

cuarzo y otros minerales, son de poca importancia. Ferruginosas, - con óxidos de hierro que les dan color amarillo o rojizo. Glauconíticas y Olivínicas.- De color verdoso refractarias. Volcánicas, de granos gruesos (Lapilli) o finos (ceniza volcánica). Arena de Dunas.- Arenas movibles de desierto formadas por los vientos. Arenas de playa y de río, en su mayor parte silíceas, con algo de partículas calcáreas (conchas), varían en coloración desde el blanco amarillento o pardo, hasta el azulado. Arenas silíceas o cuarzosas.- Son las más importantes, de color blanco o crema, formadas por cuarzo, cuando son puras se emplean como material refractario.

PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ROCAS.- Varían notablemente de acuerdo con su composición y su formación, por ésta razón no puede tomarse un valor definido, considerándose en la práctica valores promedio con un 15 á 35% de factor de seguridad. La mayoría presentan planos estructurales (de estratificación o de esquistosidad) - que dan lugar a diferencias en los valores obtenidos según la orientación que se tome.* En general puede decirse que las propiedades de las rocas ígneas varían con su composición y con la velocidad de enfriamiento, las de las calizas con su formación; las de los mármoles por su cristalización y tamaño de los cristales, las de las areniscas con el material cementante, etc. La resistencia a la compresión de las rocas cristalinas es mucho mayor y en algunas llega hasta 4,200 Kgs./cm² (Granitos). En muchos casos es de importancia la resistencia a la abrasión o al desgaste, sobre todo al ser usadas para pisos y pavimentos, tanto las compactas como las disgregadas, siendo más resistentes las cuarzosas ó silíceas.

RESISTENCIA AL FUEGO.- Practicamente todas las rocas se perjudican al ser calentadas a altas temperaturas, sobre todo si al mismo tiempo se enfrían rápidamente con agua, por los efectos de la expansión y contracción no uniforme de sus constituyentes.* Los granitos por esta razón son poco resistentes, sobre todo los de grano grueso y el Gneiss por su estructura en bandas. Las calizas se descomponen arriba de los 600°C., a bajas temperaturas son las más resistentes. Las areniscas las siguen en resistencia sobre todo las cuarcíferas y calcáreas las cuales son más resistentes que las ferruginosas y arcillosas.

POROSIDAD Y PERMEABILIDAD. Las piedras porosas que poseen suficiente resistencia son muy buenas como materiales de construcción por su baja conductibilidad térmica, actuando como aislantes. Las areniscas son las más porosas (2 - 15%) y permeables, variando la permeabilidad con la disposición de los poros.

ABSORCION.- Depende de la porosidad, siendo mayor cuando los poros son grandes y rectos que cuando son pequeños o tortuosos. La absorción de las rocas ígneas y metamórficas rara vez excede de 2%. Las areniscas absorben 10 veces más y las calizas aún más que éstas.

DURABILIDAD.- Representa la resistencia de la piedra a fallar por acción de las fuerzas destructivas a que se le puede sujetar. La presencia de planos de sedimentación o de cristalización, roturas, etc., permiten la introducción de las fuerzas de desintegración, por lo que es muy importante examinar las piedras antes de su utilización, rechazando las que muestren signos de meteorización o de agrietamiento. Las de grano grueso son más afectadas por los cambios de temperatura que las de grano fino y las menos porosas son menos afectadas por la congelación.

C A P I T U L O VIII.

ARCILLAS Y PRODUCTOS ESTRUCTURALES DE ARCILLA.

1.- (ARCILLAS.

(GENERALIDADES.- Se conocen con este nombre materiales naturales componentes del suelo formados por partículas de un diámetro menor de 0.005 mm. que provienen comunmente de la desintegración de las rocas ígneas (Feldespatos y Feldespatoides) o de rocas conteniendo minerales Arcillosos, de los cuales el principal es el silicato aluminico hidratado o Caolinita.)

CLASIFICACION.- A.- Desde el punto de vista de su formación y la forma como se presentan se clasifican en: Residuales, Sedimentarias, Glaciáricas, Loésicas, Esquistosas y Pizarras. Las Residuales o primarias son aquellas que se localizan en depósitos cerca a la roca de la cual provienen; constituyen los llamados propiamente minerales arcillosos, teniendo gran dureza, comprenden los Caolines, las Bentonitas, y las Illitas. Las Sedimentarias o Secundarias como puede deducirse son las formadas por la sedimentación de fragmentos de roca y minerales finamente divididos arrastrados por las aguas además de los minerales arcillosos contienen otros minerales como feldespatos, arena sílice o cuarzo, calizas, óxidos de hierro, etc, que se consideran como impurezas aunque en realidad le imparten propiedades características, se dividen en: Lacustrinas, Marinas, Estuarinas y de Aluvión.- Las primeras dos son las de mayor importancia, sobre todo las marinas formadas en depósitos de antiguos mares, a veces de extensión considerable y profundidades variables, hasta de 10 mts. o más. Las Lacustrinas y Estuarinas se hallan en capas de extensión limitada y poca profundidad. Las Glaciáricas no tienen importancia por contener cantidades apreciables de rocas de tamaños muy diversos. Las Loésicas formadas por acción del viento forman a veces grandes depósitos de arcilla muy fina. Las Esquistosas o pizarrosas se presentan como rocas compactas que provienen de la consolidación de arcillas sedimentarias. Las Pizarras no son en realidad arcillas (vease Pag.80)

B.- De acuerdo con el contenido y con el tipo de impurezas que contienen se clasifican en: Grasas, las arcillas puras con pocas impurezas, Magras, las que contienen más de 30% de impurezas. Calcáreas, las que contienen carbonato de calcio ó caliza en proporción no muy elevada. Margosas, las que contienen mucha Caliza. Silíceas o cuarzosas las que contienen arena sílice o cuarzo, Refractarias. Las marinas ó Lacustrinas con menos de 8 % de impurezas y alto punto de fusión.

C.- Los minerales arcillosos se clasifican en: Illitas, minerales complejos del tipo de la Mica muscovita comunes en las arci --

llas marinas (Arcillas refractarias) y en las pizarras. Montmorillonitas, Silicatos aluminicos hidratados componentes de las arcillas plásticas sedimentarias y de muchos suelos y Caolinitas, silicatos aluminicos abundantes en las arcillas marinas, aunque menos que las Illitas y sobre todo en las arcillas residuales.

PROPIEDADES.- Varían notablemente de acuerdo con su composición, es decir, con el por ciento y clase de minerales que contienen. En general predominan las propiedades coloidales de silicato aluminico hidratado ó monmorillonita. Absorben gran cantidad de agua, hasta 70 %, esparciendo un olor terroso muy peculiar de tierra mojada y ciertos gases de difícil eliminación, aún por calentamiento al rojo. Algunas pueden absorber grasas. En suspensión acuosa se coagulan con adición de sales, ácidos, etc. Añadiendo electrólitos básicos permanecen en forma de "Sol" (solución coloidal). Presentan el fenómeno de la Electroforésis (Coagulación con corriente eléctrica) y la propiedad de intercambiar bases, es decir, que llevan cationes que pueden ser sustituidos por otros de ciertas sustancias con las cuales se pongan en contacto.

Entre sus propiedades más importantes está la plasticidad, o sea la propiedad de deformarse sin sufrir rupturas cuando se han amasado con determinada proporción de agua, variable con el tipo de arcilla y con el grado de Fineza. Algunas arcillas (caoliníticas) solo desarrollan su plasticidad cuando están en estado de fina división, por lo que se les llama No-Plásticas, en cambio, las arcillas Montmorilloníticas comunes en los suelos son sumamente plásticas cuando están puras, disminuyendo esta propiedad cuando se hayan impurificadas con arena, tierra, etc, llamandoseles también Arcillas Plásticas. Al mezclarse con el agua aumentan su volumen proporcionalmente a la cantidad añadida.

La plasticidad se pierde temporalmente durante el secado y totalmente por calentamiento a temperaturas elevadas (cocción), convirtiéndose en una masa anhidra, inatacable por el agua. Al secarse la masa arcillosa se reduce su volumen, es decir, se contrae hasta un 12 ó 15 %, por lo que tiende a agrietarse o alabearse, sobre todo tratándose de arcillas grasas. En la fabricación de productos la contracción debe controlarse por la adición de arena (Enmagrecimiento), material quemado, etc. para dar un 5 á 6 % a la cocción.- Si se añade demasiada arena la arcilla pierde su poder de trabazón o de cohesión, disminuyendo la plasticidad y permitiendo las reventadas. Al mismo tiempo que se contrae, la arcilla se va endureciendo por el secado, perdiendo su condición primitiva y dando un producto graso al tacto y que toma un lustre craso al rayarlo con la uña o pulimentarlo cuando procede de arcillas plásticas y que se pulveriza al aplastarlo entre los dedos cuando es de naturaleza caolinítica o poco plástico.

El color de las arcillas cuando están puras como el Caolín y la Bentonita, es blanco o ligeramente amarillento, permaneciendo blancas después de quemadas. Cuando hay impurezas presentes el color de la arcilla y el del producto quemado varían de acuerdo con su naturaleza. Cuando contienen óxidos de fierro pueden tener color amarillento o rojizo. Y dan colores café, negro o verde cuando se produce la vitrificación. Cuando contienen exceso de caliza sobre el por ciento de fierro dan color gris al quemarse. Cuando con-

tienen materias carbonosas (mezcladas con tierra) pueden colorearse de azul, gris, negro ó violáceo, según la proporción de carbón, bastando un 3 % para dar color negro; al quemarse dan color blanco o rojizo. Las arcillas con exceso de cal, pero sin óxidos de fierro, dan color blanco y pueden causar defectos en el producto. Las arcillas calcáreas comunes, de color generalmente moreno, amarillo o gris, dan al quemarse color amarillo o crema y verdoso al estado viscoso. La presencia de óxido de manganeso les dá un color pardo-chocolate.

El punto de fusión de la arcilla pura es de 1,780°C y con impurezas baja hasta 1,580°C, aun que en realidad no tienen un verdadero punto de fusión, sino que tienen un período de suavización que se extiende por un grado considerable de tiempo y temperatura, pasando por los siguientes períodos: Al empezar la suavización se llama Vitrificación Incipiente, produciéndose cierta adherencia en las partículas de arcilla, pero no la suficiente para cerrar los poros, en la mayor parte de las arcillas se desarrolla a temperaturas entre 800°C y 1,200°C., aunque en algunas puede empezar a temperaturas tan bajas como 450°C. Cuando se cierran los poros se alcanza la máxima contracción, produciéndose la llamada Vitrificación Completa y finalmente, a temperaturas más elevadas (1,500-1,800°C), la arcilla empieza a fundirse, perdiendo la forma y convirtiéndose en una masa viscosa de silicato aluminico o Mullita la cual al enfriarse adquiere fractura Vidriosa, por lo que se llama a esto Vitrificación Vítreo o Viscosa. Ciertas impurezas actúan como fundentes facilitando la suavización, sobre todo los álcalis, los óxidos de fierro, calcio y magnesio y la arena sílice al estado de fina división, cuando están en cantidades excesivas, cuando alcanzan alrededor de 6% permiten una vitrificación superficial, haciéndose la pieza impermeable. Las arcillas calcáreas tienen una diferencia muy corta entre la vitrificación y la fusión, por lo cual no son apropiadas para productos vitrificados.

II.- PRODUCTOS DE ARCILLA.

GENERALIDADES.- Constituyen una de las más importantes clases de materiales estructurales, por su apariencia, resistencia y durabilidad, por las diferentes formas que pueden darseles y por los diferentes tipos de arcillas que pueden utilizarse, además de otros materiales como Feldespatos, Cuarzo, etc.

Se consideran divididos en dos tipos esenciales: A.- Adobes o materiales crudos y B.- Materiales cocidos, que se dividen a su vez en: 1.- Productos de una sola Cocción y 2.- Productos de Doble Cocción. Al grupo 1 corresponden la mayor parte de los ladrillos, terracotas, tejas, losetas y tubos y a los del grupo 2 los azulejos, mosaicos cocidos y productos sanitarios, estos últimos no siempre se obtienen por doble cocción, pero se ha creído más conveniente, aunque solo sea por razones de distribución, separarlos en esta forma.

A.- MATERIALES NO COCIDOS. ADOBES.- GENERALIDADES.- Constituyen uno de los materiales de construcción más rudimentarios y antiguos. Se emplean mucho en lugares donde escasea la piedra natural-

y abunda la arcilla apropiada, generalmente en lugares secos. Esta arcilla es de color grisáceo, debido a la presencia de carbón, -- contiene cierto porcentaje de arena y caliza y aún materias orgánicas. Se forma de manera semejante al Loess y se le llama también Adobe, algunas veces se emplea mezclada con arena o materiales como zacate, aserrín, etc. para darle menor contracción y más resistencia. El material ideal consta de 70 % de arena y 30 % de arcilla.

FABRICACION.- La época más apropiada para la fabricación es la que sigue a las lluvias. Se fabrican en dimensiones generalmente de 10 X 30 X 40 cms., en una serie de cajones sin fondo (gavetas), en dimensiones tanto mayores que las indicadas, cuanto mayor sea su contracción. Una vez mezclado el material y adicionada la cantidad de agua necesaria para comunicarle la plasticidad, se coloca dentro del molde y se va apisonando para que quede lo más apretada posible. Para el moldeo se emplean tres gavetas, de tal modo que -- cuando se llene la tercera, quede lista la primera para ser sacada del molde. Después de dejar secar los adobes hasta el día siguiente, se colocan en trincheras de dos metros de alto y uno de ancho, con espacio suficiente para la circulación del aire y se dejan de 15 a 20 días ó más para su consolidación.

PROPIEDADES.- El adobe es un material de escasa resistencia -- que se disgrega de una manera lenta pero continua, sometido a la acción de la intemperie. Modernamente se fabrican adobes con arcilla arena y asfalto, se fijan con morteros de cemento, se rellenan con asfalto y se recubren finalmente con pintura de aceite o plomo. El adobe es un buen aislante del calor y la electricidad, es un material a prueba de fuego y ataque de termitas, gusanos, etc., abundante y barato. A veces se revisten los adobes ordinarios con mortero de cal o de cemento, para darles mejor apariencia y más resistencia. Una variedad que se utiliza en algunos países recibe el nombre de "Tapial", se fabrica en el lugar donde se va a construir empleando moldes semejantes a los del concreto, a veces se les aumenta la resistencia introduciéndole una armazón rudimentaria de alambre, formando entonces lo que se llama Tapial armado. Tanto el tapial como los adobes deben protegerse lo más posible de la acción del agua.

B.- MATERIALES COCIDOS.- 1.- DE COCCION SIMPLE.- GENERALIDADES. Comprenden los materiales comunes de arcilla tales como ladrillos, tejas, tubos, etc. obtenidos por un sólo calentamiento o cocción. Para su fabricación se emplean arcillas del tipo plástico o de alfareros, pero que no sean demasiado grasas, prefiriéndose arcillas magras o arenosas que no contengan exceso de caliza y de sales solubles.

FABRICACION.- Las operaciones que comprenden la fabricación -- son: a.- Preparación de la arcilla, b.- Preparación de la pasta o amasado c.- Moldeo d.- Deseccación, e.- Cocción, f.- Enfriamiento, g.- Vidriado.

Los detalles referentes a preparación de la arcilla ó materias primas, deseccación y cocción, se aplican por igual a todos los productos cocidos, los demás puntos varían ligeramente al tratarse de productos de doble cocción.

a.- PREPARACION DE LA ARCILLA.- Casi siempre la extracción es-

a cielo abierto en los depósitos mayores de arcilla. Las pizarras duras adyacentes a vetas de carbón son generalmente minadas. Algunas arcillas requieren considerable preparación y otras no. Generalmente la arcilla se transporta a depósitos de almacenamiento en donde se tiene hasta que vaya a ser usada, dejándola a veces expuesta al aire por un período de tiempo más o menos largo para mejorar sus cualidades (Pudrición). En muchos casos la arcilla se -- transporta directamente a la fábrica. En el siguiente paso la arcilla se lleva a un granulador o desintegrador o bien a una quebradora de cono si tiene grandes piedras, pasando después si es necesario a un molino, generalmente chileno o de martillos, para su pulverización. Si está húmeda se seca previamente.

b.- PREPARACION DE LA PASTA.- Una vez reducido el material a polvo fino se pasa a unos mezcladores, que son depósitos generalmente de corte semicircular o paraboloide, alargados y provistos de un gusano mezclador o un juego de paletas; en ellos se bate la arcilla con la cantidad calculada de agua hasta obtener una pasta uniforme. Para pasta suave generalmente se emplean depósitos cilíndricos con paletas. Para pasta seca se usan los molinos chilenos, -- pasando directamente al moldeo el polvo obtenido.

c.- MOLDEO.- Pueden emplearse diferentes métodos, variando la forma de aplicación de acuerdo con las características de la arcilla y la clase de materiales que vayan a obtenerse. Tres son los tipos esenciales: De Pasta suave, de pasta semi-dura o rígida y de pasta seca.

1.- Proceso de pasta suave.- La arcilla o mezcla de materiales arcillosos se trata con suficiente agua para formar una pasta de consistencia suave, que se introduce en moldes de madera o de hierro, recubiertos con arena para evitar que se pegue. El moldeo puede hacerse a mano o mecánico. Este proceso tiene la ventaja de que puede usarse con una variedad mayor de arcillas que cualquier otro método, permitiendo la fabricación de productos muy uniformes. Se emplea solo para formas especiales, ya que es más costoso que el -- proceso de pasta rígida.

2.- Proceso de pasta rígida.- Se emplea una mezcla mucho más rígida, que contiene menos agua que la anterior, se aplica bien a mezclas arcillosas de plasticidad media, para la fabricación de -- casi todos los productos estructurales de arcilla. La pasta del -- mezclador es forzada a través de una pieza llamada "Dado", que tiene la forma transversal del material que se desea fabricar, produciendo una tira continua que se corta a la longitud requerida con un bastidor que lleva uno o varios alambres acerados, ya sea a mano o mediante un cortador mecánico. Para piezas especiales se llevan trozos a moldes de madera para moldeo a mano, golpeando la arcilla hasta llenar el molde, cortando el sobrante y alisando la superficie. La pieza se separa por expulsión o por vaciado. Modernamente se adapta a la máquina de moldeo un aparato de vacío, provisto de unas aspás en donde se aplica un vacío de 15 a 29" con el objeto de extraer el aire de la pasta y disminuir la porosidad del -- producto y por lo tanto la contracción y las pérdidas por secado. Este aparato se coloca antes de su paso por el dado. Los ladrillos obtenidos por estos dos procesos son usualmente reprensados poco -- después de moldeados, estampando a veces algún diseño sobre la su-