

mayor permeabilidad por lo que el flujo del agua, petróleo y gas, se hace en ese sentido. Esos planos constituyen superficies de debilidad al esfuerzo cortante, por lo que presentan problemas de derrumbes cuando las rocas se ven sometidas a esfuerzos en túneles, cortes, o cimentaciones. La explotación o excavación con explosivos en rocas estratificadas, requiere que se tome muy en cuenta la posición de esos planos para que la barrenación y el tipo de explosivo sean eficientes.

SEDIMENTOS DE ORIGEN MECANICO

Transportadas por el agua

Se exponen en primer lugar los datos que corresponden al material suelto y después los que corresponden a la roca formada por cada uno de esos materiales.

Grava

Es un material formado por fragmentos que van de 2 a 70 mm. Como material suelto se encuentra en los lechos, en las márgenes y en los conos de deyección de los ríos, en muchas depresiones antiguas y modernas del terreno que han sido o están siendo rellenadas por el acarreo de los ríos, y en muchos otros sitios a donde las gravas han sido retransportadas. También se encuentra en terrazas marinas y fluviales.

En general la grava se presenta en depósitos heterogéneos mezclada con cantos rodados, arenas, limos y aún arcilla, en proporciones variables.

La grava es un material muy importante para la construcción, al grado de que cuando no se dispone de la grava natural se

recurre a la trituración de roca para obtenerla. También se obtiene arena en esa operación.

La grava se utiliza en grandes cantidades para la fabricación de concreto (con cemento o con asfalto); en terraplenes, en la sub-base, base y carpeta de carreteras; en drenes, filtros, etc.

En el norte del país hay grandes extensiones ocupadas por gravas que reciben el nombre genérico de Formación Reynosa. Algunos depósitos de este tipo tienen una cubierta muy resistente que requiere el uso de explosivos para descubrir la grava que está debajo. Esa cubierta debe su formación al hecho de que esas gravas son de constitución caliza y el agua disuelve una parte superficial de cada fragmento, que se va uniendo con los adyacentes, hasta que adquiere cierto espesor de material cementado muy resistente, que defiende de la erosión al resto del depósito.

CONGLOMERADO

Las gravas redondeadas cementadas forman una roca maciza y resistente que se llama conglomerado. Al romperla, la fractura corta indistintamente a los fragmentos y al cementante.

El material cementante puede ser de naturaleza caliza, silicosa o férrica; el más común es el calizo y el más resistente es el silicoso. Se puede considerar también como cementante a la arcilla que es muy abundante, pero de baja resistencia.

BRECHA

Cuando las gravas no han sufrido desgaste en sus aristas porque no han sido transportadas por largas distancias, y se consolidan,

constituyen brechas, que no deben ser confundidas con las brechas volcánicas. Hay otro tipo de brechas que se forman por la fricción de las dos superficies irregulares de una falla; se llaman brechas de fricción y constituyen el relleno de algunas fallas. También hay brechas de talud, que tienen origen en el pie de las montañas o acantilados.

Arena

Las arenas se acumulan en los lechos de los ríos y en la desembocadura de éstos. En cuencas interiores llegan a formar parte del relleno del valle, como en los casos de las gravas y se mezclan con ellas; en los litorales se acumulan en las playas, barras y cordones litorales.

La arena tiene grandes aplicaciones en obras de ingeniería.

En muchos campos petroleros del mundo, las arenas sueltas han sido y son grandes receptáculos para el petróleo.

ARENISCA

Las arenas consolidadas constituyen las areniscas. Se clasifican de diversas maneras según el tamaño de su grano, según el estado de consolidación que presenten, y según la composición de la arena. Así se tienen areniscas de grano fino, areniscas de grano medio y areniscas de grano grueso; arenisca suave y arenisca dura; arenisca de cuarzo, arenisca de caliza y arenisca de feldespato. También pueden ser masivas, estratificadas o presentar estratificación cruzada.

Las areniscas, de acuerdo con la matriz cementante se clasifican como: silicosas, calcáreas, ferruginosas o areniscas arcillosas.

Los términos frágil, pobremente, medio y bien cementado se emplean para indicar la calidad de estas rocas como material de cimentación. Las areniscas de un alto contenido de SiO_2 cristalizado, cuarzo, son areniscas cuarzosas. Las que contienen un alto porcentaje de feldespatos son las arkosas; si el porcentaje de minerales ferromagnesianos es alto, la roca es oscura y se usa el término de "graywacke" o grauvacca. Si el contenido de mica es apreciable se dice que es una arenisca micácea.

Muchas areniscas son utilizadas como material abrasivo, especialmente las cuarzosas.

Las areniscas presentan una amplia variación en sus características de resistencia y durabilidad, aunque su naturaleza angular, su alto grado de fricción interna y su condición generalmente cementada, elimina o por lo menos reduce al mínimo muchos de los problemas que son comunes a las rocas de tipo arcilloso.

Las areniscas son rocas resistentes, a menos que muestren un excesivo fracturamiento. Se les ataca con explosivos o con pico y pala si no están fuertemente cementadas.

Es una roca generalmente permeable, que puede tener distintos usos de acuerdo con las características particulares de cada unidad. Se le puede emplear para mampostería y para ornamento; no así para la elaboración de concretos.

Limo

El limo y la arcilla tienen en mecánica de suelos una clasificación muy particular. Cuando contienen materia orgánica se les

llama limo orgánico o arcilla orgánica; cuando las arcillas provienen de la alteración de cenizas volcánicas principalmente, se les llama arcillas volcánicas. En cuanto al tamaño de la partícula, esta viene siendo de importancia secundaria, pues lo que importa es la forma de ésta, su carga iónica y básicamente su comportamiento mecánico.

Se trata de un material muy fino, que tiene un tamaño de grano superior al de la arcilla pero inferior al de la arena (de 0.02 a 0.002 mm). Es un material que se puede considerar inerte, es decir no tiene poder cementante. En la naturaleza se encuentran depósitos de limo que tienen de 10 a 20 m. de altura y conservan sus paredes verticales, seguramente por contener algún cementante. En construcción, puede ser utilizado el limo como empaque entre fragmentos de roca, para rellenos.

LIMOLITA

La roca que proviene del limo consolidado, de resistencia media, se llama limolita. Si llega a tener una mayor dureza y presenta laminación, recibe el nombre genérico de lutita.

Arcilla

La arcilla pura es un silicato hidratado de aluminio, de color blanco, de grano muy fino y se le utiliza principalmente en la fabricación de loza fina. Las impurezas disminuyen el valor industrial de la arcilla hasta dejarla convertida en simple "barro". La arcilla es producto final de la intemperización de todas las rocas.

La característica más importante que hace utilizable a la arcilla es su plasticidad.

Es el material más fino que arrastran las corrientes y por lo general cubre el material formado por elementos de mayor tamaño. La arcilla coloidal es la que se mantiene durante más tiempo en suspensión y por consiguiente, la última en ser depositada.

Forma depósitos de gran espesor en medios ambientes marinos y también importantes en los lacustres.

ARGILITA

La arcilla consolidada se llama argilita. Llega a tener una buena resistencia. Su estructura es masiva o bandeada y su contenido de agua es bajo. Algunos autores consideran a la argilita como una roca endurecida por una cristalización, dentro de un proceso de metamorfismo.

LUTITA

Dentro del grupo de las rocas formadas por minerales de la arcilla, las lutitas son las que más interesan en ingeniería por su abundancia y por sus propiedades muy particulares. La lutita es una roca esencialmente arcillosa, laminada, con buena resistencia a la compresión y baja al esfuerzo cortante. Sin embargo, las lutitas pueden presentar cualquiera de las siguientes características: ser duras y no laminadas, o ser laminadas y suaves. Son aprovechables como material impermeable. Pueden ser atacadas normalmente con pico y pala o bien con bulldozer pero cuando ha llovido y se saturan, al ser removidas se convierten en un material chicloso sumamente difícil de trabajar, al grado de que los grandes tractores llegan a atascarse completamente.

Las lutitas proporcionan en general, buenas condiciones para la

construcción de presas. Por su carácter arcilloso no son apropiadas para ser usadas en la construcción de terraplenes.

El empleo de los términos argilita (arcilla consolidada), lodolita (mezcla de arcilla, limo, poca arena y materiales orgánicos, consolidados), y limolita (limo consolidado), se consideran comunes en las clasificaciones para fines de ingeniería.

Las arcillas y los limos pasan a lutitas a través de un proceso de compactación y cementación, siempre con eliminación de agua. Dependiendo del grado y carácter de la consolidación, las lutitas varían ampliamente en sus propiedades al quedar sometidas a esfuerzos o a la acción del intemperismo en la superficie.

Las lutitas formadas por compactación exclusivamente vuelven a constituir lodos cuando se sujetan a procesos de saturación y deshidratación; en cambio las lutitas bien cementadas son bastante resistentes a estos cambios.

Ninguna clase de roca varía tanto como las lutitas. El término lutita, a menudo ha venido a significar una roca pobremente calificada y de mala reputación. Se intemperiza con facilidad. También reciben el nombre de filitas.

La lutita es una roca muy abundante en México y en general contiene carbonato de calcio en cantidades subordinadas.

MARGA

La arcilla mezclada con carbonato de calcio produce margas y, según sea la cantidad relativa de los componentes, la roca puede llamarse lutita calcárea, marga o caliza arcillosa.

La marga expuesta a la intemperie se desintegra rápidamente. Expuesta a alternativas de sequedad y humedad sufre el mismo fenómeno por lo que la cimentación en esta clase de roca debe ser profunda y defendida contra la intemperie. Dan suelos sumamente plásticos.

En el norte del país son llamadas por lo general "choy" o "almendrilla", en alusión a la forma final de la partícula resultante de su desintegración, y "pizarrín" cuando los fragmentos son alargados y delgados; en este caso la roca contiene bastante arcilla. Las arcillas y las margas se usan como cementantes en terracerías. Se les emplea mucho para la fabricación de cemento.

ACLOMERADO SEDIMENTARIO

Quando se encuentran mezcladas heterogeneamente y con baja consolidación las gravas, las arenas, el limo y la arcilla, constituyen un "aglomerado", al que se le llama sedimentario para distinguirlo de un material semejante constituido por fragmentos angulosos de origen ígneo, que se llama aglomerado volcánico.

Transportados por el viento

MÉDANOS

Son acumulaciones de arena transportada por el viento, que se presentan ya sea a la orilla del mar o dentro del continente. Los que se presentan en los litorales son generalmente el resultado de las arenas que los ríos llevan al mar y que éste arroja a la playa.

Los médanos continentales son el resultado de la desintegración

lenta pero constante de algunas rocas que afloran en regiones desérticas.

En la península de Baja California los médanos son costeros así como los que se extienden en la planicie costera del Golfo de México.

En el interior del continente existen en el Estado de Chihuahua y en la región de Samalayuca. En el Estado de Coahuila, en la región de Cuatro Ciénegas, existe una gran zona cubierta por médanos formados por arena de yeso. El origen de ese yeso proviene de la evaporación de las aguas selenitosas que bajan de la Sierra del Sobaco. De este yeso se derivan las arenas que después el viento se encarga de transportar.

Los médanos presentan algunos problemas de ingeniería en virtud de que emigran en la dirección de los vientos dominantes por lo que hay necesidad de "fijarlos" para impedir la invasión de otras tierras. Esto se hace por medio de estacas o por la siembra de plantas que puedan crecer en ese medio. También se utilizan cortinas de árboles que impidan o disminuyan la acción del viento.

Cuando forman roca, ésta presenta la característica estructural de "estratificación cruzada", casi siempre con poca consistencia. Cuando es consistente constituye una arenisca.

LOES

Es un producto limoso transportado y acumulado por el viento. Entran en su composición minúsculos granos de cuarzo y pequeñas cantidades de material arcilloso y a veces calichoso.

Aparentemente no tiene consistencia y sin embargo, se observan paredes verticales hasta 20 m. de altura que se conservan por mucho tiempo. Algunas veces se observan en su masa pequeñas tubuladuras de paredes calcáreas.

No es abundante en la República. Se encuentran algunos depósitos en las cercanías de la carretera a Tlaxcala que pasa por Calpulalpan. También se encuentran loes en las regiones de los llanos de Puebla, principalmente en la parte sur de esa zona.

Transportados por el hielo

Los hielos provenientes de las nieves acumuladas en las altas montañas forman glaciares, que son verdaderos ríos de agua solidificada que tienen movimientos muy lentos pero constantes y que arrastran en su masa materiales de los costados de los valles por donde circulan. Cuando el hielo se funde deposita los materiales que acarrea. El material que queda sobre el terreno no tiene clasificación alguna y se encuentran en forma heterogénea bloques de todos tamaños mezclados con gravas, arenas y arcilla (harina de roca) en un estado de alteración muy avanzado. Se les da el nombre genérico de morrenas o tilitas.

Cuando abundan los bloques grandes, constituyen amontonamientos alargados según la dirección del frente o de los costados del glaciar original; estas formaciones se llaman "canchales". Hay algunas otras formas que ofrecen estos depósitos (esker, kames, etc.), de los que no tenemos ejemplos en la República Mexicana.

En México existen pequeños glaciares en la parte alta del Popocatepetl y del Ixtaccihuatl.

En el camino que parte del Km. 76 de la carretera México-Guadalajara hacia Valle de Bravo, existen tilitas tanto "in situ", como retransportadas, entre los Kms. 85 y 120 aproximadamente.

Es necesario advertir que en México, este tipo de formaciones se encuentran alrededor de los 3 000 m. de altura sobre el nivel del mar.

Por gravedad

BRECHA DE TALUD

Se señala como formación procedente de cantiles de muy pronunciadas pendientes por la acumulación de fragmentos y detritus que la intemperie hace desprender de esas altas paredes y se depositan al pie. Esta mezcla heterogénea de fragmentos angulares que no han sufrido ningún arrastre, cuando se consolidan, constituyen una brecha de talud.

SEDIMENTOS DE ORIGEN QUIMICO

Naturaleza Calcárea

CALIZA

El carbonato de calcio, más o menos impuro, forma la roca llamada caliza, que se usa como nombre propio y no como adjetivo. Es compacta, de grano fino y su matiz varía desde gris azulado, crema, rosado y gris claro, hasta negro. Su dureza corresponde más o menos al No. 3 de la escala de Mohs, pues la calcita, que es el principal componente, tiene esa dureza.

Las calizas se forman por la sedimentación y consolidación de

las sales de carbonato de calcio depositadas en los mares. También se pueden formar en un medio ambiente lacustre.

Muchas de las propiedades de las calizas de origen químico las presentan también las calizas de origen orgánico.

Las calizas hacen efervescencia con el ácido clorhídrico oficial. El ácido clorhídrico oficial es una solución acuosa al 10%. Se usa el ácido a la dilución indicada porque sirve así para separar algunos carbonatos que solo hacen efervescencia con ese mismo ácido concentrado.

La caliza es soluble especialmente si el agua lleva ácido carbónico en solución. La disolución de las calizas provoca la formación de conductos a través de su masa que se van ensanchando paulatinamente, no sólo por solución, sino por abrasión (desgaste de la roca por fricción), y se llegan a formar verdaderas cavernas. A veces las bóvedas de esas cavernas se desploman por falta de apoyo y forman en la superficie del terreno hundimientos que reciben diferentes nombres: "hundidos", "embudos", "sumideros" o "sartenejas" (en Morelos), o "cenotes" (en Yucatán). Son muy abundantes en México.

Una comarca caliza cruzada en todas direcciones por canales subterráneos, llena de cavernas y de numerosos hundimientos en la superficie, es la típica y mundialmente conocida región del Karst o Carso, que se extiende desde Trieste hacia el Sureste de la costa adriática de Yugoslavia. Cualquier región con características semejantes se dice que tiene una topografía cársica. La península yucateca representa en México a ese tipo de terreno.

Las calizas suelen contener carbonato de magnesio, fosfato de calcio y dióxido de silicio.

Las calizas que presentan estratificación gruesa, poco deformada y relativamente libres de cavidades de disolución, proporcionan condiciones excelentes para servir para presas o cimentaciones de cualquier tipo. Las de estratificación delgada, deformada y cavernosa presentan serios problemas a la cimentación y ofrecen condiciones desfavorables a la resistencia al esfuerzo cortante y a la contención de agua.

Pocos lugares pueden ser tan malos que sea imposible construir en ellos una presa con buenos resultados técnicos, pero hay muchos en calizas en donde es económicamente incostruible hacerlo.

Las calizas constituyen una de las rocas más útiles para el ingeniero. Es la materia prima básica para la fabricación de cal y cemento. Se le utiliza como material de construcción para mampostería y como piedra de ornato. En forma de arena y grava, o triturada, se le emplea como agregado grueso para concreto. Es muy buen material para balasto en las vías de ferrocarril. Ocupa grandes extensiones en México.

Por su alta permeabilidad, las calizas frecuentemente constituyen excelentes acuíferos y son las rocas acumuladoras de petróleo en muchos de los más importantes yacimientos del mundo.

La caliza sana tiene que ser atacada con explosivos. Es importante conocer, como en todos los casos, la posición del sistema de fracturamiento y de la estratificación, para que la colocación y el tipo de los explosivos que se utilicen, sean más efectivos.

DOLOMITA

En el caso de contener carbonato de magnesio, la caliza se

califica de dolomítica y si la proporción de carbonato de magnesio llega a igualar químicamente a la de carbonato de calcio, la roca es una dolomía o dolomita. Se utiliza en la industria por la cualidad refractaria del carbonato de magnesio. No es muy abundante; existe caliza dolomítica explotable en Tспа, Tab., y en el Cañón de Petaquilla, Gro. En la prueba de clorhídrico no hace efervescencia si no se le pulveriza previamente.

CALIZA FOSFÓRICA

Caliza conteniendo fosfato de calcio se encuentra en algunas sierras del Estado de Zacatecas y se usa principalmente en la fabricación de fertilizantes.

ARAGONITA

Esta roca está formada por un sólo mineral: Aragonita. Es un carbonato de calcio cristalizado en el sistema ortorrómbico, a diferencia de la calcita, que también es carbonato de calcio pero cristalizado en la rama rómbica del sistema hexagonal.

Cuando es un producto de depósito en aguas termominerales, llega a formar grandes masas, con una estructura bandeada de diferentes tonos y colores, constituyendo la variedad denominada ónix mexicano. El yacimiento principal de esta roca se encuentra en los alrededores de la población de Tecali, en el Estado de Puebla. Existe el mismo material, con colores más variados en las poblaciones de Etila y Santo Domingo, en el Estado de Oaxaca.

El uso principal de esta roca está en la fabricación de planchas para revestimientos de muros, piezas y artículos de ornato. Los