapado y si hubiese alguna placa movida, se reparará.

Todo elemento que sea necesario instalar sobre el chapado, se recibirá a la fábrica que sustenta éste o a cualquier otro elemento resistente.

# Definiciones de elementos de piedra natural para obra de fábrica

UNE  
24 031  
1.ª Revisión

## 1. Objeto

Esta norma tiene por objeto definir los elementos de piedra natural para obra de fábrica.

## 2. Definiciones

Los elementos de piedra para trabajos de cantería se definen de la forma siguiente:

**2.1 Mampuestos.** Se denominan mampuestos a las piedras de pequeñas dimensiones, de forma más o menos irregular, nada o apenas desbastadas, que puedan ser fácilmente manejadas por un solo hombre. Su peso oscila, según sus medidas y naturaleza, entre 15 y 25 kg. lo que supone un volumen del orden de una centésima de metro cúbico.

### 2.2 Sillarejos.

**2.2.1 Sillarejos aplantillados.** Se denominan sillarejos aplantillados a las piezas manejables a mano, de volumen y peso análogos al de los mampuestos, de forma aproximadamente prismática recta, con una o más caras labradas y uniformes de tamaño, dentro de la hilada o aparejo de la fábrica en que se colocan.

**2.2.2 Sillarejos toscos.** Se denominan sillarejos toscos a las piezas manejables a mano, de volumen y peso análogos al de los mampuestos y que, teniendo una forma aproximadamente prismática recta, no tengan cara alguna labrada.

**2.3 Sillares.** Se denominan sillares las piezas de piedra de dimensiones tales, que exijan el empleo de útiles y mecanismos para su traslado y empleo, con una o más caras labradas.

Sus medidas rebasan los cuarenta centímetros, en dos direcciones al menos, cuando sean prismáticas rectas o se aproximan por exceso a esta cantidad, cuando sean aplantilladas.

Su volumen es, aproximadamente, de una vigésima parte de metro cúbico y su peso oscila, según sus medidas y naturaleza, entre los 75 y los 150 kg.

**2.4 Piezas de labra.** Se denominan piezas de labra aquellas piezas de considerables dimensiones, para cuyo traslado y empleo son imprescindibles útiles y mecanismos poderosos, y cuyas caras y contornos están trabajados y labrados, de acuerdo con su destino constructivo u ornamental.

**2.5 Chapas.** Se denominan chapas aquellas piezas de piedra de corta cola o entrega, labradas por su frente y cuatro costados, destinadas a cubrir y revestir un frente de fábrica de ladrillo, hormigón, mampostería u otros materiales.

**2.6 Losas.** Se denominan losas a las piezas llanas y de poco grueso, labradas al menos por una cara, y que se utilizan para solar.

## 1. Objeto

Esta norma tiene por objeto definir lo que se entiende por trabajos de cantería y fábricas de piedra natural.

## 2. Conjunto de trabajos de cantería

Se entenderá por trabajos de cantería las operaciones siguientes: selección y desmonte de los bancos de piedra en las canteras; selección de la piedra desmontada y su cuarteo; la montea, traza y labra de las piezas destinadas a sillerías y chapado o piezas de labra; el canteado y careado de los mampuestos, y el aparejo y sentado de las piezas en fábricas de sillería, mamposterías, mixtas y chapadas.

## 3. Definición de las fábricas de cantería

**3,1 Mampostería.** Es la fábrica realizada con piedras de forma más o menos irregular, nada o apenas desbastadas.

**3,11 Mampostería en seco o a hueso.** Es aquella en la cual las piezas se asientan sin interposición de mortero.

**3,12 Mampostería ordinaria.** Es aquella en la cual las piezas se asientan y reciben con mortero.

**3,13 Mampostería rejuntada.** Es aquella cuyas juntas han sido retundidas expresamente con mortero, bien conservando el plano de los mampuestos, o bien alterándolo. Esta denominación será independiente de que la mampostería sea ordinaria o en seco.

**3,14 Mampostería tosca.** Es la que se obtiene cuando se emplean los mampuestos en bruto, presentando al frente la cara natural de cantera o la que resulta de la simple fractura del mampuesto con la almádena.

**3,141 Mampostería ciclópea.** Es una variedad de la mampostería tosca, constituida por piedras, cuyo tamaño y peso exija la utilización de medios auxiliares específicos de transporte y elevación, no pudiendo, por tanto, ser colocadas mediante un simple esfuerzo manual.

**3,15 Mampostería careada.** Es la obtenida corrigiendo los salientes y desigualdades de los mampuestos con almádena o punterola, para lograr, en general, un paramento aproximadamente plano, pero siempre regular y continuo de aspecto.

**3,16 Mampostería concertada.** Es la que se obtiene cuando se labran los lechos de apoyo de los mampuestos, consiguiéndose que su asiento sobre las otras piezas no haga preciso el uso de ripias en el frente visto. Independientemente del carácter de concertada, la mampostería podrá ser simultáneamente: rejuntada, sin rejuntar, tosca, ordinaria o careada.

**3,17 Mampostería especial de cantos rectos.** Se designará así aquella que siendo careada o concertada, tiene sus cantos labrados con martillo y puntero hasta conseguir que sus trazadas sean rectas.

**3,2 Sillería.** Es la fábrica realizada con sillarejos, sillares o piezas de labra.



5.- BIBLIOGRAFIA

## 5.- BIBLIOGRAFIA

- ALMEZA, A.; J. RIOS, J.M. (1947). "Explicación al mapa geológico de la provincia de Lérida". Escala 1:200.000. IGME".
- APARICIO, A.; BELLIDO, F. (1978). "Cambios texturales mineralógicos y geoquímicos en rocas graníticas milonitizadas". Bol. Geol. y Min. 89, pág. 75-80.
- AUTRAN, A.; FONTEILLES, M.; GUITARD, G. (1970). "Relations entre les intrusions de granitoides, L'anateixe et le metamorphisme regional considérées principalement du point de vue du rôle de l'aan: cas de la chaine hercynienne des Pyrenées Orientales". Bull. Soc. Geol. Francia. Serie 7, Tomo 1: 673-731.
- AUTRAN, A.; FONTEILLES, M.; GUITARD, G. (1966). "Discordance du Paleozoique inferieur metamorphique sur un socle gneisique antehercynien dans le massif des Alberes (Pyrenées Orientales) C.R. Acad. Sci. Paris 263: 317-320.
- AUTRAN, A. (1976). "Etude comparée de quelques granites circoncrits hercyniens des Pyrenées. C.R.S.S. G, France, f4. pp.150.
- AZAMBRE (1976). "Roches intrusives sous-satures des Pyrenées".
- BARTHOLOME, Paul (1952-53). "Sur la estructura du massif granitique de Bossost. Val d'Aran d'Espagne. Bulletin de la Societé Geologique de Belgique". T. 76, n° 8-10. Pág 317-328.
- MELENDEZ, Bermudo "Mapa geológico de España. Escala 1:1.000.000. Ed. Paraninfo.
- BOSCHMA, D. (1963). "Succesive Hercynian structures in some areas of the Central Pyrenées. Leisde Geologische Mededenlingen, 28, pág. 103-176.

- CAÑADA GUERRERO, F. (1964). Síntesis geológica sobre el Paleozoico del extremo oriental de Los Pirineos en la zona de Rosas". Not. Com. del IGME, nº 75.
- CARRERAS PLANELLS, J. (1973) "Micropliegues y movimientos de los cizallamientos profundos del Cabo de Creus (prov. de Gerona)". Estudios geológicos 29, nº 5, pág. 439-450.
- CARRERAS, J. (1973) "Petrología y Análisis Estructural de las rocas metamórficas de la zona del Cap de Creus". Tesis. Univ. de Barcelona, 154 p.
- CARRERAS, J.; SANTANACH, P. (1975). "Precisiones acerca de la significación petrológica y estructural de las rocas gneisicas cataclásticas del Maresme (Barcelona)". Acta geológica Hispánica T.10 (2): 49-54.
- CARRERAS, J.; JULIVERT, M.; SANTANACH, P. (1980) "Hercynian mylonite belts in the western Pyrenees: an example of shear zones associated with late folding. Structural Geology. 2(1-2): 5-9.
- CARRERAS, J. (1975). "Las deformaciones tardihercínicas en el litoral septentrional de la península del Cabo de Creus (Prov. de Gerona). La génesis de las bandas miloníticas". Acta geológica Hispánica. C.S.I.C. t.x. Mayo-Junio pág. 109.
- CARRERAS, J. et al. (1975). "El área pegmatítica del litoral de la península del Cap de Creus". I.I. geol. Univ. Barcelona VXXX pág. 11.
- CARRERAS, J.; SANTANCH, P. (1983). "El Hercínico de los Pirineos" Libro jubilar de Rios. T.I. (656 pág.) IGME, pág. 536.
- CARRERAS, J. "Los complejos de zócalo del Pirineo" Libro Jubilar de Rios.

- CARRERAS, J.; LOSANTOS, M.(1982). "Geological setting of the Roses granodiorite (E-Pyrenees, Spain)". Acta geológica hispánica t.17 nº 4, pág. 211-217. (d'investigations geologiques "Jaime Almera" CSIC).
- CASTAING, C.; RABU, D. (1981)."Apports de la geologie á la recherche et a l'explóitation des pierres de taille (roches ornamentales et de construction)". Bull.BRGM (2ª Serie) Sec.III,nº 1.
- CASTAING, C.; RABU, D. "Apports de la geologie á la recherche et a l'exploitation des pierres de taille (roches oornamentales et de Construction)". Industrie Minerale - Les Techniques.
- CAVET, P. "Le paleosoique de la zona axiale des Pyrèneés orientales Francaises entre le roussillon et l'Andorre". Bull. Serv. Cart. Geol. Fr. 55 (254-255)
- CEPYMEC. "Las rocas ornamentales en España". Tecniterrae, pág. 5-298.
- COLLATES ESTRADA, L.; FERNANDEZ ALVAREZ, S.M (1984) "Problemática de las rocas y minerales industriales en España". I. Cong. Esp. Geol. T.11. pág. 915-920.
- COMPTE FREIXANET, Alberto (1963). "El Alto Ampurdan. Pirineos". Revista del Instituto de Estudios Pirenaicos, nº 67-74, pág. 5-283.
- CORRETGE y MARTINEZ, F.J. (1975). "Albitización y sodificación en granitos hercínicos españoles". Studia Geológica, 9, pp. 115-141.
- CHAPPELL, B.W.; WHITE, A.J.R. (1974) "Two contrasting granite types". Pacific Geol., 8: 173-174.

- CHOUKROUNE, P.; M. SEURET et A. GALDEANO (1973-74). "Caracteristiques et évolution structurale des Pyreneés, un modèle de relations entre zone orogénique et mouvement des plaques". Bull. Soc. Geol. Fr., 7<sup>a</sup> Serv., T. XV, pág. 600-611. París.
- DALLONI, m. (1930). "Etude geologique des Pyreneés Catalans" Ann. Fac. Sc. Marseille, T. 26, 7(3), pp. 1-377.
- DIDIER, J. (1973). "Granites and their enclaves". Ed. Elsevier. 393 pág.
- ENRIQUE, P. (1978). "Las rocas graníticas de la Cordillera litoral entre Mataró y Barcelona". Acta Geologica Hispánica (13) (3), pp. 81-85.
- ENRIQUE, P. (1983). "Existencia de una asociación plutónica intermedia máfica-ultramáfica de edad hercíniana en el macizo de Montnegre (Cordillera litoral Catalana). Rev. Inv. Gologiques, vol. 36.
- ESBERT, Rosa M<sup>a</sup> (1975) "Características mecánicas del granito de Santa M<sup>a</sup> de Martorelles (Barcelona)". Acta Geologica hispánica. T. 10, n<sup>o</sup> 1, pág. 29-33.
- ESBERT, ALEMANY, R.M<sup>a</sup>.; ORDAZ GARGALLO, J. (1985). "Alteración y Alterabilidad de las piedras de construcción. Criterios Petrográficos y ensayos de laboratorio". Comunicación presentada al I Congreso de patología en la edificación. Barcelona.
- ESBERT, R.M<sup>a</sup>.; ORDAZ, J. "Sobre las características fisico-mecánicas de algunos granitos industriales de Galicia". (2<sup>a</sup> parte). Bol. Geol. y Min. T. LXXXVIII-II.
- ESTEVEZ, A. (1973). "La vertiente meridional del Pirineo Catalan al N del curso medio del rio Fluviá. Tesis Univ. Granada 44, 1-54.

- FONBOTE, J.M<sup>a</sup>. (1952). "Algunas precisiones sobre la cronología de los plegamientos hercinianos en Cataluña". Congreso geología Internacional. Comptes. rendus de XIX session. Alger. Sección XII, 3<sup>a</sup> parte, fase XV, pág. 575-591.
- FONTEILLES, A. (1970). "Geologie des terrains metamorphiques et granitiques massif hercynien de L'Agly (Pyrenees Orientales). Bull. BRGM (ser 2, sec. 4) 3: 21-72.
- GARCIA SANCHEZ, A.; SAAVEDRA, J. (1976). "Sobre el Concepto y aplicación de un nuevo índice de meteorización a la edafoquímica y prospección de elementos trazas en terrenos graníticos". Revista española de Geología y minería. Separata n<sup>o</sup> 11. Techniterrae.
- GASCON, F.; BALBAS, M.M. (1983). "Dilatación lineal del granito". Bol. Geol y Min. Tomo XLIV-V, pp. 441-447.
- GONI, J. et al (1970). "Methodes d'etude du champ microfissural des mineraux et des roches an cous de seur alteration". Revue de L'Industrie Minérale, num. especial, pp. 40-51.
- HARTEVELT, J.A. "Geology of the Upper Segre and Valira Valleys, Central Pyreneés, Andorra. Spain". Leisde Geol. Mededenlingen 45: 167-236.
- HERRERA ORTIZ, F. "Ensayos de resistencia en laboratorio y criterios de rotura para rocas". Techniterrae. Págs. 44-49.
- HEINRICH, E.W.H. (1971). "Petrografía microscópica". Ed. Omega.
- HEINRICH, E.W.H. (1977). "Identificación microscópica de los minerales". Ed. URMO.
- IGME(1982). "Los granitos ornamentales de España (II/8-II-15).

- IGME (1984). "Mapa geológico de Barcelona. E: 1:200.000".
- IGME (1980). "Mapa geológico de Hospitalet. E: 1:200.000".
- IGME (1981). "Mapa geológico de Tarragona. E: 1:200.000".
- IGME (1981). "Mapa geológico de Tortosa. E: 1:200.000".
- IGME (1980). "Mapa geológico de Figueras. E: 1:200.000".
- IGME (1980) "Mapa geológico de Berga. E: 1:200.000".
- IGME (1980). "Mapa geológico de Huesca. E: 1:200.000".
- IGME (1971). "Mapa geológico de Arties. E: 1:200.000".
- JULIVERT. "Geología de la Sierra de Miramar (Tarragona)". Mem. Con. Inst. Geol. Prov. 13. pp. 70-122.
- JULIVERT, M. et MARTINEZ, F.J. (1955) "The Paleozoic of Catalan Coastal Ranges Newsletter" (F.P. Sassi Edit.). IGCP5, 2:124-128.
- KLEISMIEDE, W.J.F. (1960). "The geology of the Valle the Aran, Central Pyrenees". Leisde Geol. Madedenlingen 25. pág. 129-245. Año 1960.
- KRYLATON, S. and STOPPEL, D. (1969). "La serie des Agudes-Cap de Pales (zone primaire axiales des Pyreneés aux confins de la Hante Garonn et des Hantes Pyreneés)": Bull. Soc. Geol. France (7<sup>a</sup> ser.). 11 (4) pp. 484-490.
- LATREILLE.(1962). "Estudio geológico de los Pirineos entre los rios Segre y Llobregat". Bol. IGME, T. LXXIII,

- LAMOUROUX, C.; SOULA, J.C.; DERAMOUND, J.; and DEBAT, P. (1980). "Shear zones in the granodioritic massifs of the Central Pyrenees and the behaviour of these massifs during the Alpine orogenesis". *Struct. Geology* 2 (1/2): 49-54.
- LLOPIS LLADO, N. (1948). "Sobre la tectónica de las Sierras de Levante de Barcelona". *Estudios geológicos* T.4. pág. 127-204.
- MARMO MACHINE (1985) "Datos sobre ensayos de granitos". n° 7, 1<sup>er</sup> trimestre.
- MARRE, JAQUES (1982). "Méthodes d' analyse structurale des granitoides Busean de Recheches geologiques et Minieres. *Manuels et Methodes* n° 3, 182 p. 140 il.
- MARTI, C.; VIDAL, J.R. (1981). "Datos para la comparación del micromodelado en dos macizos de granitoides peninsulares", *Cuad. Lab. Geol. Lax.* Vol. 2 (I) pág. 265-273. Año 1981.
- MONTOTO, SAN MIGUEL, M. (1970). "Acción tectónica y transformaciones mineralógicas en rocas graníticas". *Bol. Geol. y Min.* T.81, Fase II y III, pág. 78-84.
- MONTOTO, SAN MIGUEL "Mineralogía de los granitos Costero Catalanes". Resumen del capítulo de mineralogía de la tesis doctoral "Estudio petrológico de las rocas graníticas de la Cordillera Litoral Catalana". Univ. Barcelona.
- MORA, A. (1969). "Sienitización de los granitos del Guadarrama". Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Madrid.
- MUSKY, G. (1972). "Origin and significance of zonation in a granitic intrusion". 24 Intern. Geol. Cong., Sec. 2, pag.: 181-190.
- ORDAZ, J.; ESBERT, R.M.; SUAREZ DEL RIO, L. (1983). "Análisis del sistema poroso en materiales graníticos". *Bol. Geol. y Min.*



TXCIV-III, pág. 236-243.

- ORDAZ, J.; ESBERT, R.M. (1977). "Sobre las características físico-mecánicas de algunos granitos industriales de Galicia (1ª parte). Bol. Geol. y Min. LXXXVIII 1, págs: 65-71.
- PUSCHMANN. (1968). "La serie paleozoique du Massif du Montseny" C.R.Ac.Sc. París, 266 (657-659).
- RABU, D.; CASTAING, C. (1978). Fracturation et microfisuration des roches granitiques. Influence Sru le degre l'exploitabilite". 6ª RAST.
- RAMILO, O. (1983) "Grantio, su minería e industria". Cuad. lab. geol. Laxe. Vol. 6. págs. 341-345.
- ROZES, B. (1982). "Industrie du granite". Industrie Minerale- Les Techniques (Junio-82).
- SAAVEDRA ALONSO, J.; ARENILLAS PARRA, M. (1979). "Consideraciones sobre la rubefacción de algunos granitos ibéricos". Acta geológica Hispánica. T. 14, págs: 474-476.
- SAN MIGUEL, ARRIBAS, Alfredo. (1986) "Características estructurales del granito de la Costa Brava y su significación petrogeológica". Ins. de Investigaciones geológicas Lucas Mallada nº 29-30. Estudios Geológicos, pág. 95-134.
- SAN MIGUEL ARRIBAS, A.; FERNANDEZ POLO, J.A. (1959). "Observaciones sobre la génesis de los pórfidos graníticos". Estudios geológicos, vol. XV, 335.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, Maximino. (1930). "Las Rocas Eruptivas y Metamórficas de la mancha granítica de la Hoja 421 al Este de Besós. Bol. del IGME. Tomo 52. XII, de la 3ª Serie, pág. 1-54.

- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1944). "Las rocas de la mancha granítica de Balbona-Capellanes (Barcelona) y de su aureola metamórfica". Extracto de Notas y Comunicaciones del IGME, nº 12.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M y SAN MIGUEL ARRIBAS. "Las rocas eruptivas y metamórficas de las comarcas del Priorato y Campo de Tarragona". Separata del nº 9 de Estudios Geológicos del IGME.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1922). "Nota petrográfica sobre unas aplitas, pegmatíticas y micacitas de la Montaña de S. Pedro Mártir (Barcelona). Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. 22:258-264.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1929). "Resumen geológico de la Sierra de Levante (Barcelona). Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat. 15: 445-455.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1934). "Las rocas eruptivas y metamórficas de la Costa Brava". Mem. Acad. Ciencias y Artes de Barcelona 23(19): 381-410 (3-32).
- SANTANACH. (1974). "Estudi tectonic del Paleozoic inferior del Pirineo". Public Fundacio' Salvador Vives Casaguana, 1-131.
- SIJP, J. VAN DER. (1951). "Petrography and Geology of Montseny-Guillerías". Tesis Univ. de Utrech, 1-99.
- SIMPSON, C.; CARRERAS, J.; LOS SANTOS, M. (1982). "Inhomogeneous deformation in Roses granodiorite, N.E. Spain". Acta geológica Hispánica, t. 17, nº 4. 219-226 (d'Investigations geologiques "Jaime Almera". CESIC).
- SITTEr, L.U. DE; ZWART, H.J. (1961-62). "Excursión to the Central Pyrenées". Leide Geol. Mededenlingen Deel XXVI.

- SITTER, L.U. DE "Note preliminaire sur la geologie du Val d'Aran". Leide. Geol. Mededenlignen. Deel XVIII.
- SITTER, L.U. DE (1959). "The structure of the axial zone of The Pyrenees in the province of Lérida". Acompauned by 1 map 1:25.000 and secctions. Estudios geológicos. Tomo extraordinario. Vol. XV, n  41-44, pág. 349-360.
- SOLE SABARIS, L. y MARCET RIBA; J. (1949). (Gerona). Hoja 334 del Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. IGME, 1949.
- SOLE SABARIS, L. y LLOPIS LLADO, N. (1947). "Explicación a la Hoja Geológica". Escala 1:50.000, n  216, Bellver. IGME.
- SOLE SABARIS, L. (1933). "La geología de los alrededores de Figueras y la tectónica del Ampurdan". Asociación para el Estudio Geol. del Mediterraneo Occidental.
- SOLE SUGRANES, L. (1971). "Estudio geológico del Prepirineo Español entre los ríos Segre y Llobregat". Acta Geológica Hispánica. T. VI, n  1, pág. 8-12.
- STRECKEISEN, A.L. (1967). "Clasification and nomenclature of Ingneous rocks". N. Jb. Miner. Abh., 107, pág.: 144-214.
- SUAREZ DEL RIO, L.M. (1962). "Estudio petrofísico de materiales graníticos geolmec nicamente diferentes". Tesis doctoral. Facultad de Geología. Univ. de Oviedo.
- VAQUER, R. (1973). "El metamorfismo y las rocas plutónicas y filonianas de la S  de Collcerola". Publ. Univ. de Barcelona, resúmenes tesis doctorales: 1-13.
- VIDAL ROMANI, J.R. (1977). "Micromodelado de rocas graníticas. Un modelo genético. I. Congr. Esp. Geol. T.1, pág. 385-594.

- VILADEVALL, M. (1978). "Estudio petrológico y estructural de las rocas metamórficas y graníticas del Macizo del Montseny". Resumen tesis doctoral. Univ. Barcelona, 1-12.
- WHITE, A.J.R.; CHAPPEL, B.W. (1977). "Ultrametamorphism and granitoid genesis". Tectone physics, 43, pág. 7-22.
- ZWART, H.J. (1968). "The paleozoic crystalline rocks of the Pyrenees". Kristallinikum, 6: 125-140.
- ZWART, H.J. (1979). "The geology of the Central Pyrenees". Leidse Geol. Mededenlingen, 50, 1-74.