

MATERIALES DE CONSTRUCCION

UNIDAD	TEMAS
I	INTRODUCCION Y CONCEPTOS GENERALES
II	MATERIALES PÉTREOS
III	AGLOMERANTES
IV	AGLOMERADOS
V	ADITIVOS
VI	MADERA
VII	METALES
VIII	OTROS MATERIALES

BIBLIOGRAFÍA:

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN TOMO I Y II MIGUEL ANTONIO SAAD

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN FELIX ORUS ASSO

MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SERIE SHAUM MAYOR GONZALES

GUIA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN UNI -FTC
IVAN MATUS Y MARVIN BLANCO

PRACTICA DE LABORATORIO A REALIZAR.

Practica No.	Nombre del Ensayo
I	Determinación de los Pesos Unitarios Suelos y Compactos de los Agregados
	Determinación del Contenido de Humedad de los Agregados
II	Determinación de la Gravedad Especifica de los Agregados Gruesos y Finos
III	Propiedades Físicas y Mecánicas de la Piedra Cantera
IV	Determinación del Análisis Granulométrico de los Agregados Gruesos y Finos
V	Determinación del Porcentaje de Desgaste del Agregado Grueso
VI	Determinación de la Consistencia Normal del Cemento
VII	Determinación del Tiempo de Fraguado del Cemento
	Determinación de la Gravedad Especifica del Cemento
VIII	Determinación de la Resistencia Estructural del Cemento Pórtland Tipo I (elaboración de cubos de mortero)
IX	Diseño de Mezclas de Mortero (elaboración de probetas)
	Determinación del Esfuerzo a la Compresión de probetas de cemento a la edad de siete días
X	Diseño de Mezclas de Concreto Método de la ACI
	Determinación del Esfuerzo a la Compresión de probetas de cemento edad catorce días
	Determinación del Esfuerzo a la Compresión de probetas de mortero de cemento edad siete días
XI	Determinación del Esfuerzo a la Compresión de probetas de mortero, concreto y bloques

PRIMERA UNIDAD

INTRODUCCIÓN Y CONCEPTOS GENERALES

1.1 Introducción:

Una construcción es el resultado del uso de los materiales de construcción, empleando las técnicas adecuadas a cada material y a cada tipo de construcción, de acuerdo con un proyecto o diseño previo. La más estrecha unión entre los factores y el acierto obtenido al utilizar cada uno de ellos dará por resultado lo que constituye una solución satisfactoria en el aspecto de calidad constructiva, funcional y estética.

Las técnicas de construcción están formadas por el conjunto de sistemas de trabajo, herramientas, equipos y mano de obra o labor humana necesarias, para la construcción de las distintas partes constituyentes de una obra, basándose en el mejor aprovechamiento de las propiedades de los materiales, en la economía o ahorro de los mismos, en el uso de las herramientas y equipos adecuados, en la eficiencia y productividad de la mano de obra y en la mayor rapidez de ejecución, todo combinado para obtener la mejor realización del diseño o proyecto.

El proyecto además de ser la solución funcional y estética de un programa para llenar necesidades, debe proporcionar la solución constructiva del mismo; por eso es que el uso racional de los sistemas constructivos y de los materiales es indispensable para el Ingeniero, para poder aplicar cada caso, los materiales y las técnicas adecuadas para cada proyecto.

A través de la historia las técnicas de construcción han estado íntimamente ligadas al desarrollo del conocimiento humano. Según el hombre fue desarrollando y descubriendo las formas de aprovechamiento de los elementos que la naturaleza le brindaba fue creando técnicas o formas de usos de las mismas. Esas técnicas o procedimientos más convenientes para utilizar un material o de transformarlo, a su vez llevaron a la posibilidad de empleo de otro material que hasta ese momento no se había podido trabajar, formándose una cadena de material, herramientas, equipos y técnicas, que llega en nuestros días a la enorme complicación de los usos de un gran número de materiales naturales y artificiales, numerosos equipos para las distintas funciones a realizar y la solución de las complicaciones técnicas que exige la combinación de esos factores.

La ideología triunfante de proporcionarles a todos los hombres según sus necesidades, nos hace ver el enorme trabajo que significa proveer a la humanidad de las construcciones adecuadas para todas sus funciones sociales, políticas, recreativas, educacionales, etc. Solo por el dominio y la creación de nuevas técnicas de construcción que tiendan a su industrialización lograremos alcanzar esta meta.

1.1.1 OBJETIVOS.

- Que el estudiante conozca las propiedades físicas y mecánicas de los materiales de construcción, así como la aplicación práctica de Normas Nacionales e Internacionales (Estandarizadas) en la solución de problemas teóricos – prácticos.
- Que el estudiante realice una serie de prácticas de Laboratorio de Materiales de Construcción, que le permita hacer uso de aditivos, materiales, y equipo en los diferentes ensayos programados de acuerdo, al contenido, de la asignatura, así como la comprobación de los resultados con respecto a las Normas y Especificaciones Técnicas establecidas.

1.1.2 IMPORTANCIA

- Los materiales de construcción constituyen un importante renglón en el desarrollo de la economía de nuestro País.
- Con la resolución de ejercicios no solo se adquiere una mecánica operativa, no solo se aprende una manera de hacer las cosas, si no que producen a quien trata de resolverlos, una agilidad mental que le permite enjuiciar y resolver los problemas de la vida profesional con rápida y eficacia.
- En la actualidad la Industria de Materiales de construcción, realiza un conjunto de inversiones tendientes a aumentar la elaboración de los productos necesarios para las construcciones de carácter social (viviendas, escuelas, hospitales, carreteras etc). Así como edificios o instalaciones industriales (fabricas, pequeños negocios etc).
- La asignatura de materiales de construcción tiene vinculación directa con otras materias como geología, física, química, resistencia de materiales, hidráulica, etc.

Esto le permite al ingeniero en mayor o menor grado la aplicación adecuada a la solución de las obras de infraestructura que se ejecuten, así como las técnicas, medios y materiales usados con optimización y eficiencia.

1.2 DEFINICION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Se definen como materiales de construcción a todos elementos o cuerpos que integran las obras de construcción, cualquiera que sea su naturaleza, composición y forma, de tal manera que cumplan con los requisitos mínimos para tal fin.

Por ejemplo:

- Que cumplan con las propiedades técnicas, como Resistencia Mecánica, Desgaste, Absorción, y Resistencia a la Compresión.
- Registrar la acción de los agentes exógenos, como Viento, Agua, Sol. Es decir que sus propiedades como Porosidad, Capilaridad, Permeabilidad, y Resistencia a los agentes Químicos sean las idóneas.

Estos materiales pueden dividirse en dos grupos: Materiales Naturales y materiales Artificiales

Materiales naturales.

Son aquellos que se emplean en las construcciones prácticamente tal como proceden de la Naturaleza, o sea sin experimentar cambios en su composición química ni en constitución física, aunque se haya alterado su forma física natural. Por ejemplo la piedra triturada que es un material natural, cuya forma se ha alterado al ser desmenuzado.

Materiales artificiales.

Son aquellos que han sufrido un proceso de transformación antes de emplearse en las construcciones, experimentando cambios físicos y químicos por ejemplo el cemento, el acero etc.

Tanto los materiales naturales como los artificiales se deben emplear en las obras de acuerdo con sus propiedades físicas y químicas, siguiendo una serie de normas, características o necesidades que limitan su elección.

1.3 CLASIFICACION DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION.

Para el estudio y clasificación de los materiales de construcción hay que agruparlos, lo que se hace siguiendo diversos criterios ya que es imposible obtener una clasificación única que abarque todas las características propias del material y su uso en la construcción.

a) Según su las funciones que desempeñan en la obra, se pueden clasificar en:

- Principales o resistentes: Piedra, cantera, acero, etc.
- Aglomerantes: Cementos, cales, yesos, etc.
- Auxiliares: Vidrio, aluminio, pintura, etc.

b) Según el orden que intervienen en las obras.

- Cimentación.
- Estructura.
- Cubierta.
- Muros y divisiones.
- Piso y pavimentos.
- Puertas y ventanas.
- Terminaciones.
- Instalaciones.

Las dos clasificaciones anteriores tienen el inconveniente de la repetición, pues un mismo material interviene en una forma u otra..

La clasificación mas Pedagógica es la genética, que ordena los materiales según su origen o clase a que pertenece; pues permite estudiar sus propiedades y ensayos al mismo tiempo. Es el orden que seguiremos en nuestro estudio.

c) Según su origen o Clase

- Materiales Pétreos.
 - Naturales : Rocas, arena, grava, arcilla.
 - Artificiales: Piedra triturada, arena, piedra cantera, morteros, Hormigones.
- Aglomerantes: Cemento, Cal, yeso, arcilla, asfalto.
- Materiales Artificiales Aglomerados: Bloques, ladrillos, adoquines, elementos prefabricados, morteros y concretos etc.

MATERIALES DE CONSTRUCCION

- Materiales Metálicos: Plomo, acero, zinc, aluminio, cobre etc.
- Materiales Orgánicos: Madera, corcho, madera contrachapada (plywood) etc.
- Pinturas: Agua, aceite, barnices, anticorrosivos, etc.
- Cerámicos y vítreos: Ladrillos y tejas, productos cerámicos, vidrios etc.
- Plásticos. Baquelita, resinas vinílicas, otros tipos de resinas sintéticas.

1.4 MATERIALES DE CONSTRUCCION MAS EMPLEADOS.

Los materiales de construcción más se empleados según el orden descrito anteriormente, se utilizan casi todos en orden de prioridad.

Por ejemplo:

- En las cimentaciones; Rocas, piedra triturada, arena, cemento, acero, etc.
- Concreto; Piedra triturada, arena, y cemento.
- En la elaboración de prefabricados; Concreto, acero, etc.

FORMA DE ESTUDIOS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION.

En cada material de construcción se deben estudiar los siguientes puntos.

- a) Origen del material o materia prima de que se compone.
- b) Extracción, fabricación o preparación para su uso como material de construcción.
- c) Especificaciones o sea cualidades que deben reunir los materiales de construcción para ser usados en las construcciones.
- d) Ensayos o análisis que se ejecutan para determinar sus cualidades.
- e) Usos o aplicaciones.
- f) Destrucción del material, agentes que intervienen y las formas en que es posible ayudar a su preservación.
- g) Formas de producción y características del material en cada país.

1.5 FUNCIONES DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION.

Las razones que nos llevan a un uso correcto de los materiales de construcción, provienen de la función o trabajo que deben realizar dichos materiales. Estas funciones podríamos agruparlas de la siguiente manera:

- 1.5.1 Función Física.
- 1.5.2 Función Constructiva.
- 1.5.3 Función Económica.
- 1.5.4 Función Plástica.
- 1.5.5 Función Mecánica.

A su vez cada función está modificada por una serie de factores.

FUNCIÓN FÍSICA. Factores que lo modifican los factores que modifican la función física son:

El factor **Térmico**, nos obliga a usar materiales capaces de resistir según sea el caso elevadas temperaturas (en los hornos), bajas temperaturas (como ocurre en las neveras) y cambios de temperatura (como ocurre en nuestro país). Este factor térmico también nos obliga a preocuparnos sobre la dilatación o la contracción que sufren los materiales a consecuencia del calor y del frío.

El factor **Hídrico**, esta presente en los materiales sometidos a la acción de las aguas y las lluvias, por lo que un uso adecuado de aquellos consistirá en el empleo de materiales impermeables.

El factor **Acústico**, nos señala el empleo de materiales capaces de absorber reflejar o aislar completamente el sonido o el ruido, según sea el caso a que nos referimos.

El factor **Óptico**, nos lleva a la selección de los materiales que en un programa determinados convenga que sean transparentes translucidos o que sean completamente opacos.

FUNCIÓN CONSTRUCTIVA. Factores que lo modifican son:

El uso adecuado a su laborabilidad, es un factor que nos permite ver en un material, si es fácil o no poder utilizarlo, ya que existen materiales que aunque tienen una magnífica calidad, son difíciles de trabajar en las obras. La Laborabilidad se refiere a la facilidad de trabajar con un material de un modo efectivo, simple y económico.

Las técnicas, los equipos y las herramientas apropiadas son elementos indispensables para poder emplear correctamente los materiales que se requieran. Sin este factor sería prácticamente imposible realizar obra alguna, con eficiencia, seguridad, y rapidez.

La conjugación del material con la forma arquitectónica, nos obliga a pensar que existen relaciones muy directas entre el material a usar y la forma que va tomar dicho material. Las dimensiones, formas y tratamientos en el conjunto arquitectónico guardan relación con la resistencia, propiedades y efectos estéticos del material. Las cúpulas de la catedral de Managua es un elemento donde el material juega con la forma, porque conocemos las propiedades del hormigón, su plasticidad y posibilidades.

Las investigaciones, pruebas y ensayos de los materiales, constituyen el vehículo idóneo para conocer las propiedades de los materiales y su comportamiento, así como las técnicas constructivas a emplear, según sea el caso.

FUNCION ECONOMICA, los factores que modifican que modifican la función económica son:

La Facilidad de obtención, constituye un factor determinante para la selección de los materiales. Un material de difícil obtención resulta más caro, se obtiene en determinados lugares y generalmente es más escaso.

La facilidad de transporte, es otro de los factores que encarecen o abaratan los materiales, por lo que resulta más racional, siempre que se pueda proceder al empleo de materiales locales.

Costo de acuerdo con su uso, determina que a veces no resulte práctico, por ejemplo emplear materiales caros en obras provisionales.

Costo de Mantenimiento, es una consecuencia de la selección del material de acuerdo con su uso, puesto que depende del carácter permanente o provisional de la obra.

FUNCION PLASTICA, factores son:

Forma y dimensiones, está estrechamente relacionado con la función constructiva, la resistencia y la estética. Una forma puede realizarse con un material si el material tiene dimensiones adecuadas de resistencias.

Textura, nos indica que un material puede tener una apariencia lisa, áspera o rugosa etc. Es decir una textura determinada que es un importante factor estético en la selección de los materiales.

Color, tanto el factor color como el factor textura nos conducen al empleo de materiales de los cuales queremos sacar el mejor partido por sus condiciones.

FUNCIÓN MECANICA. Es la función que realizan los materiales que sometidos a la acción de fuerzas externas y a los efectos de su propio peso, tienen que tener los factores de resistencia necesarios para absorber los diferentes esfuerzos a que van estar sometidos.

Cargas. Las fuerzas externas aplicadas a los elementos resistentes, así como su peso propio, reciben el nombre de cargas. Estas cargas se expresan en unidades de peso, unidades de peso por longitud ó en unidades de peso por superficie unitaria, o se kg, kg/m y kg/m² según el sistema métrico decimal.

Las cargas se aplican a los diferentes elementos de las estructuras, las que constituyen un conjunto de miembros estructurales. Todo miembro está constituido por un material, con una forma volumétrica y sujeta a realizar uno o varios esfuerzos, cuando forma parte de una estructura. Como los esfuerzos son una consecuencia de las cargas, es imprescindible conocer a suponer las cargas a que va estar sometido cualquier miembro de la estructura. Estas cargas según su naturaleza pueden ser estáticas, de repetición, y de impacto. Y según su disposición pueden ser distribuidas y concentradas.

Cargas Estáticas: Son las que se aplican gradualmente y pueden considerarse constantes después de aplicadas. Para su estudio se dividen en cargas vivas o accidentales y en cargas muertas o permanentes.

Cargas Vivas: Las cargas vivas son aquellas que unas veces pueden estar aplicadas en los miembros y otras no. Por ejemplo en el aula de clases todo el mobiliario y las personas que concurren en ella se consideran cargas vivas, puesto que en cualquier momento pudieran estar completamente vacíos.

Cargas muertas: Son las que tienen carácter de permanencia sobre el miembro que actúan. Por ejemplo, en el peso propio de la placa que soporta el piso, el relleno debajo del piso y el piso son cargas muertas. Los muebles que tengan carácter permanente son cargas muertas.

Cargas de repetición: Son las que aplicándose un gran número de veces a un miembro, le producen efectos continuamente variables y pasado cierto tiempo, ocasionan el desgaste o rotura del material. Por ejemplo tomamos un material y lo doblamos repetidas veces, con lo que llega a recibir tales cargas de repetición, que le producen en la sección del doblez una fatiga, con su correspondiente rotura posterior.

Cargas de impacto: Son las que se aplican en un tiempo relativamente corto, o sea, prácticamente de súbito, siendo usualmente aplicadas por un cuerpo en movimiento, al ponerse en contacto con un miembro resistente. Por ejemplo un tren pasando por un puente, es una carga de impacto. Los efectos de un terremoto y la fuerza del viento en un ciclón, son cargas de impacto en el diseño estructural de los edificios.

Cargas distribuidas: Son las que se encuentran repartidas en un área. Esa repartición puede ser uniformemente distribuida, uniformemente variable y variable.

Uniformemente distribuidas, son las que están repartidas de un modo uniforme. Por ejemplo si esparcimos una cantidad de arena por sobre todo el piso del aula y esa cantidad de arena tiene una altura constante en toda el área del piso, estamos en presencia de una carga uniformemente distribuida.

Si esparcimos la arena y esta tenga una altura en un costado del aula y en el costado opuesto tenga otra altura y su variación sea lineal, tendremos una carga que varía uniformemente o sea una carga uniformemente variable.

Si la arena estuviera completamente regada en montones, sin seguir un orden en cuanto a su altura y área de ocupación, tendremos el caso de una carga variable.

Cargas concentradas: Son aquellas que están aplicadas en un área relativamente pequeña en comparación con el área del miembro resistente, por ejemplo, una carga grande con el peso de una caja de caudales en un rincón del aula, constituye una carga concentrada en el área que dicho objeto ocupa, puesto que tiene un gran peso en un área reducida.

Función	Factor
Física	Térmico ; nos obliga a usar materiales capaces de resistir según sea el caso elevadas o bajas temperaturas.
	Hídrico ; está presente en los materiales sometidos a la acción de las aguas de lluvias. Evita el paso del agua.
	Acústico ; nos señálale empleo de materiales capaces de absorber, reflejar o aislar completamente el sonido o el ruido.
	Óptico ; nos lleva a la selección de los materiales que en un programa determinado nos convenga que sean transparente, traslucidos, ó opacos.
Constructiva	Laboralidad ; Se refiere a la facilidad de trabajar con un material de un modo efectivo, simple y económico.
	Técnica, los equipos y las herramientas apropiadas : Son elementos indispensables para poder emplear correctamente los materiales que se requieren .
	Conjugación del material con la forma arquitectónica : nos obliga a pensar que existen relaciones muy directas entre el material a usar y la forma que va a tomar dicho material.
	Investigaciones, y ensayos de los materiales : constituyen el vehículo idóneo para conocer las propiedades de los materiales y su comportamiento, así como las técnicas constructivas a emplear según sea el caso.
Económica	Facilidad de Obtención ; constituye un factor determinante para la selección de los materiales.
	Facilidad de Transporte ; es otro de los factores que encarecen o abaratan los materiales.
	Costo de acuerdo con su uso ; determina que a veces no resulte práctico.
	Costo de mantenimiento ; es una consecuencia de la selección del material de acuerdo con su uso.
Plástica	Forma y dimensión : está estrechamente relacionado con la función constructiva, la resistencia y la estética.
	Textura ; nos indica que un material puede tener una apariencia lisa, áspera, o rugosa etc.
Mecánica	Es la función que realizan los materiales que sometidos a la acción de fuerzas externas y a los efectos de su propio peso, tiene que tener los factores de resistencia necesarios para poder absorber las diferentes esfuerzos a que van a estar sometidos.

1.6 PROPIEDADES ESENCIALES DE DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION.

1.6.1 Propiedades físicas:

- a) Peso específico.
- b) Pesos Volumétricos.
- c) Porosidad.
- d) Compacidad.
- e) Absorción de agua.
- f) Liberación de agua
- g) Permeabilidad.
- h) Impurezas orgánicas.

1.6.2 Propiedades mecánicas:

- a) Análisis granulométrico.
- b) Resistencia al desgaste.
- c) Resistencia mecánica (Compresión, flexión, tracción etc.)
- d) Resistencia al fuego.
- e) Resistencia al frío.
- f) Resistencia al calor.
- g) Dureza.
- h) Elasticidad.
- i) Estabilidad química.
- j) Resistencia al choque.

Propiedades Físicas

Para el estudio y comprensión de las propiedades de peso específico, peso unitario, compacidad, porosidad, es necesario recordar que todo cuerpo sólido continuo o material sólido fraccionado, contiene tres volúmenes:

- Volumen Aparente (Vap):

Esta determinado por las tres dimensiones del cuerpo sólido continuo o por las tres dimensiones del recipiente que contiene al material fraccionado.

Volumen de agua desplazado por el material, recubierto de una membrana impermeable infinitamente fina.

Este considera como volumen del material, el volumen de sólido y el volumen de huecos.

- Volumen de Huecos (Vh):

Esta conformado por el volumen de huecos accesibles y los huecos inaccesibles.

Huecos Accesibles (ha) : También llamados abiertos; son los que están en comunicación directa con el aire exterior al material.

Huecos Inaccesibles (hi): También llamados cerrados, son los que no están en comunicación con el aire exterior al material.

- Volumen de Sólido, Real o absoluto (Vs):

Volumen que ocupa el material sin contar el aire que encierra. Este volumen considera solamente la parte mineral o de sólido.

$$V_h = h_a + h_i ; \quad V_{ap} : V_s + V_h$$

1.7 MATERIALES LOCALES TECNOLOGÍA APLICADA Y USOS.

Los materiales de construcción más utilizados en Nicaragua son los siguientes:

1.7.1 Bancos de agregado fino arena.

- a. Motastepe. Managua
- b. Miraflores. Managua.
- c. Arroyo Nandaime
- d. Los llanos. Posoltega – Chinandega.
- e. El Tampiscal. El Viejo – Chinandega.
- f. El pochote. Masaya.
- g. Nindiri. Masaya.
- h. Playones río Jicaro. Jicaro – Nueva Segovia.
- i. El Puente río coco. Ocotol – Nueva Segovia.
- j. Río Macuelizo – Macuelizo Nueva Segovia.
- k. El Bracito. Condega – Estelí.
- l. Valle el Cua. Jinotega.
- m. Río Bilwas. Matagalpa.
- n. Río Acoyapa. Acoyapa – Chontales.
- o. Río Tecolostote. Boaco

1.7.2 Piedra Cantera.

Diriamba. Tecnificada.
La paz Centro – León. Artesanal.
Las Banderas-Tipitapa-Managua. Tecnificada.
Namdaime-Rivas. Artesanal.
Las Pilas-San Marcos-Carazo. Artesanal.

1.7.3 Banco de Agregado grueso (Grava).

- a) Proinco-Veracruz (El Portillo)
- b) Miraflores.
- c) El Varillal (ECODIN).
- d) Lovago – Empalme de Lovago – San Pedro de Lovago- Chontales

1.8 **NORMAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS:**

Breve Definición de Normas

Se pueden definir como el conjunto o grupo de especificaciones técnicas establecidas para controlar la calidad de los materiales, regulando los parámetros y procedimientos de ensayos de sus propiedades y la función que han de realizar en la obra.

- Los materiales no controlados o no estudiados pueden incidir en la pérdida de la calidad de la obra o un excesivo costo de la misma.
- Las normas son necesarias para poder unificar criterios, ya que a través de ellas podemos tener elementos de comparación.

Normas más Utilizadas

ASTM	:	Sociedad Americana de Ensayos de Materiales.
AASHTO	:	Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportación Oficial
A.C.I.	:	Instituto Americano del Concreto. (USA).
R.N.C.	:	Reglamento Nacional de la CONSTRUCCIÓN (NICA).
NIC-80	:	Normas Nicaragüenses para Construcción de carreteras
IMCyC	:	Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

Otras Normas

C.E.D.	:	Europea.
U.N.E.	:	Normas Españolas.
D.I.N.	:	Instituto de Normas Alemanas.
GOST	:	Normas Rusas.

II UNIDAD

MATERIALES PÉTREOS

Los materiales pétreos empleados en la construcción se clasifican en naturales y artificiales. **Pétreos naturales** son los que se extraen de la Naturaleza, no precisando para su empleo nada más que darle forma adecuada. **Pétreos artificiales** son los que resultan de preparar productos diversos en forma de polvo o de pasta que se endurecen por procesos físico químicos.

Piedras naturales.

Se hallan en la Naturaleza formando masas considerables, denominadas **rocas**.

2.1 Definición de rocas.

Se llama “roca” a un conjunto de partículas minerales sólidas que pueden incluir líquidos y gases, el cual se puede presentar muy compacto, cementado o cohesionado, para formar una masa firme, dura que no puede disgregarse fácilmente.

2.1.1 Clasificación de las rocas.

- Según su composición Física. Rocas estratificadas y no estratificadas.
- Según su composición Mineralógica. Silíceas, calcáreas, feldespáticas, micáceas, etc.
- Según su Estructura.
- Según su composición Química. De un solo mineral o de varios. Los principales minerales que integran las rocas son, dióxido o anhídrido silico SiO_2 (cuarzo), feldespato, mica, talco, calcita, magnesita, yeso, pirita, etc.
- Según su composición geológica.

La clasificación generalmente adoptada en el estudio de las rocas como materiales de construcción es la del origen geológico o modo de formación, que las clasifica en:

- 1.- Rocas Eruptivas o ígneas.
- 2.- Rocas Sedimentarias.
- 3.- Rocas Metamórficas.

Rocas Ígneas

Están compuestas por silicato de potasio, silicato de sodio, de hierro, de calcio y magnesio.

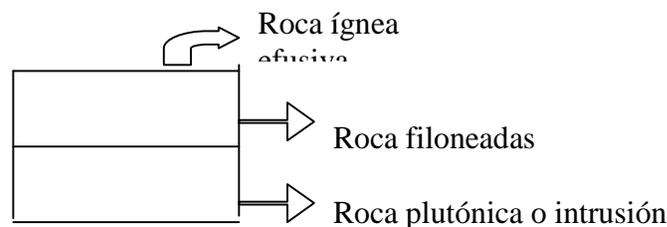
Se han formado al enfriamiento, asentamiento, cristalización o solidificación del magma fundido. En algunos casos esto ocurre a grandes profundidades las cuales se les llama rocas ígneas plutónicas (granito).

Las que ocurren a mediana profundidad se les llama rocas ígneas filonéas.

Las rocas ígneas se denominan ácidas cuando contienen del 50% al 80% de anhídrido silico, tienen cuarzo libre, abunda el calcio, aluminio, sodio y potasio, escaseando el magnesio y el hierro, son de colores claros debido a los silicatos aluminicos y su densidad varia de 2.3 a 2.7.

Las rocas ígneas se denominan básicas cuando contienen del 40% al 50% de sílice, careciendo de cuarzo libre, contienen magnesio, hierro, escaseando o faltando el calcio, aluminio, sodio y potasio. Son de colores oscuros, negruzcos y más densa de 2.7 a 3.2.

Se supone que las rocas ígneas básicas forman la mayor parte de la corteza terrestre, denominándolas SIMA (silicato de magnesio).



Rocas Sedimentarias

Las rocas sedimentarias se forman al depositarse fragmentos de rocas ígneas y metamórficas, ocurrido debido al transporte y asentamiento de restos orgánicos que fueron procesados o arrastrados por la actividad de los agentes geológicos (agua, viento). Se encuentra en capas superpuestas paralelas y cada una de ellas tiene su propio período de sedimentación.

Rocas Metamórficas

Resultaron de la combinación de las rocas ígneas y sedimentarias, debido a las transportación de estas rocas en su composición mineralógica y estructura, esto ocurre a grandes presiones, temperaturas y por emanaciones gaseosas producido por el magma fundido, que por debajo de la corteza terrestre se encuentra.

PRINCIPALES TIPOS DE ROCAS MAS EMPLEADAS EN LA CONSTRUCCION:

GRANITO, CALIZA, ARENISCA, PIZARRA.

Granito:

Es una roca ígnea y es la utilizada en la construcción (piedra cantera), es una roca de grano grueso mediano o fino, esta constituida por una mezcla de feldespato, cuarzo y mica como elementos principales. La mayoría de las veces es de color gris, aunque puede presentar tonos rosas, verdes o amarillos, de coloración variable según la abundancia de los minerales que lo componen.

Se trata de un material de construcción de gran calidad, apto para resistir grandes cargas. Sus usos son diversos.

Rocas calizas:

Estas rocas están formadas principalmente por carbonato cálcico; al encontrarse muy extendidas en la naturaleza constituyen una excelente piedra de construcción que se emplea en mampostería y como materia prima para la fabricación de aglomerantes.

Areniscas:

Está compuesta de granos angulosos y redondeados, están cementadas constituyendo una masa sólida. El cementante puede ser sal de sílice, carbonato de calcio, óxido de hierro o material arcilloso. Su color, dureza y durabilidad es muy variada. En general es una buena roca para la construcción, a excepción de la arenisca arcillosa que es porosa y se desmenuza al absorber agua. Las areniscas se emplean en mampostería y escultura, pero no son apropiadas para los concretos.

Pizarra:

Tiene pocas aplicaciones en mampostería, siendo utilizada solo como material de ornamentación. Está compuesta por materiales arcillo - silíceos compactados.

PIEDRA CANTERA

También recibe el nombre de piedra sillar.

Las canteras son cenizas o lavas volcánicas arrojadas durante la erupción de los volcanes y con el tiempo se fueron sedimentando en capas que fueron consolidadas por la presión que existía de las capas que estaban sobre ellas y por las altas temperaturas.

La textura de la piedra cantera es áspera, y sus granos están ligados por alguna sal mineral. Todos los estratos que hay en Nicaragua se encuentran en la zona del pacífico, compuesta por la cordillera de los Murrubios, ya que son zonas volcánicas.

Explotación de la Piedra Cantera:

Antes de iniciar la explotación de una cantera hay que realizar sondeos exploratorios para asegurarse no solo la calidad del material, sino que también que el volumen existente permita su explotación durante años.

Cuando los yacimientos se encuentran a poca profundidad de la superficie, la explotación se hace a cielo abierto y subterráneo cuando están profundas.

Explotación a Cielo Abierto

Este procedimiento es el generalmente empleado para la extracción de las piedras utilizadas en construcción.

La cantera a cielo abierto para poder ser explotada tiene que pasar por dos etapas que son:

- **Desbroce:**

La capa superficial o cubierta de cantera se encuentra alterada por los agentes atmosféricos, no siendo tan compacta o de distinta naturaleza, como las profundas.

Por lo que el desbroce consiste en remover, quitar o limpiar lo que se encuentra sobre el yacimiento o manto explotable. Esta operación previa se hace a mano con picos y palas, si es de pequeño espesor o la explotación no ha de ser muy grande, en caso contrario se utilizan métodos mecánicos (excavadoras).

- **Arranque:**

Varia el método según sea la dureza y cohesión de las rocas, generalmente se utilizan en rocas sedimentarias si las rocas son muy duras se utilizan palancas, cuñas y explosivos, si la roca es grietada se utiliza únicamente palanca.

Método de Explotación

- **Por la Parte Superior**

Cuando se hace de arriba hacia abajo penetrando en la ladera en forma escalonada, de 5 a 10 de altura y anchura suficiente para poder realizar el desgaste previo de los bloques, con el objeto de no transportar piedra inútil reduciéndose los gastos. Estas plataformas se hacen accesibles por los lados para sacar los bloques.

- **Por la Parte Inferior**

Este se realiza cuando la roca se encuentra ya separada por grietas perpendiculares y paralelas al frente de cantera.

- **Socavación**

Este procedimiento solo es aplicable a las canteras de rocas estratificadas y separadas por lechos de naturaleza blanda.

- **De Chimenea y Galería**

Raramente empleado y consiste en practicar un pozo vertical que se pone en comunicación con el exterior mediante una galería.

- Explotación Subterránea

Esta explotación apenas se utiliza en la extracción de la piedra cantera, porque constituye un trabajo de minería, por necesitarse los medios auxiliares de elevación, entibación, ventilación, achique de agua etc.

Dimensiones de las Piedras Canteras

- Piedra de vara = 20cm*20*40
- Piedra de tercia = 40*40*40
- Piedra de cuarta= 20*40*40
- Piedra de León = 20*40*60 (la más utilizada)

La utilización general que se le da es en cimientos, mampostería, muros de contención.

REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PIEDRAS DE CONSTRUCCION:

- Que sean homogéneas, compactas y de grano uniforme.
- Que carezcan de grietas y de restos orgánicos.
- Que tengan resistencia a las cargas que de ban ser sometidas.
- Que no sufran alteraciones (ocasionadas por los agentes atmosféricos).
- Que no sea absorbente ni permeable en proporción mayor del 4 -5% de su volumen.
- Que se adhiera fácilmente a los morteros.

2.2 AGREGADOS

El término agregado se refiere a material natural o artificial que ha sido mezclado con cemento y agua para proveer relleno en el concreto. Dado que tres cuartas partes del concreto son ocupados por el agregado, no es sorprendente que su calidad sea de gran importancia.

Dado que el agregado es más barato que el cemento debe ser incorporado en la mezcla en la mayor proporción posible. Pero, la economía no es la única razón para emplear agregados, las características de los agregados tienen gran influencia en las propiedades y costos del concreto, por lo que usar agregados tiene ventajas técnicas; mayor estabilidad de volumen y durabilidad del concreto.

“El agregado debe estar constituido por partículas limpias, duras, resistentes y durables, que desarrollen buena adherencia con la pasta de cemento, libres de recubrimientos de arcilla y de impurezas que interfieran el desarrollo de resistencia del cemento”

Según su procedencia los agregados o áridos se clasifican en:

- Agregados Naturales: Se encuentran en la naturaleza y proceden de la disgregación de las rocas.
- Agregados Artificiales: Son los que se obtienen por procedimientos mecánicos o sea por trituración.

Según su peso los agregados se dividen en:

- Agregado de peso normal.
- Agregado ligero.

Según su tamaño los agregados se clasifican en:

- Agregado fino (arena)
- Agregado grueso (grava)

Gravas, es mayor de 5mm de ϕ y todo el material es retenido en el tamiz No.4.

Arenas, son de tamaño menor de 5mm de ϕ y se considera como arena todo aquel material que pasa el tamiz No.4 y es retenido en el tamiz No.200, los materiales que pasan por el tamiz No.200 se denominan limos y arcillas.

Gravas: Son extraídas de la cantera y de lo que resulta de la roca caliza. Existen molinos que al triturar la roca se selecciona según el tamaño, garantizando la granulometría.

Bancos de gravas en Nicaragua:

- El Portillo (Managua).
- Diriamba.

- León.
- Montelimar.
- Sabana grande.

Arenas variedad de procedencia.

- Ríos.
- Mar.
- Minas.
- Cauces.
- Artificiales.

Arenas de Ríos:

Son de muy buena calidad y provienen de la disgregación de la roca granítica o del granito.

Arenas de Mar:

Para que pueda ser usada en la construcción tiene que ser lavada, debido a que tienen sal mineral y esto produce la corrosión.

Arenas de Minas:

Contienen arcillas, si una arena de mina tiene más del 1% de arcilla, tiene que lavarse antes de ser usada, son ricas en cuarzo.

Arenas Artificiales:

Se tienen que fabricar en el lugar que se está laborando para obtener esta arena, hay que triturarla, pasarlo por un proces o de molienda.

FUNCIONES DE LOS ARIDOS EN EL MORTERO Y EL CONCRETO:

Grava: En la fabricación de los morteros no se utiliza, solo para el concreto se encarga de formar las estructuras o esqueletos de una obra. Para que cumpla ciertas funciones tiene que reunir ciertos requisitos:

- 1) Buena resistencia a la compresión.
- 2) Buena resistencia a la abrasión.
- 3) Forma adecuada.
- 4) No debe de contener material fino no orgánico.

Arena: Se utiliza para la fabricación de morteros y de concretos, cumpliendo las siguientes funciones:

- Ocupa los espacios entre la grava, reduciendo su porcentaje de huecos.
- Proporciona elasticidad a la mezcla, permitiendo en el proceso de secado que se produzcan grietas.
- Facilita su trabajabilidad.

Forma y textura de las partículas, además del aspecto petrológico de los agregados, son también importante sus características externas, especialmente la forma y la textura superficial de las partículas. Es bastante difícil describir las formas de los cuerpos tridimensionales y, por lo tanto, es conveniente definir ciertas características geométricas de dichos cuerpos.

La redondez es la medida del filo o angularidad relativo de los bordes o esquinas de una partícula. La redondez está controlada principalmente por la resistencia a la compresión y a la abrasión de la roca original, y por la cantidad de desgaste a la que haya estado sujeta la partícula.

En el caso de agregados triturados, la forma de las partículas depende de la naturaleza de la roca original, así como del tipo de trituradora.

En la clasificación que se usa a veces en los Estados Unidos de Norteamérica, es la siguiente:

Bien redondeada	--	Sin superficie original.
Redondeada	--	Han desaparecido todas sus caras.
Sub-redondeadas	--	Desgaste considerable, camas de arena reducida.
Sub-angular	--	Se observa cierto desgaste, pero las camas están intactas.
Angular	--	Poca evidencia de desgaste.

En el concreto endurecido, una buena forma angulosa y textura áspera de las partículas de agregados contribuyen a una alta resistencia a la flexión. Por otra parte, una alta proporción de partículas planas lleva una reducción de la resistencia a la compresión del concreto. Esto se debe a que las partículas planas producen mala trabajabilidad y se orientan en sentido horizontal durante la colocación, que está acompañado de la acumulación de agua en la superficie inferior de las partículas.

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS PARA CONCRETO.

Además de la clase, tipo y familia a la que pertenece, es importante conocer también las propiedades físicas y químicas, para establecer si son aceptables o no como agregados.

Las propiedades que normalmente interesan conocer y los métodos empleados en su determinación se detallan a continuación:

Peso Específico o Gravedad Específica antes de hablar de la gravedad específica es necesario recordar lo siguiente.

Para el estudio y comprensión de las propiedades de peso específico, peso unitario, compacidad, porosidad, es necesario recordar que todo cuerpo sólido continuo o material sólido fraccionado, contiene tres volúmenes:

- Volumen Aparente (V_{ap}):

Esta determinado por las tres dimensiones del cuerpo sólido continuo o por las tres dimensiones del recipiente que contiene al material fraccionado.

Volumen de agua desplazado por el material, recubierto de una membrana impermeable infinitamente fina.

Este considera como volumen del material, el volumen de sólido y el volumen de huecos.

- Volumen de Huecos (V_h):

Esta conformado por el volumen de huecos accesibles y los huecos inaccesibles.

Huecos Accesibles (h_a) : También llamados abiertos; son los que están en comunicación directa con el aire exterior al material.

Huecos Inaccesibles (h_i): También llamados cerrados, son los que no están en comunicación con el aire exterior al material.

- Volumen de Sólido, Real o absoluto (V_s):

Volumen que ocupa el material sin contar el aire que encierra. Este volumen considera solamente la parte mineral o de sólido.

$$V_h = h_a + h_i ; \quad V_{ap} : V_s + V_h$$

Peso Específico: es la relación que existe entre el peso seco de una muestra de agregado y el volumen de agua desalojada por esta, cuando se encuentra saturada y superficialmente seca.

Un material está saturado y superficialmente seco cuando no existe agua libre en la superficie de sus partículas pero todo sus vacíos permeables en su seno se encuentran llenos.

El peso específico está influenciado por la naturaleza del material y es una medida indirecta de su calidad. En general valores altos indican buena calidad, mientras que valores bajos corresponden normalmente a materiales porosos y poco confiables.

PESO ESPECIFICO DE LA ARENA:

Arena 2.21 2.75
 Grava 2.33 2.67 la mayoría de los agregados natura les tienen densidades relativas de 2.4 y 2.9

Determinado el % de w y obteniendo un peso mayor de material húmedo, considerándolo con el mismo % de w de la muestra representativa, podemos afirmar que:

$$\frac{\% w}{100} + 1 = \frac{PH}{Ps} \quad Ps = \frac{PH}{1 + w}$$

$$\frac{\% w}{100} = \frac{PH - Ps}{Ps} \times 100$$

$$\frac{\% w}{100} = \frac{PH}{Ps} - \frac{Ps}{Ps}$$

$$\frac{\% w}{100} + 1 = \frac{PH}{Ps} \quad \therefore Ps = \frac{PH}{1 + w}$$

PESOS VOLUMETRICOS O PESOS UNITARIOS.

El peso unitario de un árido es la relación entre el peso de una determinada cantidad de este material y el volumen ocupado por el mismo, considerando como volumen al que ocupan las partículas de áridos y sus correspondientes poros y espacios intergranulares.

Existen dos valores para esta relación, dependiendo del sistema de acomodamiento que se haya dado al material antes del ensaye. La denominación que se le da a cada uno de ellos será peso volumétrico seco

MATERIALES DE CONSTRUCCION

suelto y peso volumétrico seco compacto. Ambos sirven para establecer relaciones entre volúmenes y pesos de este material, además se utiliza para estimar el peso medio por unidad de volumen de los materiales, refiriéndose al volumen aparente de los mismos materiales.

$$\text{Pvss: } \frac{\text{Peso material seco en condiciones sueltas}}{\text{Volumen}}$$

$$\text{Pvsc: } \frac{\text{Peso material seco en condiciones compacta}}{\text{Volumen}}$$

El peso unitario suelto se usará para la conversión de peso a volumen, o volumen a peso en las dosificaciones de hormigón.

El peso unitario compacto se usará para el conocimiento de las cantidades de materiales apilados y que están sujetos a acomodamiento o asentamiento provocado por el tránsito sobre ellos o por la acción del tiempo.

Material	Pvss	Pvsc
Grava	1205 – 1800	1250 - 1900
Arena	1200 – 1700	1400 - 1800

ANÁLISIS GRANULOMETRICO:

Ese nombre tan complicado se le da la sencilla operación de separar una muestra de agregado en fracciones, cada una de las cuales consta de partículas.

GRANULOMETRIA:

Se entiende por granulometría; a la distribución de las distintas fracciones de las partículas de un agregado, cuando se tamizan a través de una serie de mallas y tamices normalizadas.

Las mallas normalmente utilizadas en el análisis, son de abertura cuadrada y se ajustan a las especificaciones.

Los tamaños comúnmente usados de las mismas son los siguientes:

3", 2 1/2" , 2" , 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200.

La distribución granulométrica de un agregado, tiene amplia influencia en la trabajabilidad del concreto, pero muy poco o ninguna en la resistencia y durabilidad del mismo, "La graduación es aquella que por experiencia o por pruebas ha demostrado, para una condición dada produce concretos de óptima calidad".

Hasta la fecha no se ha llegado a obtener dicha graduación ideal, dados los diferentes agregados existentes, sus formas y texturas los distintos tipos y calidades de cemento y otras series de factores que influyen en el problema. En la actualidad, se dispone únicamente de ciertos rangos o límites de graduación entre los que se supone se obtienen concretos de propiedades satisfactorias. Dichos límites sin embargo, deben de ser usados con cautela y teniendo en cuenta las condiciones y necesidades de las diferentes localidades.

Modulo de finura:

El modulo de finura es un índice del tamaño dentro de las partículas que componen una muestra de árido y se calcula por la forma siguiente:

Grava: 3" No.4 x 500

100

Arena: 3/8" No.100

100

ESPECIFICACIONES STANDARD PARA AGREGADOS DE CONCRETO

Esta especificaciones se aplican a todos los agregados finos y gruesos usados en la elaboración de concreto, excepto dos de tipo liviano.

GRADUACION DE LOS AGREGADOS FINOS.

Los materiales usados como agregado fino, deberán tener graduaciones comprendidas dentro de los límites detallados a continuación.

TAMIZ	% QUE PASA
3/8" (9.5 mm)	100
No.4	95 -100
No.8	80 -100
No.16	50 - 85

MATERIALES DE CONSTRUCCION

No.30	25 - 60
No.50	10 - 30
No.100	2 - 10
No.200	0 - 2

El agregado fino no deberá tener más del 45% retenido entre dos mallas consecutivas de los arriba detallados y su modulo de finura no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.20.

AGREGADOS GRUESOS:

Graduación de los agregados gruesos.

Los materiales usados como agregados gruesos, deberán tener graduaciones comprendidas dentro de los límites especificados y conforme con los requerimientos prescritos.

**TABLA # 1 ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS PARA
AGREGADO GRUESO
ASTM - C-35 - 59**

TAMAÑO NOMINAL	PORCENTAJES QUE PASAN CADA MALLA, POR PESO.									
	2 1/2"	2"	1 1/2 "	1"	3/4 "	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 8	No. 16
2" a No. 4	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
1 1/2" a No.4	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
1" a No.4	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
3/4" a No.4	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-
1/2" a No.4	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-
3/8" a No.8	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
2" a 1"	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
1 1/2" a 3/4"	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-

SANIDAD:

Entre los atributos que permiten definir la calidad física intrínseca de las rocas que constituyen los agregados tiene mucha importancia la sanidad por que es buen índice de sus desempeño predecible en el concreto.

La sanidad es la propiedad que tiene un material para resistir la acción destructiva de los agentes atmosféricos durante prolongados periodos o tiempos. Tales agentes pueden ser en nuestro medio. Los cambios bruscos de temperatura y periodos alternados de mojado y secado.

En estos términos, resultan evidente la estrecha relación entre la sanidad de los agregados y la durabilidad del concreto en ciertas condiciones.

El modo más comúnmente usado en Nicaragua, para determinar la sanidad de los agregados es aquel que mide la resistencia a la desintegración de los mismos, cuando se someten a la acción de una solución saturada de sulfato de sodio o sulfato de Magnesio, dichos métodos se encuentran normalmente en:

ASTM - C-88

La sanidad se mide por el porcentaje de pérdida en peso que experimenta una muestra de material, cuando se le somete a cinco ciclos de inmersión y secado en las soluciones antes mencionadas. Al cabo de los cinco ciclo se cuantifica la cantidad de material que resulto afectado, recribando las fracciones por determinados tamices de acuerdo con el tamaño de las partículas ensayadas. El material que pasa estos tamices es el que se considera afectado, y su peso dividido entre el peso de la muestra original, representa el porcentaje de perdida individual por fracciones. Finalmente, de acuerdo con las proporciones en que intervienen estas fracciones en la composición granulométrica del agregado total, se calcula la perdida global, que se reporta como perdida porcentual en la prueba de sanidad al cabo de cinco ciclos, y cuyo dato debe complementarse con un informe cualitativo del material en las condiciones después del ensaye.

Este método se conoce con el nombre de "Sanidad e intemperismo acelerado". Dicho procedimiento proporciona información valiosa en cuando a durabilidad potencial del agregado.

En cuanto a resultados se refiere valores bajos de pérdida, por lo general indica grados de buena calidad y viceversa.

Según las especificaciones de la American Society for Testing and Materials (ASTM) C – 33:

- Un agregado fino sometido a cinco ciclos de la prueba de sanidad, deberá acusar pérdidas menores del 10% cuando se use sulfato de sodio ó 15% cuando se use sulfato de magnesio.
- Para el agregado grueso el requisito de sanidad no se especifica

de manera general, si no solamente en los casos en que las condiciones del medio externo representan riesgos para la durabilidad de las estructuras. En estos casos se especifica una pérdida máxima permisible de 18% con el uso de sulfato de magnesio, o 12% con sulfato de sodio.

RESISTENCIA A LA ABRASIÓN:

La resistencia que los agregados gruesos oponen a su frir desgastes, rotura o desintegración de partículas por efecto de la abrasión, es una característica que suele considerarse como un índice de calidad en general, y en particular de su capacidad para producir concretos durables en condiciones de servicio donde intervienen acciones deteriorantes de carácter abrasivo. Asimismo, se le considera un buen indicio de su aptitud para soportar sin daño, las acciones de quebrantamiento que frecuentemente recibe el agregado grueso en el curso de su manejo previo a la fabricación del concreto.

Esta propiedad es especialmente importante en los agregados, sujetos a algún tipo de acción abrasiva más o menos constante, tal como sucede en el caso de puentes, carreteras, pistas de aterrizaje u otras estructuras similares.

El método para determinar dicha resistencia, es el que se realiza con el aparato conocido con el nombre de "Máquina de los Ángeles" y se describe en:

ASTM- C – 131 para los tamaños menores de 38mm y la ASTM C – 535 para los tamaños entre 38 y 76 mm .

En esta prueba se cuantifica como pérdida de abrasión, la cantidad de finos que se originan como resultado de someter un conjunto de partículas de grava, a los efectos combinados del impacto y la abrasión producidos por una carga de esferas metálicas de ntro de un cilindro giratorio, al cabo de un determinado número de revoluciones.

$$\% \text{ de Desgaste} = \left(\frac{P_i - P_f}{P_f} \right) * 100$$

Pi = Peso Inicial

Pf = Peso final después de haberse sometido a las cargas abrasivas.

La resistencia a la abrasión de un material es en cierta forma, una medida de la dureza y calidad del mismo. Las especificaciones de uso común (ASTM C 33) establecen una pérdida máxima permisible de 50% ; sin embargo en condiciones extremas esta valor máximo será del 30%.

CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA :

Debido a que ciertos tipos de materia orgánica afectan el proceso de fraguado del cemento, interfiriendo con el desarrollo normal de la resistencia y endurecimiento del concreto, es sumamente importante determinar el grado de concentración en que se encuentra presente en los agregados.

Las impurezas orgánicas ordinariamente formadas por partículas de humus, son perjudiciales por cuanto una parte del humus, que es ácido, neutraliza el agua alcalina de los morteros y hormigones y la parte restante se envuelve los granos de arena formando una película sobre ellos que con el tiempo es disuelta por el agua del mortero; esto explica la poca resistencia de los morteros y hormigones que tienen arenas con materia orgánica.

El tipo más perjudicial y el que más influye en la hidratación del cemento, es el que proviene de la descomposición de residuos vegetales, sobre todo en forma de ácido fólico y sus derivados.

Para determinar el contenido de impurezas orgánicas se utiliza normalmente la prueba conocida como prueba de color o colorimetría. ASTM C - 40.

La forma en que se lleva a cabo consiste en colocar una muestra de la arena que se investiga, en una solución de hidróxido de sodio al tres por ciento (3%) . Después de veinte y cuatro horas se compara el color resultante en la solución contra un color estándar de referencia. Si el color es más claro que el de la solución patrón, se considera que la cantidad de materia orgánica que se encuentra presente en el agregado, no tendrá efectos perjudiciales en el concreto. Si por el contrario, el color de la solución resulta más oscura que el estándar, se interpreta como síntoma de contaminación excesiva y como causa de rechazo de la arena por este motivo. Esto nos indica que existe materia orgánica en cantidades tales que pueden afectar la resistencia del concreto.

Las especificaciones de la ASTM dicen que:

El agregado fino deberá de estar libre de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas.

MATERIALES DE CONSTRUCCION

Un material que ha fallado en la prueba del color podrá ser usado como agregado fino, cuando habiéndose sometido a la prueba del efecto de la materia orgánica sobre la resistencia del mortero, permita concluir que la resistencia relativa del mismo a los 7 días calculado sea por lo menos del 95%.

El color de la arena es utilizada o no de acuerdo con el siguiente cuadro:

Color	Utilización	Disminución de la resistencia del mortero y del concreto de 7 a 28 días de edad
Incoloro o amarillo claro	Concreto de buena calidad	0
Azafranado	Utilizable	10 a 15%
Rojo amarillento	Concreto sometidos a tensiones reducidas	15 a 25%
Castaño o marrón	No utilizable	25 a 50%
Marrón oscuro	No utilizable	50% a 100%