2.7.- APLACADOS Y CHAPADOS DE PIEDRA.

2.7.1.-CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Las fachadas acabadas con revestimiento de piedra constituyen un tipo de fachada pesada que nació a principios del siglo XX tanto por la necesidad de innovar como por la de imitar de algún modo a las fachadas anteriores construidas con sillares en construcciones con menores medios económicos.

2.7.2 FACHADAS CHAPADAS DE PIEDRA:

En las fachadas chapas de piedra, la piedra está en contacto con el muro formando un todo monolítico con él, No hay una cámara de aire, como en las fachadas trasventiladas.

Aunque no es muy corriente, hay ocasiones en que el chapado de piedra se recibe, por medio de adherencia continua, con mortero, como si se tratase de un alicatado. Se trata de piezas de poca altura. Si las piezas son grandes, con poca rugosidad en el dorso y además se pueden producir filtraciones de agua con posterior helada o posibles movimientos de soporte el desprendimiento resulta prácticamente asegurado. Pueden producirse:

-Movimientos del soporte: Desde la estructura o del soporte, por variaciones térmicas

-Variaciones dimensionales del chapado: Suelen ser acumulativas por estar colocados"a hueso", provocando la rotura.

+ Aspectos a tener en cuenta a la hora de proyectar una fachada chapada de piedra:

1. ESPESOR de la placa: Cuanto mayor es el espesor de la placa, más grande es la resistencia a flexión, y más difícil la rotura. Por ello los espesores mínimos serán:

Deberá aumentar con el tamaño de la placa.

Tipo de piedra	Dimensión máxima de las piezas en cm		
	L≤60 cm /	60≤L≤ 100 cm /	L≥100 cm
Pizarras	e:30 mm	e:30 mm	e≥30 mm
Granitos,calizas,mármoles.	e:30 mm	e:30/40 mm	e≥40 mm
Areniscas	e:40/50 mm	e:60 mm	e≥60 mm

Se pueden usar espesores inferiores a 30 mm para chapados <40 cm de ancho o alto, y se sujetan con 4 pivotes: 2 superiores y 2 inferiores, que es el mínimo.

2. El MATERIAL* :

Lo que nos garantiza una buena duración es que sea una piedra autóctona del lugar ya que se adaptará a los cambios climáticos sin romper la lluvia, los cambios de temperatura y la presión del viento).

* Véase para completar pto. 2.7.7.

3.La POROSIDAD, si tenemos chapados trasventilados podemos usar piedras más porosas. En todo caso debe ser menor de 0,06.

4.HELADICIDAD : los ciclos de hielo y deshielo pueden afectar a la piedra.

5.La RESISTENCIA MECÁNICA: a flexión se tendrá en cuenta a la hora de escoger el sistema de anclajes, la distancia entre ellos, y las dimensiones y espesor de la placa.

6.RESISTENCIA A CORTANTE y de arrancamiento del anclaje al muro.

7. El TAMAÑO:

El despiece más común recuerda la disposición de los sillares tradicionales. Las placas se ordenan en hiladas horizontales de 40 o 50 cm de altura y longitudes algo superiores. Las piedras más blandas deben colocarse con piezas más pequeñas, con los grosores habituales. Las piedras duras pueden llegar hasta a 2,5 m de longitud.

8. Los ANCLAJES: Deben soportar el peso y el esfuerzo de dilatación, los anclajes pueden ser ocultos o vistos.

- **Los anclajes ocultos** sujetan la pieza por un canto, mediante un pivote o una pletina:

  - **Mediante pivotes**: 4 x placa, se colocan tanto en horizontal como en vertical. Cada anclaje soporta 2 placas adyacentes, Ø5mm, L=30 mm.
  - **Mediante pletinas**: 4 x placa, espesor 3mm, ancho 30 mm, 25 mm.

- **Los anclajes vistos** son perfiles longitudinales y continuos en forma de T en horizontal o vertical pueden ser de acero inoxidable o de aluminio lacado. Se colocan unos elementos elásticos (gomas) y el peso se trasmite al anclaje, Se evitará que se trasmitan los pesos de una piedra a otra.

9. La SUJECIÓN de los anclajes:

Para asegurar su resistencia

- Con mortero hidráulico: Debe endurecer antes de colocar la piedra.
  Sin yeso ni escayola.
  Las sales de cemento pueden atacar a la piedra y producirle manchas.
- Con resinas de uso rápido.
- Con anclaje mecánico, taco de expansión de uso inmediato.

10. Las JUNTAS:

Resuelven el problema de la resistencia a compresión.

- **Juntas de dilatación de la estructura**: cada 17 m lineales de ésta, aproximadamente.

Distancia entre juntas de dilatación

Tipos de piedra	Clima suave Dif T: 40°C	Clima extremo Dif T: 60°C
Calizas y mármoles	Junta cada 15 m	Junta cada 10 m
Granitos y pizarras	Junta cada 6 m	Junta cada 4 m
Areniscas	Junta cada 4 m	Junta cada 3 m

- **Juntas de dilatación del propio chapado**: la modulación se hará según la dilatación de la piedra, de la zona climática y de la orientación.

  Las juntas se hacen por :
  -anclajes independientes.
  -anclajes en forma de Ω, que permiten absorber los esfuerzos.

Tipos de piedra	Clima suave Δ T: 40°C	Clima extremo Δ T: 60°C
Calizas y mármoles	Junta cada 15 m	Junta cada 10 m
Granitos y pizarras	Junta cada 6 m	Junta cada 4 m
Areniscas	Junta cada 4 m	Junta cada 3 m

2.7.3. LA FACHADA APLACADA FLOTANTE: (FACHADA VENTILADA).

Consiste en un muro resistente, un aislamiento térmico, una cámara de aire, y la hoja exterior visible, la cámara de aire está ventilada por debajo y por encima, deja circular el aire en dirección ascendente eliminando las masas de aire caliente que se van formando en el interior. Las juntas van también ventiladas, para que la presión atmosférica dentro-fuera sea la misma, y no se filtre el agua en el interior. Esta corriente de aire secará todas las humedades interiores, que pueden dañar a la piedra, hormigón, cerámica, metal o madera de los paneles y a las sujeciones.

Elementos que componen la fachada aplacada transventilada:

1.-El SOPORTE de la fachada:

- Continuo (paredes de albañilería u hormigón no serán muros de ladrillo hueco, ya que deberán resistir las cargas excéntricas que generan las placas).Podrá ser:.
  -1/2 pie ladrillo macizo.
  - 1 pie hueco.
  - muro de hormigón
  - bloque de mortero como pared resistente.
- Discontinua (las cargas van a una subestructura, revestida al interior con chapas de cartón de yeso), debe ser resistente al fuego y aislante térmico, y no ser permeable al aire de la cámara al interior.

2.- AISLAMIENTO: Puede ser de 3 tipos:
1. Espuma de poliuretano: Hidrófuga, se proyecta y después se ponen los anclajes, se vuelve a proyectar el hueco. Inconveniente: inflamable (M5)
2. Poliestireno extrusionado: Hidrófugo, son placas, se deben restituir los huecos después de poner los anclajes. Es inflamable M4, M5 . Se encuentra en planchas rígidas de distintas dimensiones, cuyos bordes están machihembrados. Se fijan mecánicamente o mediante materiales adhesivos dependiendo de la casa comercial.
- 3. Fibra de vidrio: este material no es hidrófugo por lo que precisa de la colocación de una barrera de vapor.
Es un material incombustible M0

3.-CÁMARA de aire:
- La cámara de aire, no será menor de 2 cm, para evitar capilaridades, conviene ventilada y abierta arriba y abajo así evita condensaciones y que se formen bolsas de aire caliente. Es importante que la cámara no quede cerrada y los anclajes soporten todo el peso de los paneles y las tensiones de viento, flexión, vibración y sismo.

c) HUECOS: a la hora de practicar huecos en fachada se pueden utilizar distintas soluciones.

- Retorno de la piedra.
- Telares de chapa.
- Enrase de la carpintería con el plano exterior.
- Piezas especiales para la formación de huecos.

4. HOJA EXTERIOR para piedra:
A la hora de elegir las placas, además de tener en cuenta consideraciones estéticas se han de tener presentes las siguientes recomendaciones:
- El tamaño de las placas deberá ser manejable a escala humana preferiblemente, ya que la utilización de otros medios mecánicos de sustentación encarecería la construcción.

- En cuanto a su peso, si es mayor de 65 Kg. también se dificulta su manejabilidad.

- Existen distintas recomendaciones en cuanto al espesor de las placas. La NTE-RCP recomienda espesores mayores o iguales a 3 cm. En otros países europeos se distinguen espesores en función de la naturaleza de la piedra, como en Bélgica y en el Reino Unido, siendo en éste último donde se prohíbe la utilización de mármoles de color. Otros autores recomiendan espesores iguales o mayores a 3 cm. en piedra vertical, y 4 cm. en piedra horizontal.

- La dimensión mínima por economía es una pieza de 60x40 cm y necesitan 4 anclajes 2 arriba y 2 abajo.
  Si la dimensión es superior a 80 cm se necesita un anclaje más en el centro y además mortero, como un aplacado cerámico.
  Si las piezas son < de 40 cm, se podrán poner con mortero sólo y algunos anclajes, para evitar desprendimientos.
  Los anclajes bajos suelen ser resistentes, y los de arriba estabilizadores antivuelco de la placa.

5-Las JUNTAS para piedra:

Su diseño dependerá de las intenciones estéticas y de los requisitos de aislamiento.

Entre las placas van abiertas, nunca selladas, oscilan de 2-7 mm, así ventilan y no entra agua. Al igual que en los contrachapados no pueden transmitir la carga entre paneles, y es necesario el uso de calzos cada 20-25 cm, se colocan 2 por pieza. Si se necesitan selladas (en climas extremos) se hace con silicona, o bandas de goma, y abierta en los extremos de los huecos.
Al menos habrá 2 elementos abiertos para que pueda ventilar.

6. HUECOS*:* a la hora de practicar huecos en fachada se pueden utilizar distintas soluciones. Si la carpintería no se lleva hasta el borde exterior, se resuelve normalmente llevando a las jambas una pieza en ángulo, como las de las esquinas. La parte superior se puede realizar suspendiendo una pieza de esta forma:
La solución alternativa a estas piezas es disponer unas premarco metálico alrededor del hueco entre la carpintería y la placa exterior.

- Retorno de la piedra.
- Telares de chapa.
- Enrase de la carpintería con el plano exterior.
- Piezas especiales para la formación de huecos.

Esquinas: la solución más fácil es la del giro del aplacado así parece que la fachada continua.
Otra solución es simular el canto de un sillar con un giro de la placa en esquina, con una pieza curva o como un ángulo.

Remates de la parte superior:
Deben evitar que el agua penetre libremente en la cámara, mojaría la hoja interior, para solucionarlo se colocará una albardilla de chapa abatida.

Remates de la parte inferior:
El problema es exclusivamente cómo ocultar la cámara ventilada. Si es un techo volado en espacio exterior (a), se recurre a techos de madera, chapa, o con un perfil de acero.

7.- ANCLAJES:

En el artículo 4.7.6. de la NCSE-02 se especifica que *"la fijación de los revestimientos y el anclaje de los aplacados u otros elementos de fachada o zonas de tránsito se realizará con materiales de alta durabilidad y mediante técnicas apropiadas para evitar el desprendimiento de piezas en caso de sismo".*

En los años 70 se produjo una gran difusión de los aplacados en piedra, y como consecuencia aparecieron graves problemas de desprendimientos debidos tanto a los efectos expansivos de fraguado de yesos y cementos rápidos (con la consiguiente pérdida de adherencia entre mortero y placas), como a la oxidación de las fijaciones. Fue entonces cuando se comenzaron a perfeccionar las fijaciones metálicas hasta llegar a las que tenemos hoy en día. No obstante es necesario saber que a estos elementos constructivos se les exige:

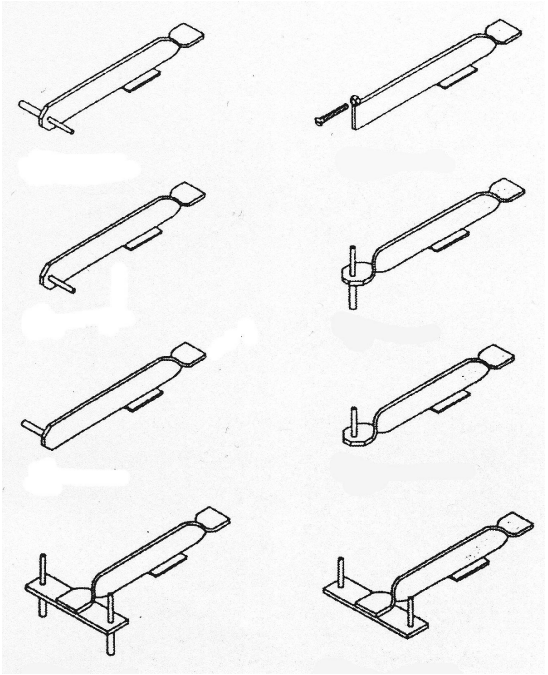
-Ajuste dimensional: Replanteo exacto de la piedra.
-Resistencia a la corrosión: Acero inoxidable y galvanizado, aleación fosforo-bronce, latón, son apropiados.
-Resistencia mecánica: A cargas eólicas y gravitatorias.
-Seguridad: Cuando los anclajes se muevan por sismos no se deben romper las placas.
- Resistencia al fuego.
- Simplicidad: Rápida y económica construcción.
- Limpieza: Sin exceso de mortero.

8.- TIPOS de ANCLAJES:

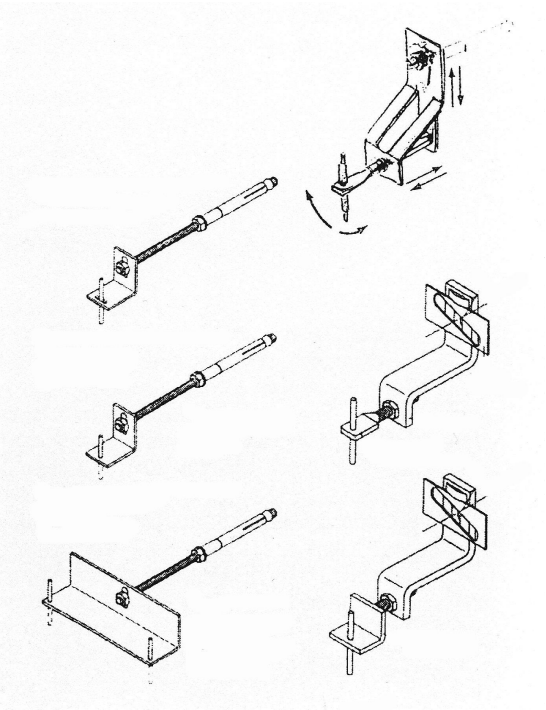
Los distintos tipos de anclajes se presentan a continuación.

SIMPLE DIRECTO
- Se fija al soporte mediante empotramiento.
- Se utiliza en cámaras pequeñas.
- No puede ser ajustado en ninguna dirección.

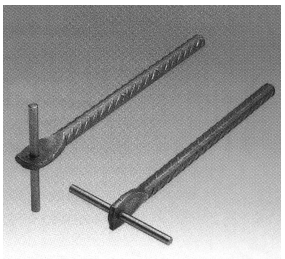
COMPUESTO DIRECTO
- Se fija al soporte mediante atornillamiento.
- Existen en forma de ángulos, de garras o de ménsulas.
- Tiene la posibilidad de ser ajustado en varias direcciones.



Anclajes tipo simple-directo



Anclajes tipo compuesto-directo

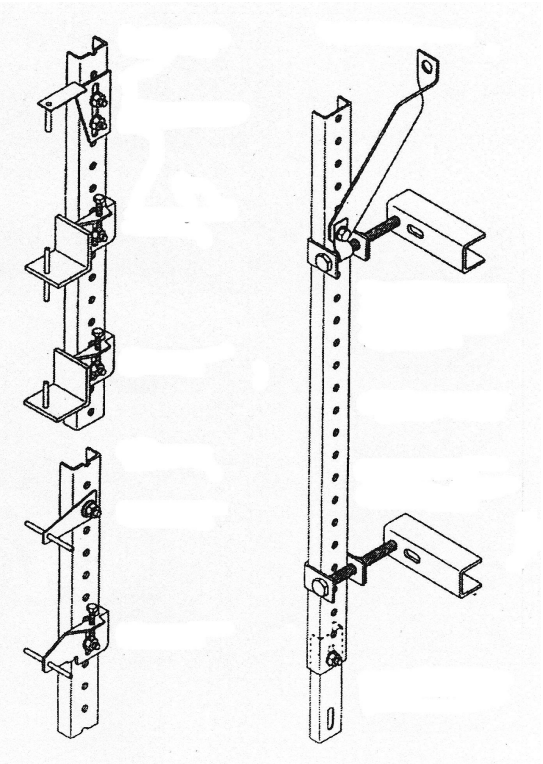


Grupo Mecanotubo

COMPUESTO CON ESTRUCTURA AUXILIAR

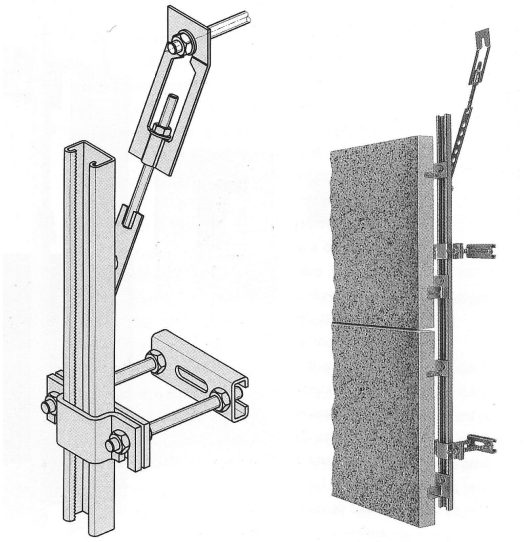
- La estructura auxiliar se fija a la estructura del edificio. Las placas se unen a la estructura auxiliar mediante fijaciones compuestas directas.
- Se utiliza en cámaras grandes.
- Tiene la posibilidad de ser ajustado en varias dimensiones.

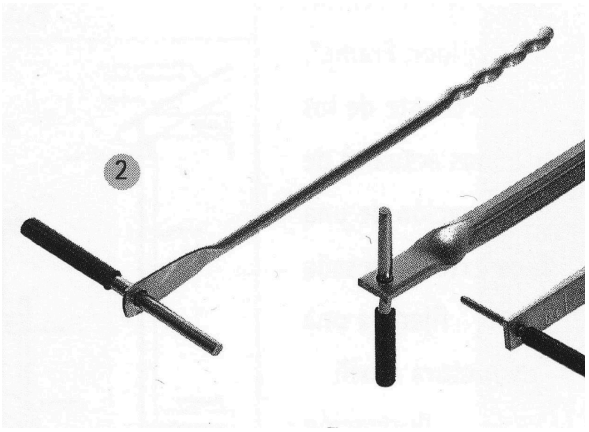
Casa Halfen



Anclajes tipo compuesto-directo con estructura auxiliar

La fijación del anclaje a la piedra será *de patilla* (chapa de acero de dimensiones mínimas 2 mm. de espesor y 10 cm. de ancho) o *de varilla* (mínimo 5 mm. de diámetro).





Casa Lutz System. Anclajes empotrables

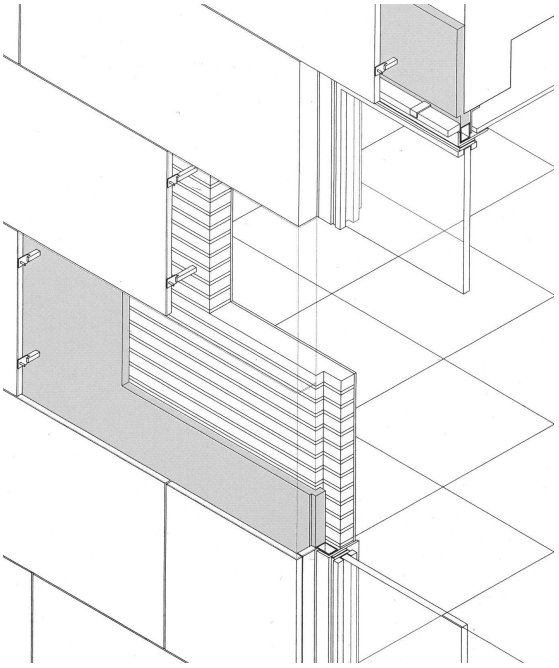
A continuación se explican los distintos tipos de aplacados según su sistema de fijación, así como las características de cada uno de ellos.

a) TRASDOSADO CON MORTERO Y ALAMBRES EN BORDES DE PLACA:

- Placas pequeñas.
- Muchas juntas.
- Riesgos de eflorescencias y humedades en las placas.
- Juntas a hueso en las que se pueden producir daños por heladas.
- Riesgo de desprendimientos.

b) TRASDOSADO CON CÁMARA VENTILADA Y FIJACIONES OCULTAS EN LOS BORDES DE PLACA:

- Placas grandes.
- Mejor aislamiento que en el caso anterior.
- Riesgo de rotura de placas, ya sea por mal dimensionado, defectos de montaje, por impactos o por una mala elección del material.
- Ignacio Paricio aconseja en su libro *"Los revestimientos de piedra"* la utilización de este tipo de aplacado sólo en zonas de sismicidad media y baja, donde la aceleración sísmica sea inferior a 0,12g.


Trasdosado con cámara ventilada y fijaciones ocultas en los bordes de placa

b) *FIJACIONES VISTAS:*

- Trabucos de piedra.

2.7.4.-CLASIFICACIÓN DE LOS APLACADOS.

- Metálicas puntuales.
- Perfilería continua en juntas.

c) *PANELES SUSTENTADORES:*

- Paneles de hormigón con aplacado montado en taller.

2.7.5. CÁLCULO.

Se seguirán las especificaciones de las casas comerciales en función del producto elegido. Éstas deberán encontrarse avaladas con los ensayos pertinentes y el DIT, que habrán sido previamente realizadas por un organismo competente en la materia.

2.7.6.-EJECUCIÓN.

a) LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE: se procederá a la limpieza de la superficie exterior de la hoja interior del cerramiento.

b) COLOCACIÓN DEL AISLAMIENTO: una vez se ha limpiado, se colocará el aislamiento del modo que éste lo exija, ya sea mecánicamente o mediante proyección.

c) REPLANTEO Y COLOCACIÓN DE LAS FIJACIONES DEL APLACADO: de acuerdo a las características del sistema de aplacado que se haya elegido. Si las placas se fijan por los cantos se colocarán cuatro puntos situados a 1/5 de la altura de la placa respecto de sus esquinas, ya sea sobre los bordes horizontales o sobre los verticales. Si se elige fijar las placas por su trasdós el sistema de fijación podrá ser visto u oculto. Se cuidará que la profundidad del orificio en la piedra sea superior a la longitud del anclaje para que nunca apoye el extremo de la fijación en la piedra evitando así el peligro de rotura.

d) REPASO DEL AISLAMIENTO EN LAS FIJACIONES: una vez colocadas las fijaciones, se procederá a completar el aislamiento que se haya perdido al colocarlas, evitando así posibles puentes térmicos y de humedad.

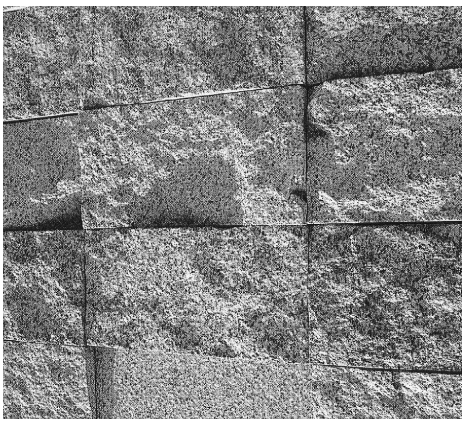
d) *COLOCACIÓN DEL APLACADO:* se tendrá especial cuidado en la ejecución de las juntas para que estas cumplan los requisitos que se han establecido previamente en los criterios de diseño.

2.7.7. LA PIEDRA. Sus tipos y acabados

Constituye el material básico de este sistema constructivo ya que serán las responsables del aspecto final de la fachada. Existen infinidad de tipos de piedra así como de acabados tal y como vemos a continuación.

TIPOS DE PIEDRA

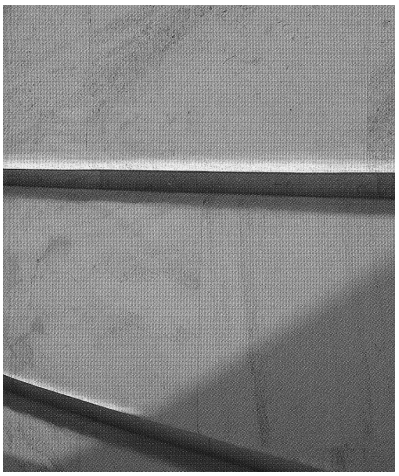
- *Granitos:* ígneas.
- *Mármoles:* sedimentarias-metamórficas.
- *Travertinos:* sedimentarias.
- *Alabastros:* sedimentarias-metamórficas.
- *Piedras de cantería:* pueden ser abrillantadas mediante pulido.
- *Areniscas:* sedimentarias.
- *Lumaquetas:* sedimentarias.
- *Cuarcitas:* metamórficas.
- *Pizarras:* metamórficas.
- *Calizas:* sedimentarias.
- *Piedras artificiales.*



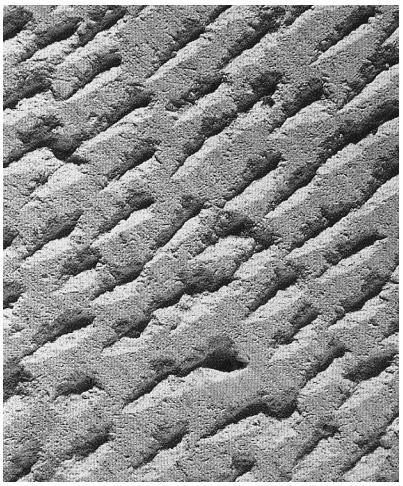
Granito partido

TIPOS DE ACABADO

- *Lajado:* pizarras y rocas exfoliables.
- *Partido.*
- *Cortado:* piedras de cantería.
- *Serrado:* granitos y piedras de cantería.
- *Escarfilado:* granitos de labra y algunas calizas.
- *Apiconado:* piedras de cantería y otras no muy duras.
- *Abujardado.*
- *Flameado:* rocas ígneas.
- *Raspado:* areniscas y rocas blandas.
- *Apomazado o esmerilado:* calizas que no admiten pulido.
- *Pulimentado:* rocas cristalinas.
- *Esculpido.*



Mármol pulido



Caliza apiconada

BIBLIOGRAFÍA.

•*NTE-RCP. "Revestimientos. Chapados de piedra".*
Ministerio de Fomento. Serie Normativas.

•*NCSE-02. "Revestimientos y aplacados".*
Ministerio de Fomento. Serie Normativas.

•*Tectónica nº 2. "Envolventes II"*
ATC Ediciones. Madrid.

•*Revista de Edificación nº 9.*
E. T. S. Arquitectura de Navarra. Marzo 1991.

•*"Los revestimientos de piedra". Ignacio Paricio y Jaume Avellaneda.*
Editorial Bisagra. Barcelona, 1999.

- *Aplacados pétreos (chapados)* Tema 6.
  Asociación de seguros mutuos de Arquitectos superiores.las ilustraciones también proceden de ésta edición.