

**PRINCIPALES MATERIALES
NATURALES
Y SU EMPLEO EN
LA CONSTRUCCION**



Universidad Nacional
Autónoma de México



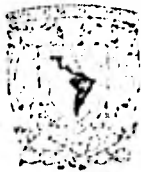
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA

927
190
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-318.

Señor RUBEN SILVA AVILA,
P r e s e n t e .

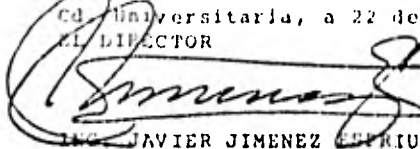
En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Profr. Ing. ERNESTO BERNAL VELAZCO, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de Ingeniero CIVIL.

"PRINCIPALES MATERIALES NATURALES
Y SU EMPLEO EN LA CONSTRUCCION"

- I. INTRODUCCION
- II. LAS ROCAS
- III. LOS SUELOS
- IV. LAS GRAVAS Y ARENAS
- V. LA MADERA
- VI. CONCLUSIONES

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e ,
"POR SI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 22 de Junio de 1982
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

045
JUE/OB/11/ychl.

INDICE

I	INTRODUCCION	1
II	LAS ROCAS	3
III	LOS SUELOS	39
IV	LAS GRAVAS Y ARENAS	62
V	LA MADERA	80
VI	CONCLUSIONES	148

I INTRODUCCION

Dentro de las misiones del Ingeniero Civil se encuentran las de concebir, proyectar, construir, explotar y proteger las obras - para esto tiene a su disposición una serie de materiales cuya - elección no es arbitraria.

Frank Lloyd Wright, decía que "para el artista creador cada material expresa su propio mensaje". Es claro que para captar este mensaje hay que conocer a fondo cada material, llegar a su - naturaleza intrínseca y meditar sobre sus posibilidades.

Cada material posee un conjunto de propiedades que lo hace más o menos adecuado para una función determinada. Según las características que se quieran alcanzar, debemos seleccionar un material u otro. Pero una vez elegido el material, éste impondrá - al proyectista unas condiciones ineludibles que no habrá más remedio que respetar.

Debemos pensar en que es posible que se nos plantee el problema de que una obra por ser pequeña, fácil y con un fin concreto apenas requiera trabajo en su concepción.

Pueden existir otras obras en las que con un cálculo muy sereno y sin llegar a la hondura de la mecánica que nos precipitaría - en el abismo de los complicados desarrollos matemáticos poderemos salir del paso. Obras habrá en las que prácticamente no necesitamos el apoyo de la maquinaria auxiliar. Lo que no es fácil - es encontrar obras en las que no se empleen los materiales de construcción cuya misión es la de servir a la ciencia, al arte o al genio para presentar siempre la batalla a la naturaleza: - tender un puente donde hay un valle, detener las aguas en su camino natural hacia el mar o aplacar la furia de las olas para - proteger una bahía.

Vemos entonces que es necesario el conocimiento a fondo de cada uno de los materiales de construcción que se emplean.

Dentro de los materiales para construcción podemos distinguir -- los materiales de origen natural cuyas propiedades y procesos de obtención favorecen en gran forma a cada una de las obras de Ingeniería en las cuales se lleva a cabo su aplicación en gran escala.

Debemos pensar y entender que cada uno de los materiales tienen una densidad, una resistencia, una conductividad térmica, etc., - pero naturalmente, los valores de estas propiedades en cada uno de los materiales serán diferentes.

Es por esto que es indispensable el conocimiento de las propiedades de cada material, para en base a ellas poder obtener el mayor aprovechamiento posible en las obras donde vayan a ser -- utilizados.



DEFINICION

Roca es una masa de material natural de dura a semidura y compuesta por uno o varios minerales.

Otra definición es: Parte de la corteza terrestre formada por diversos minerales con composición y características propias y constantes.

ORIGEN

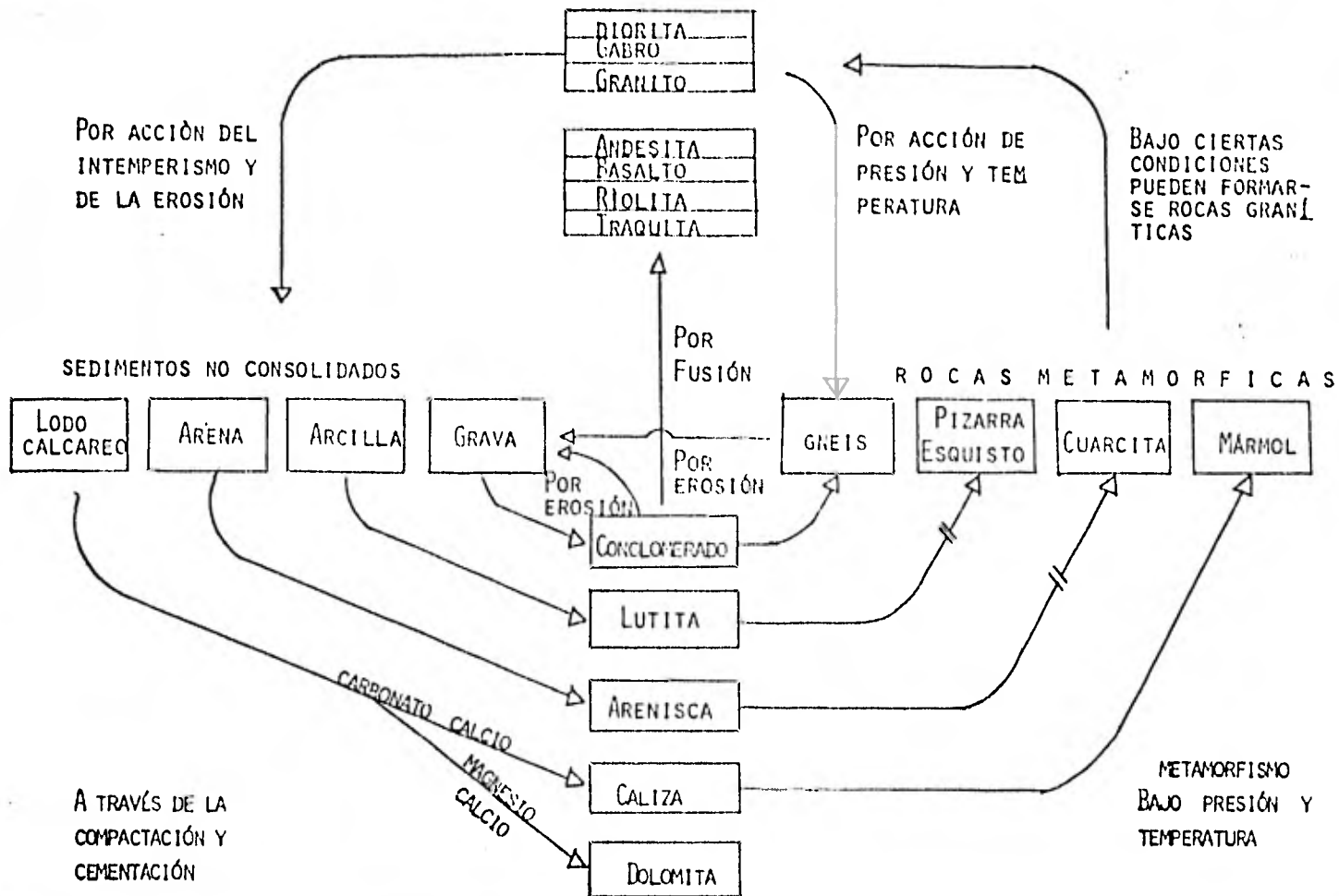
La formación de rocas se debe a dos procesos geológicos bien definidos:

- a) Procesos de origen externo
- b) Procesos de origen interno

Los primeros están compuestos por actividades químicas del aire, agua, hielo y organismos vivos; los últimos comprenden la serie de fenómenos que actúan en el interior de la corteza a través de la misma con resultado de la actividad física y química de magmas formados en la corteza terrestre o circulares en ella.

Ambos procesos toman como fuente de energía primordial el calor.

ROCAS IGNEAS





OBTENCION

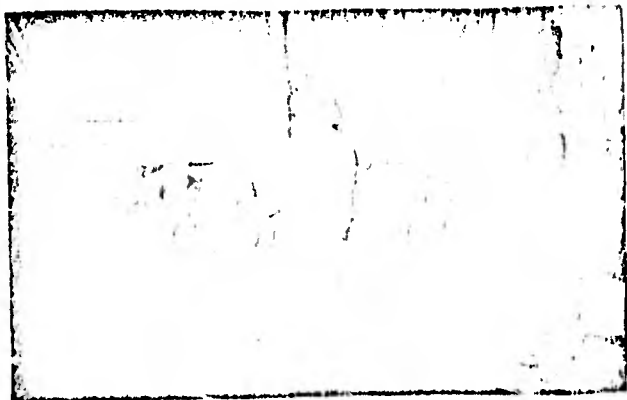
Las rocas se obtienen de canteras que previamente han sido localizadas.

Las canteras a cielo abierto pueden ser en ladera cuando la roca se extrae de la falda de un cerro ó en galerías cuando la roca se extrae de cierta profundidad del terreno; este último tipo de cantera se ha venido desechando actualmente debido a que se requieren características particulares del material y es muy peligroso además del alto costo que representa.





Canteras a Cielo Abierto



Galerías

Dentro de las actividades que se requieren para explotar un banco de roca a cielo abierto son:

ESTUDIOS PRELIMINARES: Tienen por objeto proporcionar toda la información necesaria al ingeniero para realizar el proyecto de la obra, estudiar sus condiciones generales de ejecución, estimar su costo y redactar su presupuesto.

SELECCION DE METODO Y EQUIPO DE EXCAVACION: Para la selección del método y equipo de excavación es necesaria la consideración de algunos factores como la resistencia a la excavación, rompibilidad, peso volumétrico, características del frente de ataque, maquinaria disponible, área de trabajo y economía.

LIMPIA Y DESMONTE: Consiste en el despeje de la vegetación existente en las áreas destinadas a bancos, con el objeto de evitar la presencia de material vegetal en la obra, impedir daño a la misma y permitir buena visibilidad de acuerdo a lo fijado en el proyecto.

Esta actividad a su vez comprende la ejecución de la tala, roza, desenraice y de limpia y quema.

TALA: Consiste en cortar los árboles y arbustos.

ROZA: Quitar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.

DESENRAICE: Consiste en sacar los troncos o tocónes con raíces o cortando éstas.

LIMPIA Y QUEMA: Consiste en retirar el producto del desmonte al lugar que se haya fijado en el proyecto, estibarlos y quemarlos no utilizables.

DESPALME: Consiste en la remoción de la capa superficial del terreno natural que por sus características, no es adecuada.

cuado para la construcción, ya sea que se trate de bancos, de cortes o de sitios destinados a otra obra de ingeniería.



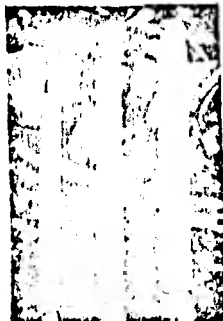
VOLADURA:

Comprende una serie de operaciones - que tienen como finalidad desprender un determinado volúmen de material - unido a la masa de terreno.

Dichas operaciones son:

BARRENACION:

Consiste en hacer una serie de perforaciones o barrenos convenientemente distribuidos por medio de herramientas primitivas o maquinaria moderna de perforación.





CARGA:

Consiste en colocar explosivos en los barrenos, para detonarlos y fracturar el material a un tamaño adecuado con el fin de transportarlo con el equipo de rezaga.



RETAQUE: Consiste en llenar una porción libre hacia afuera de los barrenos -- con material inerte (arena, residuos finos de perforación, etc.) para poder encerrar perfectamente los explosivos.

DETONACION: Esta operación se lleva a cabo una vez que se han cargado los barrenos con el explosivo adecuado y realizado las conexiones necesarias para producir la explosión.



MONEO: Se lleva a cabo después de la voladura y consiste en la reducción de tamaño de algunos trozos de roca los cuales presentan dimensiones muy grandes no adecuadas para el uso a que se han destinado.

PROPIEDADES FISICAS

Dentro de las propiedades físicas de las rocas podemos citar -- las siguientes:

ABSORCION

Es la capacidad que muestra una roca de absorber agua al sumergirse en un recipiente que contenga dicho elemento.

Puede expresarse por la relación

$$\frac{\text{Peso del agua absorbida} \times 100}{\text{Peso de la muestra}} = \frac{Ww - Wo}{Wo}$$

CAPILARIDAD

Se define como la propiedad de ascender del agua que está en -- contacto con las caras de la roca.

En las rocas que es la materia prima de las gravas y arenas la capilaridad se define por:

$$K = \frac{P}{St}$$

K = Capilaridad
P = Peso del agua absorbida en gramos
S = Sección de la probeta en cm²
t = Tiempo en minutos desde el proceso de inmersión

CLIVAJE O CRUCERO

Es la tendencia a romperse de algunos minerales según direcciones definidas a lo largo de superficies planas.

Es una propiedad distintiva de algunos minerales como la mica que se separa fácilmente en hojas o laminillas extremadamente delgadas y flexibles.

COLOR

Es una propiedad constante y definida y por lo tanto, es de gran ayuda para la identificación, siempre que se les observa en superficies no intemperizadas.

DENSIDAD

Es la propiedad definida por el cociente de la masa de un cuerpo

entre su volúmen.

$$D = \frac{M}{V}$$

D = Densidad

M = Masa

V = Volúmen

DURABILIDAD

Es la resistencia de un material a perder sus cualidades, es decir, a deteriorarse durante su uso.

DUREZA

Es la resistencia relativa que tienen las rocas de dejarse rayar por otros cuerpos.

Dicha propiedad de minerales desconocidos se toma en base a una escala de minerales ordenados de acuerdo a su dureza llamada Escala de Mohs.

ESCALA DE MOHS

DUREZA	EJEMPLO
1	Talco, bauxita, grafito
2	Yeso, mica, caolinita
3	Calcita, mármol, pizarra
4	Fluorita, granito, areniscas
5	Apatita, esquistos, hematita
6	Olivino, feldespato, calcedonia
7	Cuarzo, basalto
8	Topacio, circón
9	Corindón, serpentina, rubí
10	Diamante

ESTRUCTURA

Este término se reserva para aquellas características de las rocas muy pronunciadas que se han descrito con el término textura.

FORMA

La forma de los cristales constituye una clave excelente para identificar un mineral.

Generalmente el hecho de saber que un mineral pertenece a un sistema cristalográfico es ya una reducción de posibilidades en lo referente a su clasificación.

Las condiciones favorables para el desarrollo de cristales perfectos son excepcionales en la naturaleza, siendo más frecuente que durante su desarrollo los granos minerales se apretujen y distorsionen uno a otro formando una masa granular.

Algunos minerales presentan aspecto fibroso otros presentan forma semejante arracimados, en otros su aspecto es terroso, etc.

Una vez conocida esta propiedad, representa una gran ayuda para la identificación de minerales.

FRACTURA

Es la forma como se rompen algunos minerales debido a su estructura atómica.

Algunos minerales presentan fractura desigual o irregular, otros fractura concoidea caracterizada porque la superficie de ruptura resultante es curva como una concha de almeja otro tipo de fractura es la astillosa como la que presenta la madera en general.

LUSTRE

Es un efecto producido por la propiedad de algunos minerales de reflejar la luz y la intensidad de ésta.

PERMEABILIDAD

Es la facilidad o dificultad con la que fluye el agua a través de la roca.

PESO VOLUMETRICO

Es la estimación del peso medio por unidad de volúmen. Dicha propiedad tiene gran importancia ya que a partir de ella se puede conocer la calidad o deficiencia de los materiales que se empleen en la fabricación de morteros o concretos.

POROSIDAD

Se define como la relación del volúmen de poros abiertos o huecos de una piedra y el volúmen aparente total expresado en porcen

taje de este último.

$$P = \frac{V - V^1}{V}$$

P = Porosidad

V = Volúmen aparente total

V¹ = Volumen de la parte maciza

RAYA

Es la propiedad que tiene algunos minerales de ceder en su estructura atómica a frotarlos contra otros minerales los cuales poseen una ligazón mineralógica mucho mejor.

TEXTURA

Es la forma como están ordenados los granos o partículas de una roca, es decir tal como se apreciarían en una fractura reciente.

PROPIEDADES MECANICAS

RESISTENCIA A LA TENSION

Es la resistencia a separarse de las partículas del material por la aplicación de dos fuerzas en sentido opuesto.

Varía entre 1/8 y 1/57 de la resistencia a compresión. Dependiendo del tipo de roca empleado la resistencia a tensión en flexión de las rocas sufre variaciones siendo de 60 a 120 kg/cm² en areniscas y de 35 a 200 kg/cm² en mármoles.

RESISTENCIA A LA COMPRESION

Es la resistencia a que los espacios entre las partículas disminuyan por la acción de fuerzas tendientes a comprimirlo.

A compresión la resistencia de las rocas varía de 150 a 3 200 - kg/cm² siendo esta propiedad la mejor en lo referente a la resistencia de esfuerzos.

RESISTENCIA A LA FLEXION

Es la resistencia de un material en forma de barra a doblarse sobre sí mismo.

RESISTENCIA AL DESGASTE

Esta propiedad se mide sometiendo a frotamiento las probetas -- del material a ensayarse y una pista giratoria con interposi--- ción de una sustancia abrasiva o sometiendo dichas probetas a - chorros de agua a presión.

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE

Esta resistencia viene a ser del orden de 1/15 de la resisten-- cia a compresión.

RESISTENCIA A LA TORSION

Es la resistencia de un cuerpo a fuerzas que tienden a hacer gi-- rar en sentidos opuestos las fibras de un material.

RESISTENCIA AL CHOQUE

Es la resistencia que tiene la probeta de determinado material al ser sometida a una serie de impactos dejando caer un peso des-- de alturas variables que van de un centímetro hasta que se pro-- duzca la fractura.

PLASTICIDAD

Es la propiedad que tienen los materiales a conservar la forma - que se les dé, sin volver a la forma original cuando cesen las - fuerzas aplicadas.

ELASTICIDAD

Propiedad de los materiales a recobrar su volúmen y forma primi-- tiva al cesar una fuerza que le producía la deformación.

En esta propiedad a la relación existente entre la carga y la de-- formación se le denomina Módulo de Elasticidad.

El Módulo de Elasticidad es variable según sea el tipo de roca y se mide en kg/cm^2 .

En areniscas va de 40 000 a 200 000 kg/cm^2 mientras que en mármol-- es es de 90 000 kg/cm^2 .

I A B U H I I

CARACTERISTICAS DE ALGUNAS ROCAS

TIPO DE ROCA	NOMBRE	PESO VOLUMETRICO TON/M ³	TAMAÑO DE GRANO (MM)	CONTENIDO SI O ₂ (%)	FACTOR DE ABUNDAM.	RESISTENCIA A LA COMPRESION KG/CM ²
INTRUSIVA	DIORITA	2.65 - 2.85	1.5 - 3	-	1.5	1700 - 3000
	GABRO	2.85 - 3.2	> 2	50	1.6	2600 - 3500
	GRANITO	2.7	0.1 - 2	70	1.6	700 - 2800
IGNEA EXTRUSIVA	ANDESITA	2.7 - 2.9	< 0.1		1.6	3000 - 4000
	BASALTO	2.8 - 3.0	< 0.1	50	1.5	1800 - 4000
	RIOLITA	2.4 - 2.7	< 0.1		1.5	1000 - 1400
	TRAQUITA	2.7	< 0.1	-	1.5	3000 - 3600
	CONGLOMERADO	2.6	> 2		1.5	1000 - 1400
SEDIMENTARIA	ARENISCA	2.5	0.1 - 1	80 - 95	1.5	280 - 1400
	LUTITA	2.6 - 2.7	< 0.1	50 - 62	1.35	250 - 800
	DOLOMITA	2.7 - 2.9	1 - 2	2 - 10	1.6	1500 - 2000
	CALIZA	1.5 - 2.6	1 - 2		1.6	300 - 1700
METAMORFICA	GNEIS	2.7	> 2		1.5	1400 - 3000
	MARMOL	2.5 - 2.7	0.1 - 2		1.6	1000 - 2000
	CUARCITA	2.7	0.1 - 2	98	1.55	1600 - 4200
	ESQUISTO	2.7	0.1 - 1		1.6	800 - 4000
	SERPENTINA	2.6			1.4	300 - 1500
	PIZARRA	2.7 - 2.8	< 0.1		1.5	70 - 420

T A B L A II - 2

MODULO DE ELASTICIDAD DE ALGUNAS ROCAS (KG/CM²)

GRANITO	4 a 6×10^6
GABRO	1 a 1×10^6
CALIZA	3 a 6×10^5
ARENISCA	1 a 3×10^5
CONCRETO	1.5 a 3×10^6

PERMEABILIDAD DE ALGUNAS ROCAS (CM/SEG)

ROCA	PERMEABILIDAD
GRANITO	7×10^{-11} a 2.5×10^{-10}
MARMOL	8×10^{-10} a 2.5×10^{-8}
CALIZA	8×10^{-10} a 1×10^{-6}
ARENISCA	2×10^{-7} a 4×10^{-6}
CONCRETO	1×10^{-11} a 1×10^{-9}

COMPONENTES DE LAS ROCAS

Dentro de los elementos químicos que intervienen en la composición de las rocas se encuentra el sílice, principal constituyente de rocas ácidas y gran número de areniscas. Otros componentes químicos que intervienen en la formación de las rocas son los siguientes:

SILICATOS DE ALUMINIO

Podemos encontrar dentro de este grupo a los feldespatos, constituyentes de rocas ígneas, de gran dureza (ortoclasa, plagioclasa, etc.); feldespatoides (nefelina, sodalita, etc.) llamados también falsos feldespatos.

MICAS

Son silicatos dobles, aluminio y potasio con hidrógeno (muscovita) o con hierro y magnesio (riolita).

CAOLINITA

Es un silicato de aluminio hidratado, producto de la desintegración de los feldespatos, componentes de las arcillas junto con la montmorillonita y otros semejantes.

SILICATOS FERROMAGNESIANOS

Son silicatos complejos de hierro y magnesio, de carácter neutro, pesados en general y de colores diferentes, dependiendo de las sustancias que contengan y los procesos de formación que hayan seguido (olivinos y cloritas).

TALCO

Silicato hidratado de magnesio con algo de hierro y aluminio muy blando untoso al tacto, se raya con la uña.

CALCITA

Carbonato de calcio a menudo cristalizado, incoloro, blanco o amarillento.

COMPUESTOS DE FIERRO

Se encuentran como impurezas en muchas rocas provocándoles coloraciones amarillentas o pardas.

INTEMPERISMO

El intemperismo es la alteración de los materiales rocosos expuestos al aire, la humedad y los efectos de la materia orgánica. Dicho fenómeno puede ser mecánico o químico.

El intemperismo en rocas no es un proceso aislado, está íntimamente ligado con otras actividades en la superficie de la tierra, todas las cuales tienden al mismo fin, que es el desnudar los terrenos.



El intemperismo ataca a las rocas expuestas, y las partículas que quedan son deslavadas o arrastradas por la lluvia o transportadas por el viento.



Los fragmentos grandes quedan sobre el terreno donde los agentes del intemperismo siguen desintegrándolos cada vez en partículas más pequeñas hasta formar materiales cada vez más finos por lo que significa un agente de gran importancia en la formación de rocas sedimentarias.



CLASIFICACION

Los materiales pétreos utilizados en la construcción se clasifican en naturales y artificiales.

Las piedras naturales son aquellas que se extraen directamente de la naturaleza, no precisando para su empleo nada más que darles la forma adecuada.

Las piedras artificiales son aquellas que se preparan con productos diversos en estado pulverulento o pastoso, para darles fácilmente la forma, y se endurecen por procesos fisicoquímicos.

Atendiendo a su origen geológico las rocas se dividen en:

ROCAS IGNEAS

Son aquellas que están formadas por la solidificación de una masa fundida.

Estas a su vez atendiendo a su forma de enfriamiento pueden ser intrusivas: las cuales se solidifican en el interior de la corteza terrestre (granitos, sienitas, dioritas, etc); y extrusivas o efusivas las cuales afluyeron a la superficie durante las convulsiones de la corteza terrestre o después de ellas esparciéndose en forma de lavas (basalto, traquita, etc.)



ROCAS SEDIMENTARIAS

Son aquellas que están formadas por la acumulación de sedimentos provenientes de las rocas ígneas al actuar sobre ellas el fenómeno denominado intemperismo o bien determinadas reacciones químicas.

Atendiendo a su origen pueden ser: eólicas, formadas por material transportado por el viento; detríticas, formadas por residuos diversos como son areniscas y conglomerados; orgánicas están constituidas por depósitos orgánicos, como las calizas y -- las cretas; de sedimentación química y carbones no teniendo -- gran interés estas últimas.



ROCAS METAMORFICAS

Son rocas que provienen de la metamorfosis o transformación de -- las rocas ígneas o sedimentarias por la acción de elevadas temperaturas y presiones ya sea por invasiones ígneas (metamorfismo de contacto), y por movimientos de tierra o deformación plástica (metamorfismo dinámico)

Según el carácter estructural de sus masas pueden ser:



ESTRATIFICADAS

Se presentan en forma de estratos o capas (rocas sedimentarias).

NO ESTRATIFICADAS

Presentan forma diferente a las anteriores. Por su composición química se dividen en:

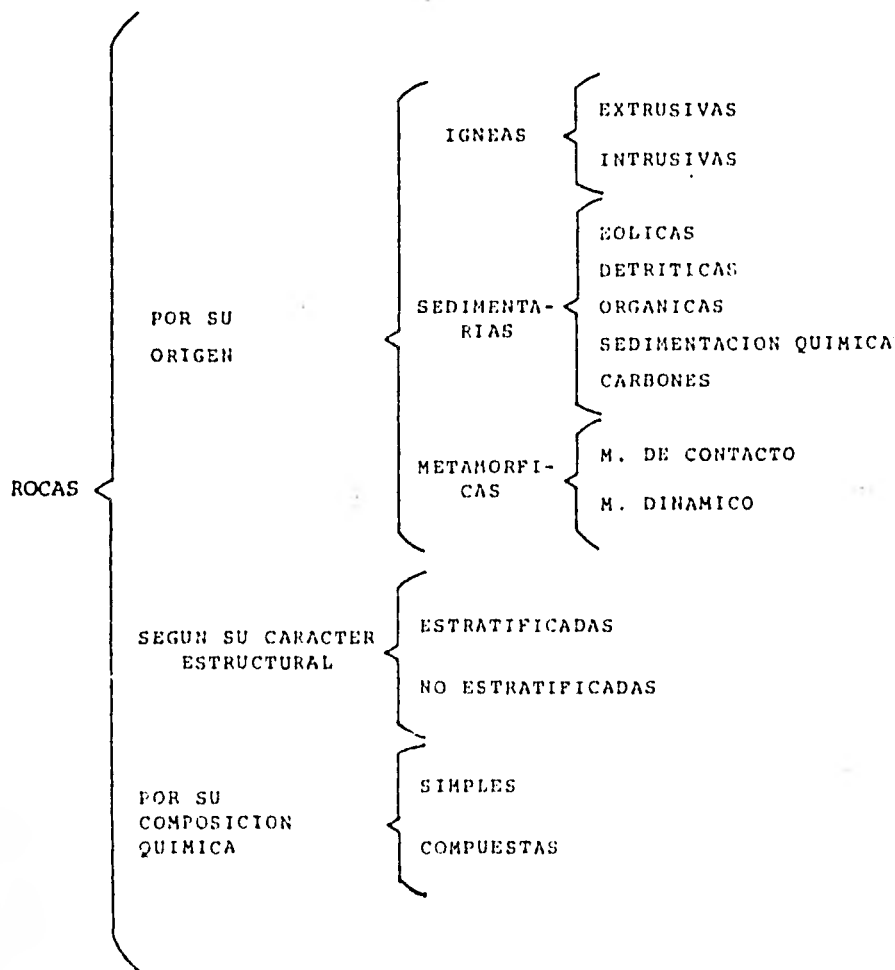
SIMPLES

Formadas por un solo mineral.

COMPUESTAS

Formadas por varios minerales.

Resumiendo lo anterior, tenemos lo siguiente:



TRATAMIENTO

El tipo de tratamiento a que deben ser sometidas las rocas depende del uso a que estén destinadas.

En ocasiones es necesario aplicar el llamado "moneo" el cual consiste en la reducción de tamaño de las piedras provenientes de las voladuras de canteras, hasta lograr tamaños adecuados según sean las necesidades.

Pueden someterse a procesos de trituración para obtener agrega--

dos pétreos; o someterse a un labrado para ser utilizadas como elemento decorativo.

En ocasiones cuando las condiciones naturales no son propicias para la estabilidad de macizos rocosos, se recurre a inyecciones de lechadas de cemento y en ocasiones de dispositivos de anclaje, consistente en pedazos de barras de acero.

Este tratamiento requiere de una previa barrenación, la cual - una vez hecha se introduce en los barrenos a presión la lechada y el dispositivo de anclaje.

Es aplicable este tipo de tratamiento, generalmente en cimentaciones, túneles, cortes hechos en determinadas zonas para el paso de algunas vías de comunicación, etc.

Es importante proteger las rocas una vez ya empleadas en alguna obra, de los agentes atmosféricos que obran físicamente, y de los agentes que obran químicamente; para esto se usan una serie de productos como el silicato sódico o vidrio soluble, los fluatos que son disoluciones incoloras de fluoruros metálicos, la testalina que es un tratamiento a base de jabón, aceite y acetato de alúmina, pinturas al óleo, silicatos de etilo y otros productos.

Todos estos procedimientos conviene aplicarlos en las rocas colocadas ya en obra o de lo contrario, tener el cuidado de impregnar solo los paramentos, pues de hacerlo también en los lechos, no se adhieran a los morteros.



PROPIEDADES QUE DEBEN REUNIR LAS PIEDRAS EN LA CONSTRUCCION

Es de gran interés para el ingeniero constructor conocer las propiedades físicas y químicas, así como el comportamiento mecánico de los materiales que utilizará en la obra para saber si resistirán los esfuerzos a los cuales se verán sometidos según el uso a que estén destinados. Para ello deberá contar con la ayuda del laboratorio en el cual se analizarán por medio de técnicas especiales, muestras de materiales que se emplearán en la obra.

En el presente tema las propiedades que deben reunir las rocas para poder ser usadas en la construcción con la obtención de buenos resultados son:

- a) Ser homogéneas compactas y de grano uniforme.
- b) Carecer de grietas, coqueiras, nódulos, restos orgánicos, etcétera; lo que se aprecia fácilmente por el sonido claro al golpearlas con un martillo.
- c) Ser resistentes a las cargas que hayan de soportar, superior a 500 Kg/cm² las eruptivas, y de 250 Kg/cm² las de sedimentación y metamórficas.
- d) No deberán alterarse por los agentes atmosféricos teniendo una pérdida de resistencia a la compresión, menor de 10%.
- e) Ser resistentes al fuego.
- f) No ser absorbentes o permeables en proporción mayor de 4.5% de su volúmen.
- g) Tener adherencia a los morteros.
- h) Dejarse labrar fácilmente.

Cada una de las propiedades anteriormente citadas porporcionarán un mejor comportamiento de la roca, el cual se verá afectado en forma negativa al ir disminuyendo el cumplimiento de esas propiedades.

UTILIZACION

Las rocas frecuentemente se utilizan en la construcción tanto por su resistencia como por su belleza.

Son diversos los usos que pueden darse a las rocas. Algunos de ellos son: en empedrados, balastos, piedra ornamental, (acabados), piedra para construcción (mampostería), enrocamientos, presas, escolleras, rellenos, cimentaciones, concretos, fabricación de cemento, cal, etc.

Algunos de estos usos se describen a continuación:

MAMPOSTERIAS

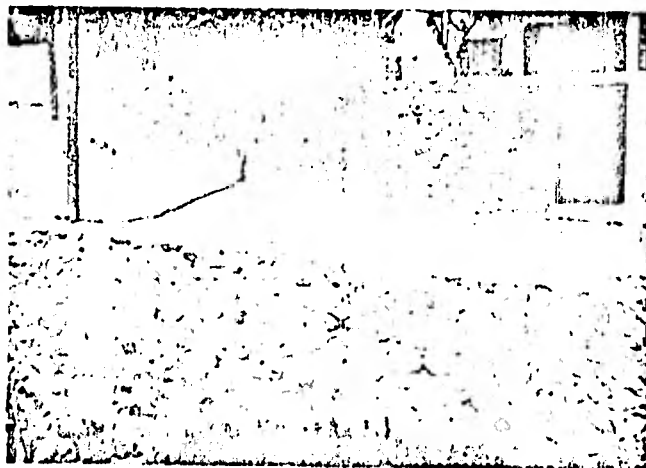
Se entiende por mampostería el material de construcción que resulta de la combinación de piezas naturales o bien artificiales con un mortero que las une para formar un conjunto monolítico.

Sus propiedades mecánicas son muy variables y difíciles de predecir. Presenta considerable resistencia a la compresión pero es débil en tensión.

En pruebas efectuadas en especímenes aproximadamente cúbicos de 40 cm. de lado se han obtenido resistencias del orden de 200 kg/cm² en mampostería de primera y de 120 kg/cm² en mampostería ordinaria.

La mampostería generalmente se usa en cimentaciones, muros para contención de materiales, silos, construcción de casa para habitación, bodegas, apoyos para puentes y bardas en general.

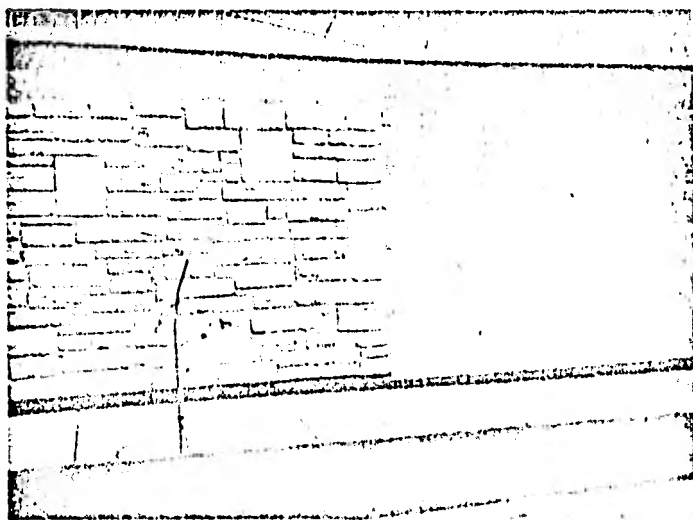




Muros de Contención



Casa Habitación



Bardas



Apoyos para Puente

ACABADOS

Frecuentemente se suelen revestir los muros con piedras labradas haciendolos más o menos agradables a la vista y protegiéndolos contra los agentes del intemperismo o contra los gases perjudiciales.



Las rocas comúnmente utilizadas con ese objeto son los granitos y las calizas.

BALASTOS PARA FERROCARRILES

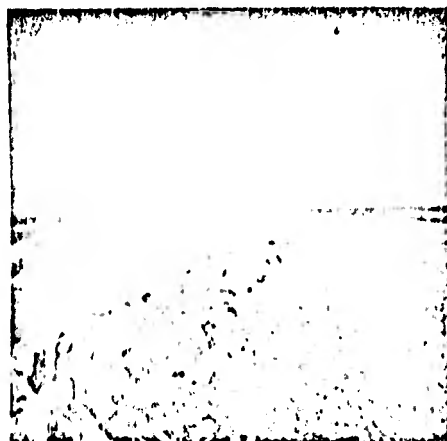
Balasto es un material que sujeta las traviesas de un ferrocarril y transmite las cargas al terreno.

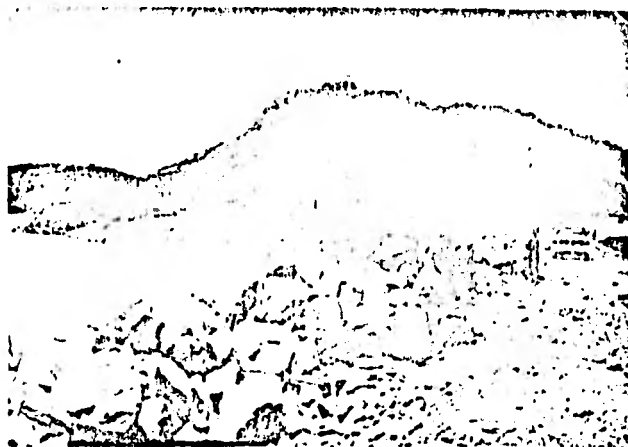
Se compone principalmente de piedra triturada. El grosor y tipo de balasto depende en gran parte del tipo de roca utilizada, del tipo de intensidad de tráfico y naturalmente de las condiciones económicas.



ENROCAMIENTOS

Es común utilizar en presas de tierra, éste tipo protección en la cortina para romper la energía de las olas que en ocasiones el aire produce al soplar sobre el agua, evitando con esta protección la afectación que dicha estructura pudiera tener.





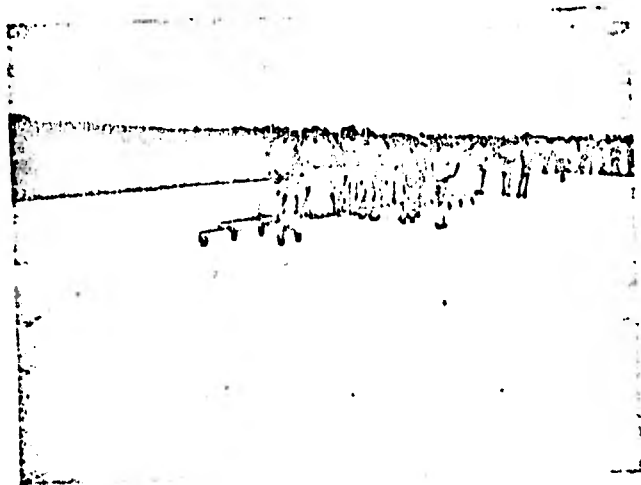
Otra utilización de este método es en escolleras sirviendo para el mismo fin.

CARRETERAS Y PISTAS DE ATERRIZAJE

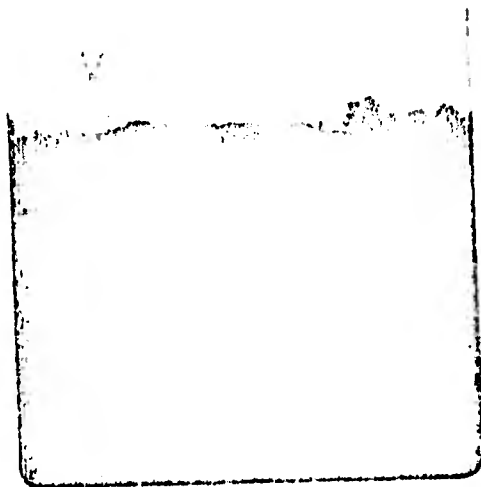
Las rocas, ya convertidas en agregados pétreos, que se emplean en las carreteras y pistas de aterrizaje están sometidas a la abrasión producida por fuerzas horizontales de las ruedas motoras de los automóviles o trenes de aterrizaje de los aviones.

El peso de los vehículos en reposo produce una compresión en los materiales que forman el pavimento.

Cuanto menos liso es el pavimento mayor es el impacto. Este tipo de agregados pétreos se clasifican en: agregados pétreos para soportar carga, de ligazón y para relleno de huecos.



Aeropuertos



Carreteras

ALGUNAS OTRAS APLICACIONES



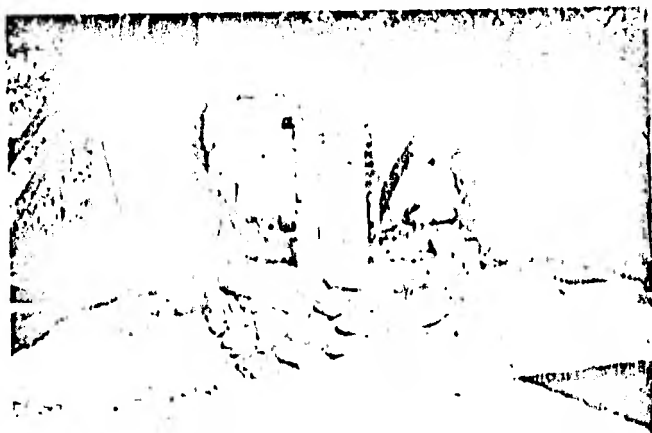
Muros para Retención de Agua



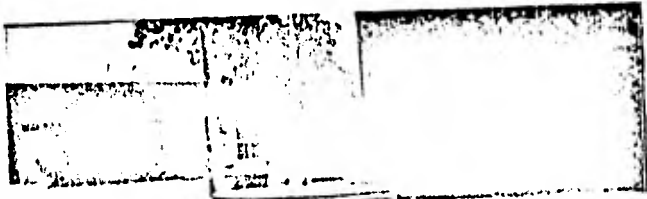
Empedrados en Calles



Cimentación para Casa Habitación



Brocal en Pozos



Pisos



Escaleras

Cortinas para Retención de Agua



Empedrado en Caminos



Puentes



Construcciones Antiguas

III LOS SUELOS



DEFINICION

El suelo es un conjunto o conglomerado de partículas minerales producto de la desintegración mecánica o química de rocas pre-existentes.

Algunas otras definiciones son:

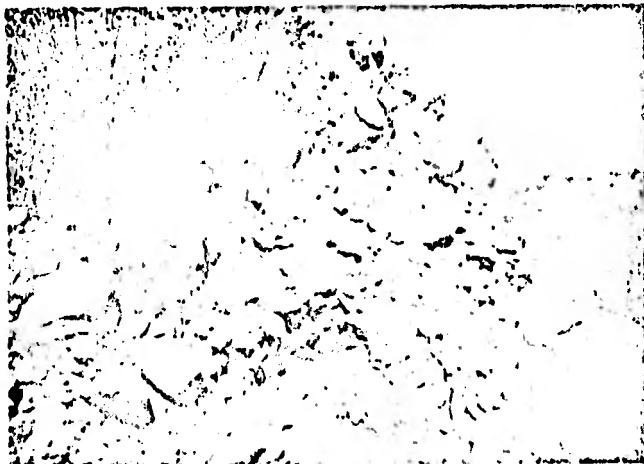
El suelo es aquella parte de la regolita que sostiene a las plantas con raíces.

Es todo tipo de material terroso desde un relleno de desperdicio hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves o sea todo material de la corteza terrestre que no sea roca dura y sana.

ORIGEN

Básicamente los suelos provienen de las rocas las cuales han sufrido un proceso de intemperización, es decir cuando su composición o estructura ha sido alterada por agentes mecánicos y/o químicos, los cuales actúan desintegrando las rocas hasta ir formando partículas cada vez más pequeñas las cuales originan el suelo.

Mecánicamente las rocas se ven afectadas por cambios subsecuentes de temperatura o de presión, remoción de materiales, arrastre, viento, agua, hielo; cuya efectividad depende directamente de la resistencia de la roca y de la magnitud de los esfuerzos a que se vea sometida.



Químicamente las rocas sufren descomposición debido a reacciones químicas las cuales producen oxidación, hidratación, carbonatación y algunos otros fenómenos químicos, tales como los efectos químicos de la vegetación, cuya efectividad depende de las sustancias contenidas en el agua, de la composición química de la roca y principalmente de la presencia del agua ya que sin este el agente químico no actúa.

Cuando la acción de los agentes mecánicos es predominante los suelos que se forman son gruesos; y cuando actúan conjuntamente los agentes mecánicos y químicos los suelos formados son finos en general.

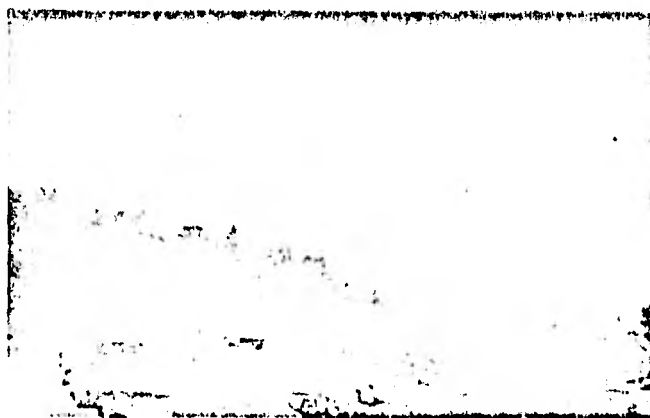
OBTENCION

Dependiendo del tipo de suelo y de la cantidad del mismo que se requiera, es el método de ataque y la manera de obtenerlo.

En general el suelo se encuentra en la naturaleza en forma de mezcla de varios materiales entre los que podemos distinguir a las gravas, arenas, limos, arcillas y materiales orgánicos siendo rara la vez que existen en la naturaleza en forma separada.



En la mayor parte de los casos el suelo no es muy duro y es fácil de atacarlo y obtenerlo por medio de maquinaria pesada como motoescrepas, dragas, retroexcavadoras, tractores y cargadores y en casos especiales cuando la dureza del suelo es extrema es necesario el empleo de explosivos.



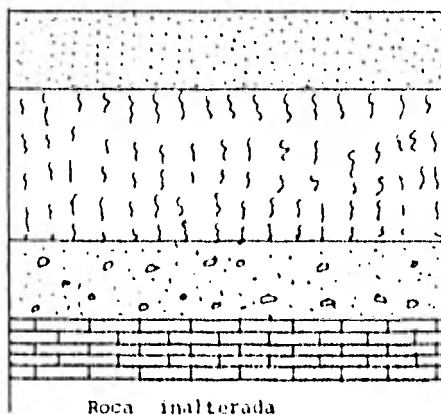
PERFILES DEL SUELO

El perfil del suelo es una sucesión de las diversas capas, un suelo desde la superficie hacia abajo hasta alcanzar la roca madre inalterada.

Practicamente se le divide en 3 capas u horizontes.

La primera es aquella que contiene la mayor parte de materia orgánica; el siguiente horizonte es pobre en contenido orgánico y rico en arcilla; y finalmente el último horizonte el cual contiene residuos de la roca madre, y que se convierte gradualmente -- hacia abajo en roca primitiva e inalterada.

- A) Horizonte Arcilloso-Arenoso (Suelo superior)
- B) Horizonte Arcillo - Columnas (Subsuelo)
- C) Horizonte de arcilla con fragmentos de roca.



PROPIEDADES FISICAS O INDICE

Estas propiedades son todas aquellas utilizables para identificar o clasificar un suelo cualitativamente.

Dentro de este tipo de propiedades podemos encontrar las siguientes:

- COMPACIDAD:** Nos indica que tan suelto o compacto se encuentra un material.
- PERMEABILIDAD:** Es la capacidad de los materiales para permitir el paso del agua.
- ABUNDAMIENTO:** Esta propiedad consiste en el aumento de volúmen de un material una vez que dicho material ha sido removido de su posición original. Esta propiedad la podemos cuantificar por medio de la siguiente relación:

$$A(\%) = \left(\frac{\text{Volúmen Suelto}}{\text{Volúmen en Banco}} - 1 \right) (100)$$

**REDUCCION
VOLUMETRICA:**

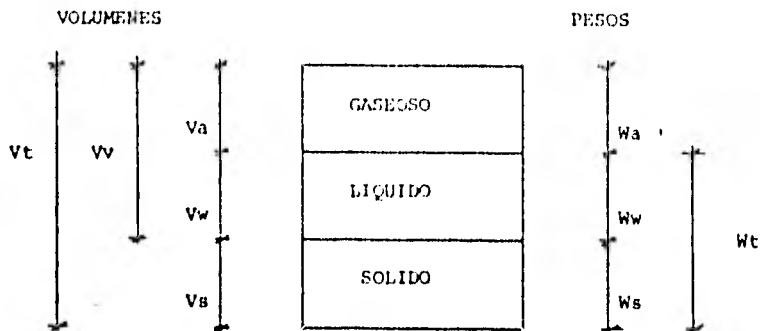
Es la disminución de volúmen de un material al aplicarsele cuando se encuentra en su estado natural algunos de los métodos existentes de compactación.

Utilizando la siguiente relación podemos valorar dicha propiedad:

$$R.V (\%) = \left(\frac{\text{Volúmen de Terraplén}}{\text{Volúmen en Banco}} - 1 \right) (100)$$

Es importante considerar lo siguiente:

Una muestra de suelo esta formada por 3 fases que son la sólida, la líquida y la gaseosa; por lo consiguiente existirán tanto pesos como volúmenes correspondientes a cada una de dichas fases.



Dichos pesos y volúmenes pueden relacionarse y por medio de esas relaciones podemos encontrar algunas de las propiedades físicas o índice las cuales intervendrán proporcionando gran ayuda en la identificación de los suelos.

Dentro de las propiedades índice podemos encontrar:

$$\text{Relación de vacíos} \quad e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{\text{Volúmen de Vacíos}}{\text{Volúmen de Sólidos}}$$

$$\text{Porosidad } n(\%) = \frac{V_v}{V_t}(100) = \frac{\text{Volúmen de Vacíos}}{\text{Volúmen Total}}(100)$$

$$\text{Contenido de Agua } \omega(100) = \frac{W_w}{W_s}(100) = \frac{\text{Peso del Agua}}{\text{Peso de Sólidos}}(100)$$

$$\text{Grado de Saturación} \quad G_w(\%) = \frac{V_w}{V_v}(100) = \frac{\text{Volúmen del Agua}}{\text{Volúmen de Vacíos}}(100)$$

$$\text{Peso Específico Saturado} = \frac{W_s + W_w}{V_t} = \frac{\text{Peso de Sólidos} + \text{Peso del Agua}}{\text{Volúmen Total}}$$

$$\text{Densidad} = \frac{W}{V} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volúmen}}$$

Tal vez la propiedad más importante de los suelos debido a la forma en que fallan, es el valor de su resistencia al esfuerzo cortante ya que será esencial para la solución de problemas de capacidad de carga, empuje de tierras y estabilidad de taludes.

PROPIEDADES QUIMICAS

Estas propiedades básicamente dependen de la efectividad de la combinación del agua con algunos materiales constitutivos del suelo.

Entre estas propiedades pueden mencionarse:

La Oxidación:

Esta propiedad se presenta debido a la combinación del agua con otras sustancias principalmente con el hierro.

La Carbonatación:

Se presenta debido a la ascensión de sustancias ricas en carbonatos, por los conductos capilares al llevarse a cabo conjuntamente la evaporación del agua que ha penetrado en dichos conductos.

El agua conduce a los carbonatos y los deposita en determinadas capas dando origen a lo que llamamos caliche.

La Hidratación:

La cual se presenta por la rápida expulsión del agua que ha penetrado en los conductos capilares, originando con esto agrietamientos en los diferentes tipos de suelo en que presenta dicho fenómeno.

Efectos Químicos de la Vegetación:

Estos se presentan debido a la descomposición de la materia orgánica originado por el ataque de bacterias.

MUESTREO

Es conveniente en la etapa de proyecto de una obra contar con datos seguros y abundantes con respecto a suelos de capas heterogéneas o de resistencias dudosas.

Esta información se obtiene por medio de los sondeos los cuales consisten en la extracción de una muestra de dicho suelo por medio de algunos procedimientos ya sea manuales o mecánicos.



Dicha muestra se envía al laboratorio en el cual se determinan las características del suelo por medio de pruebas y análisis.

La programación de un muestreo depende de la experiencia del ingeniero y de la importancia de la obra por ejecutar en relación con el costo del programa de exploración y muestreo.

Los sondeos pueden ser preliminares, definitivos y geosísmicos.

Sondeos Preliminares: Son aquellos por medio de los cuales se adquiere información preliminar suficiente respecto a los problemas que se han de esperar en cada caso particular del suelo en estudio. Dentro de los sondeos preliminares podemos mencionar los siguientes:

Pozos a Cielo

Abierto:

Se obtienen muestras alteradas en inalteradas en los diferentes estratos encontrados.

Perforaciones con Posteadora y Barreros Helicoidales:

Al emplear este método es muy frecuente -- que se pierdan las fronteras estratigráficas del suelo, se obtienen muestras totalmente alteradas

Método de Lavado:

En un procedimiento de lavado se obtienen muestras alteradas.

Método de Penetración Estándar:

Este método es el que proporciona mejores resultados en la práctica. Su utilidad e importancia radica en las correlaciones de los diversos suelos con sus propiedades -- mecánicas y en particular con su resistencia.

Método de Penetración Cónica:

Proporciona resultados de muy dudosa interpretación. Se usa en zonas cuya estratigrafía es ampliamente conocida.

**Perforaciones en
Boleos y Gravas:**

Para llevar a cabo este tipo de sondeo se utilizan barretones con taladros de acero duro y en ocasiones en necesario el uso de explosivos.

**Sondeos
Definitivos:**

Tienen por principal objetivo la obtención de muestras inalteradas las cuales se obtienen con ciertos procedimientos que tratan de hacer mínimos los cambios de las condiciones en el lugar.

Este tipo de sondeos se hace cuando se piensa en la posible existencia de problemas referentes a asentamientos o a la falta de resistencia al esfuerzo cortante.

Dentro de este tipo de sondeos encontramos los siguientes:

**Pozos a Cielo
Abierto con
Muestreo Inalterado:**

Se considera como el mejor de todos los métodos.

**Muestreo con Tubo
de Pared Delgada
o Tubo Shelby:**

En forma única se utiliza en suelos cohesivos. El hincado del tubo debe de hacerse ejerciendo presión y velocidad constante.

**Métodos Rotatorios
para Roca:**

Su éxito depende de la velocidad de rotación de la perforadora, de la presión del agua y de la presión sobre la roca con respecto al tipo de roca explorado.

Sondeos Geosísmicos:

Se llevan a cabo para determinar las variaciones de las características físicas de los estratos del subsuelo o de los contornos de roca basal que subyacen a depósitos sedimentarios.

A este tipo de sondeos pertenecen:

Métodos Sísmicos: Se funda en las velocidades de propagación de ondas vibratorias de tipo sísmico a través de diferentes estratos de suelo.

Método de Resistencia Eléctrica: Este método se usa principalmente en minería; en Mecánica de Suelos se ha aplicado para determinar la presencia de estratos rocosos. Se basa en la mayor o menor resistencia eléctrica de los suelos dependiendo de su naturaleza.

El método que se emplee, así como el número de muestras que se extraigan estarán determinados por la naturaleza del suelo y el tipo de la obra que se vaya a ejecutar.

CLASIFICACION

Existen diferentes clasificaciones respecto a los suelos dada la complejidad y practicamente la infinita variedad con la que se presentan en la naturaleza.

Por su origen los suelos pueden ser:

Residuales: Son aquellos que permanecen en el mismo lugar, es decir sobre la roca de la cual se han derivado.

Transportados: Son aquellos que han sido removidos de su lugar de formación por los agentes geológicos y redepositados en otra zona.

Dependiendo del agente de transporte estos suelos se subdividen a su vez en:

Eólicos: Son aquellos transportados por el viento.

Glaciales: Son aquellos transportados por grandes masas de hielo

Aluviales: Son aquellos transportados por la acción de corrientes de agua.

Coluviales: Son aquellos que han sido movidos bajo la acción de la gravedad.

En principio los sistemas existentes de clasificación de suelos usaron criterios puramente descriptivos basándose especialmente en las características granulométricas del suelo. Es evidente que un sistema que pretenda cubrir las necesidades actuales debe estar basado en las propiedades mecánicas por ser estas las aplicables en la realización de obras de ingeniería.

De los diversos sistemas orientados a encontrar una clasificación de los suelos destacan los conocidos como:

SISTEMA DE CLASIFICACION DE AEROPUERTOS

Este sistema es denominado así porque esta orientado, para el uso en obras realizadas en aeropuertos; por medio de este sistema se conocen las propiedades mecánicas e hidráulicas en forma cualitativa para, suelos formados de partículas menores que la malla # 200 (0.074 mm. de diámetro) utilizando básicamente la granulometría para la clasificación de suelos formados con partículas mayores a esta malla.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.)

Este sistema es el que se emplea actualmente y se encuentra basado en el anterior. Consiste en el reconocimiento del tipo y predominio de los constituyentes, considerando tamaño de granos; graduación, compresibilidad y plasticidad.

El S.U.C.S. nos ofrece dos criterios de clasificación de suelos:

El primero es la clasificación en el laboratorio basándose principalmente en su granulometría (Suelos gruesos) y en características de plasticidad (Suelos finos).

El segundo es la clasificación por medio de criterios simples de tallados en la carta del SUCS anexada a este capítulo.

Realmente es muy difícil hallar en la naturaleza suelos puros -- siendo más frecuente encontrar mezclas entre 2 ó más suelos.

La descripción final de los suelos se logra mediante símbolos -- convencionales correspondientes a las iniciales en inglés de di-

cho tipo de suelo a excepción del limo.

En general la clasificación según el S.U.C.S. es la siguiente:

SUELOS GRUESOS

Son aquellos en los cuales más de 50% en peso de sus partículas son retenidas por la malla # 200 y van desde arenas hasta gravas.

Las gravas y arenas se subdividen a su vez en:

Material prácticamente limpio de finos y bien graduado (SW) (GW)

Material prácticamente limpio de finos y mal graduado (SP) (GP)

Material con cantidad apreciable de finos no plásticos (SM) (GM)

Material con cantidad apreciable de finos plásticos (SC) (GC)

SUELOS FINOS

Son aquellos en los cuales más del 50% del peso propio de sus partículas pasa por la malla # 200 y van desde limos inorgánicos y arenas muy finas hasta las arcillas altamente plásticas.

Se subdividen a su vez dependiendo su límite líquido de la siguiente forma:

SUELO	Límite líquido menor de 50	Límite líquido mayor de 50
Limos Inorgánicos	(ML)	(MH)
Arcillas Inorgánicas	(CL)	(CH)
Limos y Arcillas orgánicas	(OL)	(OH)

Los suelos altamente orgánicos usualmente fibrosos tales como turbas y suelos altamente compresibles forman un grupo independiente cuyo símbolo es Pt.

ANEXO III - A
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS
 INCLUYENDO IDENTIFICACION Y DESCRIPCION

MODOS DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO	SIMBOLOS DEL GRUPO (a)	NOMBRES TÍPICOS	INFORMACION NECESARIA PARA LA DESCRIPCION DE LOS SUELOS
Amplio como en los ficheros de las partículas y cantidades operativas de todos los tamaños intermedios	GW	Gravos muy graduados, merlos de grava y arena, con poco o nada de limas	Dete y nombre tipo, indiquense los porcentajes operativos de grava y arena, como máximo, en cualquier caso, con respecto a la superficie y dentro de las partículas gruesas, nombre local y grupo, y cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo como paréntesis. Para los suelos más o menos orgánicos — información sobre su estructura, compacidad, cementación, condiciones de humedad y características de campo. Ejemplo: Arena gruesa con grava, como un 20% de grado de partículas gruesas, angulosas y de 15 cm de tamaño máximo, arena gruesa con de partículas redondeadas a subangulosas, — grado de 15% de limas no plásticas de 0.075 mm de tamaño, arena gruesa, con arena y limas en el lugar, arena gruesa 15M.
Amplio de un tamaño a un tipo de tamaño, con ausencia de algunos tamaños intermedios	GP	Gravos muy graduados, merlos de grava y arena, con poco o nada de limas	
Fracción fina poco o nada plástica. Para identificación véase grupo M, S o SP	GM	Gravos limosos, merlos de grava, arena y limo	
Fracción fina plástica. Para identificación véase grupo CL o CP	GC	Gravos arcillosos, merlos de grava, arena y arcilla	
Amplio como en los ficheros de las partículas y cantidades operativas de todos los tamaños intermedios	SW	Arenas no graduadas, arenas con grava, con poco o nada de limas	
Amplio de un tamaño a un tipo de tamaño, con ausencia de algunos tamaños intermedios	SP	Arenas muy graduadas, arenas con grava, con poco o nada de limas	
Fracción fina poco o nada plástica. Para identificación véase grupo M, S o SP	SM	Arenas limosas, merlos de arena y limo	
Fracción fina plástica. Para identificación véase grupo CL o CP	SC	Arenas arcillosas, merlos de arena y arcilla	

EN LA TABLA DE LA MALLA N.º 200		EN LA MALLA N.º 40		EN LA MALLA N.º 10	
TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO	TIPO DE SUELO
Mucha arena	Poco o nada	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena
Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena
Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena
Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena
Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena
Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena
Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena	Mucha arena

CRITERIO DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO	
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor de 4, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$ entre 1 y 3 No satisfacen todos los requisitos de graduación para GW	Coeficiente de uniformidad (C_u) Coeficiente de curvatura (C_c)
Límites de plasticidad sobre de la "línea A" y I_p menor que 4 Límites de plasticidad sobre de la "línea A" con I_p mayor que 7	Límite de plasticidad sobre de la "línea A" y I_p menor que 4 Límite de plasticidad sobre de la "línea A" con I_p mayor que 7
$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor de 6, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$ entre 1 y 3 No satisfacen todos los requisitos de graduación para SM	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor de 6, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$ entre 1 y 3
Límites de plasticidad sobre de la "línea A" y I_p menor que 4 Límites de plasticidad sobre de la "línea A" con I_p mayor que 7	Límite de plasticidad sobre de la "línea A" y I_p menor que 4 Límite de plasticidad sobre de la "línea A" con I_p mayor que 7

EQUIVALENCIA DE SIMBOLOS

G Grava M Limo O Suenos orgánicos W Bien graduado L Bien compactado
 S Arena C Arcilla H Turba P Muy graduado H Alto compactado

COMPARANDO SUELOS A UN MISMO LIMITE LIGUNDO LA TENACIDAD Y LA RESISTENCIA EN ESTADO SECO AUMENTAN CON EL INDICE PLASTICO

EJEMPLO

Limo arcilloso, fino, ligeramente plástico, bastante redondeado, de arena fina, numerosos agujeros, condiciones de 15°C, húmedo y seco.

PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACION PARA SUELOS FINOS O FRACCIONES FINAS DE SUELO EN EL CAMPO

Para fines de clasificación de campo se debe utilizar el siguiente procedimiento que se aplica a los suelos finos o fracciones finas de suelo que satisfacen los requisitos de clasificación de campo.

DILATANCIA
 (Método de la placa)

Después de quitar las partículas mayores que 0.075 mm, prepare una muestra de suelo húmedo homogéneo igual a 10 cm³, y se mezclará cuidadosamente para obtener una muestra homogénea para el ensayo.

Coloque la muestra en la placa de la arena y aplique las condiciones, de presión y temperatura como las que se describen en el método de ensayo de la placa de arena. Coloque la muestra en la placa de arena y aplique las condiciones de presión y temperatura como las que se describen en el método de ensayo de la placa de arena. Después de quitar las partículas mayores que 0.075 mm, prepare una muestra homogénea para el ensayo.

Los suelos que satisfacen los requisitos de clasificación de campo para ser clasificados como suelos de tipo "A" y "B" se clasifican como tales.

RESISTENCIA EN ESTADO SECO
 (Método de la placa)

Después de quitar las partículas mayores que 0.075 mm, prepare una muestra de suelo húmedo homogéneo igual a 10 cm³, y se mezclará cuidadosamente para obtener una muestra homogénea para el ensayo.

Coloque la muestra en la placa de arena y aplique las condiciones, de presión y temperatura como las que se describen en el método de ensayo de la placa de arena. Después de quitar las partículas mayores que 0.075 mm, prepare una muestra homogénea para el ensayo.

Los suelos que satisfacen los requisitos de clasificación de campo para ser clasificados como suelos de tipo "A" y "B" se clasifican como tales.

THAC 200

Después de quitar las partículas mayores que 0.075 mm, prepare una muestra de suelo húmedo homogéneo igual a 10 cm³, y se mezclará cuidadosamente para obtener una muestra homogénea para el ensayo.

Coloque la muestra en la placa de arena y aplique las condiciones, de presión y temperatura como las que se describen en el método de ensayo de la placa de arena. Después de quitar las partículas mayores que 0.075 mm, prepare una muestra homogénea para el ensayo.

Los suelos que satisfacen los requisitos de clasificación de campo para ser clasificados como suelos de tipo "A" y "B" se clasifican como tales.

ANEXO III - A
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS
 INCLUYENDO IDENTIFICACION Y DESCRIPCION

TIPO (solo en pesos estimados)	SIMBOLOS DEL GRUPO (a)	NOMBRES TÍPICOS	INFORMACION NECESARIA PARA LA DESCRIPCION DE LOS SUELOS	CRITERIO DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO
partículas y cantidades intermedias	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con poca o nada de limas	Dese el nombre típico, indiquense las porciones aproximadas de grava y arena, según lo muestran, analizando características de la superficie y diámetro de las partículas gruesas, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis.	<p>Coeficiente de uniformidad (C_u), Coeficiente de curvatura (C_c)</p> $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}, \text{ mejor de 4, } C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}, \text{ entre 1 y 3}$ <p>No satisfacen todos los requisitos de gradación para GW</p> <p>Límites de plasticidad sobre de la "línea A" o 1 y menor que 4</p> <p>Límites de plasticidad debajo de la "línea A" con 1 y mayor que 7</p> $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}, \text{ mejor de 6, } C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}, \text{ entre 1 y 3}$ <p>No satisfacen todos los requisitos de gradación para SW</p>
partículas, con ausencia intermedias	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena, con poca o nada de limas		<p>Límites de plasticidad sobre de la "línea A" o 1 y menor que 4</p> <p>Límites de plasticidad debajo de la "línea A" con 1 y mayor que 7</p>
Para identificación sobre el suelo	GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo		<p>Arriba de la "línea A" con 1 y menor que 4 y con valores de número que requieren el uso de símbolos debajo</p>
Para identificación sobre el grupo CL abajo	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava, arena y arcilla	Para los suelos muy malos de este tipo - información sobre identificación, composición, cementación, condiciones de humedad y cohesión de 6 y más	<p>Arriba de la "línea A" con 1 y menor que 4 y con valores de número que requieren el uso de símbolos debajo</p>
partículas y cantidades intermedias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con poca o nada de limas		<p>Límites de plasticidad sobre de la "línea A" o 1 y menor que 4</p> <p>Límites de plasticidad debajo de la "línea A" con 1 y mayor que 7</p>
partículas, con ausencia intermedias	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, con poca o nada de limas		<p>Arriba de la "línea A" con 1 y menor que 4 y con valores de número que requieren el uso de símbolos debajo</p>
Para identificación sobre el suelo	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo	EJEMPLO Arena limosa con grava, como un 20% de grava de partículas gruesas, angulosas y de 15 a 20 mm de tamaño máximo, arena gruesa libre de partículas reducidas a subgruesas, gradación de 15% de limas no plastificadas y resistencia en estado seco, con poca y a humedad en el lugar, arena gruesa (15M)	<p>Arriba de la "línea A" con 1 y menor que 4 y con valores de número que requieren el uso de símbolos debajo</p>
Para identificación sobre el grupo CL abajo	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla		<p>Arriba de la "línea A" con 1 y menor que 4 y con valores de número que requieren el uso de símbolos debajo</p>

PARA LA MALLA N° 60			
TIPO	TENACIDAD (Resistencia en estado seco de "unión plástica")		
Alto	Nula	ML	Limas margénicas, pocas de roca, limas arcillosas o arcillosas ligeramente plastificadas
Alto	Medio	CL	Arcillas margénicas de baja a media plasticidad, arenas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas puras
Alto	Ligero	OL	Limas margénicas y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
Alto	Ligero a medio	MH	Limas margénicas, limas arcillosas o arcillosas, limas arcillosas
Alto	Alto	CH	Arcillas margénicas de alta plasticidad, arcillas limosas
Alto	Ligero a medio	OH	Arcillas orgánicas de medio a alta plasticidad, limas orgánicas de medio plasticidad
Alto, Bajo, Dependencia del estado líquido		P ₁	Limas y otras suelas orgánicas

TIPO	INFORMACION NECESARIA PARA LA DESCRIPCION DE LOS SUELOS
Alto	Dese el nombre típico, indiquense el grado de tener de la plasticidad, cantidad y tamaño máximo de las partículas gruesas, color del suelo húmedo, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis.
Alto	Para los suelos muy malos de este tipo - información sobre la estructura, estabilidad, cohesión tanto en estado seco como en estado ramificado, condiciones de humedad y de aire.
Alto	EJEMPLO Limo arcilloso, fino, ligeramente plástico, parcialmente reducida a media fina, numerosas agrietas verticales, arcillosa, limosa y tipo de lugar, (15M)

PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACION

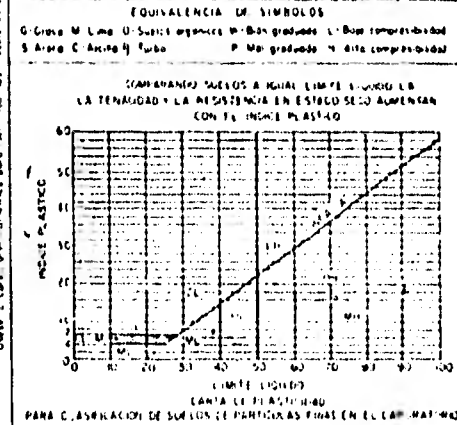
Las pruebas de identificación se hacen en el laboratorio de suelos.

Para fines de identificación se usan los siguientes procedimientos:

1. **Prueba de Plasticidad:** Se toma una muestra de suelo y se le agrega agua hasta que se pueda moldear en un hilo de 3 mm de diámetro y 30 cm de longitud. Se mide la longitud del hilo y se divide entre el diámetro para obtener el índice de plasticidad (IP).

2. **Prueba de Límite Líquido:** Se toma una muestra de suelo y se le agrega agua hasta que se pueda moldear en un hilo de 3 mm de diámetro y 30 cm de longitud. Se mide la longitud del hilo y se divide entre el diámetro para obtener el índice de plasticidad (IP).

3. **Prueba de Límite Plástico:** Se toma una muestra de suelo y se le agrega agua hasta que se pueda moldear en un hilo de 3 mm de diámetro y 30 cm de longitud. Se mide la longitud del hilo y se divide entre el diámetro para obtener el índice de plasticidad (IP).



Los dos grupos se designan con la combinación de los dos símbolos. Por ejemplo GW-GC, mezcla de grava y arena bien graduada con contenido arcilloso.

TRATAMIENTO

En ocasiones los suelos presentan propiedades muy malas por lo que es necesario aplicarles un tratamiento para mejorar sus características mecánicas o hidráulicas.

Dependiendo las necesidades a cubrir y los fines que se persiguen se hará la elección del método adecuado.

Algunos de los métodos que más comúnmente se utilizan son:

ESTABILIZACION CON CEMENTO (SUELO CEMENTO)

Este es un tratamiento usado para mejorar alguna propiedad del suelo (aumento de la resistencia al esfuerzo cortante, disminución de plasticidad, eliminación de materia orgánica entre otras) logrando con esto un buen comportamiento ingenieril.

Este tipo de tratamiento consiste en mezclar cemento portland - con ciertos porcentajes en suelos finamente pulverizados y previamente humedecidos con el agua suficiente para que tenga lugar la hidratación del cemento obteniéndose un producto relativamente rígido.

USO DE DRENES

Este tratamiento se proporciona a las masas de suelo con el objeto de reducir las fuerzas de filtración y modificar, la dirección de flujo, aumentando con esto su peso volumétrico y mejorando su resistencia.

Se emplea principalmente en cimentaciones, muros de contención y estabilidad de taludes.

INYECCIONES A PRESION

Este procedimiento consiste en inyectar a las masas de suelo a través de perforaciones, lechadas de algunos materiales tales como productos químicos, cementos o bien introducir humedad al suelo en forma periódica. Esto último para evitar cambios volumétricos en suelos expansivos.

Con este procedimiento la relación de vacíos se reduce considerablemente proporcionándole una mayor resistencia al esfuerzo cortante, y disminuyendo también la permeabilidad del suelo.

ESTABILIZACION CON CAL O CON ASFALTO

En ocasiones se utiliza la cal y el asfalto como medios estabilizadores para algunos tipos de suelo.

La cal se usa tanto para la estabilización de suelos granulares como para la estabilización de suelos finos utilizando un porcentaje mayor en estos últimos.

Para la estabilización de suelos con productos asfálticos, estos van desde cemento asfáltico, asfaltos rebajados o emulsiones asfálticas.

ELECTROSMOSIS

Es un procedimiento que sirve para el incremento del peso volumétrico de suelos principalmente arcillosos.

Este método consiste en la aplicación de una corriente eléctrica directa a través de un suelo saturado, de tal manera que se provoca el movimiento del agua hacia el cátodo de donde es posteriormente removida. Si el agua removida no es reemplazada en el suelo éste se consolida aumentando su resistencia.

PRECARGA

Generalmente este tratamiento se proporciona a suelos arcillosos. Consiste en la aplicación de una carga superficial sobre el suelo en cuestión con el objeto de preconsolidarlo, disminuyendo -- con esto su compresibilidad y aumentando su resistencia.

COMPACTACION

Es una técnica que tiene como finalidad el aumento del peso volumétrico del suelo y se introdujo como un medio para reducir la deformabilidad, mejorar la estabilidad, disminuir la permeabilidad y la susceptibilidad de los suelos a la erosión por el agua lo cual se logra cuando las partículas encuentran un acomodo correcto por medios mecánicos al reducirse su volúmen debido a la expulsión del aire y la agua del interior de la masa de suelo.

La compactación puede ser:

SUPERFICIAL

Para este tipo de compactación de suelos existen cinco tipos o -- formas de llevarse a cabo las cuales son:

- Por Presión Estática:** Se basa en la aplicación de pesos más o menos grandes sobre la superficie del suelo. Su acción de este principio de compactación es de arriba hacia abajo.
- Por Impacto:** Se logra haciendo caer repetidamente pesos desde una cierta altura.
- Por Vibración:** Este principio es el que últimamente ha tenido mayor desarrollo y prácticamente ha invadido todos los materiales por compactar.
- En la mayoría de los tipos de material, este tipo de compactación supera en eficiencia a los compactadores estáticos.
- Se basa en la desaparición momentánea de la fricción interna entre las partículas del material debido a las vibraciones producidas por los equipos.
- Por Amasamiento:** La compactación por este principio se lleva a cabo de abajo hacia arriba, es decir las capas inferiores se densifican primero y las superiores posteriormente.
- Se basa en la expulsión del aire o agua del interior de la masa de suelo debido a la presión provocada por una pata de cabra al penetrar en un material.
- Compactación con Ayuda de Enzimas:** Se denomina como enzima a cierta sustancia química orgánica formada por plantas, animales y microorganismos, capaz de incrementar la velocidad de transformación química del medio donde se encuentra, sin que sea consumida por ello en este proceso llegando a formar parte del conjunto.
- Dicha compactación se logra mediante una reacción química de ionización de los componentes orgánicos e inorgánicos del terreno permitiendo que esta reac-

ción origine una fusión molecular progresiva, lo que traerá como consecuencia que las partículas de suelo se agrupen y se transformen en una masa compacta y firme.

PROFUNDA

Este tipo de compactación se lleva a cabo principalmente en suelos granulares, por medio de vibraciones producidas por explosivos colocados en barrenos previos, o por la inserción en el suelo arenoso suelto de un dispositivo vibratorio capaz de aplicar un chiflón de agua simultáneamente con el vibrado, de tal manera que al encontrarse dicho dispositivo dentro del suelo inyectando agua y vibrando, se produce la licuación de la arena lográndose con ello su compactación.

Algunos factores que afectan la compactación son:

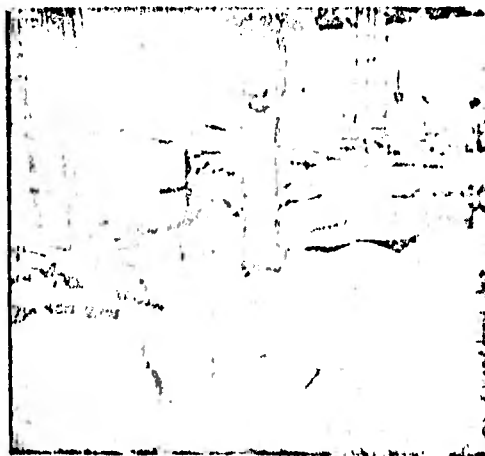
El contenido de agua, número de pasadas, peso del compactador -- presión de contacto, velocidad del equipo y espesor de las capas.

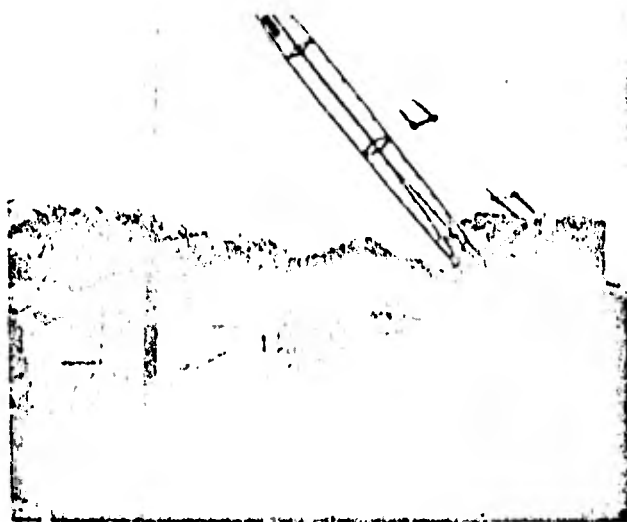
UTILIZACION

Son variados los usos a los cuales están destinados los suelos. Algunos de esos usos son:

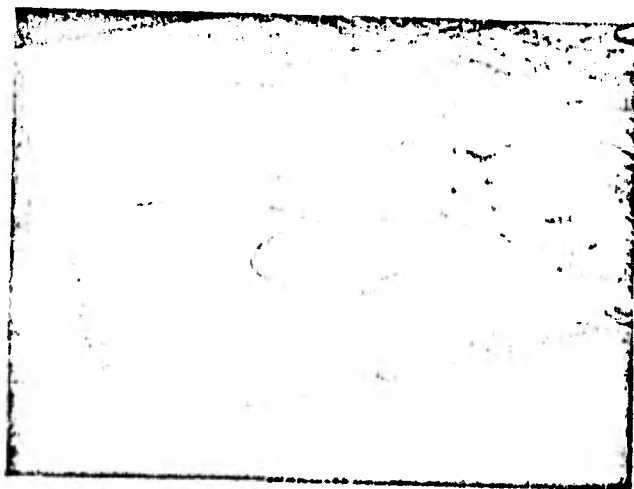
EN CIMENTACIONES

Aquí se usan para apoyar en si la estructura, o bien cuando las aguas subterráneas de llegada intermitente no son de volúmen importante, es posible evacuarlas mediante un simple dren cubierto de material graduado.





Cilindros como Cimentación



Cimentaciones en Tanques de Almacenamiento

COLOCACION DE TUBERIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO

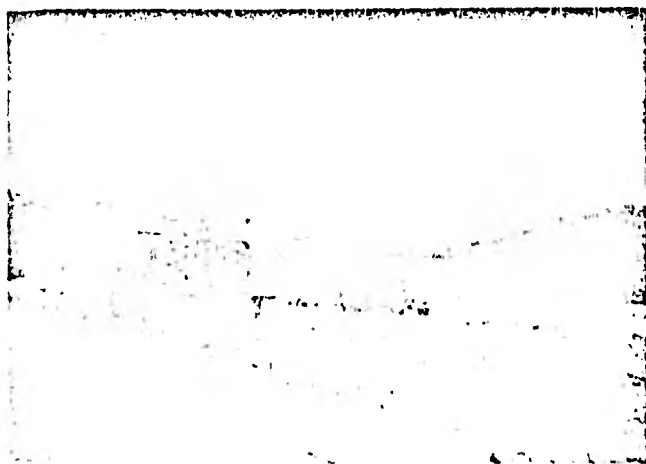
En este caso dichas tuberías descansarán sobre un lecho o cuna de material fino para evitar su aplastamiento, y a la vez están cubiertas por capas de determinada granulometría (terraplén) -- evitando con esto la transmisión de cargas concentradas sobre dicha tubería originadas por la presencia de porciones de material grueso (piedras)



TERRAPLENES

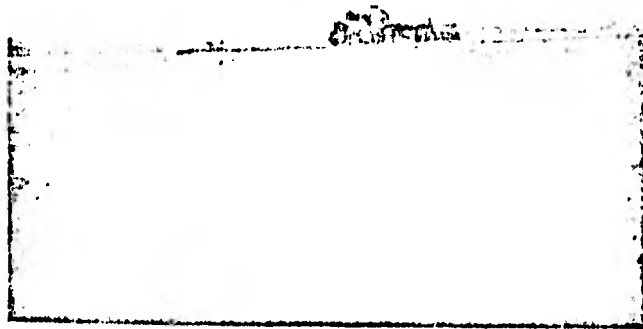
Para la construcción de terraplenes para caminos, aeropuertos -- bordos, etc. se pueden utilizar cualquier tipo de suelos.

Es inconveniente construir terraplenes con suelos malos como son arcillas y limos cuando se usan puros ya que cambian con mucha frecuencia de volumen cuando absorben humedad; o bien con arena y grava suelta limpia ya que aunque poseen buena resistencia proporcionan poca cohesión por lo que causa gran dificultad en su proceso de compactación.



Los mejores terraplenes se logran a base de la combinación de -- dos o más tipos de suelos y dentro de ellos de arenisca con grava mezclados con arcilla suficiente cuya función principal es la de cementante.

Algunos tipos de suelos ligeros con un elevado porcentaje de -- arena y grava son buenos cuando los trabajos de terracerías de-- ben efectuarse en lugares, o en estaciones lluviosas ya que ab-- sorben y drenan grandes cantidades de agua y no se hacen resbalos con facilidad.

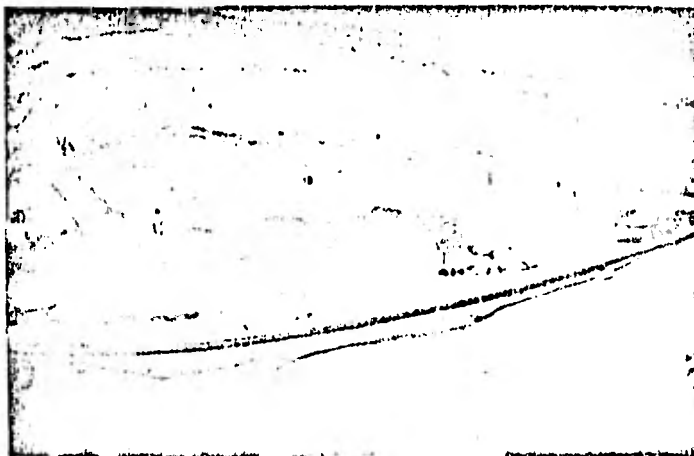


RELLENOS

Este empleo del suelo es en la construcción de ataquías o de presas.

En este caso se utilizan suelos impermeables los cuales bien pueden estar formados por la mezcla de materiales (arcilla, grava y arena) en donde el material aglutinante es la arcilla, y ambos bajo un proceso de compactación determinado.

Estas estructuras ofrecen muy poca resistencia a la erosión proveniente de aguas en movimiento o a la acción del oleaje por lo que debe delimitarse el empleo de este tipo de obras a las aguas con muy poco o ningún movimiento.



DRENES DE ARENA

Básicamente se usan para la estabilización de lodos, para lo cual es necesario quitar el agua suficiente al lodo para convertirlo de semilíquido a sólido. Esto se logra usando drenes verticales de arena, los cuales van desde el fondo duro a parte superior del lodo y conectados en la superficie unos con otros a una salida en común por medio de una capa de arena o grava y otros sistemas de drenaje.

CEMENTANTES

Comunmente se les conoce como aglomerantes y son productos que tienen la propiedad de adherirse a otros, empleándose en la construcción para unir materiales generalmente pétreos.

Los cementantes pueden ser:

Naturales: Estos provienen de la calcinación de una roca natural sin adición alguna.

Artificiales: Se obtienen de mezclas de piedras de composición conocida y cuidadosamente dosificadas.

Tanto los cementos naturales como los artificiales se subdividen a su vez en aéreos e hidráulicos.

Los primeros fraguan en el aire y dan origen a morteros no resistentes al agua (yeso, cal, magnesia).

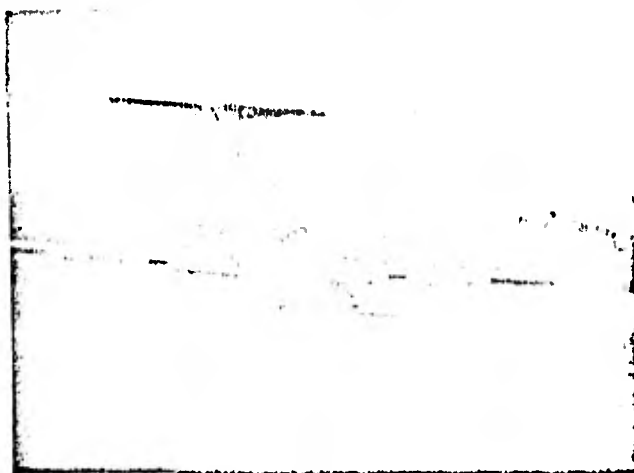
Los últimos fraguan en forma pétreo lo mismo en el agua que en el aire (cal hidráulica, cementos, puzolanas).



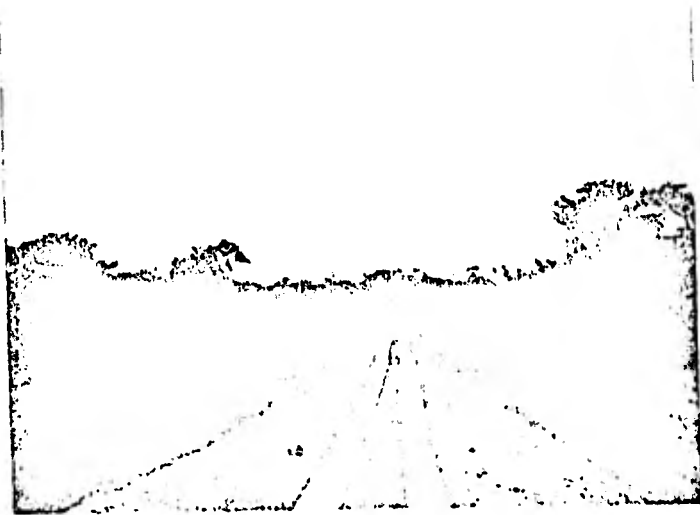
ALGUNAS OTRAS APLICACIONES



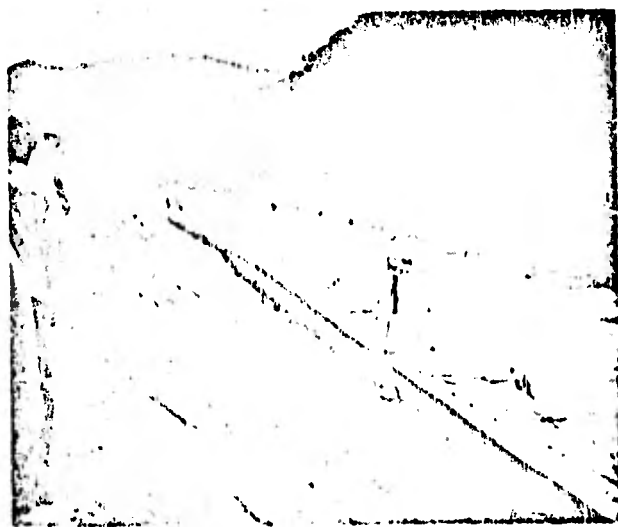
Vías Férreas



Aeropuertos



Caminos



Canales

IV LAS GRAVAS Y ARENAS



Se conocen comúnmente como agregados pétreos.

DEFINICION

Son pequeños fragmentos de roca los cuales son reducidos debido a la acción de los agentes naturales o por medio de procesos mecánicos aplicados por el hombre.

LOCALIZACION

Tanto las gravas como las arenas se encuentran dentro de la naturaleza en depósitos de sedimentos no consolidados, formados principalmente por materiales rodados que pueden ser de cualquier clase de roca o minerales de todos tamaños.

Dichos sedimentos han sido arrastrados, golpeados triturados y friccionados entre sí por diferentes fenómenos naturales entre los que podemos citar la acción de los glaciales, de los ríos, precipitaciones violentas y la acción del mar.



Las principales fuentes de localización tanto de gravas como de arenas son las siguientes:

ACARREOS GLACIALES DE FONDO

Son depósitos muy heterogéneos por lo que constituyen una fuente de poca calidad de arenas y gravas.

ALUVIONES GLACIALES

Son depósitos característicos en los arroyos que proceden de un - glacial y pueden encontrarse a muchas millas del lugar en que --- realmente estaba el hielo.

CONOS DE EYECCION

Son depósitos que se encuentran generalmente en los valles, al -- pie de las montañas y cuya pendiente es variable y va desde depósitos con mucha pendiente con fragmentos de rocas y guijarros; a los depósitos casi llanos los cuales contienen en general elementos muy finos.

DEPOSITOS EN TERRAZAS

Suelen encontrarse a los lado de un arroyo o en planicies aluviales de los ríos.

Las gravas y arenas suelen estar bien estratificadas y clasificadas por tamaños.

DEPOSITOS RESIDUALES

Son depósitos procedentes de la destrucción de los afloramientos por meteorización. Para el empleo de esta arena en construcción es necesario un análisis petrográfico muy cuidadoso para asegurarar que los granos no estén demasiado intemperizados.

DUNAS DE ARENA

Se encuentran en llanuras semiáridas a lo largo de antiguas planicies de aluvión.

La arena que proviene de ella suele tener tamaño fino a medio pero su graduación no es buena.

MORRENAS

Estos depósitos se encuentran en cualquier lugar donde haya existido alguna vez el hielo.

Su aspecto también es muy heterogéneo presentando porcentajes -- más altos de componentes de tamaño grueso en los depósitos alpinos mientras que en los continentales suele existir mucho polvo de roca.

OBTENCION

Básicamente los agregados pétreos provienen de la disgregación - de las rocas naturales por medio de procesos químicos o mecánicos.

Dentro de los procesos mecánicos se encuentran el natural, y el diseñado para ser utilizado por el hombre.

La obtención de estos materiales aplicando procesos mecánicos -- ideados por el hombre se lleva a cabo principalmente en las canteras de roca.

Primeramente se obtiene la roca por medio de la explotación de - la cantera.



Una vez realizada la extracción de la piedra de la cantera, de -
cargarla y transportarla se procede a llevar a cabo el proceso -
de trituración.



Otro tipo de obtención se lleva a cabo extrayendo agregados de los cauces de ríos

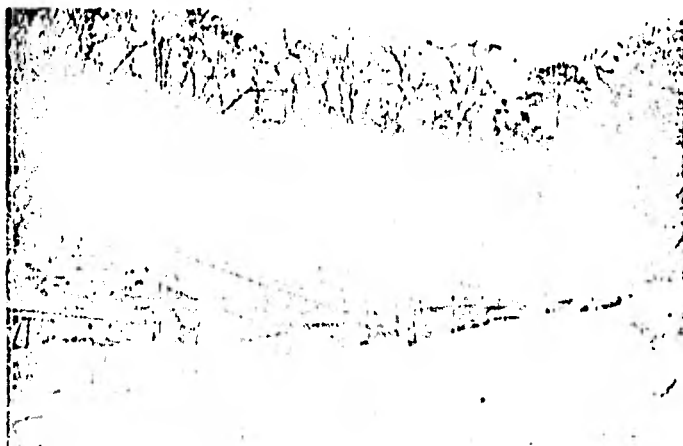


TRITURACION .

Este proceso se lleva a cabo por medio de máquinas llamadas trituradoras.

La forma de trabajar de esta maquinaria puede ser rompiendo la piedra por compresión (trituradoras de quijada, giratorias, de conos, etc.) o rompiendo la piedra por golpe (trituradoras de martillos oscilantes, de martillos fijos, etc.) aunque existen otros tipos de trituradoras que combinan ambas formas como la trituradora de rodillos dentados con o sin placa móvil.





PROPIEDADES FISICAS DE LAS GRAVAS

Es interesante conocer las propiedades físicas de las gravas debido a la gran variedad que existe de materia prima, que da origen a éste material, y poder averiguar si el material ha de resistir los esfuerzos y usos a los que vaya a estar destinado.

Dichas propiedades son dictaminadas en un laboratorio después de haber sido sometidas algunas muestras a un tratamiento por medio de técnicas apropiadas para su realización.

Dentro de los ensayos físicos se encuentran los referentes a absorción, capilaridad, color, densidad, durabilidad, dureza, estructura, forma, fractura, lustre, permeabilidad, peso volumétrico, porosidad, raya y textura vistos en el capítulo referente a las rocas.

Otras propiedades son la resistencia al fuego y la resistencia al calor.

Como ensayos mecánicos podemos mencionar los siguientes: resistencia a la compresión, a la tensión, a la flexión, al esfuerzo cortante, a la torsión, al desgaste y al choque.

Estos ensayos o pruebas se explican en el capítulo referente a las rocas.

PROPIEDADES FISICAS DE LAS ARENAS

Lo antes mencionado para rocas y gravas en lo referente a las propiedades y ensayos físicos y mecánicos son también aplicables a las arenas.

Además de las propiedades y ensayos citados anteriormente las arenas necesitan una serie de pruebas o determinaciones entre las que se pueden citar:

DETERMINACION DE SALES

Se utiliza para detectar la presencia de sales solubles las cuales pueden perjudicar a los morteros y concretos rebajando su calidad, disminuyendo su resistencia, acortando su duración y dándoles un aspecto desagradable.

ENTUMECIMIENTO DE LA ARENA HUMEDA

Consiste en la disminución de la densidad hasta pasar por un valor mínimo a partir del cual dicha propiedad vuelve a aumentar.

HUMEDAD

Esta propiedad es determinante en la resistencia de los morteros y concretos hidráulicos.

La cantidad de humedad en el laboratorio se determina con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad superficial} = \frac{S - B}{B} 100$$

S = Peso del agregado húmedo

B = Peso del agregado ensayado, saturado y superficialmente seco

PRUEBA COLORIMETRICA

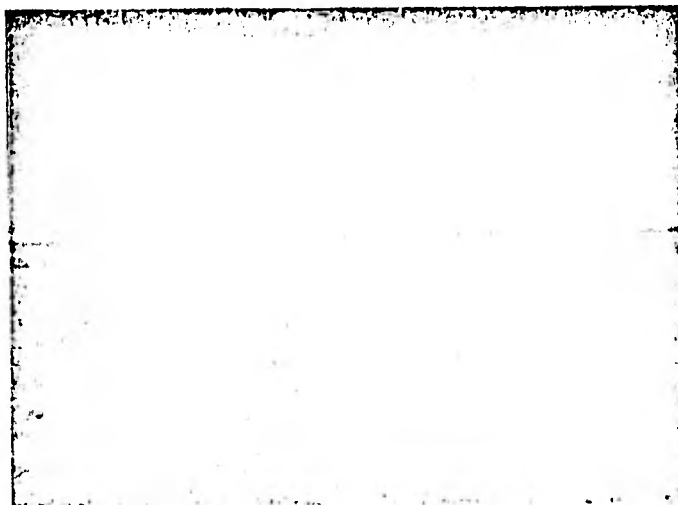
Se usa para detectar la presencia de compuestos orgánicos en las arenas naturales, los cuales pueden provocar un endurecimiento inadecuado o dificultoso en morteros y concretos.

PRUEBA DE POLVOS

Es utilizada para determinar el % de polvo (arcilla, limo, etc) con el propósito de eliminarlos por medio del lavado o cribado ya que su presencia encarece las mezclas y las hace menos plásticas.

CLASIFICACION

Por su tamaño las gravas se clasifican separándolas según sus diámetros y nombrándolas dependiendo de éste.



DIAMETRO DE UNA GRAVA

Es la mayor longitud contenida en ella.

Son diversos los autores que se han encargado de clasificar tanto a las gravas como a la arenas tomando en cuenta su granulometría.

Según Antonio Miguel Saad:

DENOMINACION	DESDE	HASTA
Arenas	0.02 mm	6.0 mm (1/4")
Confitillo	6.0 mm (1/4")	38.0 mm (1 1/2")
Grava	38.0 mm (1 1/2")	89.0 mm (3 1/2")
Matatena	89.0 mm (3 1/2")	152.0 mm (6")

Según Franciaco Arredondo y Verdú:

DENOMINACION	DIAMETRO
Harinas y fillers	• Inferior a 0.1 mm.
Arenas	Entre 0.1 a 5 mm.
Gravillas	Entre 6 y 25 mm.
Grava	Entre 30 y 100 mm.
Morro	Mayor a 100 mm.

Este mismo autor hace una subclasificación de las gravas y gravillas de la siguiente manera:

	Gravas (mm)	Gravillas (mm)
Pequeñas	3.5 a 40	8 a 10
Medianas	50 a 60	12.5 a 16
Gruesas	80 a 100	20 a 25

En forma particular las arenas presentan diferentes clasificaciones atendiendo a su origen, a su localización, a su humedad y al tamaño de sus granos.

Por su origen pueden ser:

ARCILLOSAS

Se emplean si la cantidad de arcilla es menor del 3% ya que altera el fraguado y la plasticidad de los morteros.

CALIZAS

Son buenas cuando provienen de calizas duras

CUARZOSAS

Ofrecen buena dureza y estabilidad química, son las mejores

GRANITICAS

Solo se usan si contienen bastante cuarzo.

Por su localización pueden ser:

ARTICIALES

El aspecto de sus granos es anquuloso, ofreciendo superficies rugosas como consecuencia de haber sido obtenidas por medio de un proceso de trituración.

DE MINA

Son aquellas que son depositadas en el interior de la tierra, su aspecto puede ser azul pardo o rosa y sus granos tienen un aspecto anquuloso conteniendo en ocasiones algunas impurezas.

DE PLAYA

Estas arenas requieren de un lavado previo con agua dulce ya que contienen sales alcalinas que absorben y retienen la humedad dando origen a efervescencias dañinas en acabados interiores.

DE RIO

Es aquella cuyas partículas ofrecen un aspecto redondeado, pueden contener arcillas y otras impurezas o bien estar limpias dependiendo el lugar de su localización.

Respecto a su grado de humedad las arenas pueden ser:

SECAS

No contienen nada de humedad

POCO HUMEDA

Es aquellas que se siente ligeramente húmeda al contacto con las manos. Se le considera como contenido 1 litro de agua por cada 30 litros de arena.

HUMEDA

Es aquella que al contacto con las manos se siente mojada y deja en ellas un poco de humedad después de haberla manejado. Se le considera como contenido 2 litros de agua por cada 30 litros de arena.

MUY HUMEDA

Es aquella que chorrea agua y se le supone un contenido de agua de 3 litros por cada 30 litros de arena.

Por el tamaño de sus granos puede ser:

FINAS

Son aquellas cuyos granos presentan un tamaño entre 0.02 y 0.50 milímetros.

MEDIANAS

El tamaño de sus granos varía entre 0.50 y 2.0 milímetros.

GRUESAS

El tamaño de sus granos varía entre 2.0 y 5.0 milímetros.



IMPUREZAS

Es importante vigilar la calidad de los agregados ya que la presencia de impurezas pueden ocasionar pérdida de cualidades en -- los concretos a que estén destinados.

Dichas impurezas se clasifican en tolerables y en totalmente - - prohibidas.

Dentro de las primeras podemos encontrar: los sulfatos, los sulfuros y substancias coloidales tanto minerales como orgánicas.

Dentro de las impurezas totalmente prohibidas podemos citar la - presencia del carbón, madera, cock y otros materiales.

TRATAMIENTO

Varios son los procesos a los cuales pueden someterse tanto gravas como arenas.

Estos procesos son:

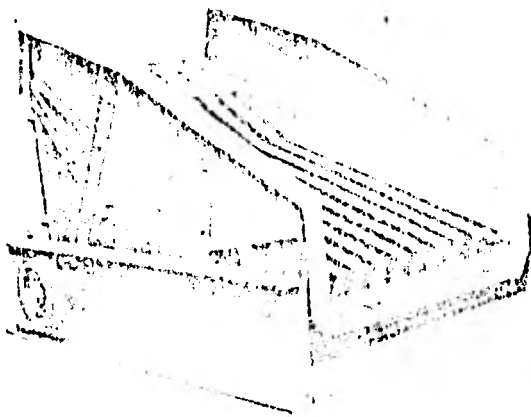
CRIPADO

Es un proceso de separación tomando en cuenta los tamaños del ma terial utilizando medios manuales y medios mecánicos, de acuerdo con la necesidad a satisfacer.

Este proceso se hace necesario ya que nunca es posible obtener agregados de mantos naturales y de la trituración de rocas que cumplan con las normas establecidas.

Las cribas manuales suelen denominarse también simples o de albañil.

Las cribas mecánicas pueden clasificarse en cilíndricas o de tambor y en oscilantes o vibratorias siendo las primeras las más generalizadas en la industria de los agregados.



LAVADO

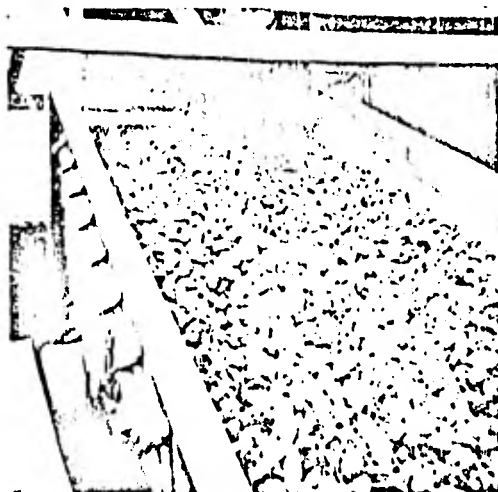
Es preciso que las gravas estén limpias por lo que deberán lavarse ya que las sustancias o materias extrañas y nocivas disminuyen considerablemente su adherencia.

Este proceso se lleva a cabo tanto en cribas, en rampas de lavado (para costras de fácil eliminación de impurezas) y en troncales de lavado (para costras de difícil eliminación de impurezas).

Referente a las arenas en general las razones que existen para aplicarles el método de lavado son dos; una eliminar las sustancias solubles que pueden alterar la normalidad de los procesos de fraguado y endurecimiento del concreto y la otra es librarla de materiales finísimos que puedan ser perjudiciales para el concreto.

Este proceso se puede llevar a cabo por medio de algunos métodos como el tamizado en húmedo, el cual consiste en someter a la arena depositada en un tamiz a determinados chorros de agua los cuales tendrán determinada presión según el grado de lavado que sea necesario aplicar; hidrociclones, son unos aparatos los cuales --

funcionan con agua la cual lleva en suspensión el material que queremos separar; clasificadores rotatorios se usan generalmente para la eliminación de partículas finas de un determinado tamaño, siendo los más eficaces los de contracorriente en los cuales la arena entra por un lado y el agua por otro; finalmente tenemos los tornillos de Arquímedes los cuales van dentro de unos aparatos, girando en el interior de un canal inclinado. El extremo inferior de este canal está ensanchado con el fin de proporcionar un espacio adecuado para que se sedimenten las partículas que deben ser retenidas. Esta parte ensanchada y en forma de una tolva está provista de unos vertederos para dar salida al agua y a los finos que está arrastre.



SECADO

Es un proceso por medio del cual se elimina en una forma total o parcial el contenido del agua utilizando altas temperaturas (hornos) o simplemente teniendo el material a la intemperie.

ALMACENADO

El almacenamiento principalmente de las gravas puede hacerse en silos abiertos o cerrados, dependiendo del volumen que se vaya a almacenar y de las exigencias que se tenga con ellas.

Es fundamental en el almacenamiento evitar la segregación de los distintos tamaños contenidos dentro de cada cantidad de material. Esto se consigue haciendo que el vertido del agregado pétreo se efectúe sobre el vértice del cono de salida del agregado pétreo.

Para almacenamientos grandes es conveniente verter el agregado pétreo con camión en la base del silo y empujarlo con un tractor.



UTILIZACION

La utilización de gravas y arenas es variada, pueden intervenir en concretos, filtros, rellenos, etc.

CONCRETOS

Los concretos son materiales preferidos de los constructores pues to que pueden obtenerse una resistencia y plasticidad adecuada de acuerdo con la obra a realizar.

Es interesante hacer notar como la trabajabilidad de los concretos depende de la finura de los agregados.

En lo referente a la forma de los agregados se ha comprobado experimentalmente que las piedras trituradas poseen mayor adherencia por tener mayor superficie en igualdad que volúmen que las redondeadas, no obstante a comprimirse fuertemente se acuñan y dejan más huecos que las redondeadas, necesitando mayor cantidad de agua y cemento para poder ser colocadas en obra.

En general se procura emplear en los concretos los agregados de forma redondeada ya que dan concretos más plásticos y de fácil colocación, a excepción de los concretos destinados a firmes de carreteras donde se prefieren las gravas obtenidas de la trituración.

Los concretos pueden ser hidráulicos o asfálticos.

En los primeros se observan como materias primas, el cemento, - la arena, la grava y el agua, mientras que en los segundos observamos como materias primas un conjunto de agregados pétreos (gravas) de granulometría determinada con una porción adecuada de aglomerantes bituminosos (asfaltos o alquitranes).



FILTROS

Consisten en depósitos cubiertos o descubiertos y rellenos de una capa filtrante de arena soportada por áridos más gruesos -- (grava) que dirige el agua filtrada hacia un drenaje situado en el fondo donde se evacúa dicha agua previa su regularización.

La calidad de la grava debe de ser igual a la de la arena filtrante, debiendo estar libre de arcilla, polvo, raíces y otras impurezas y debe de ser insoluble en ácido clorhídrico diluido.

Sus tamaños varían de cinco centímetros en el fondo hasta unos tres milímetros o menos en la parte superior.

Se acostumbra disponer la grava en unas seis capas de cinco a ocho centímetros de espesor aproximadamente y de tamaño gradualmente menor.

En filtración rápida usamos la grava como soporte de la arena filtrante teniendo la capa de grava unas veinticinco a cincuenta centímetros de espesor.

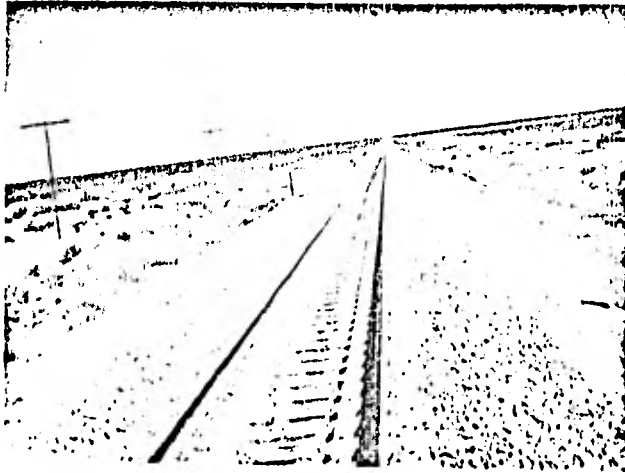
En filtros de aguas negras es recomendable usar tres capas de grava.

RELLENOS

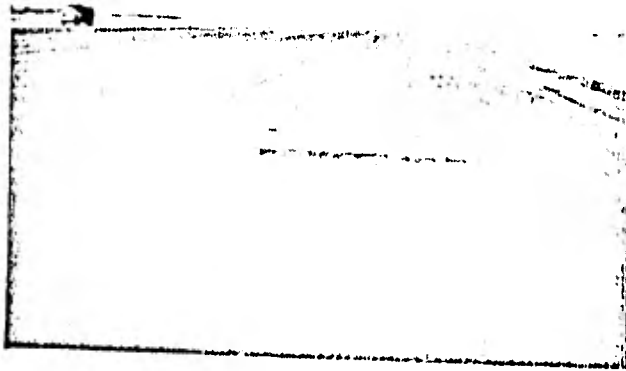
La combinación de gravas y arenas se usa como material de relleno en obras de drenaje, en carreteras, ferrocarriles y aeropuertos.



Fig. 10



Ferrocarriles



Pistas de Aterrizaje

No es recomendable usar para rellenos gravas con diámetros mayores de siete centímetros, material congelado, césped, escorias o tierra que contenga elevado porcentaje de materia orgánica.

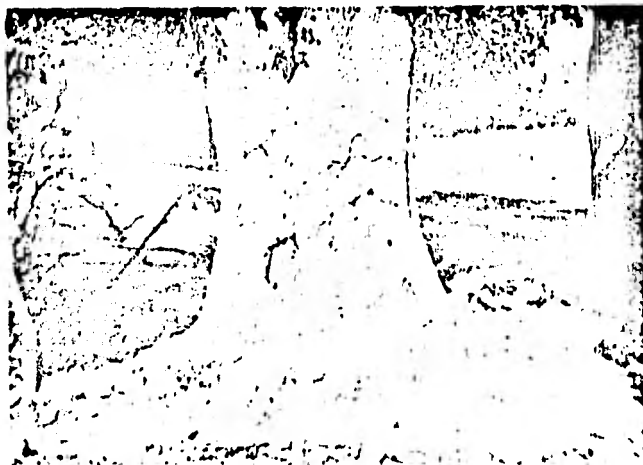
Los materiales a usar preferentemente en los rellenos deben de ser seleccionados y fácil de drenarse.

Un material granular con poca cantidad de limo o arcilla es ideal, puesto que forma un relleno denso y estable.

En rellenos con grava y arena es conveniente ir compactando por medio de batido húmedo o chorros de agua ya que no existe cohesión entre dichos materiales.

Finalmente tanto las gravas, como arenas son también utilizables en subdrenes de tubo, en subdrenes de juntas abiertas y como rellenos en muros metálicos de retención.

Para ser utilizadas en estos últimos son ideales, la arena de banco sin clasificar y el material granular en alto porcentaje de tamaño máximo de siete y medio centímetros.



ANTECEDENTES HISTORICOS

La madera es uno de los productos de la naturaleza que desde tiempos remotos ha aprovechado el hombre; primero el descubrimiento y la conservación del fuego, más tarde la construcción de cabañas y útiles rudimentarios de uso común, con el tiempo la fabricación de navíos, gracias a los cuales se hicieron posibles los descubrimientos de nuevas tierras; comenzaron a fabricarse gran cantidad de muebles que proporcionaron descanso y comodidad, además se hizo posible la construcción de arcos. Cabe hacer notar la aplicación de este elemento en puentes antiguos, obteniéndose buenos resultados.

Es notable la existencia de algunos puentes, como el que atravesaba el Río Eufrates en Babilonia hacia el siglo VIII, los construídos por los Romanos, sobresaliendo el de Pons Sublicus, construído sobre el Río Tiber en el año 621 y cuya longitud fué de 150 metros, el que fué construído en el año 50 sobre el Río Rhin con una longitud de 50 metros y otros más.

Otros usos de la madera fue la construcción de presas, aunque aquí no tuvo mucho auge, ya que dicho elemento fué sustituído rápidamente por las rocas. Se usó también para el suministro de agua utilizándose para construir el "Sistema de Aguas".

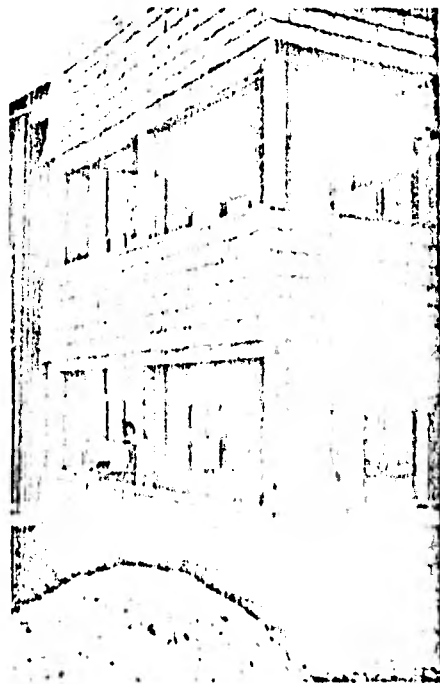
El uso de la madera fué y es en la actualidad múltiple. A medida que ha ido pasando el tiempo se han dado aplicaciones cada vez más variadas a este material, llegando a constituir un elemento de gran ayuda principalmente en la industria de la construcción, donde ha tenido aplicaciones variadas como material estructural, de cerramiento, de solado, de revestimiento, de encofrado, de apos, de estibaciones, etc.

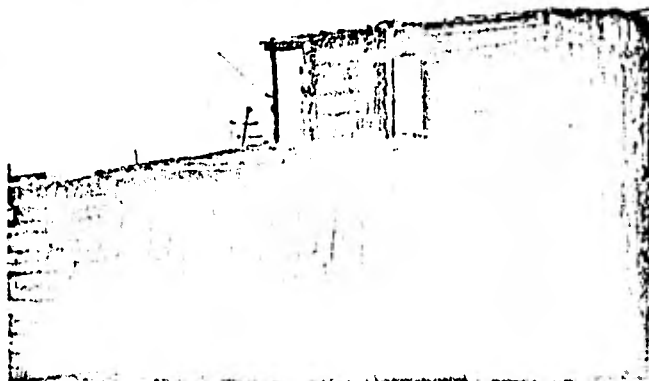
DISPONIBILIDAD EN EL PAIS

Debido a que la madera constituye un recurso renovable y muy abundante en México, su explotación puede ser de gran interés en la economía nacional.

Hasta la fecha el uso más generalizado que se le ha venido dando a la madera en México está limitado a la construcción de obras provisionales (cimbras y obras falsas), durmientes y postes, siendo poco significativos los demás usos.

En zonas urbanas y suburbanas en México no existe una tradición para el uso de la madera como material de construcción permanente, aunque su uso con este fin tiende a ser cada día mayor.





Este lento desarrollo en el uso de la madera se debe a la carencia de información en cuanto a las características estructurales o de durabilidad, a las formas de identificar las principales especies maderables en México, al desconocimiento de como los usuarios pueden detectar y evitar los principales defectos que pueden presentar los diferentes tipos de madera, aunado a lo anterior la deficiente explotación de la riqueza forestal nacional. En el futuro puede llegar a desempeñar un papel muy importante para cubrir el déficit de viviendas y otro tipo de estructuras, en las zonas rurales y semirurales del País.

La industria maderera debe ser importante, ver hacia el futuro y cambiar su actitud; los suministradores de material tienen que dejar de proporcionar el producto tal y como lo han venido haciendo hasta ahora, ésto es, sin tomar en cuenta la respuesta estructural. Así se alentará el uso de la madera; un buen sistema de calificación y clasificación dará al usuario o inversionista la confianza de que la madera hará el trabajo que él necesita y de aquí estará dispuesto a usar la madera en sustitución de otros materiales tradicionales que ofrecen menos ventaja que la madera.

PRINCIPAL PRODUCCION MADERERA MUNDIAL

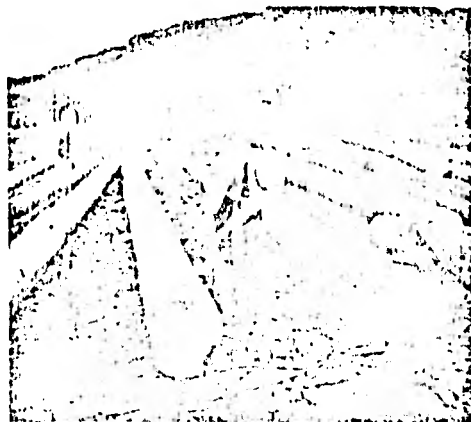
País	Producción en 1967 miles de m ³	Sup. Boscosa en millones de hectáreas	M ³ /Ha al año
Alemania Occidental	26,761	7.0	3.8
Suecia	61,242	22.9	2.7
Francia	28,482	11.6	2.5
Japón	45,253	23.0	2.0
Finlandia	35,560	21.8	1.6
Estados Unidos	325,963	307.1	1.1
España	7,365	15.5	0.47
Canadá	117,297	388.5	6.30
Chile	5,240	20.4	0.25
México	4,860	38.7	0.13

DEFINICION

Se llama madera a la parte sólida de los troncos de los árboles que se halla debajo de la corteza.

Un concepto botánico sobre la madera es el siguiente:

Madera es el nombre genérico que se da a la substancia leñosa que forma parte del cuerpo de los árboles, que tienen aplicación en los trabajos de carpintería, ebanistería y de más usos industriales.



OBTENCION

Básicamente la madera se obtiene de la parte leñosa que forma parte del tronco de los árboles.



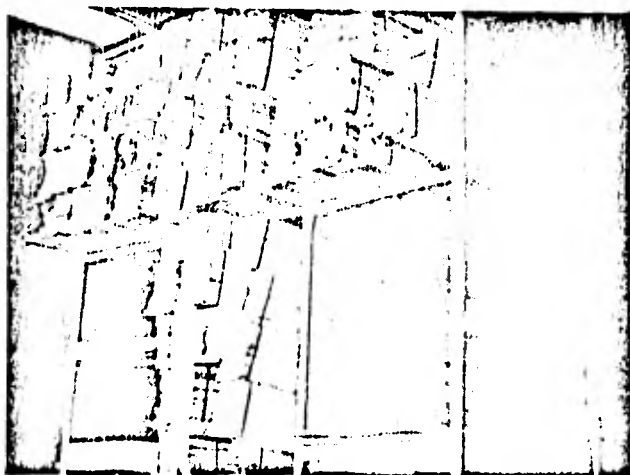
Las maderas más convenientes y empleadas para la explotación industrializada, son las correspondientes a las plantas denominadas gimnospermas y dicotiledóneas



DESPIEZO

Recibe este nombre el conjunto de operaciones de aserrado que se efectúan para dividir longitudinalmente los trozos o troncos apeados (cortar un tronco por el pie) del árbol y limpiar de ramas, en tablones, tablas, etc.; esto es en piezas más pequeñas apropiadas para su utilización.

Existen diferentes tipos de despiezos, entre los que pueden citarse:



DESPIEZO AL CUARTEO.

Consiste en dos cortes perpendiculares por el centro.

DESPIEZO RADIAL O MALLADO.

Se hace siguiendo la dirección de los radios medulares.

DESPIEZO A HILOS PARALELOS.

Mediante una serie de cortes paralelos se obtienen tablas o tablonas de diferentes anchos.

DESPIEZO DE PAPIIS.

Se empieza por obtener una pieza central gruesa y seguidamente en los costados de menor tamaño.

DESPIEZO EN CRUZ.

Consiste en sacar una pieza gruesa central que abarca todo el duramén, cortada posteriormente por el centro.

De los dos lados costeros se obtienen otras dos piezas gruesas y finalmente los cuatro trozos restantes se dividen radialmente en forma de tablas.

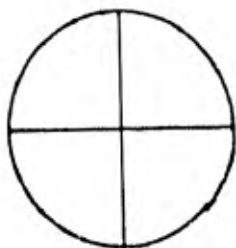
DESPIEZO HOLANDES.

Se empieza por un despieceo al cuarteo, después se da a cada cuarto una serie de cortes paralelos.

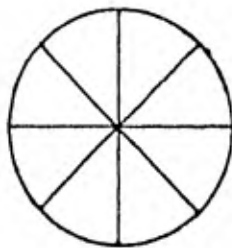
DESPIEZO POR CORTES ENCRUZADOS.

Primeramente se separa un tablón central y de los dos costeros que quedan, se van sacando tablas y tablonas por medio de cortes encruzados.

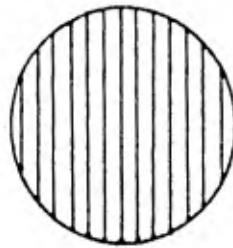


TIPOS DE DESPIEZO

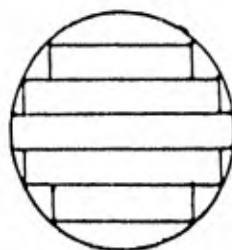
AL CUARTEO



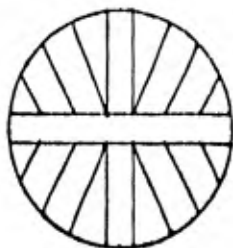
RADIAL O MALLADO



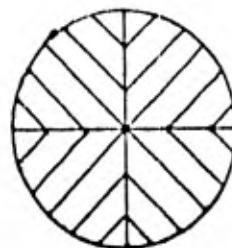
A HILOS PARALELOS



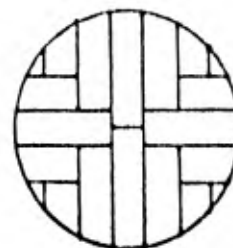
DE PARIS



EN CRUZ



HOLANDES

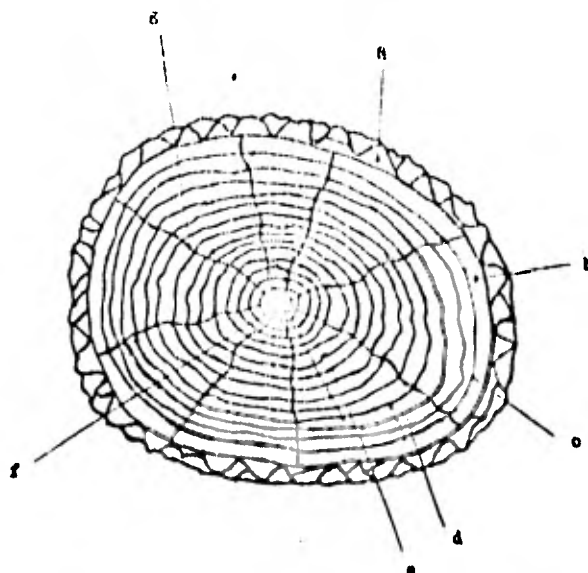


POR CORTES ENCONTRADOS



ESTRUCTURA

Al hacer un corte perpendicularmente al eje del tronco de un árbol, se observan diferentes capas o zonas como las mostradas en la figura siguiente:



a).- CORTEZA.

Es una capa exterior cuya formación es a base de tejidos muertos, su función generalmente es la de protección.

b).- LIBER.

Es una capa interior del sistema cortical, la cual es formada por el cambium.

c).- CAMBIUM.

Es la zona entre la madera y el sistema cortical, la cual contiene además de la savia, el protoplasma vivo, substancia sin la cual no puede vivir ningún árbol.

d).- ALBURA.

Es una capa de color claro, parte viva del árbol por donde circula la savia bruta.

Es la madera más joven que con el tiempo se convierte en duramen.

e).- DURAMEN.

Es una capa compuesta principalmente por tejido leñoso; su color es más oscuro que el resto de las partes. Es propiamente la parte del árbol empleada en construcción como madera.

f).- MEDULA.

Es la parte situada en el centro del tronco, suele ser más blanda que el resto de las partes que la circundan, no obstante el ser la parte más antigua del tronco.

g).- RADIOS MEDULARES.

Son aquellos cuya función principal es la de conducir la humedad de la albura al duramen, durante el proceso de crecimiento del árbol.

PROPIEDADES FISICAS

DENSIDAD.

Es la relación de su masa a su volumen

$$\gamma = \frac{M}{V} \quad \gamma = \text{Densidad} \quad M = \text{Masa} \quad V = \text{Volumen}$$

Esta propiedad suele dividirse en:

DENSIDAD REAL.- Se denomina a aquella que es sensiblemente igual para todas las especies a 1,56.

DENSIDAD APARENTE.

Es aquella que varía no sólo de unas especies a otras, sino aún en la misma especie, con el grado de humedad.

CONTENIDO DE HUMEDAD.

Es la propiedad que tienen las maderas de absorber o desprender humedad, según el ambiente en que se encuentren. El contenido de humedad de una pieza de madera queda definido por la relación del peso del agua que está contenida en ella y su peso anhidrido.

$$CHV = \frac{PI - PA}{PA} \times 100$$

CHV = Porcentaje de contenido de humedad.

PI = Peso húmedo.

PA = Peso anhidrido.

El contenido de humedad de la madera varía entre límites muy amplios, dependiendo las condiciones a que esté sometido dicho material.

PESO VOLUMETRICO.

El peso volúmetrico de las maderas comunes secadas al aire varía de 400 a - 850 Kg/m³. Algunas maderas tropicales llegan a tener pesos del orden de - 1,000 Kg/m³.

DUREZA.

Es la resistencia que opone la madera al desgaste, rayado, clavado, etc. Esta propiedad depende de la densidad, edad, estructura y del sentido de las fibras en que se trabaje. Cuanto más dura y vieja es la madera mayor resistencia opone.

DURACION.

Es la capacidad para resistir los ataques de los organismos destructores. Esta propiedad varía mucho con la clase de madera que se trate y el medio en que se encuentre.

BRILLO Y COLOR.

Estas propiedades son muy importantes en las maderas usadas en ebanistería. El color varía de acuerdo a la especie.

TEXTURA.

Se refiere al tamaño de los elementos más abundantes como son: vasos, fibras, etc. Depende de la calidad de la veta, puede ser áspera y fina.

T A B L A V-1

P A I S	Producción industrial sin incluir combustible	Leña combustible y carbón volumen c/s autorización	Extracción total inclusive combustible	Y madera combustible respecto a la industria
Miles de m3 de madera en rollo				
Estado Unidos	325 963	14 160	340 123	4.7
Rusia	298 400	86 400	384 800	28.8
Canadá	117 297	4 138	121 435	3.5
Suecia	61 242	3 100	64 342	5.1
Japón	45 253	1 708	46 961	3.8
China	42 915*	131 110*	174 025*	304.0*
Finlandia	35 560	7 370	42 930	20.7
Francia	28 482*	6 265	34 747	22.2*
Alemania Occidental	26 761	1 500	28 261	5.5
Brasil	23 025*	150 000*	173 025*	652.0*
Polonia	16 430	1 890	18 320	11.8
Rumania	15 788	6 212	22 000	39.3
Filipinas	13 370*	19 930	33 300	149.0*
Indonesia	12 646*	97 500*	110 146*	770.0*
Checoslovaquia	11 922	1 541	13 463	13.0
Australia	11 389	2 124	13 513	16.6
Austria	11 204	1 202	12 406	10.7
India	10 160*	106 050*	116 210*	1240.0*
Yugoslavia	9 809	7 161	16 970	72.0
Noruega	8 660	730	9 390	8.4
Africa del Sur	8 712	930*	9 642*	10.7*
Malasia Occidental	8 285*	3 880*	12 165*	46.7*
Nueva Zelandia	7 966	510	8 476	6.4
Italia	7 867	7 209	15 076	92.0
Alemania Oriental	7 639	692	8 331	9.1
España	7 385	7 580*	14 965*	103.0*
Sabah	6 980*	510*	7 490*	72.8*
Portugal	5 570	800	6 370	14.4
Irán	5 488*	1 500*	6 988*	27.5*
Turquía	5 432	13 293	18 725	264.0*
Chile	5 240*	3 000*	8 240*	57.2
México	4 860	9 080*	13 940*	185.8*

* Cifras no oficiales.

T A B L A V-1^a

ESFUERZOS PERMISIBLES Y MODULOS DE ELASTICIDAD PARA DIVERSAS ESPECIES DE MADERA RECOMENDABLES POR SOP (VALORES EN KG/CM²).

Especie	Calidad	Paralelamente a la Fibra		Compresión normal a la fibra	Módulo de Elasticidad
		Tensión	Compresión		
Pino blanco	1a.	65	60	18	85000
Pino lacio	2a.	55	50	18	85000
Pino prieto	1a.	75	70	20	90000
Pino real Cedro	2a.	65	60	20	90000
Encino	1a.	100	95	25	100000
	2a.	85	75	25	100000
Zapotillo	1a.	110	100	25	110000
	2a.	95	80	25	110000

T A B L A V-2

VARIABILIDAD NATURAL DE ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MADERA
EN ESTADO VERDE

P r o p i e d a d	Coeficiente de variación en %
Gravedad específica	10
Contracción	
Radial.....	15
Tangencial	14
Volumétrica	16
Flexión Estática	
Esfuerzo al límite de proporcionalidad	22
Esfuerzo al momento de ruptura	16
Módulo de elasticidad	22
Trabajo al límite de proporcionalidad	38
Trabajo hasta carga máxima	34
Compresión Paralela	
Esfuerzo al límite de proporcionalidad	24
Esfuerzo máximo	18
Módulo de elasticidad	29
Compresión Perpendicular	
Esfuerzo al límite de proporcionalidad.....	28
Corte Paralelo	
Esfuerzo máximo	14
Tensión Perpendicular	
Esfuerzo máximo	25
Dureza	
Extremos	17
Lados	20
Resistencia al choque	24

T A B L A V - 3

Densidades medias de algunas maderas importantes, despues de desecadas.

ESPECIES	KG POR M2	ESPECIES	KG POR M2
Acana	1280	Hogal	660
Algarrobo	720	Olmo	560
Ayda	720	Palo santo	1020
Canelilla	710	Pimiento negro	1020
Caoba	850	Pino amarillo	550
Capá	890	Pino de Cuba	480
Cedro	600	Pino del Norte	541
Cedro de Cuba	300	Pino de Oregon	500
Ciprés	640	Pino Tea	750
Ebano	1220	Pinsapo	560
Eucalipto	1000	Quiebrahacha	1270
Granadillo	1320	Roble	900
Haya	640	Sabicú	900
Maguey	1730	Sicómoro	640
Júcaro negro	1060	Teca	800
Majagua	740	Tilo americano	600
Mamey	1190	Yaitf	1210

FIRMEZA.

Esta propiedad puede ser contra el aplastamiento, contra la tensión de desgarre, contra el corrimiento, contra la rotura transversal, etc.

POROSIDAD.

Es una propiedad que depende del tamaño y abundancia de cavidades celulares.

RIGIDEZ.

Es la capacidad de las células para resistir colectivamente curvaturas o torcimientos.

DILATACION TERMICA.

Debido a que el coeficiente de dilatación lineal es muy pequeño, esta propiedad resulta despreciable.

CONTRACCION O HINCHAMIENTO.

Es el aumento de volumen de la madera debido a la absorción de agua.

Cuando ha alcanzado su punto de saturación no aumenta más su volumen aunque siga absorbiendo agua.

CONDUCTIVIDAD.

En lo referente a conductividad de calor y electricidad, la madera seca es mala conductora, no así la madera húmeda, la cual se convierte en buena conductora.

HEMDEBILIDAD.

Es la propiedad de separar la madera por cortes en sentido de sus fibras, paralelos al eje del tronco.

Cuanto más dura y densa sea la madera, más hemdeble será.

PROPIEDADES QUIMICAS

Por ser de origen vegetal la madera tiene como componentes químicos primarios la celulosa de un 40 a 50%, las hemicelulosas de un 20 a un 35% y la lignina de un 15 a un 35%.

Los dos primeros componentes son polisacáridos o sea polímeros de azúcares simples.

La celulosa está constituida por hidratos de carbono, además de sales minerales y orgánicas, los cuales están impregnados de una substancia incrustante llamada lignina.

En las maderas la composición química varía muy poco de unas a otras especies, admitiéndose como término medio los siguientes valores redondeados:

CARBONO	51.0%	En peso
OXIGENO	42.0%	" "
HIDROGENO	6.0%	" "
NITROGENO	0.5%	" "
CENIZAS	0.5%	" "

La composición de las cenizas varía según las especies, aceptándose como promedio los siguientes porcentajes:

CAL	40%
POTASA	15%
ACIDO FOSFORICO	5%

DEFECTOS

Los defectos o anomalías que modifican la estructura de la madera y las alteraciones y enfermedades que afectan su composición química, provocan una disminución de resistencia de dicho material.

Entre los defectos más comunes podemos citar los siguientes:

ACEBOLLADURA

Consiste en el despejado circular de los anillos de crecimiento, debido a los intensos fríos y vientos violentos. La madera que presenta estos defectos se desecha ya que su resistencia es escasa.

CORAZON PARTIDO O ESTRELLADO

Es cuando existen dos grietas que se cortan en forma de cruz y suelen extenderse a lo largo del fuste.

CORAZON HUECO

Se debe a la pudrición roja de los árboles viejos.

CUADRANURAS

Son fendas anchas que desintegran los radios medulares.

CARNE DE GALLINA O MADERA BRONCA

Este defecto se caracteriza porque la madera presenta sus fibras trenzadas, por lo que representa una dificultad al labrarse ya que el cepillo trabaja a contra fibra y la rasga ofreciendo esto mal aspecto.

DOBLE ALBURA

Consiste en la detención de la transformación del cambium en albura y esta en duramen, por lo cual con el tiempo oscurece debido a su descomposición. Este defecto se debe a los fríos intensos y persistentes.

ENTRECORTEZA

Se presenta cuando existe un trozo de corteza entre los anillos de crecimiento a causa de la imperfecta soldadura de dos ramas.

EXCENTRICIDAD DE COFAZON

Este defecto disminuye la elasticidad y resistencia de la madera y se debe a - diversas circunstancias de crecimiento, vientos, proximidades de rocas, etc.

FIBRA TORCIDA O REVIRADA

Se hace presente cuando al crecer el árbol sus fibras no lo hacen paralelamente al eje, sino en forma de hélice.

La madera que presenta este defecto puede usarse como pilotes, postes, pies de rechos, etc.

FENDAS

Son grietas más o menos profundas en sentido longitudinal, debidas a los hielos y también a la insolación y desecación de la madera.

IRREGULARIDAD DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO

Se debe a cambios bruscos de la vegetación del árbol.

La madera que acusa este defecto se desprecia ya que es poco elástica y se fractura con facilidad.

LUPIAS Y VERRUGAS

Son excrecencias leñosas debidas a la falta de adherencia de las yemas durmientes con la madera. Las primeras debidas a la picadura de insectos y las segundas se deben al ataque de bacterias.

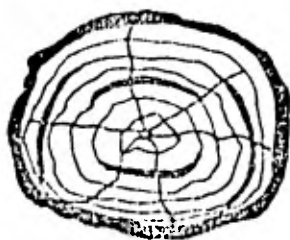
NUDOS

Se llaman así a los tejidos que se forman en los puntos donde las ramas se unen al tronco.

La existencia de nudos disminuye el valor de la madera, reduce su resistencia, da origen a grietas y rompe el dibujo del vetado.

PATAS DE GALLINA

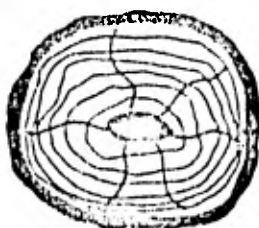
Son fendas que partiendo de la médula llegan hasta la albura y a veces hasta la superficie, debido a una descomposición por vejez de la médula inutilizando la madera para todo trabajo.



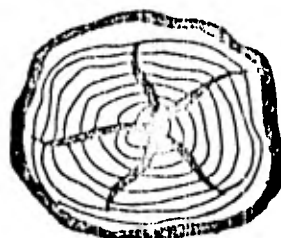
ACEPILLADURA



CORAZON PARTIDO O ESTRELLADO



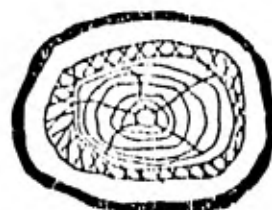
CORAZON HUECO



CUADRATURAS



CABEZA DE GALLINA O
CABEZA DE VACA



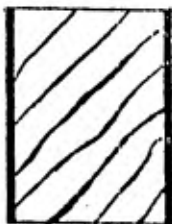
DOBLE ALBURA



ENTRECORTEZA



EXCENTRICIDAD DE
CORAZON



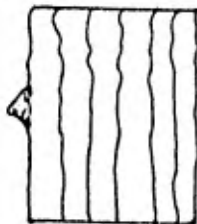
FIBRA TORCIDA O
REVIRADA



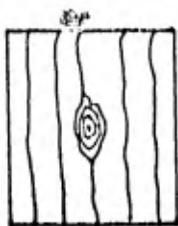
FENDAS



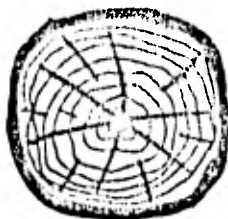
IRREGULARIDAD EN LOS
ANILLOS DE CRECIMIENTO



LUFIAS



NUDOS



PATAS DE GALLINA

CAPACIDAD DE CARGA EN DIFERENTES CONDICIONES

COMPORTAMIENTO ANTE CARGAS DE LARGA DURACION.

La resistencia de la madera disminuye considerablemente con al duración de la carga. Cuanto mayor sea la duración de la aplicación de una carga, menor será el valor que debe alcanzar la carga para producir la falla. Bajo carga sostenida, la deformación de la madera sigue aumentando durante cierto tiempo hasta que se estabilice o se rompa el espécimen.

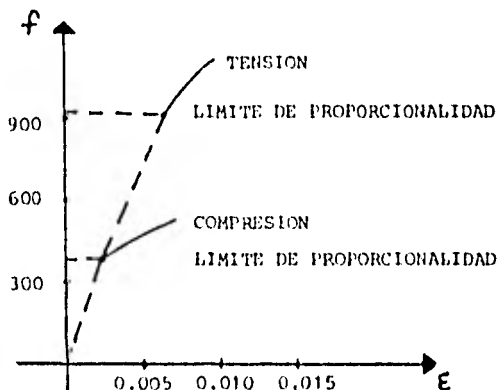
COMPORTAMIENTO BAJO TENSION.

La máxima resistencia a tensión de la madera se presenta en sentido paralelo a las fibras, es decir el sentido en que están dispuestas las cadenas de moléculas de celulosa. Esta resistencia puede ser hasta 40 veces mayor que la resistencia a tensión transversal.

COMPORTAMIENTO BAJO COMPRESION.

Exceptuando algunas maderas duras en las que las resistencia bajo compresión y bajo tensión son iguales, la resistencia a compresión de las maderas en dirección paralela a la fibra varía aproximadamente de la mitad a la tercera parte de su resistencia de tensión en el mismo sentido.

En una curva esfuerzo-deformación típica, se muestra el efecto de tensión en sentido paralelo a las fibras.



Curvas típicas esfuerzo-deformación en tensión y compresión paralelas a las fibras obtenidas en ensayos de probetas pequeñas "limpias".

T A B L A V - 5

ESFUERZOS PERMISIBLES PARA MADERA SECA DE PRIMERA (DGN C18-1946) SEGUN REGLAMENTO D. D. F. 1966 (APLICABLES PARA CARGAS DE LARGA DURACION).

C ó n c e p t o	Para cualquier valor de δ	Valor en Kg/cm ²	Para $\delta = 0,4$
Esfuerzos en flexión o tensión simple.	196 δ 1.25		60
Módulo de elasticidad en flexión o tensión simple.	196000 δ		79000
Esfuerzos en compresión paralela a sus fibras.	143.5 δ		57
Esfuerzo en compresión perpendicular a sus fibras.	54.2 δ 2.25		7
Módulo de elasticidad en compresión.	238000 δ		95000
Esfuerzo cortante	35 δ 1.25		10

δ = Peso específico de madera seca.

T A B L A V-6

CAMBIOS PROMEDIO DE CARACTERISTICAS MECANICAS QUE SE PUEDEN ESPERAR POR CAMBIOS EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE MADERA ABAJO DEL PUNTO DE SATURACION.

Características	Cambio promedio por cada 1% de variación en el contenido de humedad en porcentaje.
Flexión Estática.	
Esfuerzo al límite de proporcionalidad.....	5
Trabajo a carga máxima	0.5
Esfuerzo al momento de ruptura	4
Módulo de elasticidad	2
Trabajo al límite de proporcionalidad	8
Compresión Paralela.	
Esfuerzo máximo	6
Esfuerzo al límite de proporcionalidad	5
Compresión Perpendicular.	
Esfuerzo al límite de proporcionalidad.....	5.5
Corte Paralelo.	
Esfuerzo máximo	3
Tensión Perpendicular.	
Esfuerzo máximo	1.5
Dureza	
Extremos	4
Lados	2.5

Se observa que el comportamiento es elástico hasta esfuerzos relativamente altos.

Se muestra también el efecto producido a la madera sujeta a compresión longitudinal.

Podemos observar que el comportamiento en compresión es fundamentalmente elástico como en el caso de la tensión, siendo mayor la diferencia entre las deformaciones unitarias correspondientes al límite de proporcionalidad y el esfuerzo último.

La madera comúnmente usada tiene un coeficiente de trabajo aproximadamente de 50Kg/cm² para casi todos los esfuerzos que se presentan.

Por ser un material que podemos considerar homogéneo, su fatiga de trabajo es similar tanto a la compresión como a la tensión cuando estas son producidas por una flexión, pero en el caso de tensión pura debe revisarse el cálculo por penetración de los pernos que transmiten dicha tensión y por esfuerzo cortante en los planos tangentes a las perforaciones.

Dentro de los factores que afecta a la resistencia de la madera, se encuentran las siguientes: la densidad, el contenido de humedad, la inclinación del grano, los nudos, el alabeo, las rajaduras y la temperatura.

TRATAMIENTO

TRATAMIENTO DE LAS MADERAS.- El tratamiento para las maderas cumple fundamentalmente con dos fines; el primero para mejorar algunas de las propiedades mecánicas y el segundo para protegerla del ataque de algunos hongos e insectos, los cuales le causan serios daños.

Uno de los tratamientos a que puede someterse la madera debe constar básicamente de las siguientes etapas:

DESAVIADO.) Consiste en la eliminación de savia mediante un lavado interno que la arrastra por disolución.

Este tratamiento debe darse a la madera recién cortada, ya que la savia fluída permite la penetración del agua. Es recomendable aplicarlo a las maderas en las que se haya iniciado un parasitismo.

SECADO NATURAL.) Se hace apilando la madera al aire libre siendo irregular su desecación por depender de la humedad del medio ambiente.



SEGUNDO ARTIFICIAL.) Este tratamiento se aplica a la madera una vez que se han llevado a cabo las dos etapas anteriores y ha sido cortada con sierra hasta formar tablones.



SENILIZACION.) Consiste en envejecer la madera artificialmente por medio de la aplicación de corriente eléctrica por la savia, transformandola en resina.

IMPREGNACION.) Consiste en la aplicación de algunas sustancias químicas, las cuales le proporcionan protección contra los agentes del intemperismo.

Este tratamiento puede ser manual o industrializado. Dentro de los tratamientos manuales podemos citar los siguientes:

Pintura y barnizado.

Cuando se aplican en buenas condiciones constituyen un excelente medio para evitar el deterioro de la madera.

Alquitranado.

Sirve para conservar en buen estado la madera cuando va a ser expuesta a la intemperie.

Carbonización superficial.

Consiste en carbonizar una sección de unos 10 a 12 milímetros de la superficie cuando dicha sección va a permanecer en el interior del suelo. Estos métodos deben aplicarse a madera perfectamente seca o desecada, ya que de lo contrario al taponarse los poros, la savia no se evaporará y ocasionará que la pieza se pudra.

Los sistemas industrializados para la conservación de la madera son:

PROCEDIMIENTO DE INYECCION.

Creosotado

Consiste en la penetración en el cuerpo de la madera, de la creosota, sustancia obtenida por destilación del alquitrán mineral entre 160 y 200°C.

Sistema Houcherie

Consiste en extraer primero savia por presión hidráulica y sustituirlo por una solución de sulfato de cobre o caperrosa azul al 1%.

Sistema Blythe

Es semejante al anterior solo que utiliza una solución de ácido fólico.

Sistema Rueping

Se basa en la inyección de creosota por medio de aire comprimido.

Burnetizado

Es semejante al creosotado solo que la sustancia que se inyecta a la madera es cloruro de zinc.

PROCEDIMIENTO DE SUMERSION.

Consiste en sumergir la madera en depósitos que contienen una solución de bicloro de mercurio.

Actualmente se está usando la substancia llamada pentaclorofenol, la cual es in soluble en agua ; sumamente tóxica para los insectos y demás organismos que ata can la madera.

CLASIFICACION

Existen diferentes formas de clasificar la madera; por su calidad, por su origen y por sus propiedades y aplicaciones constructivas.

En la construcción las clasificaciones más empleadas son las siguientes:

DE ACUERDO A SU CALIDAD.

DE PRIMERA: Es aquella que no presenta rajaduras y nudos fojos mayores de 2.5 centímetros.

DE SEGUNDA: Esta madera presenta nudos menores de 1/3 del ancho de la pieza.

DE TERCERA: Es aquella que no cumple con los requisitos anteriores.

DE ACUERDO A SUS PROPIEDADES Y APLICACIONES CONSTRUCTIVAS.

DURAS.- Son aquellas que provienen de árboles corpulentos y de crecimiento lento, presentando por lo consiguiente un aspecto compacto y una resistencia alta.

ENCINO

ROBLE

FRESNO

BLANDAS.- Proviene de árboles de crecimiento rápido que dan una madera de poca densidad y resistencia.

ALAMO

SAUCE

LAUREL

TROPICALES.- Son aquellas que provienen del sur y sureste de la República, las cuales son empleadas en la fabricación de duelas, triplay y deceración en general.

IPAZAK

CHECHEM

PINAS.- Se emplean generalmente en muebles y decoración. Su procedencia es de especies de árboles exóticos.

CAOBA

NOGAL

EBANO

RESINOSAS.- Proviene en general de las coníferas y reemplazan a las maderas duras, siendo un poco más ligeras que éstas y resistiendo en el aire y bajo el agua.

PINO

OCOTE

OYAMEL

DE ACUERDO A SU GRADO DE MAQUILA

ASPERA.- Es aquel material sin labrar, el cual muestra las marcas de la sierra en sus cuatro superficies.

CEPILLADA.- Es aquella que presenta varias o todas sus superficies lisas o labradas.

MAQUILADA.- Es aquella que además de venir cepillada viene machimbrada o lengüeteada.

FORMAS COMERCIALES

La madera ofrece formas muy diferentes de presentación en el mercado, algunas de esas formas son:

VIGAS

Son piezas de sección rectangular y aristas vivas de 4 a 10 metros de longitud y sección de 15x20 y de 25x35 centímetros. Su utilización es en cimbras de losa como obra falsa, como elementos estructurales en algunas viviendas y como elementos decorativos en algunas ocasiones.

VIGUETAS

Su sección y longitud es menor a las anteriores. Su sección varía de 8 x 8 a 15x15 centímetros y su longitud llega hasta los 5 metros. Son usadas en obras falsas de losas, columnas y muros, desempeñando en ocasiones funciones estructurales en algunas construcciones y como materia prima en la fabricación de algunos muebles.

TABLONES

Son piezas de sección rectangular y aristas vivas con un espesor de 5 a 10 centímetros, anchos de 10 a 30 cms. y longitudes de 2 a 10 metros. Se usan en cimbras de trabes, columnas y cimentaciones, como elementos de retención en determinado tipo de excavaciones y en la construcción de andamios.

LISTONES

Presentan sección rectangular y aristas vivas, reciben los nombres de: doble listón, con sección de 5x8 cms.; listón corriente de secciones comprendidas entre 1.5x2.5 a 4x6 centímetros; listoncillo de sección variable desde 1.3x2.5 a 2x4 centímetros. Su utilización es en forma semejante a la de los tablonés.

TABLAS

Son piezas aserradas en las que predominan el ancho sobre el canto. Espesor o canto corriente de 2 a 5 centímetros y ancho o talla de 10 a 24 centímetros. Se emplean en la construcción de cimbras, de columnas, trabes, cadenas, zapatas, y losas, su empleo en la construcción de muebles es grande, sobresalen también en la construcción de puertas y ventanas, techos, escaleras y acabados interiores en determinado tipo de construcciones.

TARIMAS

Son tablas de 4.5 metros de longitud, de 2 a 5 centímetros de ancho y de 2.5 a 3 centímetros de canto. Se utilizan como material de acabado aparente en la construcción de pisos y en la construcción en forma de conjunto, unidas por elementos, los cuales forman un bastidor.

LATAS

Sus dimensiones son de 2 a 3 centímetros de canto y de 5 a 7 centímetros de tabla. Se preparan con madera de calidad inferior o pino muy nudoso. Su utilización es muy parecida a la anterior.

CHAPAS

Son piezas de 0.2 a 5 milímetros de espesor y de ancho y longitud variables. Se utilizan generalmente como material de acabado o para la fabricación de tableros contrachapados (triplay).

CHIFLONES

Son piezas en forma triangular de 3/4" de lado, utilizadas principalmente para dar acabados.

MATERIALES DERIVADOS DE LA MADERA

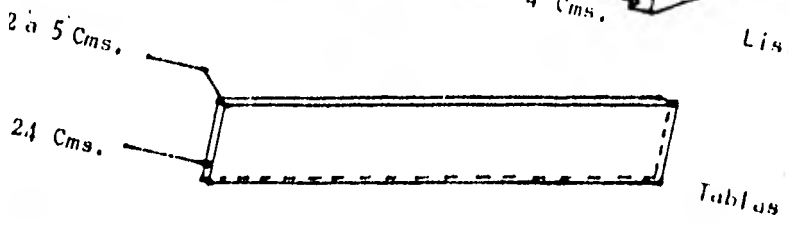
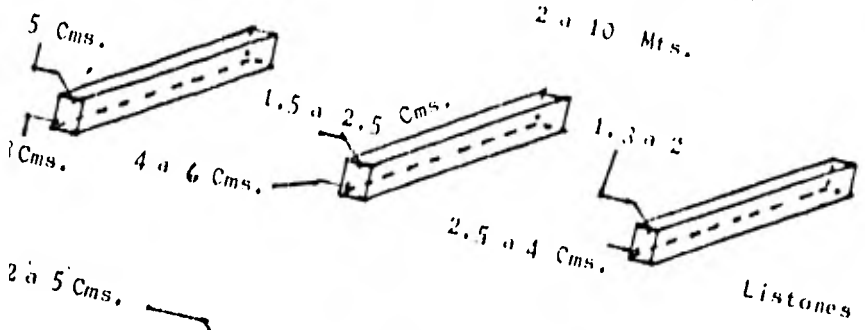
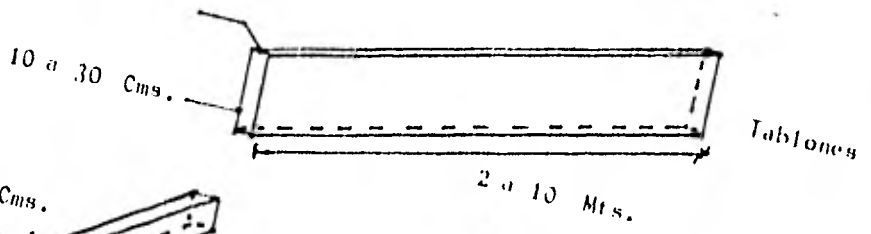
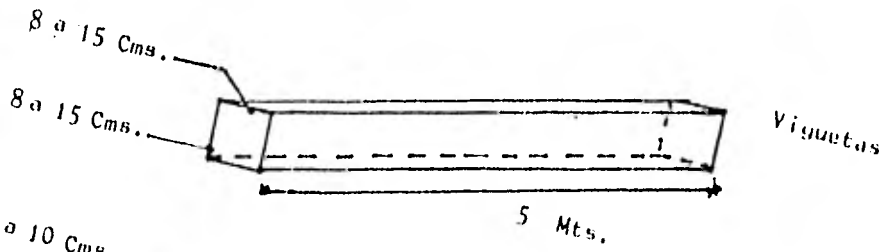
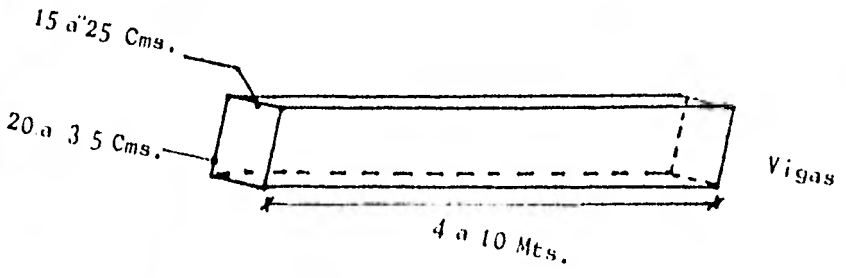
MADERAS MEJORADAS

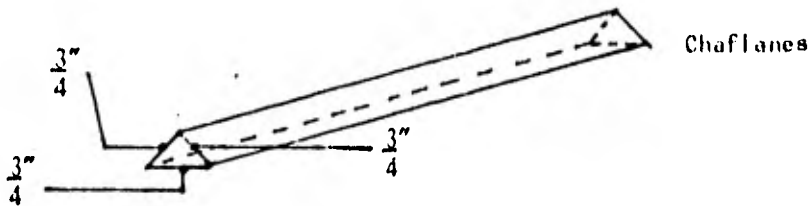
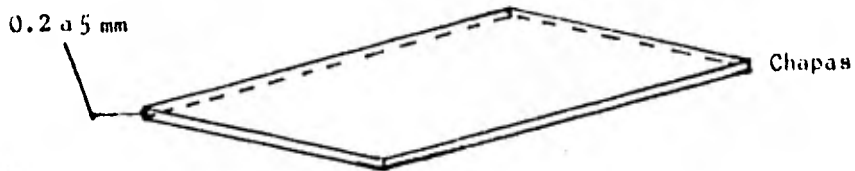
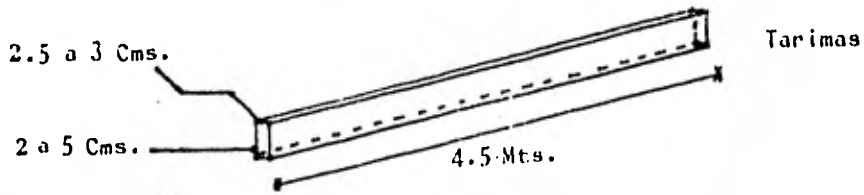
Son maderas que han sido sometidas a un tratamiento especial capaz de convertirlas en más duras y con mayor resistencia, tanto a solicitaciones de carga como a los productos químicos. Entre este tipo de maderas se encuentran:

TABLEROS CONTRACHAPADOS (TRIPLAY)

Dichos tableros están constituidos por chapas o hojas de madera siempre en número impar, adheridas íntimamente entre sí por un pegamento especial y dispuestas en forma que las fibras de cada hoja queden en posición perpendicular o cruzada con respecto a la inferior.







Comercialmente existen varios productos de diferente calidad; la calidad de las capas depende del número y severidad de defectos que el triplay tenga.

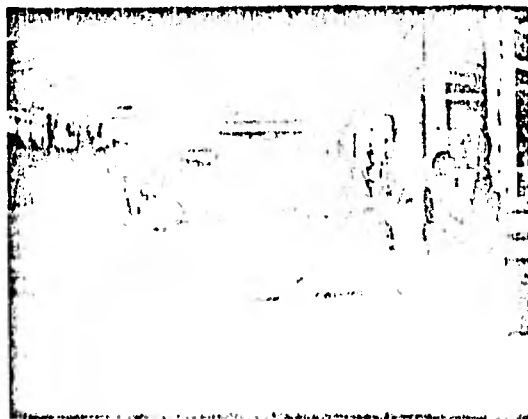
Atendiendo a su calidad se acostumbra dar una letra de clasificación: N, A, AR, B, D y C. La primera corresponde al triplay de más alta calidad y la última a la de más baja calidad. Una hoja de triplay puede tener la designación de calidad A-B por ejemplo, lo cual significará que una de sus caras es de calidad A y la otra de calidad B.

Las calidades comunes en el mercado mexicano para triplay de pino son:

A-B, A-C, A-D y C-D.

Atendiendo a su resistencia a la humedad, la madera contrachapada se clasifica en triplay para uso interior, resistente a la humedad, con urea-formal dehidro como adhesivo, triplay para uso exterior, resistente al agua y a la moderada exposición a la intemperie, fabricado con resinas fenólicas; finalmente tenemos el triplay marino a prueba de agua y con gran resistencia a la intemperie.

Por otra parte podemos mencionar los gruesos y anchos más comunes que esta madera presenta.



Gruesos 3, 4, 5 y 6mm. en madera de 3 chapas; 9, 12 y 14mm. en madera de 5 chapas; 19, 21, 22 y 25mm. en madera de 7 chapas. En todas se supone una tolerancia de 0.4mm.

Anchos 76, 91 y 122cm. y los largos son de 152, 183, 214 y 244cm.

En lo referente a el uso de la madera contrachapada en México, es común que se use como cimbra por la calidad de los acabados que se logran con ella. - la sencillez de los sistemas de cimbrado en que se emplea, la facilidad con que permite formar superficies curvas y su durabilidad; otras aplicaciones son: En vigas compuestas de alma de triplay y patines de madera ordinaria o laminada unidos con pegamentos o clavos, placas de unión para armaduras o marcos, techos curvos de placas dobladas o paraboloides hiperbólicos, - diafragmas rigidizantes para resistir fuerzas laterales en edificios, cubiertas de pisos y techos y una gran variedad de componentes prefabricados en combinación con otros materiales.



Esta clase de madera ofrece muchas posibilidades y ventajas para la construcción, ya que tiene una gran resistencia a abrirse cuando es clavada o atornillada debido a la disposición y adhesión de sus capas.

MADERA LAMINADA

Esta compuesta por chapas superpuestas y pegadas con un compuesto sintético y posteriormente prensadas. Su gran resistencia a la humedad, sin agrietarse ni deformarse, la hace utilizable en variadas actividades entre las que sobresale la aviación.

MADERA COMPRIMIDA

Esta formada con chapas de haya o abedul adheridas con resinas sintéticas y prensadas fuertemente en caliente. Su extraordinaria dureza obliga a la utilización de herramientas de acero duro o diamante para poder trabajarlas.

TABLEROS DE FIBRA

Su fabricación es a base de una pasta fibrosa de madera aglomerada con resinas y sometida a presión térmica para unir sus elementos entre sí.

Durante su proceso de fabricación pueden agregarse aglutinantes u otros materiales para prestarle mayor solidez, aumentar su resistencia contra los agentes destructores o para mejorar alguna calidad del producto.

TABLEROS DE AGLOMERADO

Se fabrican en seco con partículas (virutas, lanas) aglomeradas mediante el empleo de un aglutinante orgánico, es unido de uno o más de los siguientes agentes como son: Calor, presión, humedad, catalizador, excluyendo los tableros de lana de madera y otros tableros con aglutinantes inorgánicos.

T A B L A V-7

CARACTERISTICAS DE LA MADERA CONTRACHAPADA FABRICADA EN MEXICO.

Material	Espesores en mm*							Anchos en m			
	3	4.5	6	9	12	16	19	21	0.76	0.91	1.22
Pino.									1.52	1.52	1.52
									1.83	1.83	1.83
	X	X	X						2.14	2.14	2.14
									2.44	2.44	2.44
Pinos para cimbra (marinos)				X	X	X	X	X			2.44
Caoba									1.52	1.52	1.52
									1.83	1.83	1.83
			X						2.14	2.14	2.14
									2.44	2.44	2.44
				X	X	X					2.44
Cedro									1.52	1.52	1.52
									1.83	1.83	1.83
									2.14	2.14	2.14
									2.44	2.44	2.44
Triplay decorativo de maderas tropica les.								2.14	2.14	2.14	
											2.44

* El triplay de 3 a 6 mm. es de 3 chapas; el de 9 a 16 mm. es de cinco chapas; y el de 19 a 21 mm. de siete chapas.

T A B L A V - 8

ALGUNAS CARACTERISTICAS MECANICAS DE LOS TABLEROS DE FIBRA

Clasificación	Densidad gr/cm ³	Grosor normal (mm)	Tolerancia de grosor (mm)		Módulo de ruptura - flexión estática.	Resistencia a tensión (kg/cm ²)		Absorción de agua máximo en	Aumento dimensional en grosor
			Min.	Max.		a	b		
Semiduro	0.80-0.96	3.2	2.92	3.94	-	-	3.5	30	25
Semiduro	0.80-0.96	4.8	4.31	5.20	210	105	3.5	25	15
Semiduro	0.80-0.96	6.3	4.71	6.73	-	-	3.5	25	15
Duro	0.96-1.2	2.5	2.28	2.79	350	175	7	25	22
Duro	0.96-1.2	3.2	2.92	3.94	350	175	7	20	16
Duro	0.96-1.2	4.8	4.31	5.20	350	175	7	18	14
Duro	0.96-1.2	6.3	5.71	6.73	350	175	7	16	12
Extraduro	1.0 -1.2	3.2	2.92	3.94	-	-	10.5	15	11
Extraduro	1.0 -1.2	4.8	4.31	5.20	490	245	10.5	12	10
Extraduro	1.0 -1.2	6.3	5.7	6.73	-	-	10.5	10	8

a - Paralela a la superficie del tablero

(Unión de Productores de Tableros, A. C.)

b - Perpendicular a la superficie del tablero

T A B L A V - 9

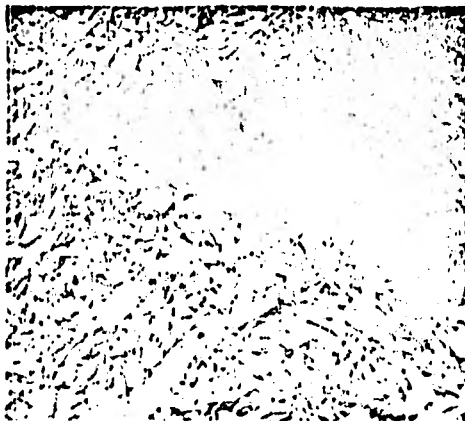
ALGUNAS PROPIEDADES FISICAS DE TABLEROS DE PARTICULAS

Densidad (gr/cm ³)	Características	Unidades	Valor
0.63 - 0.65	Coefficiente de conductividad térmica.	Kg. cal/m ² h°c	0.07
0.70	Coefficiente de conductividad térmica, espesor 19mm.	Kg. cal/m ² h°c	0.097
0.63 - 0.65	Contenido de humedad.	Porcentaje	8 - 10
0.70	Contenido de humedad.	Porcentaje	8 - 9
0.63 - 0.65	Aislamiento acústico de absorción sonora según frecuencias.	dB	24.30
0.70	Atenuación del sonido para frecuencias de 500 c/s, espesor de 19mm.	dB	8.5 - 35
0.63 - 0.67	Hinchamiento después de inmersión de agua durante 2 horas.	Porcentaje	6.8
0.63 - 0.67	Hinchamiento después de inmersión de agua durante 2 horas.	Porcentaje	12.2
0.66 - 0.69	Hinchamiento después de inmersión en agua durante 2 horas.	Porcentaje	6.0
0.70	Hinchamiento después de inmersión en agua durante 2 horas.	Porcentaje	6.0

T A B L A V - 10

ALGUNAS CARACTERISTICAS MECANICAS DE TABLEROS DE PARTICULAS

Densidad Gr/cm ³	Módulo de ruptura en flexión es- tática (Kg/cm ²)	Módulo de elasticidad en flexión estática (kg/cm ² x 10 ³)	Retención de torni- llos (kg) (Kg)	Dureza Monniv	Retención de clavo (kg)	Tensión per- pendicular caras centro (kg/cm ²) (kg/cm ²)
0.63	180	34 a 35	150 115	1.5	35	10 5
0.65	220	34 a 35	150 115	1.5	35	12 6
0.63-0.65	220	34 a 35	150 115	1.5	35.5	10.75 10.25
0.66-0.69	200	---	-- --	--	--	8 6
0.70	200	30	150 115	--	--	-- --



Son buenos aislantes térmicos y acústicos, indeformables e incombustibles.

TABLETOS DE REVESTIMIENTO EN PLASTICO ESTRATIFICADO (FORMICA).

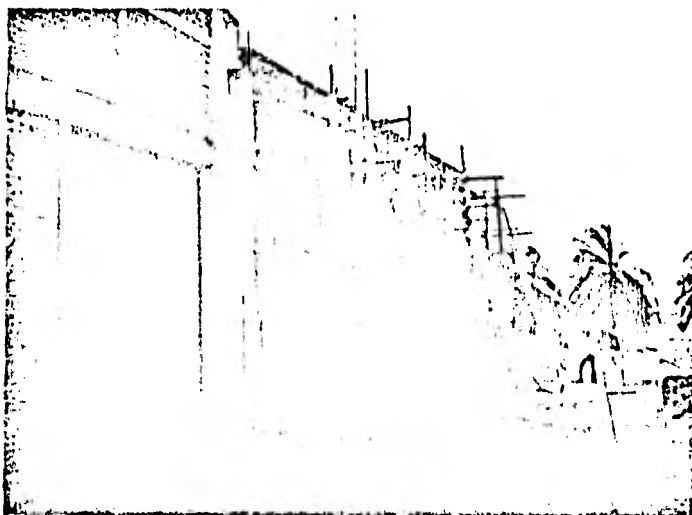
Son fabricados con materiales celulósicos de la madera y de plásticos, su aplicación principal es en el revestimiento de muebles, cocinas y cuartos de baño.

Su dureza, variada coloración y dibujo hacen que sea un material muy apropiado.

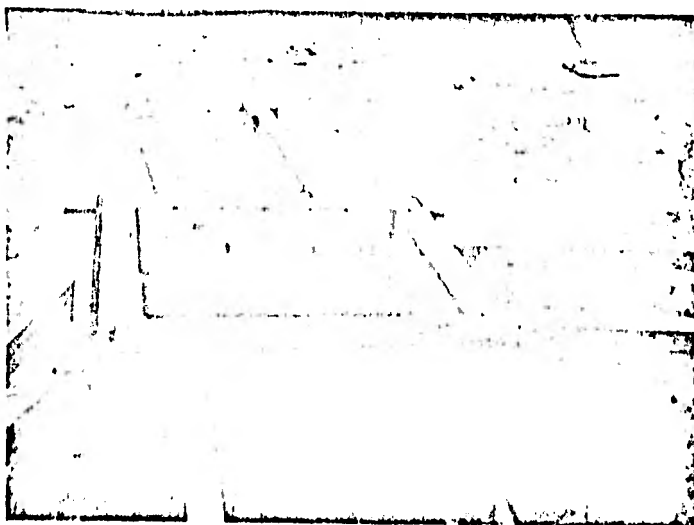
UTILIZACION EN OBRA NEGRA

La aplicación más común estructuralmente de la madera en México es como elemento auxiliar de la construcción en la fabricación de cimbras, andamios y obras falsas.





Las cimbras o moldes se ejecutan comúnmente de madera por ser un material - que adopta con relativa facilidad diferentes formas y cuyo costo es relativamente bajo en comparación al costo de los otros materiales que intervienen, por ejemplo para la fabricación del concreto.





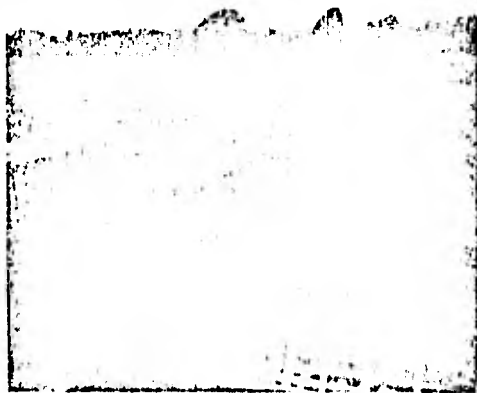
Una cimbra de madera en contacto directo con el concreto y en la cual se ha empleado una buena mano de obra, puede ser usada de 4 a 6 veces.

Si el elemento no está en contacto directo con el concreto (puntales, maderas, contravientos, etc.), su vida útil comunmente se calcula de 10 a 12 usos.

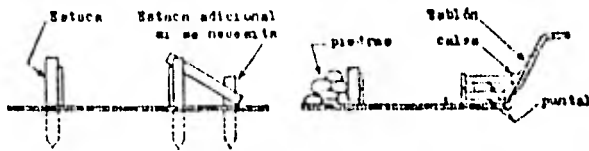


Las maderas más usadas en México para la manufactura de cimbras, son las tablas de 10 centímetros, 4 pulgadas, por lo que es muy conveniente el tomarla en consideración al proyectar secciones de concreto.

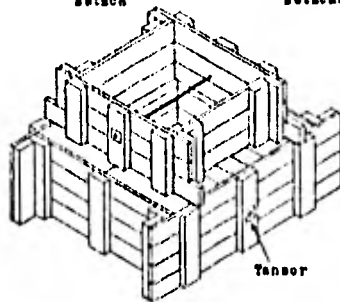
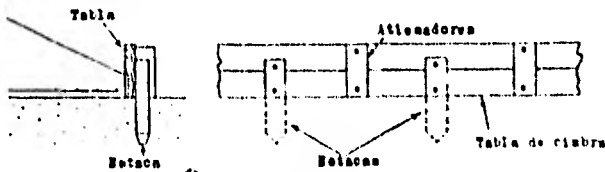
Debemos también hacer notar la gran demanda que tienen los tableros, siendo el más utilizado el triplay para la construcción de cimbras para elementos estructurales de concreto reforzado, como losas, columnas y muros, debido a la buena calidad de acabados que se logran con el empleo de este material.



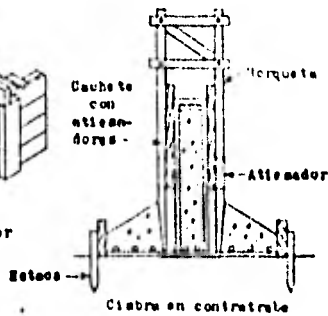
CIMBRAS EN CIMENTACIONES



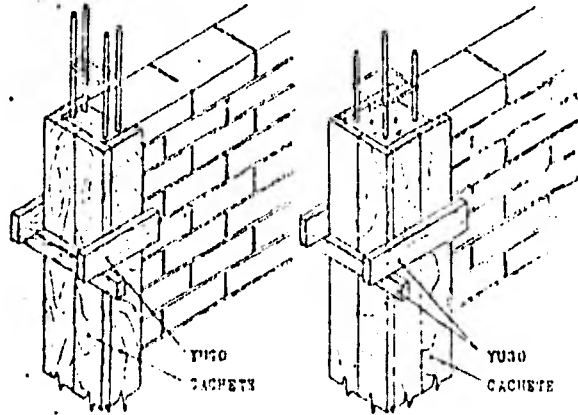
Alternativas para zapatas delgadas. Las gruesas pueden requerir lenceras.



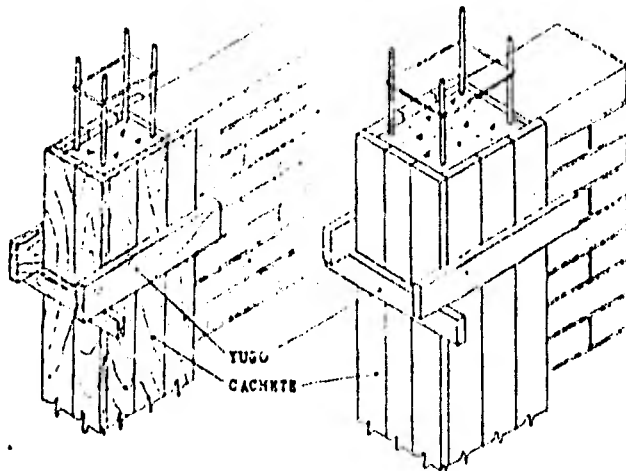
Cimbra para zapata y dado

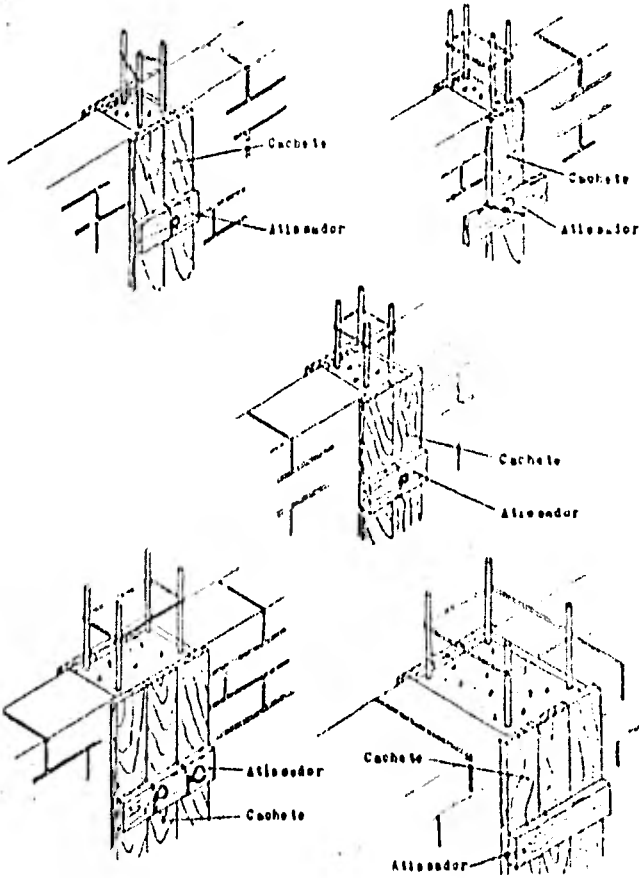


Cimbra en contrate

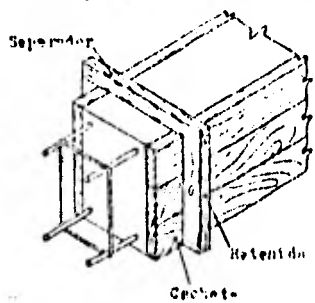
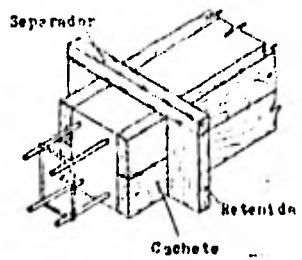
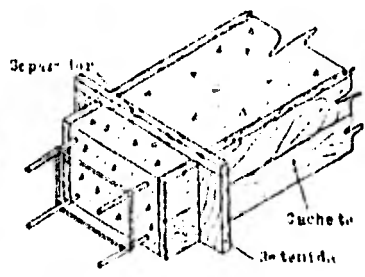
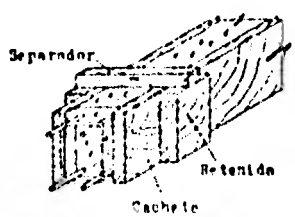
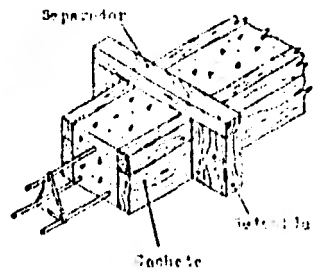
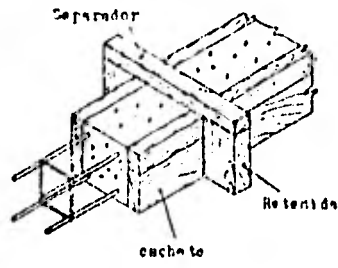


CIMBRA EN CASTILLOS

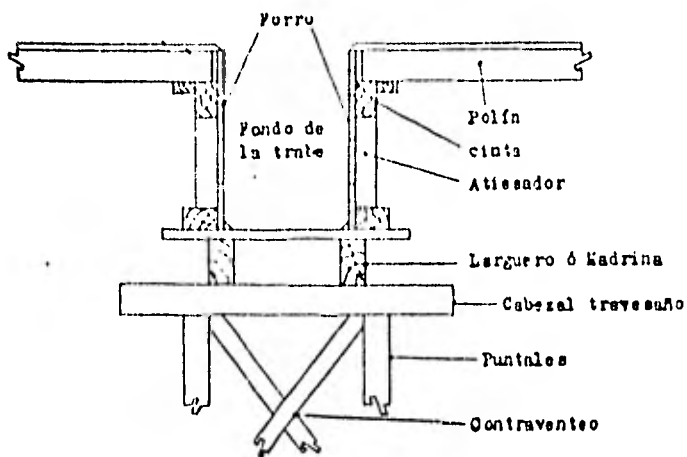
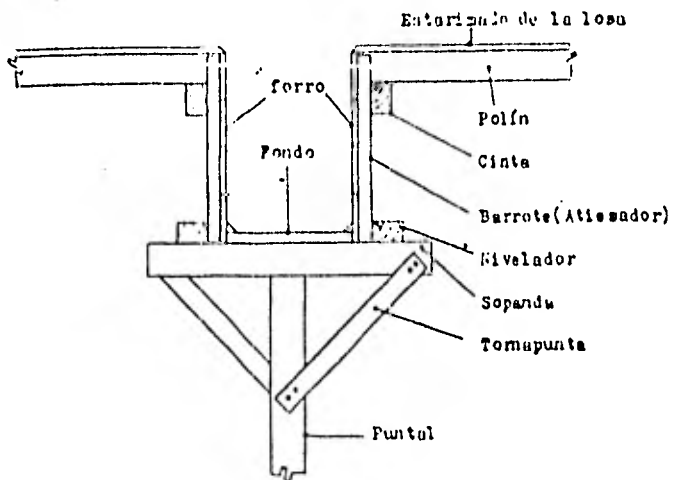


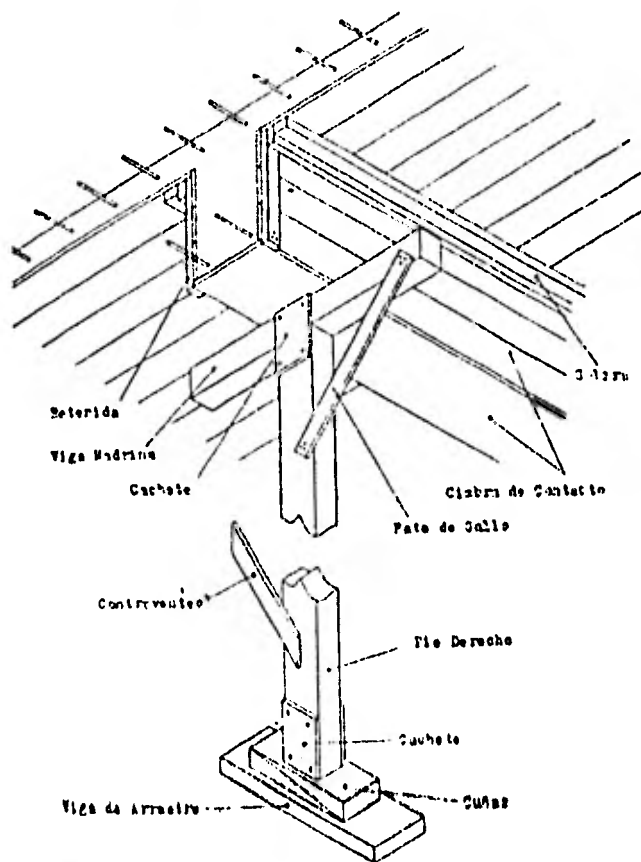


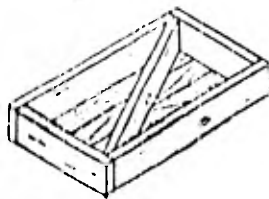
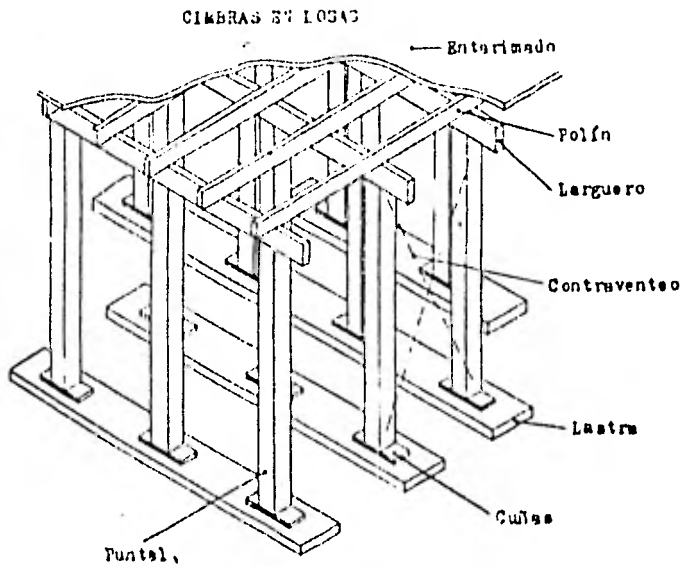
CIMARRA EN DALAS



CIEBRAS EN TRAJES

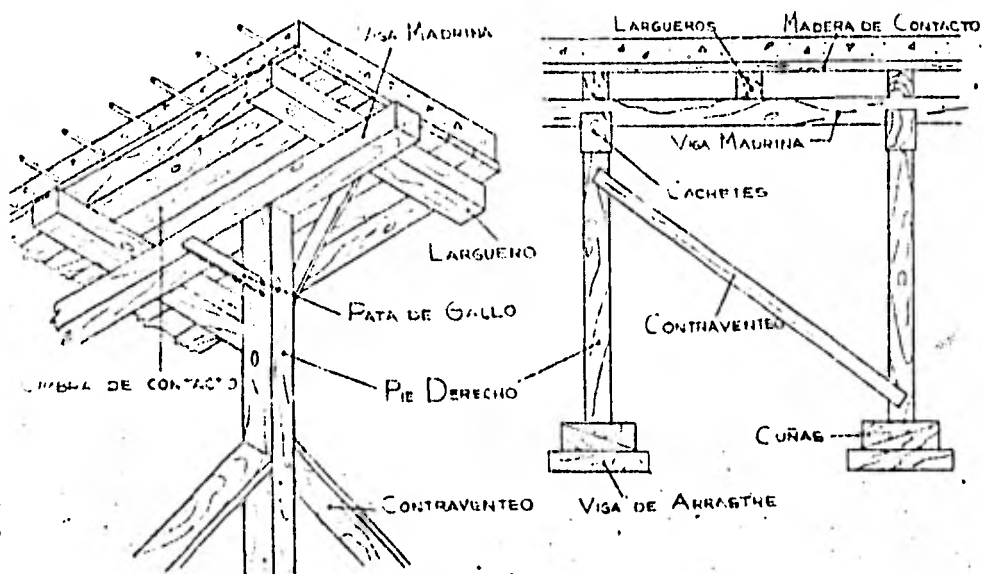


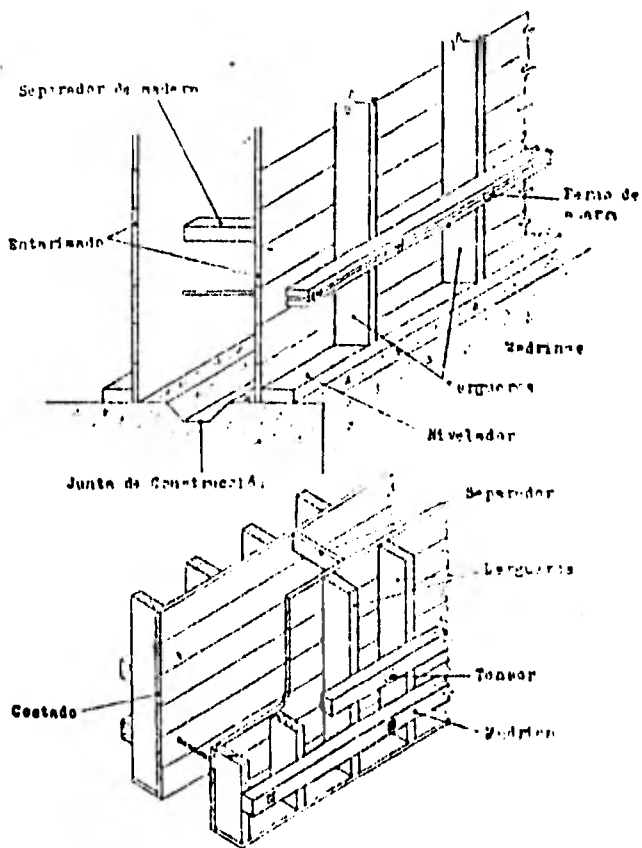




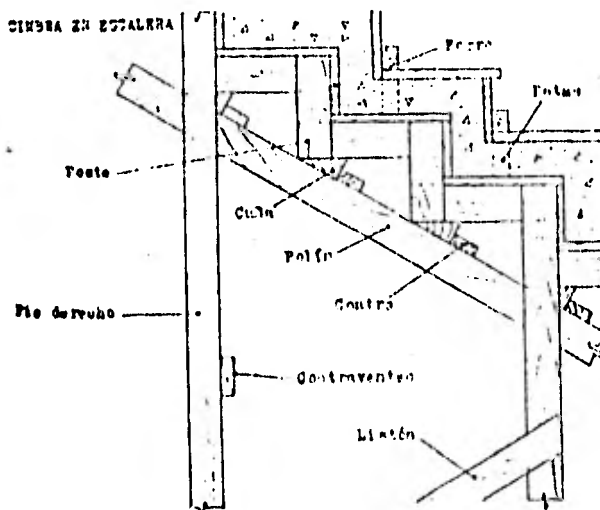
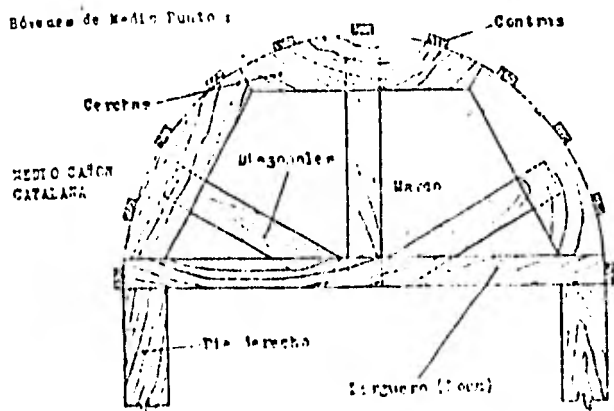
Cajones o Terreas

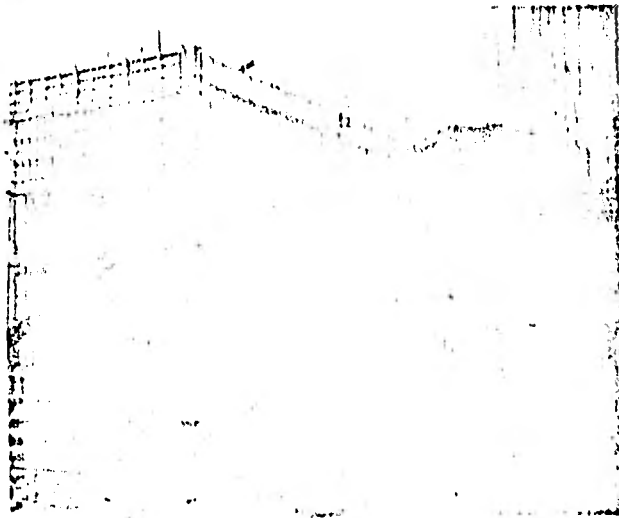
CIMBRA EN LOSAS





CIENRAS PARA MIZOS





La madera comúnmente usada en cimbras tiene un coeficiente de trabajo de 50 Kgs/cm²., para casi todos los esfuerzos que se presentan.

TIPOS DE CIMBRAS

Por su diseño las cimbras pueden ser para un solo uso, desarmables, deslizantes y rodantes.

CIMBRAS PARA CONCRETO APARENTE.

Son aquellas cuya función es la de dejar un aspecto liso a la superficie y acabado perfecto a las piezas coladas.

Para su fabricación se usan comúnmente triplay y fibracel.

CIMBRAS RODANTES.

Son aquellas que se utilizan cuando se van a colar una serie de elementos iguales y consiste en una sección montada en una estructura horizontal formada por vigas y polines que quedan apoyados en ruedas, permitiendo así ir deslizándose la cimbra.

Para poder utilizar este sistema, se hace necesario un juego de gatos tales, que permitan ajustar la cimbra a la altura deseada.

CIMBRAS DESLIZANTES.

Este tipo de cimbras tiene su mejor exponente en las cimbras utilizadas para la construcción de pilos y chimeneas, para lo cual se habilita un juego completo de cimbra de aproximadamente 1.50 metros de altura y se efectúa el colado continuo, sosteniendo y elevando la cimbra por medio de gatos de tornillo

manuales o electrónicos, a razón de 60 centímetros por hora no interrumpiendo la colocación del acero de refuerzo y del concreto hasta haber terminado la realización total del colado.

CONSIDERACIONES PARA EL USO DE LA MADERA EN CIMBRAS

Algunas consideraciones para el uso adecuado de la madera utilizada en la construcción de cimbras son:

La escuadría de las piezas por usar deberá de ser tal, que tenga la resistencia y rigidez necesaria y suficiente para soportar las cargas verticales y empujes laterales a los cuales estarán sometidas.

Los moldes deberán estar sujetos firmemente a fin de evitar deformaciones en el concreto.

La madera deberá impregnarse con alguna sustancia (aceite quemado), para conservarla y evitar que se adhiera al concreto, la colocación de esta sustancia tiene también por objeto impermeabilizar a la madera evitando de esta manera que absorba agua del concreto.

Antes de llevarse a cabo el colado, deben revisarse cuidadosamente todos los moldes, puntales, amarres, distribución y colocación del fierro y hacerse las modificaciones necesarias para evitar defectos.

Uno de los aspectos que más atención requiere es el de la planeación del uso de las cimbras, uno de los defectos que más influye es el costo.

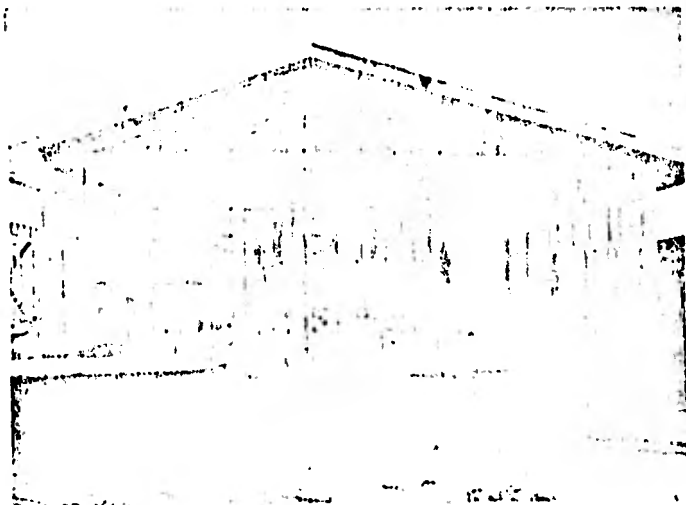
Las cimbras rara vez se proyectan con bases ingenieriles, quedando el diseño en manos de carpinteros, los cuales recurren a métodos empíricos.

Por lo tanto es importante promover en forma más racional el uso de la madera para cimbra a través de cursos de actualización y publicaciones para el diseño y construcción de cimbras dirigidos a los residentes y superintendentes de obras.

INTEMPERISMO

Es de gran importancia proteger las partes expuestas de la madera contra la acción de los agentes naturales, los cuales le causarán su destrucción.

Una de las formas de protección es el diseñar detalles estructurales y arquitectónicos adecuados, como por ejemplo de techos o volados o aleros amplios, que reduzcan a un mínimo el escurrimiento sobre las superficies expuestas de la madera; o bien recurriendo a diversos tratamientos o acabados superficiales entre los que podemos citar: Los que forman película, como las pinturas, los barnices y las lacas; y los que penetran en la madera como tintes pigmentados.



DETERIOROS

Son dos tipos de agentes que ocasionan la destrucción de la madera, los físicos y los biológicos.

Dentro de los físicos se encuentran el fuego, la temperatura y la humedad.

Dentro de los biológicos pueden citarse los hongos y los insectos.

Debido a que la madera es un material muy susceptible al fuego, este elemento llega a ocasionar grandes desastres en las zonas boscosas, a causa de los incendios provocados por las altas temperaturas o en ocasiones por simples descuidos o malas intenciones de las personas. Son diversos los tratamientos ignífugos a los cuales se puede recurrir para lograr que una estructura de madera tenga una adecuada resistencia al fuego. Entre estos tratamientos se encuentran el fosfato de amonio, el fosfato de monomagnesio, el ácido fosfórico etc. Su forma de aplicación es como si se tratara de pinturas o se le impregnan en soluciones.

En lo que se refiere a la humedad, haremos notar que cuando una madera tiene un contenido de humedad arriba del punto de saturación de sus fibras, es susceptible a ser atacada por hongos.

Cuando se lleva a cabo el ataque de hongos en la madera, son tres los defectos asociados con dicho ataque y son: Manchado, pudrición y enmohecimiento.

MANCHADO

A este defecto se le llama comúnmente mancha azul, siendo la madera de las coníferas la más susceptible y en especial la albura se presenta en las etapas iniciales de secado y es causado por un grupo de hongos que usan como alimento ciertas sustancias como los almidones, los cuales se hayan almacenados en algunas de las células de la madera.

PUDRICION

Es causada por un grupo de hongos diferentes a los causantes del manchado, en este caso dichos hongos se alimentan de la madera en sí y la destruyen reduciendo notablemente su resistencia mecánica, cambiando su color y en ciertos casos impartiendo olor desagradable.

ENMOHECIMIENTO

Este fenómeno se presenta en las etapas iniciales del secado y el daño que acusa es leve, consistente en una ligera decoloración en las capas superficiales de la madera, la cual desaparece cuando la superficie se cepilla.

La variación de temperaturas ocasiona en la madera algunos deterioros, ya que el desarrollo del árbol del cual se obtiene la madera no se lleva a cabo en la forma normal, ocasionando con esto que se obtenga a veces maderas defectuosas.

Otro de los efectos que se presentan en madera es la disminución de resistencia al ir aumentando la temperatura.

Otros de los organismos que ocasionan daño a la madera son:

BARPENADORES MARINOS.) Pueden ser moluscos o crustáceos. Los primeros penetran en la madera y se desarrollan dentro de ella; los segundos atacan a la madera desde el exterior, por lo que resulta más fácil de apreciar dicha destrucción por medio de una inspección ocular.

TERMITAS.) Estos organismos se dividen en subterráneas y de madera seca. Las primeras son las que causan mayor daño a las estructuras de madera, ya que su principal fuente de alimento es la celulosa de la madera.



Las termitas de madera seca constituyen una amenaza en algunas regiones, viven dentro de la madera sin ningún contacto con la tierra, provocando tan solo una fracción de la destrucción total provocada por las termitas en general.

La mayoría de los tratamientos que son efectivos contra los hongos sirven también contra los insectos.

Consiste esencialmente en aplicar una solución acuosa o aceitosa de sustancias tóxicas mediante brocha, aspersión, inmersión o presión, siendo el mejor este último.

Para evitar el deterioro causado por hongos se recomienda que la madera se mantenga constantemente a un contenido de humedad inferior al punto de saturación de la fibra. Si lo anterior es imposible, debe tratarse con un fungicida adecuado (creosota; pentaclorofenol; sales hidrosolubles de cobre cromo natural y arsénico, comúnmente llamadas sales CCA; tetraclorofenol; etc.) el cual se aplique usando alguno de los métodos de protección antes citados o escoger una especie con gran durabilidad.

Respecto a los insectos, existen métodos de protección para la madera, como el uso de insecticidas, polvos desecantes de ácido bórico y sílica fuorinado o de arsénico, etc.

Algunos insecticidas son el dieldrín, aldrín, muy difíciles de obtener, el heptacloro y clordano. La solución a emplear dependerá muchas veces del uso final de la pieza.

ACCESORIOS QUE SE REQUIEREN

El dimensionamiento de las uniones o conexiones entre miembros, es uno de los aspectos más difíciles del diseño de estructuras de madera. Con frecuencia es el espacio requerido para los detalles de unión el que define las dimensiones de los miembros más que las fuerzas que estos deben de soportar.

Dentro de los elementos de unión utilizados en las estructuras de madera tenemos los siguientes:

CLAVOS.

Se fabrican con alambre liso de acero de bajo carbono.

Pueden ser sin cabeza o con cabeza. Los más comunes fabricados en México y que son aplicables en la construcción son los "Standard", cuyas longitudes varían de una a seis pulgadas y el tipo americano con longitudes de una a ocho pulgadas.

Su utilización más usual es la construcción ligera propia de viviendas en que el grosor de las piezas por unir no suele exceder de unos cinco centímetros. La desventaja en su uso es el requerimiento de una considerable mano de obra.

PERNOS.

Son piezas alargadas de acero redondo cuyas terminaciones en un lado es de cabeza plana y cilíndrica o prismática y por el otro lado por una parte roscada que termina en una tuerca generalmente hexagonal, permitiendo oprimir fuertemente las piezas atravesadas por el perno.

Su diámetro varía entre 1/4 y 3", generalmente se emplean en combinación con rondanas.

TORNILLOS.

Son piezas alargadas en las cuales su espesor va disminuyendo hasta terminar en punta.

Debido a la forma espiral de su cuerpo, los tornillos tienen una alta resistencia a la extracción.

Los tornillos para madera fabricados en México varían en longitud de 5/16 a 3 pulgadas, presentando además diversos diámetros.

En cuanto a la unión de piezas pequeñas, los tornillos resultan menos fáciles de colocar que los clavos, los cuales ofrecen gran sencillez en su colocación.

PIJAS.

Son semejantes a los tornillos aunque de dimensiones considerablemente mayores en lo que respecta a longitud y diámetro. Su cabeza suele ser cuadrada para la aplicación de la llave de tuercas por medio de la cual se lleva a cabo su fijación.

PEGAMENTOS.

Dentro de los pegamentos más usuales de origen natural se encuentra la caseína, o artificiales como algunas resinas sintéticas con propiedades adhesivas.

El uso de pegamento en conexiones de miembros de madera es relativamente reciente y aún hay aspectos que requieren de un profundo estudio.

Una de las aplicaciones que más éxito han tenido es en las juntas de armaduras ligeras a base de placas de triplay. En lo referente a su aplicación, deben poder aplicarse a temperaturas relativamente bajas y sobre madera húmeda y rugosa.

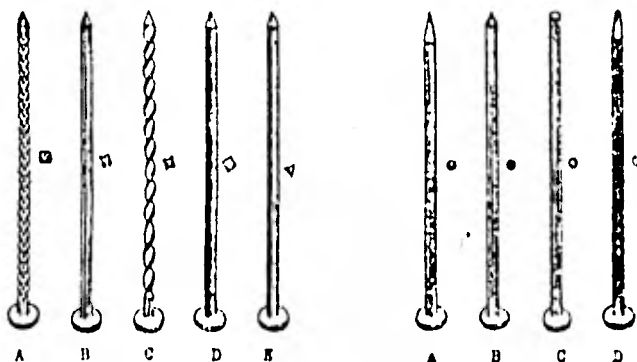
ABRAZADERAS.

Son piezas de acero en forma de "U" cuyos brazos terminan en una parte cilíndrica roscada, provista de una tuerca que ajusta sobre una pequeña placa de acero atravesada por los dos brazos.

Se utilizan para reemplazar los pernos cuando son importantes los esfuerzos laterales o para obtener un ajuste más enérgico.

ESTRIBOS.

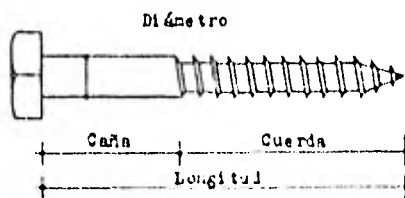
Son piezas en forma de "U" cuyos extremos rectos o doblados presenta perforaciones que dan paso a pernos.



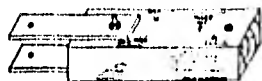
Tipos de cañas de clavos.
 A) dentado, B) con surcos longitudinales, C) con surco espiral, D) cuadrado
 E) triangular.

Tipos de puntas de clavos.
 A) largo y agudo, B) cono
 C) sin punta, D) aguzada y despuntada.

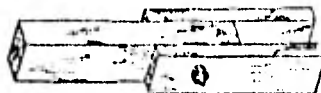
(a)



Fijo.
 (b)



Unión de placas metálicas a pieza de madera con perno.



Unión de piezas de madera con perno.

(c)

GRAPAS.

Son piezas planas de hierro, provistas de agujeros para el paso de pernos y cu yos extremos terminan en una parte cilíndrica roscada, provista de una tuerca.

Se emplean para la ensambladura de piezas perpendiculares entre sí.

CHAPAS.

Son placas de acero que abrazan la ensambladura, reunidas o ajustadas por los pernos que atraviesan las piezas, a veces se doblan los extremos de la chapa y se les hincan en la madera.

ESCUADRAS.

Son elementos de acero de formas diversas (simples, dobles, en T, esquineras o rinconeras), que se aplican sobre las piezas ensambladas y que se fijan mediante pernos o tornillos.

CONECTORES ESPECIALES.

Son aquellos cuya función principal es la de aumentar la capacidad de los pernos.

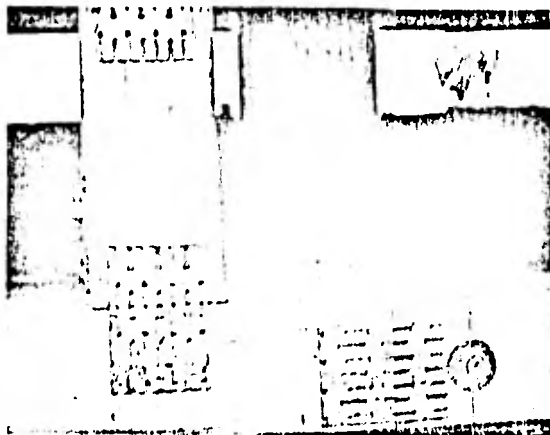
Los tipos más comunes son los de anillo partido, placa de cortante, anillo dentado y diversas variantes de rejillas con púas.

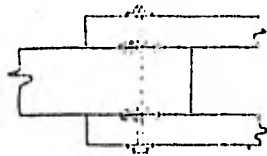
En México estos elementos de uniones son prácticamente desconocidos, por lo que es conveniente el desarrollo de conectores semejantes con tecnología propia y buscando alternativas sencillas.

ACCESORIOS DIVERSOS.

Además de las placas clavadas de triplay o de lámina utilizadas para unir miembros de armaduras, existen una gran variedad de accesorios estandar que facilitan las conexiones de miembros de madera.

En México hay poca producción de este tipo de dispositivos, por la escasa demanda exceptuando a la placa multiclavo (placa con salientes integrados que actúan como clavos), la cual ya se fabrica pero con tecnología importada.

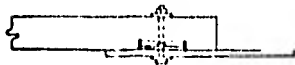




(a) Junta con varios anillos partidos.



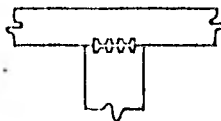
(b) Junta sencilla de anillo dentado.



(c) Placa para cortante para juntas de madera a acero.



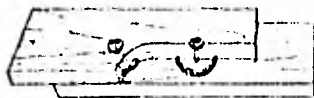
(d) Placa sujetadora.



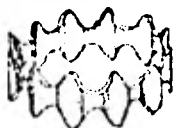
(e) Rejilla dentada.



(a) Anillo Partido.



(b) Junta hecha con anillos partidos. Se hizo un corte en uno de los miembros para mostrar la posición de los anillos.



(c) Anillo Dentado.



(d) Conectores de placa a cortante.



(e) Placa de uñas.



(f) Placas sujetadoras.



Plano



Curva Simple



Doble Curvatura

(g) Rejillas Dentadas.

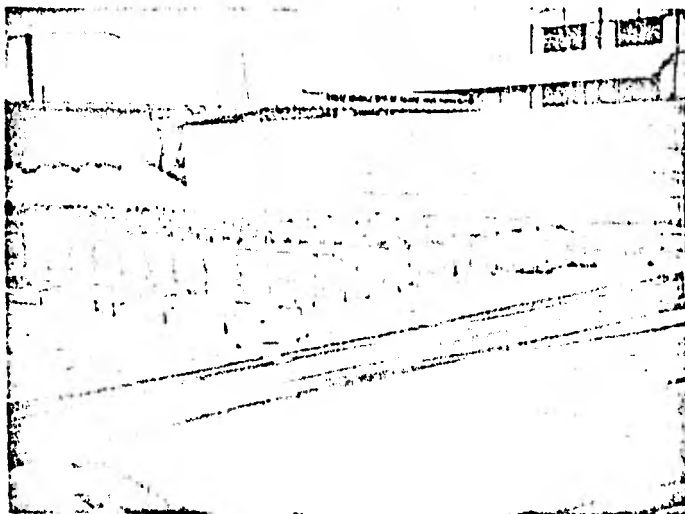
UTILIZACION

La madera es empleada a gran escala en las obras, ya sea para trabajos definitivos o para trabajos provisionales,

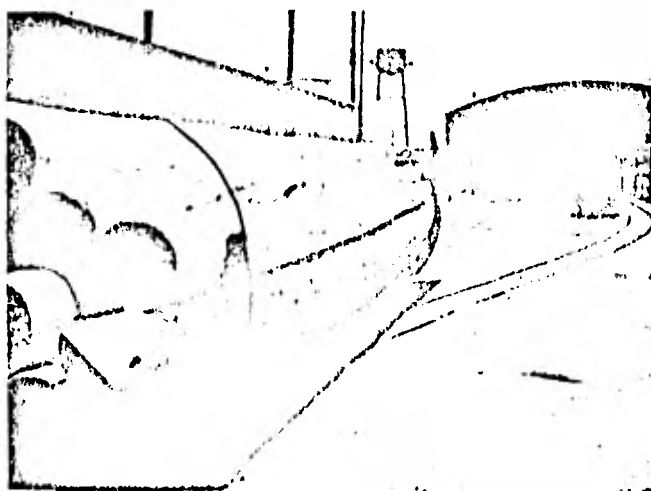
Dentro de sus múltiples usos pueden citarse los siguientes:

Como pilas, puentes y pasarelas provisionales, cimbras en general, protección de excavación en pozos y galerías, estructuras de construcciones provisionales, estructura de construcciones definitivas, construcciones livianas efectuadas, obradores (talleres, oficinas, dispositivos), postes hincados en el suelo, armaduras, marcos, arcos, estructuras laminares, columnas, andamios, postes para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica y de comunicación telefónica, muelles, diques, rompeolas, acabados arquitectónicos, para la obtención del papel, en la industria automóvil, en la industria eléctrica, en fin es muy extensa la gama de aplicaciones que posee dicho material.

ALGUNAS APLICACIONES



Cimbras para Pilotes.



Postes para Conducción de Líneas Eléctricas

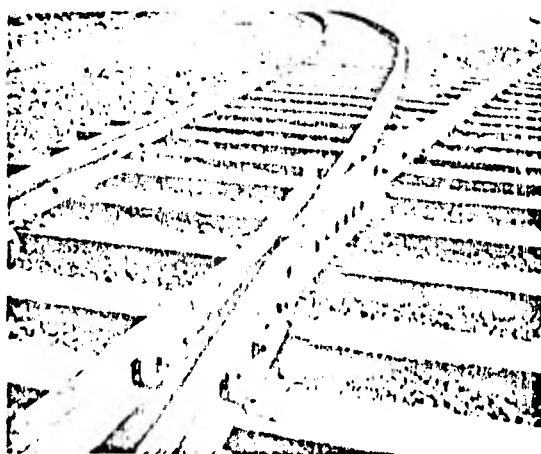
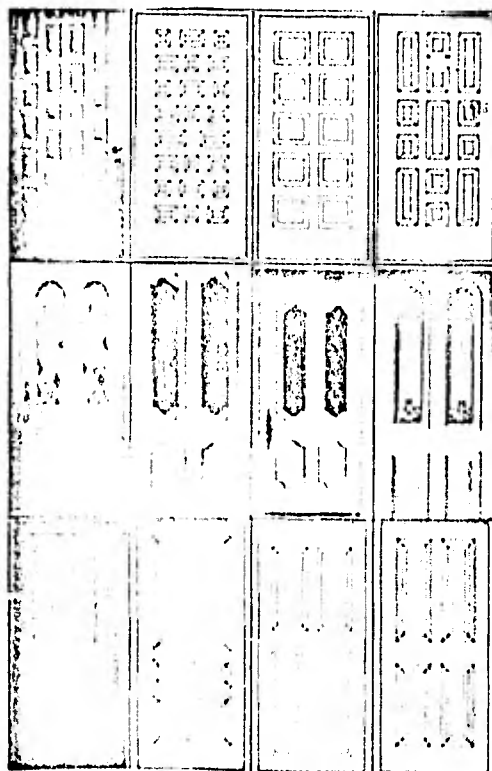


Postes para Conducción de Líneas Telefónicas

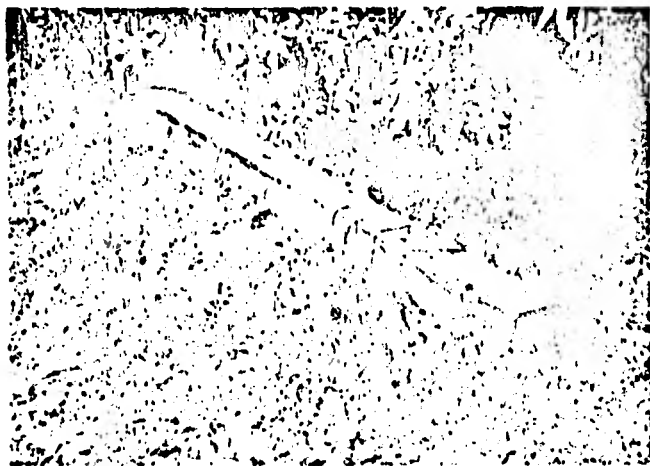


Casa Habitación

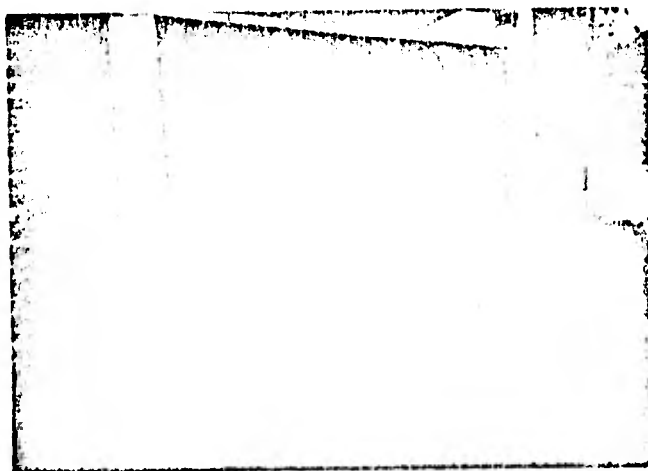
Puertas



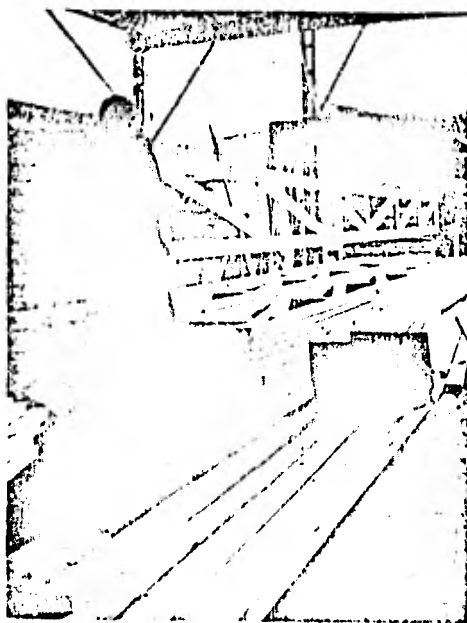
Durmientes



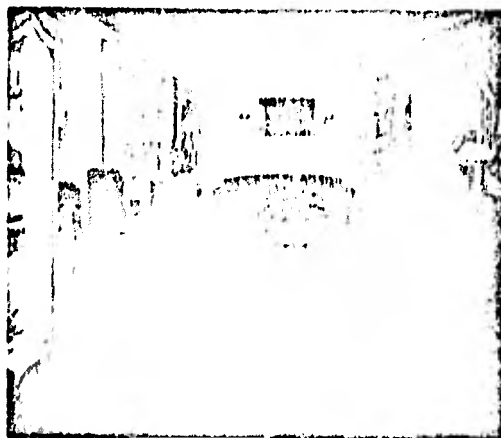
Postes para Alambrados



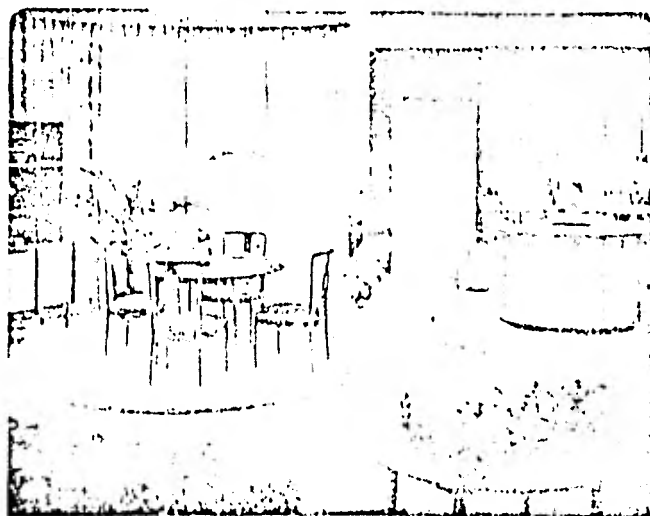
Puertas



Armaduras



Acabados Interiores



Muebles .



Acabados Interiores

VI CONCLUSIONES

Es muy importante conocer las propiedades de cada uno de los materiales que intervienen en la construcción de determinada obra ingenieril, para que en base a dicho conocimiento, pueda tenerse un aprovechamiento más adecuado de los aspectos en que ese material vaya a ser aplicado en determinada obra.

Saber de la disponibilidad de determinados productos a nivel comercial, para en base a ello tomarlos en cuenta, ya que pueden existir grandes recursos disponibles que permitan la obtención de determinado material y no existir suficiente información acerca de los variados usos que pueda darse a ese material.

Un ejemplo de lo anterior lo tenemos en la madera, material de origen natural cuya disponibilidad en el País es grande, pero - que a pesar de eso no se le ha dado la difusión necesaria y por lo consiguiente no se ha aprovechado dicho recurso en toda plenitud.

Conviene editar información más reciente acerca de los materiales naturales con que se cuenta en el País, para que en base a dicha información, conocer en determinado momento con que materiales se cuenta, dependiendo la zona en la que se vaya a construir determinado tipo de obra, logrando con esto un buen ahorro ya que entre más alejadas se encuentren las fuentes de obtención de materiales, mayor será el costo de la obra por ejecutar.

Analizar en determinado momento diferentes aspectos de los materiales como son: su origen, obtención, tratamiento, clasificación, utilización, etc.; los cuales conduzcan a tomar decisiones certeras en determinado momento cuando se presente un problema y se busque su solución.

Un ejemplo de lo anterior es cuando se hace necesaria la sustitución de algún material especificado en el proyecto por otro; debemos por lo consiguiente conocer diversos aspectos de este nuevo material para así tener seguridad de que es el adecuado.

Debemos tomar en cuenta la serie de datos que tendremos al plantear un problema constructivo, como son: la finalidad, es decir el tipo de obra que se vaya a ejecutar, por ejemplo: un puente, un hospital, etc.; la estabilidad y resistencia, referente a conocer la serie de cargas y esfuerzos, que se le van a imponer a la estructura; la estética, relacionada con la apariencia agradable a la vista; y finalmente la economía, la cual se logra por medio de un control estricto durante la ejecución de la obra, ya que en base al estudio de cada uno de ellos varemos cual será la mejor elección del material a emplear en una obra, logrando con esto un buen resultado.

Es muy positivo el fomento de la realización de tesis y trabajos escritos destinados a ser tomados como base para la elaboración de apuntes, los que más tarde servirán a que la población estudiantil encaminada a la Ingeniería Civil conozca en cierta forma algunos aspectos relacionados con determinados temas, en este caso con los materiales naturales.

Hoy en día los requerimientos de las construcciones exigen especificaciones mayores, como claros más grandes, menores espesores, formas geométricas variadas, pero siempre y cuando dichos requerimientos no vayan a constituir un problema serio en el desarrollo de la obra que sólo se podrá evitar mejorando procedimientos de cálculo, controlando severamente las condiciones de ejecución y desde luego aumentando nuestro conocimiento acerca de las propiedades de los materiales que utilizamos para resolver determinado problema constructivo.

BIBLIOGRAFIA

- DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS 1a. y 2a. Parte
División de Educación Continúa
Facultad de Ingeniería, UNAM
- MECANICA DE SUELOS (TOMO I)
Juárez Badillo - Rico Rodríguez
Editorial Limusa
México 1980
- MECANICA DE SUELOS EN LA INGENIERIA PRACTICA
Karl Terzaghi - Ralph B. Peck
Editorial El Ateneo
- GEOLOGIA FISICA
Longwell y Flint
Editorial Limusa
- GEOLOGIA APLICADA A LA INGENIERIA CIVIL Y FOTO INTERPRETACION
Juan B. Puig
- PRINCIPIOS DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA PARA INGENIEROS
D.P. Kryniene W.R. Judd
Editorial Omega, S.A.
- APUNTES DE CONOCIMIENTO Y FABRICACION DE MATERIALES
Oswaldo V. Lozano
Universidad de Nuevo León, 1963
- MATERIALES DE CONSTRUCCION
Felix Orus Asso
Editorial Dorcat, S.A.
- TRATADO DE CONSTRUCCION (TOMO I)
Antonio Miguel Saad
Editorial CECSA, 1978
- LOS ARIDOS EN LA CONSTRUCCION
Francisco Arredondo y Verdú
Editores Técnicos Asociados, S.A.
Barcelona España, 1967

- MATERIALES Y ELEMENTOS DE CONSTRUCCION (TOMO 4)
Enciclopedia CEAC del Delineante
Barcelona, España
- PRONTUARIO DE LA MADERA
P. Coma
Editorial Gustavo Gili, S.A.
Barcelona, Enrique Granados 45
- LA MADERA Y SU USO EN LA CONSTRUCCION (No. 1)
Víctor Pérez M.
Ramón Echenique M.
Inires Lacitema
- LA MADERA Y SU USO EN LA CONSTRUCCION (No. 2)
Raymundo Dávalos S.
Frederick F. Wangaard
Inires Lacitema
- LA MADERA Y SU USO EN LA CONSTRUCCION (No. 3)
Josefina Barajas Morales
Ramón Echenique Manrique
Inires Lacitema
- LA MADERA Y SU USO EN LA CONSTRUCCION (No. 4)
José Erdoiza
Ramón Echenique M.
Inires Lacitema
- LA MADERA Y SU USO EN LA CONSTRUCCION (No. 5)
Francisco Robles Fernández
Inires Lacitema
- LA MADERA Y SU USO EN LA CONSTRUCCION (No. 6)
Guadalupe Barcenas Dazos
Rubén Romero Rejón
Inires Lacitema
- LA MADERA Y SU USO EN LA CONSTRUCCION (No. 7)
Víctor Pérez Morales
Guadalupe Barcenas
Inires Lacitema

- TABLEROS DE FIBRA Y TABLEROS DE MADERA AGLOMERADA
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura
y Alimentación
(FAO)
- CARACTERISTICAS DE LA MADERA Y SU USO EN LA CONSTRUCCION
Serie Maderas de México (CNIC)
- LA MADERA DE CONSTRUCCION
Fromente, Georges
- CIMBRAS
APUNTES SOBRE SU DISEÑO Y CONSTRUCCION
Federico Alcaraz Lozano - Salvador Medina Rivero
IMCYC 1979
- APUNTES DE MECANICA DE MATERIALES (PARTE I)
Facultad de Ingeniería, UNAM
- SERIE CIMBRAS (TOMO II)
MATERIALES MONTAJES Y ACCESORIOS
J.G. Richardson
IMCYC
- SERIE CIMBRAS (TOMO III)
JUNTAS ADITAMENTOS COLADO Y ACABADO
J. G. Richardson
IMCYC
- SERIE CIMBRAS (TOMO IV)
CIMBRAS FALLAS SEGURIDAD DE LA CIMBRA Y DESCIMBRADO
J. G. Richardson
IMCYC
- PRINCIPALES MATERIALES DE CONSTRUCCION
Abraham Ramírez Sabaq
Tesis Profesional
Facultad de Ingeniería, UNAM 1977
- LAS GRAVAS
Eduardo Parra Azuara
Tesis Profesional
Facultad de Ingeniería, UNAM 1974

- METODOS DE EXCAVACION EN TERRACERIAS
EXCAVACIONES EN ROCA A CIELO ABIERTO, EXCAVACIONES
SUBTERRANEAS
Ernesto Rene Mendoza Sánchez
Ricardo Ytt Espinosa
Tesis Profesional
Facultad de Ingeniería, UNAM 1975