

22
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
A R A G O N

“APUNTES DE LA MATERIA DE
CONSTRUCCION”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO CIVIL

PRESENTA :

MARTIN MANGERA LOPEZ

E
N
E
P
A
R
A
G
O
N



UNAM

MEXICO, D. F.

1988

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCION.....	1
-------------------	---

CAPITULO II

CAMPOS DE LA INGENIERIA CIVIL.....	2
INTERRELACION DE LOS CAMPOS DE LA INGENIERIA CIVIL.....	10
CAMPOS DE LA CONTRUCCION.....	10
LA CONSTRUCCION COMO PROCESO.....	11

CAPITULO III

SISTEMAS DE CONTRATACION.....	13
PRESUPUESTO.....	14
PROYECTO.....	14
PRECIO UNITARIO.....	17
COSTOS DIRECTOS.....	20
MATERIALES.....	24
COSTO DE MATERIAL EN OBRA.....	27
CONCEPTOS DE MANO DE OBRA.....	29
LEY FEDERAL DE TRABAJO.....	32
OTRAS CONSIDERACIONES DEL SALARIO.....	35
OBTENCION DEL SALARIO REAL.....	35
RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA.....	42
COSTOS INDIRECTOS.....	44
ADMINISTRACION CENTRAL.....	45
ADMINISTRACION DE GASTOS GRALES. DE OBRA.....	46
FIANZAS Y SEGUROS.....	48
IMPREVISTOS.....	49
UTILIDAD.....	49
CARGOS ADICIONALES.....	51

CAPITULO IV

MAQUINARIA.....	52
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA SELECCION DEL EQUIPO.....	52
VIDA UTIL DE LA MAQUINARIA.....	53
VIDA ECONOMICA DEL EQUIPO.....	54
VALOR DE RESCATE.....	56
MANTENIMIENTO.....	57
COSTO DE MAQUINARIA.....	60
DESCRIPCION DEL EQUIPO USUAL DE CONSTRUCCION.....	64
TRACTORES.....	65
COMPACTADORES.....	69
TRANSPORTES.....	77
CARGADORES.....	82
MOTOESCREPAS.....	86
EJEMPLOS DE COSTO HORARIO DE LA MAQUINARIA.....	

CAPITULO V

MATERIALES.....	91
INTRODUCCION.....	91
PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y MECANICAS DE LOS MAT....	92
ROCAS.....	93
ROCAS IGNEAS O PRIMARIAS.....	93
ROCAS SEDIMENTARIAS.....	93
ROCAS METAMORFICAS.....	94
CLASIFICACION DE LAS ROCAS.....	96
METODOS DE EXPLORACION DE ROCA.....	97
METODOS INDIRECTOS.....	97
METODOS DIRECTOS.....	99

SUELOS.....	107
CLASIFICACION DE LOS SUELOS (S. U. C. S.).....	108
MUESTREO.....	109
PROPIEDADES FISICAS.....	110
TRATAMIENTOS.....	110
USOS.....	112
GRAVAS.....	113
USOS.....	113
MATERIAL DE ORIGEN MARINO.....	115
PROPIEDADES FISICAS.....	116
MADERAS.....	118
COMPOSICION, DESARROLLO Y CLASIFICACION.....	119
PROPIEDADES MECANICAS.....	121
TRATAMIENTOS Y ALMACENAMIENTO.....	123
DIMENSIONES.....	124
CALIDADES.....	124
UNION DE PIEZAS DE MADERA.....	125
ELEMENTOS DE SUJECION.....	126
MATERIALES FABRICADOS.....	127
CEMENTO.....	127
FABRICACION.....	128
PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.....	130
DIFERENTES TIPOS DE CEMENTO.....	132
UTILIZACION.....	136
ADITIVOS Y PUZOLANAS.....	139
ADITIVOS.....	139
PUZOLANAS.....	141

LAS CALES Y LOS YESOS.....	143
CALES.....	143
YESOS.....	146
ASFALTOS.....	149
ACERO, ALUMINIO Y METALICAS EN GENERAL.....	159
ACERO.....	159
ALUMINIO.....	167
METALICAS EN GENERAL.....	159
COBRE.....	170
BRONCE, LATON Y PLOMO.....	171
ESTAÑO.....	173
LADRILLOS Y CERAMICAS.....	174
CAPITULO VI	
INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS.....	181
CAPITULO VII	
CONCLUSION.....	193

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N

En este trabajo se pretende introducir al alumno en la construcción, indicando las cualidades de cada etapa del proceso constructivo. Estudiar los distintos factores que intervienen en dicho proceso constructivo: Materiales, Personal, Equipo, Control de Calidad y Administración.

Antes de iniciar cualquier tipo de construcción el Ingeniero deberá elaborar un Plan, un Presupuesto de acuerdo al Proyecto y un Programa de Obra que estará en función del equipo de construcción que se disponga y el proceso productivo adoptado.

Al elaborar el presupuesto el constructor debe verificar previamente la disponibilidad del personal y del material de construcción para ejecutar la obra.

Conoceremos los diferentes materiales que son utilizados en la construcción de diferentes obras, sus costos, rendimientos, etc. Enmarcando que existen gran diversidad de estos y la aparición de nuevos y sofisticados materiales.

La maquinaria de construcción constituye un elemento de producción sumamente valioso en todos los aspectos.

Es ineludible por tanto la correcta administración de estos recursos y los recursos complementarios para lograr los objetivos de la empresa o institución.

En lo que respecta a los fundamentos de legislación laboral, en métodos de control de calidad y en administración deseamos contemplar las reglamentaciones actualizadas para una mejor capacitación.

Al término de este trabajo deseamos que el alumno sea capaz de calcular precios unitarios, a elaborar programas de obra, aplicar distintos procesos constructivos, a organizar y administrar la construcción de una obra.

C A P I T U L O I I

CAMPOS DE LA INGENIERIA CIVIL

El trabajo que desarrolla la ingeniería civil está encaminada a proveer a los individuos y a la sociedad de satisfactores útiles, económicos y seguros.

A estos satisfactores les llamamos obras y para realizar una obra se siguen ciertos pasos, comúnmente aceptados en la profesión. Estos pasos forman un proceso que ordena toda la actividad que lleva a cabo el ingeniero civil. No importa si se trata de una carretera, una presa, un gran edificio o simplemente una casa habitación. Para llegar a concluir cualquier obra es necesario hacerlo ordenadamente.

Por la gran diversidad de conocimientos, que forman parte de la Ingeniería Civil y del extenso campo de actividades que desarrolla el ingeniero civil se distinguen los siguientes campos:

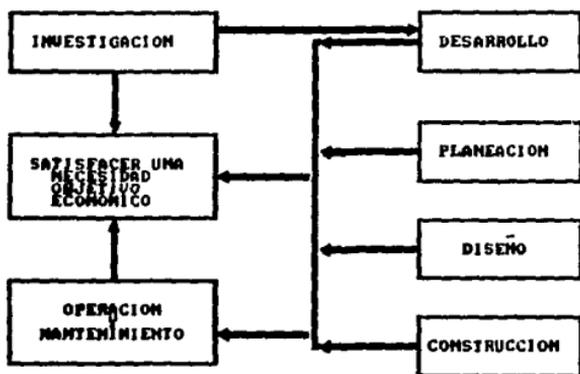
- a) Investigación pura
- b) Desarrollo o investigación aplicada
- c) Planeación
- d) Diseño
- e) Construcción
- f) Operación y mantenimiento

INVESTIGACION PURA

Este campo tiene como objeto principal la búsqueda metódica y sistemática de Nuevos conocimientos, potencialmente aplicables a los otros campos de la Ingeniería Civil.

La Investigación Pura se lleva a cabo aplicando el método científico que consiste principalmente en:

- 1) Identificar un problema no resuelto por los conocimientos disponibles y formular una hipótesis sobre el mismo.
- 2) Derivar consecuencias lógicas de dicha hipótesis susceptibles de verificar mediante un experimento especialmente diseñado a través de un evento natural.
- 3) Evaluar la validez de lo supuesto y como conclusión.
- 4) Ampliar los conocimientos y formular nuevos problemas.



CAMPOS DE LA INGENIERIA CIVIL

El termino investigación tal como se entiende en este capitulo denota un extenso grupo de actividades, en las cuales el Ingeniero Civil se ocupa. Estas actividades incluyen la investigación de nuevos hechos en la naturaleza sin considerar en muchas ocasiones, el valor utilitario posterior de los resultados detenidas en un campo de actividad especifico.

La actividad, la investigación en ingenieros por consiguiente comprenden una amplitud de actividades creativas que es superior y a medida mas exige en lo que se requiere en la investigación aplicada.

DESARROLLO O INVESTIGACION APLICADA

La aplicación directa de los conocimientos generados en el campo de la Investigación Pura, a la solución de problemas especificos de la Ingeniería, da como resultado una actividad denominada desarrollo o investigación aplicada.

El ingeniero dedicado a la investigación aplicada no le satisfacera por ejemplo; saber que hay una manera científica de mostrar que el vuelo es posible. El necesita que el avión por diseñar tambien seguro, confiable, rapido, confortable, economico y capaz de llevar suficiente carga; para lograr esto, requiere hacer investigaciones que le ayuden a comprender mas a fondo los fenomenos de la naturaleza que incidan de manera directa sobre la necesidad que esta tratando de satisfacer.

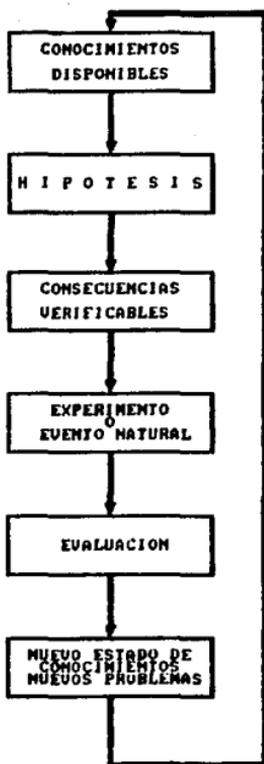
El ejemplo anterior aunque no corresponde a la Ingeniería Civil, describe claramente lo que es la Investigación Aplicada. Difiere de la Investigación Basica o Pura solo en que es mas rigurosamente inmediata útil.

El ingeniero civil dedicado a este campo aprovechara por ejemplo las teorías de flujo de agua, a la solución especifica del problema del flujo de agua de cortinas de material graduado para ello se valdra de la experiencia en el laboratorio de construcción en ocasiones modelos a escala que le permiten ratificar anticipadamente los resultados que se puede obtener en la estructura real.

PLANEACION

Es el proceso de analisis sistematico, documentado y tal cuantitativo como sea posible, previo al planeamiento de una solución y a la definición y ordenamiento de las actas que conducen a ser mejoramiento.

La Planeación puede asociarse a un plano, marco de referencia, podemos planear un procedimiento constructivo, la compra de equipo, la contratación de mano de obra y la previsión de materiales.



METODO CIENTIFICO

En un marco mas amplio podiamos hablar de la Planeación en un sistema de comunicación terrestre, del desarrollo agrícola o industrial de determinadas zonas del país, de la distribución de los asentamientos humanos etc, en cuyo caso estaríamos ejemplificando un caso de Planeación nacional en la que se estructura y ordenan actos en las que intervienen los intereses de las naciones existentes.

En terminos generales, los mecanismos de la Planeación son:

- a) Conocimiento de la situación que se pretende cambiar
- b) Necesidad e interes por parte de la colectividad de realizar la modificación y proyección futura lo que implica de ello la definición de una meta.
- c) Una proposición que sea la expresión directa del deseo de la colectividad.
- d) Un juicio que valore las consecuencias de la proposición
- e) Un programa que ordene el tiempo y en espacio el desarrollo de los actos necesarios.

Estos mecanismos referidos al área que mas ocupa pueden resumirse en dos etapas: por una parte los estudios previos que comprenden la localización del lugar mas adecuado para la continuación, beneficios esperados, factibilidad económica y por otra parte la programación propia de la obra entendida como la ordenación en el tiempo y en el espacio de los acontecimientos. En esta segunda etapa se establecen entre otras cosas los tipos, cantidades y tiempo de empleo de las máquinas, clasificación y numero de trabajadores en los periodos, durante los cuales se necesitaran momento adecuado de adquisición y empleo de materiales.

La gran cantidad de variables que intervienen durante la Planeación y programación de una obra y la interrelación hace muy difícil su manejo; en este sentido la computadora constituye una herramienta de incalculable valor para la generación y analisis de alternativas en un tiempo sumamente corto.

El ingeniero civil dedicado a sistemas y Planeación realiza funciones tales como:

- 1).- Suministra a los funcionarios de una institución o empresa, tanto información relevante y oportuna como sea posible para auxiliares en la toma de decisiones.
- 2).- Propone objetivos a largo plazo y forma los planes que permitan alcanzarlos como un marco de referencia para unir o coordinar proyectos individuales.
- 3).- Balancea el programa de desarrollo general para asegurar que se progrese según todos lo lineamientos prefijados, haciendo al mismo tiempo el mejor y mas efectivo uso de los recursos.

- 4).- Formula objetivos y planes para proyectos individuales, consistentes en los objetivos a largo plazo.
- 5).- Conocer las necesidades presentes de la organización y anticipa las futuras con objeto de que esta se encuentre preparada cuando se presenten.
- 6).- Lleva a cabo cada una de las operaciones mas eficientemente posible, balanceando la precisión, el detalle la velocidad etc. de acuerdo con la face del proceso en que se encuentre al proyecto.

DISEÑO

El diseño es el campo de la ingeniería civil que consiste en la utilización de principios científicos, información técnica e imaginación, en la definición de una obra que cumpla funciones específicas con el máximo de economía y eficiencia.

Se refiere en otras palabras a la simulación de lo que queremos construir mas antes de construirlo, tantas veces como sea necesario, para confiar en el resultado final.

En esta etapa el diseñador debiera apoyarse en los datos de requerimientos proporcionados por la Planeación para definir las posibles soluciones a un problema determinado, plasmando posteriormente en planos y especificaciones la solución optima.

En el diseño de una obra intervienen invariablemente diversas disciplinas o especialidad mecanica de suelos estructura e hidraulica.

Asi mediante el diseño de un puente para salvar un rio intervendrá un experto de mecanica de suelos para definir las características del subsuelo y proponer el tipo de cimentación recomendable, el ingeniero especializado en hidraulica estudiara con detalle el comportamiento del rio y posteriormente con toda esta informacion el estructurista determinara la geometria y materiales que deberan utilizarse especificando en ciertos casos el procedimiento constructivo.

El ingeniero civil dedicado al diseño debe tomar en consideración durante su trabajo la factibilidad tecnica y economica de su proyecto de lo contrario debiera especificar soluciones que desde el punto de vista constructivo sean practicamente imposibles de realizar o bien antieconómicas.

Tomando en consideración las especialidades que intervienen en el campo del diseno, a continuación describiremos algunas de ellas:

Estructuras:

El profesionista especializado en esta area realiza los diseños estructurales de los proyectos de ingeniería, atendiendo a los planteamientos teoricos y experimentales a fin de que se ejecuten con el mínimo de costo y que se mantenga la seguridad de la estructura especificando normas de diseño, manejo y construcción.

Hidraulica:

En esta especialidad el ingeniero civil diseña sistemas hidraulicos que se realicen con las zonas de riego, generación hidroeléctrica, agua potable, etc.

Ingeniería Sanitaria:

En esta especialidad el ingeniero civil diseña todo lo relacionado con el resguardo de la salud humana, a través de obras de ingeniería como:

Abastecimiento de agua potable, sistemas de alcantarillado para aguas negras, pluviales y desechos industriales, etc.

Construcción

Una vez que se han terminado los planes del diseño y que se han preparado las especificaciones que son el lenguaje con el que se relacionan, el campo de diseño y el de la construcción, este ultimo se encarga de la realización física de la obra.

Las obras que el ingeniero civil realiza en esta area son muy diversas y abarcan todos los sectores de la actividad económica:

Obras hidráulicas y agropecuarias

Presas de almacenamiento y derivación, canales y sistemas de riego, obras fluviales, obras de protección.

Obras industriales

Obras para la producción, regulación, conducción, y distribución de energía eléctrica, plantas industriales, astilleros, almacenes, obras de refinación, etc.

Obras de transporte y comunicaciones

Caminos, puentes, ferrocarriles, aeropuertos, etc.

Obras de urbanización

Obras de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, vialidad, alumbrado, guarniciones, y banquetas, pavimentación, etc.

Equipamiento urbano y vivienda

Centros comerciales, religiosos, educacionales, recreativos, asistenciales, oficinas publicas y viviendas.

Lo variado de las obras y los problemas que se presenten durante la construcción, obligan al especialista en esta area a tener una preparación muy completa en toda la rama de la ingeniería civil; necesariamente tiene que relacionarse con ingenierías de otras especialidades y de acuerdo con la complejidad de la obra frecuentemente forma parte de equipos interdisciplinarios.

En resumen las funciones que desempeña el ingeniero civil en este campo son:

- a) Planeación de la Construcción
- b) Ejecución con base a planos y especificaciones
- c) Resuelve problemas particulares que se presentan en la realización de la obra
- d) Control.- Establece y opera los mecanismos necesarios para mantener la calidad, dentro de lo especificado

OPERACION Y MANTENIMIENTO

Una vez concluida la obra debe ponerse en operación siguiendo los procedimientos preestablecidos, analizando detalladamente cada una de las obras que realiza el ingeniero civil, observamos que no todas son operadas necesariamente por el, aunque si interviene en muchos casos formando equipos multidisciplinarios.

En un sistema aéreo puertuario por ejemplo el ingeniero civil podra tener bajo su reponsabilidad aspectos tales como la operación optima de las pistas y areas de maniobras del edificio terminal y zonas de estacionamiento. Obviamente no interviene la operación de sistemas como la ayuda electronica y visuales que son operadas por otros especialistas para que las obras funcionen bajo condiciones optimas de servicio y seguridad, es necesario realizar permanentemente trabajos de mantenimiento. Asi por ejemplo, en una carretera, sera necesario revisar que las características originales del pavimento se conserve, corregir deformaciones y desgaste excesivo, desasoiavar las zonas de drenaje, verificar la estabilidad de los taludes.

INTERRELACION DE LOS CAMPOS DE LA INGENIERIA CIVIL

El hecho de que las actividades que realiza el ingeniero civil que ayuda dentro de los campos mencionados, no implica que sus conocimientos se restrinjan unicamente a esa area especifica; por el contrario los campos de la ingenieria civil estan intimamente relacionados entre si. Por ejemplo es virtualmente imposible que un ingeniero que se dedica a la construccion sea simultaneamente competente en el proyecto de puente sin embargo como complemento a su experiencia en los procedimientos de construccion debera tener un buen nivel de conocimientos tecnologicos en el area de estructuras; esto le permitira durante el desarrollo de sus actividades tomar mejores decisiones, que estaran apoyadas en una concepcion total del problema y no en un enfoque parcial del mismo.

Todos los campos estan interrelacionados puesto que tienen como objetivo fundamental el adecuar el costo con la satisfaccion de una necesidad. El ingeniero civil consecuentemente debe ser capaz de tomar las decisiones correctas en cualesquiera de los campos mencionados de tal manera que se vaya encaminando hacia el objetivo fundamental que es el economico.

EL CAMPO DE LA CONSTRUCCION

Es durante la construccion cuando las satisfacciones para el planeador y el disenador son mayores porque es el resultado de su arduo trabajo, no asi para el constructor, que empieza su trabajo en la obra.

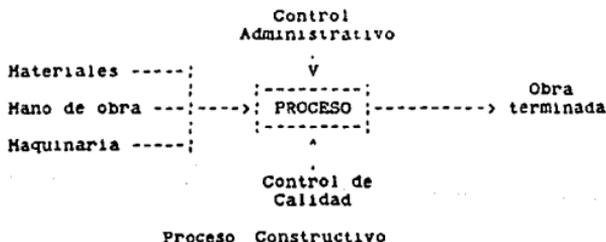
Hemos dicho que en el campo de la construccion se realizan fisicamente las obras, en el se materializan las ideas que el disenador a expresado a traves de planes y especificaciones mismas que van desde pequenas y modestas obras, hasta majestuosos proyectos de obras fundamentales que manden de manera significativa en el desarrollo economico del pais. De esta manera las obras van conformando la infraestructura en que se apoyan multiples actividades economicas, tales como la agricultura; la industria, el comercio, el turismo. La construccion contribuye a solucionar uno de los problemas mas graves a los que se ha enfrentado nuestro pais el desempleo. Mas significativo aun es el hecho que la mayoria de los trabajadores que se inician en la construccion son personas no calificadas que van adquiriendo paulatinamente conocimiento de un oficio.

Actualmente las empresas constructoras estan dando gran importancia a la capacitación de sus trabajadores, misma que de acuerdo a un decreto presidencial es actualmente obligatoria. Por otra parte esta generación de empleos se refleja en las industria fuertemente ligada a la construcción tal es el caso de las industrias del cemento y el acero.

LA CONSTRUCCION COMO PROCESO

Si analizamos detenidamente cualquiera de las obras que realiza un ingeniero civil podemos observar que para su realización han intervenido ciertos elementos susceptibles de agruparse en tres grandes grupos: Material, Obra de Mano y Herramienta o Maquinaria.

Estos tres elementos se llaman también recursos o insumos, los cuales son debidamente combinados y transformados a través de un cierto proceso, para obtener una obra completamente terminada; por ejemplo. En el caso de la construcción de un dique son necesarios una serie de materiales como: Roca, Material del filtro y Material impermeable basicamente; para obtenerlos se requiere ademas otros elementos como explosivos para fragmentar la roca y en caso de tener estructuras especiales tambien serian necesarios el cemento, el agua, los agregados y el acero de refuerzo. Asi mismo, durante la construcción propiamente dicha intervinieron las máquinas y el elemento humano para explotar, transportar y colocar estos materiales.



Aun teniendo los mismos recursos estos pueden ser combinados cualitativa y cuantitativamente de manera diferente generandose varias alternativas que nos llevaran a obtener la obra terminada.

C A P I T U L O I I I

Habremos entonces que compararla y seleccionar la que mejor convenga siguiendo un sistema fundamental que es el económico es conveniente hacer notar que no precisamente el costo mas bajo nos da la alternativa adecuada. Si tomamos por caso la etapa de diseno, se deberan incluir en el analisis factores diferentes del costo tales como vida útil de la obra, costos futuros de mantenimiento, funcionalidad, etc. Sin embargo el costo de cada una de las alternativas proporciona un elemento de comparación muy importante en la mayoría de los casos.

El proceso de transformación que hemos mencionado, podemos imaginario, como la mejor forma de convinar las mismas que son:

Como podemos estar seguros que nuestra planeación funciona y las decisiones que vamos tomando derivadas de esta planeación hoy van encaminando al objetivo. Si tenemos que manejar un gran conjunto de variables, estudiar sus relaciones, analizar sus limitaciones y ademas dejando a un lado las variables no significativos escogidos a base de criterio. Será necesario revisar a lo largo del proceso si nuestro objetivo sera cumplido; esto puede realizarse comparando a lo largo de la construcción lo realizado con lo planeado, en funcion del objetivo. Si algo falla lo planeado no coinsidiera con lo ejecutado y tendremos que corregir esto.

Esta revisión y actuación para corregir el proceso en funcion de los costos se denomina en construcción control administrativo. Tambien sera necesario llevar a cabo la obra en tal forma que cumpla con su proposito y tenga el factor de seguridad adecuado; no es posible esperar a terminar el trabajo para conocer si tiene el factor de seguridad dado por el proyectista y cumple con el cometido para el cual se diseño.

Habrà que revisar continuamente que la obra en ejecución se vaya construyendo acorde con este objetivo, esto se logra tomando muestreo para compararlo con el estándar y si hay desviaciones significativas corregirlas a esto se llama Control de Calidad.

SISTEMAS DE CONTRATACION

Precio Alzado. Hasta hace algunos años, se acostumbraba el sistema de contrato a "precio alzado" o suma global, que consiste en fijar un valor total al trabajo por las partes que lo componen; este sistema tiene como desventaja principal que no pueden modificarse los volúmenes de obra prefiijados, cualquiera que sean las condiciones que se presenten durante el desarrollo de los trabajos.

Administración. También ha sido usual el sistema de contratación "por administración" que consiste en el pago de todas las erogaciones realizadas por el contratista, afectado del factor estipulado por indirectos y utilidad. Este sistema puede resultar gravoso para el contratante, pues en general el contratista será menos cuidadoso en sus gastos sabiendo que se le reembolsarán íntegramente. Bajo este sistema trabajarán durante algún tiempo algunas dependencias del Gobierno Federal.

Precios Unitarios. En nuestro medio se acostumbra, cada día con mayor frecuencia, el sistema de precios unitarios para otorgar los contratos de obras, tanto públicas como privadas.

Este sistema ha ido desplazando a los usados anteriormente, por ser más completo y racional y el que reúne condiciones más favorables tanto para la parte contratista como para la contratante.

Cuando se trabaja por el método de precios unitarios, se hace previamente un listado de todos los conceptos de trabajo conocido como "catálogo de conceptos" y para cada concepto se analiza un precio unitario.

De la aplicación del precio unitario a las unidades de obra, se obtiene la valorización de cada concepto.

Por cuidadosa y detallada que sea la elaboración del Catálogo de Conceptos, se tienen algunas actividades difíciles de cuantificar o de englobar dentro de los conceptos de obra y por ello en casi todos los contratos a precios unitarios, se permite un margen para trabajos por administración y bajo este sistema se pagan dichas actividades.

Además se incluye en el contrato un Cláusula de ajuste de precios unitarios para tomar en cuenta el incremento de los costos que se presentan durante el transcurso de la obra.

PRESUPUESTO

Presupuestos. Es la planeación numérica, anticipada de una obra.

Se necesita contar con los elementos básicos como son: El proyecto, el conocimiento del lugar donde se van a realizar las obras. El programa de ejecución, las especificaciones, el catálogo de conceptos, las cantidades de obra y los precios unitarios.

PROYECTO

Proyecto. El proyecto de una obra de la cual se desea determinar su costo, debe contar con el grado de detalles suficiente que define las características específicas de la misma, para así poder determinar con un mayor grado de aproximación su importe.

El proyecto deberá constar de planos completos, especificaciones detalladas y el Catálogo de Conceptos que intervendrán en la obra.

Vista al sitio de la obra. Es de gran importancia conocer las condiciones especiales del lugar donde la obra se pretende efectuar ya que influyen en forma preponderante en el costo de las mismas; la topografía, la geología, los factores climatológicos, las condiciones legales y laborales, la disponibilidad de mano de obra especializada, la capacidad del mercado local de materiales de construcción, las vías de comunicación, la distancia de los centros de abastecimiento, precio de adquisición de los materiales, salarios en la zona y tarifas de acarreos.

Programas de trabajos. Una mayor o menor rapidez en la ejecución de las obras requiere la utilización de un número diferente de recursos, que hacen variar la magnitud de los precios unitarios.

Especificaciones. Se entiende por especificaciones, los lineamientos necesarios y requisitos que se deben satisfacer para ejecutar un trabajo. De estas especificaciones existen las generales que definen las características de los elementos o conceptos más usuales del tipo de obra que se pretende construir. Además conforme a las características específicas del proyecto, se establecen las especificaciones particulares o complementarias que deben ser consideradas conforme a la calidad prevista.

Se puede decir que las especificaciones definen que se va a hacer, donde se va ejecutar y como se realizará la construcción de los distintos conceptos que intervienen en una obra. Cuanto más precisa y detallada es una especificación, el presupuesto resultante se aproximará más al importe real de la obra que se realice.

En todos los casos y a fin de tener una uniformidad de los conceptos de obra, se deberá apegar en lo posible a las especificaciones generales establecidas.

Catálogo de conceptos. Hay distintos significados para catálogo de conceptos. Se puede entender como el Catálogo de Conceptos más usual el que cada empresa utiliza para todas las obras que ejecuta, o bien, el Catálogo de Conceptos correspondientes a los distintos conceptos que intervienen en una obra específica.

Para el tema que nos ocupa, consideraremos como "Catálogo de Conceptos", la relación completa y detallada de todos y cada uno de los trabajos parciales que intervienen en cualquier tipo de obra.

Este catálogo puede tener diferente grado de detalle según las necesidades de cada caso, ya que tratándose de una obra en particular, puede referirse a partidas globales de un conjunto de conceptos de trabajo o bien contemplar separadamente cada concepto en particular.

El concepto de trabajo constituye en sí una descripción resumida de los trabajos que se van a realizar, donde se describen brevemente, pero con claridad, las especificaciones particulares del concepto para definir y delimitar plenamente las actividades que en el mismo concurren. Es conveniente indicar el número distintivo que corresponda a cada concepto de trabajo para fácil referencia futura. Este número podrá corresponder al del catálogo general de conceptos, o bien al del catálogo de conceptos particular de la obra.

En los presupuestos que amparen varias unidades dentro de una misma obra y que forman el conjunto motivo de las mismas, los conceptos de trabajo deberán agruparse ordenadamente dentro de cada uno de los capítulos correspondientes a dichas unidades. Cada concepto de trabajo deberá indicar las unidades de medición del mismo e independientemente de cumplir con las disposiciones legales para la utilización de estas unidades, éstas deben ser congruentes y adecuadas para la cuantificación de los trabajos de que se trate.

Aun cuando por facilidad se utilizan en los conceptos de trabajo como unidades el "lote" o "global", conviene limitar su uso y sólo emplearse cuando sea impráctico el desglose de estos conceptos. Conforme al listado de los distintos conceptos de trabajo que intervienen en una obra, se deberá cuantificar el número de unidades de cada concepto que es el que conocemos como cantidades de obra.

Cantidades de obra. Cantidades de obra es el número de unidades de cada concepto. Es decir, el resultado de la medición completa y detallada en base a la unidad, seleccionada para la cuantificación y pago de cada concepto que interviene en una obra. Esta medición deberá llevarse a cabo por personal debidamente experimentado y capacitado, de tal manera que las cantidades obtenidas tengan la aproximación necesaria y la confiabilidad deseada.

Esta cuantificación debe realizarse previamente a la iniciación de la obra para determinar el volumen de obra por ejecutar, ya que esta información nos permitirá establecer el programa de ejecución, el sistema de construcción a seguir y la selección previa del equipo adecuado para la ejecución de la misma.

A fin de evitar omisiones y realizar las cuantificaciones en forma ordenada, se recomienda el empleo de sistemas adecuados que faciliten las mediciones sobre los planos. Se debe seguir una secuencia lógica conforme al programa de construcción y en cada paso ir haciendo las verificaciones necesarias para evitar errores que a medida que se avanza en la cuantificación puedan multiplicarse con un resultado final totalmente erróneo.

El trabajo de cuantificación debe realizarse necesariamente bajo un mismo criterio, procurando llevar un orden determinado de operaciones que faciliten su posterior revisión.

Se recomienda el empleo de formatos para facilitar el cálculo de cantidades de obra. Cada formato deberá contener un breve instructivo a fin de uniformar su llenado.

Las unidades que se aplicarán a cada concepto de obra, deberán ser previamente establecidas al inicio de la cuantificación. También deberán fijarse previamente las normas que se aplicarán en determinados conceptos donde se utilicen factores de abundamiento.

PRECIO UNITARIO.

Es la remuneración o pago en moneda que el contratante cubre al contratista, por unidad de obra y por concepto de trabajo que ejecute de acuerdo a las especificaciones.

El precio unitario es el medio por el cual el contratista cobra al contratante el valor justo del trabajo que desarrolla; en esta forma recupera los gastos que ha realizado para la ejecución del trabajo, y asimismo obtiene la utilidad que le corresponde.

El precio unitario, es un valor promedio que debe contener las variaciones de los parámetros que lo integran durante el tiempo de ejecución de la obra.

Finalmente, con todos los elementos que se han enunciado anteriormente, se procede a la integración del presupuesto de obra, obteniéndose los importes parciales que integran cada concepto de trabajo al multiplicar el número de unidades de que consta; por el Precio Unitario que la corresponda.

La suma de todos los importes parciales que integran el presupuesto es lo que se llama "Importe Total del Presupuesto" y debe corresponder exactamente al monto del contrato que se celebre para la ejecución de una obra. Este importe será tan exacto como lo sean todos los datos básicos que servirán para su integración.

Para las dependencias del Sector Público cuyas funciones son o incluyen la realización de obras, existen tres clases de Precios Unitarios.

a) Los de Tabulador, que son aquellos preparados por la dependencia, con base en las Especificaciones Generales de Construcción que esta haya elaborado, relativos generalmente a los conceptos de trabajo más usuales para las obras que realizan y en las cuales las consideraciones relativas a los costos de los elementos que los integran, los procedimientos de construcción seguidos y los rendimientos considerados, corresponden a condiciones promedio de las obras.

b) Los de Concurso, que son aquellos contenidos en las Proposiciones que reciben las dependencias de las contratistas. Estos precios unitarios están preparados con base en las Especificaciones Generales de Construcción de la dependencia, más las modificaciones y/o ampliaciones que puedan proporcionarle las Especificaciones Especiales de la obra. Las consideraciones relativas a costos de los elementos que los integran, los procedimientos de construcción seguidos y los rendimientos considerados, corresponden a la experiencia de la Empresa realizada con las observaciones efectuadas en el sitio de la obra.

c) Los Especiales, son los que se presentan, durante la ejecución de la obra, para pagar aquellos conceptos de obra que no estuvieron contemplados en la proposición original o que surgieron por cambios al proyecto o a las condiciones originales. Estos también se preparan con base en las Especificaciones Generales de Construcción y en las Especiales en obra, y para su integración se seguirán los lineamientos establecidos en los contratos los cuales estipulan, en términos generales, que estos se integrarán con base en los elementos contenidos en los análisis de precios unitarios y estos serán discutidos por la Dependencia y la Empresa.

Las Bases y Normas Generales para la Construcción de Obras Públicas en su Sección Cuarta proporcionana con caracter oficial, Bases y Lineamientos Generales para la Integración de Precios Unitarios para la Contratación de Obras Públicas, pero esto no quiere decir que la metodología señalada en las mismas sea obligatoria para establecer, por parte de la Empresa, los precios unitarios, toda vez que solo es obligatorio para las dependencias a que se refiere la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas y para las empresas constructoras en la presentación de aquellos análisis de precios unitarios que se soliciten en la documentación que se les proporcione para participar en los concursos.

Unidad de obra. Es la unidad de medición señalada en las especificaciones para cuantificar el concepto de trabajo con fines de medición y pago.

Concepto de trabajo. Es el conjunto de operaciones manuales y mecánicas, que el contratista realiza durante la ejecución de la obra de acuerdo a planos y especificaciones divididas condicionalmente para fines de medición y pago, incluyendo el suministro de los materiales correspondientes cuando estos sean necesarios.

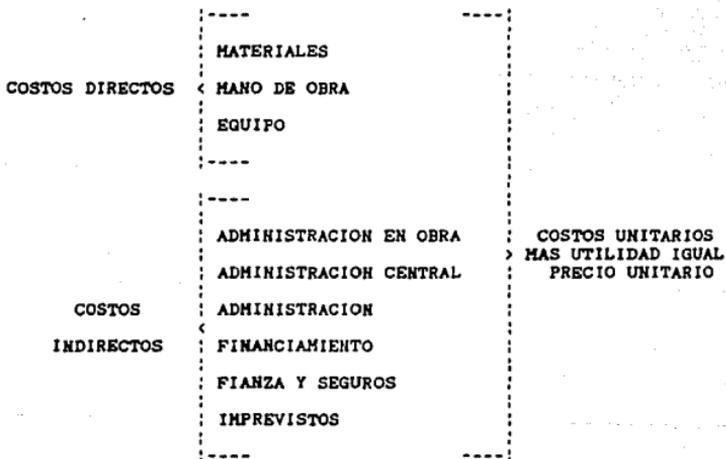
Especificaciones.

Son el conjunto de requerimientos exigidos en los proyectos y presupuestos para definir con precisión y calidad el alcance de los conceptos de trabajo, las especificaciones de un concepto en particular deben de contener, la siguiente definición:

- a) Descripción del concepto
- b) Materiales que intervienen y su calidad.
- c) Alcance de la ejecución del concepto.
- d) Mediciones para fines de pago.
- e) Cargos que incluyen los precios unitarios.

La elaboración de los precios unitarios no es mas que una etapa dentro del proceso contractivo federal que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar una obra, y que termine con la construcción de la misma. No es posible calcular precios unitarios sin el apoyo de las especificaciones ya que son estas las que definen la obra que se requiere y la manera en que deben ejecutarse, lo que indudablemente constituya la base para determinar los precios unitarios de los conceptos de esa obra. Previo a la elaboración de estos precios unitarios, es absolutamente indispensable conocer a fondo la naturaleza de los recursos tanto humanos como de maquinaria y materiales, así como la disponibilidad de los mismos.

En terminos generales los elementos que componen un precio unitario son:



Elementos que integran Un Precio Unitario

COSTO DIRECTO

Se entiende por "Costo Directo" a las cargas aplicables al concepto de trabajo que se deriven de las erogaciones efectuadas por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, e instalaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

Mano de Obra. El cargo por mano de obra se deriva de los pagos de salarios al personal que interviene en la ejecución de un concepto de trabajo y el rendimiento que desarrolla dicho personal en un determinado período de tiempo. El personal que ejecuta la mano de obra puede clasificarse en: el que desarrolla directamente la actividad y en el que tiene a su cargo la vigilancia. Se ha establecido que dentro de este último personal la categoría más alta que se incluye en el cargo por mano de obra dentro de los costos directos es la de "cabo" y las categorías superiores como Maestros o Sobrestantes de Vigilancia, deberán quedar incluidos en los costos indirectos.

Cargo directo por materiales. Es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista para adquirir todos los materiales necesarios para la ejecución de los trabajos.

Para conocer los cargos que deben considerarse por concepto de materiales, debe hacerse una investigación del mercado para considerar las cotizaciones más ventajosas, tanto en precios, como en plazos de entrega y disponibilidad oportuna del material en el lugar de su utilización.

El valor que debe considerarse para el análisis del costo debe incluir el del material, su acarreo y manejo hasta el lugar de utilización y las mermas y desperdicios razonables que éste pueda tener. En algunos casos de materiales de manejo difícil o peligroso deben considerarse además, los cargos adicionales que se tengan para el manejo y vigilancia de dichos materiales. Un caso concreto son la dinamita y estopines que necesitan de almacenamientos en condiciones muy rigurosas de seguridad y vigilancia especial.

Para fijar los costos de materiales en aquellos casos en que la duración de la obra sea grande y por su importancia se requiera de distintos proveedores, es necesario promediar valores a lo largo del tiempo, y de acuerdo con las fluctuaciones de los distintos proveedores.

También es necesario consultar y estudiar las tendencias de incrementos de los precios a lo largo de la ejecución de la obra.

En el análisis de los cargos por concepto de materiales debe considerarse si su uso es permanente o temporal. Los primeros son los que pasan a formar parte integrante de la obra; los segundos son los que se consumen en uno o varios usos.

La cantidad de materiales que intervienen en un concepto de obra son un elemento perfectamente definido hasta la etapa de cuantificación, ya que resulta de la medición de los volúmenes de proyecto.

Maquinaria. El cargo por equipo o maquinaria es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para ejecución de los trabajos.

El cargo se integra con los costos directos por hora máquina.

A su vez el costo directo por hora máquina o costo horario, se compone de cargos fijos, cargos por consumos y cargo por operación.

El costo horario es la valorización convencional del costo por cada hora de utilización de la máquina.

El costo horario es un valor promedio que supone una depreciación lineal del equipo desde su adquisición, hasta el fin de su vida útil, igualmente supone un cargo constante para gastos de mantenimiento.

Esta situación no es real. Para el caso de la depreciación por ejemplo, se tiene que al principio de su vida útil el equipo se deprecia muy rápidamente, el sólo hecho de comprar un máquina, determina una depreciación importante; al salir nuevos modelos o equipos más avanzados, sufre nuevas depreciaciones; estas depreciaciones no son fácilmente valorizables. Finalmente por el uso, el equipo sufre una depreciación paulatina que se acerca más a una relación lineal en función del tiempo. Para el caso del mantenimiento se tiene por el contrario, que mientras la máquina es nueva el gasto de mantenimiento es bajo y al final de la vida útil se tienen gastos mayores.

Con base en estudios estadísticos se ha fijado: la vida útil de las máquinas, un porcentaje de su valor original como valor de rescate al final de su vida útil y se han determinado porcentajes es función del valor de adquisición, para mantenimiento mayor y menor, así como el procedimiento para calcular los consumos de la máquina.

Con estos valores, los cuales se encuentran tabulados en diversas publicaciones, se calcula el costo horaia convencional.

Algunos casos particulares dignos de comentarse, son los siguientes:

10. Cuando se tiene un equipo muy especializado, cuyo diseño o dimensiones se adaptan a las características de un trabajo determinado y por tanto su uso posterior es incierto, no debe analizarse con los valores promedio de un manual que considera condiciones promedio, sino hacerse consideraciones especiales en cuanto a depreciación principalmente. En este caso debe depreciarse la máquina durante la ejecución del trabajo cualquiera que sea su duración.

20. En otras ocasiones, resulta necesario continuar un trabajo con equipo especializado que ha agotado su vida útil y para lograrlo deben efectuarse erogaciones importantes en reparaciones mayores y mantenimiento, mismos que tampoco están considerados en los valores promedio que fijan los manuales.

30. Cuando por razones de programa deban usarse equipo en exceso que no alcancen a depreciarse y cuyo uso sea muy por debajo de su vida útil también deberán hacerse consideraciones especiales para su valorización.

Herramientas. Dentro del mismo costo directo debe considerarse el cargo por herramientas, generalmente de poco valor, aún cuando en determinados conceptos resulta de cierta importancia.

Para la obtención de este cargo se debe considerar en cada concepto de trabajo donde interviene la calidad y cantidad de herramientas que se emplee así como la vida útil de las mismas; sin embargo, como medida práctica se pueden integrar factores en función de la mano de obra que resultan bastante aproximados y que cubren el gasto que se efectúa por este concepto.

Instalaciones. Únicamente las que específicamente se puedan aplicar al concepto trabajo, por ejemplo, la instalación de una planta de Mezcla Asfáltica. Si se prefiere, se consideran en los Costos Indirectos.

Fletes. Algunas veces, es conveniente utilizar el servicio de fleteros de la región, en lugar de utilizar equipo propio.

Sub-contratos. En algunas ocasiones, para integrar el cargo por mano de obra dentro de un análisis de Precios Unitarios, se consideran destajos como una política propia de las empresas constructoras en cuanto a la forma ágil de liquidar los trabajos de mano de obra. Tratándose de Dependencias Oficiales que caen bajo las disposiciones de la Ley de Inspección de Contratos y Obras Públicas, su Reglamento y las Bases y Normas Generales para la Construcción, Contratación y Ejecución de Obras Públicas, el cargo por mano de obra debe obtenerse invariablemente en base al rendimiento. El destajo como forma de pago, generalmente no absorbe ninguna responsabilidad laboral, de seguridad fiscal, ni de financiamiento, ya que el destajista únicamente pone a disposición del contratista un grupo de trabajadores y herramientas para desempeñar un determinado concepto de trabajo y no incrementa el importe de éstos por algún cargo indirecto.

En la medida que el destajista considera dentro del importe de los trabajos que ejecuta los gastos de control, vigilancia, organización y ejecución de varios o de todos los conceptos de trabajo con sus correspondientes responsabilidades laborales y garantías sobre el mismo, dicho destajista puede considerarse con sub-contratista.

MATERIALES

GENERALIDADES

Es requisito indispensable del ingeniero civil en conocer ampliamente los materiales en todos sus aspectos. Este conocimiento le sera de gran utilidad para seleccionar los materiales optimos, adecuado a las condiciones de trabajo, de servicio y acorde con sus limitaciones economicas.

Existen varias maneras de clasificar los materiales, por ejemplo; en cuanto a su origen, naturales, artificiales, elaborados; en cuanto a su composición, resistencia, calidad, etc. Sin embargo independientemente de la clasificación que se emplee, el conocimiento de sus propiedades, características y aplicación, resulta importante para el ingeniero civil dedicado a la construcción.

PRECIO DE ADQUISICION

El costo del material que se toma como base para integrar el precio unitario de un concepto, es el costo del material en obra en el cual esta integrado por el precio de adquisición en fabrica (lugar de origen) mas el costo del transporte incluyendo carga y descarga mas los desperdicios tanto en la transportación y maniobras y en la utilización.

Existen gran variedad de precios en la adquisición de un mismo tipo de material (en base a la calidad, por ejemplo bloque de concreto con distintas calidades, debido a su distinta composición o proceso de fabricación).

Cercania del consumidor con respecto a la fuente de origen del material (por ejemplo, lejania tal de la fuente que convenga fabricado en obra), volumen de compra del consumidor (por ejemplo, un constructor con consumo elevado obtiene mejores precios y condiciones de pago).

ABUNDANCIA Y ESCACES

La abundancia y la escases dependen directamente de la demanda y el mercado, un material puede ser escaso porque la demanda sea muy elevada o muy ocasional.

Un material puede ser muy demandado o muy escaso en un determinado lugar dependiendo de la abundancia o escases de la materia prima o ingredientes que lo compongan, de aqui que la conveniencia de utilizar materiales de la construcción.

La abundancia o escases de materiales basicos en la localidad es determinante para la selección de procedimientos y tipos de construcción.

FLUCTUACIONES

Es evidente que en el mercado existe la fluctuación tanto en el precio de adquisición como la disponibilidad de los materiales.

Puede suceder que la fluctuación de precios se deba a fluctuaciones en las existencias de un material, la existencia de un material a su vez puede fluctuar por diversas causas: condiciones climaticas, escases periódica de materia prima, problemas laborales que afecten a la producción.

El precio fluctua generalmente con las variaciones de la oferta y la demanda, por ejemplo:

- a) Debido a la época de lluvias, el mercado de tabique recocado presenta la siguiente secuela: por dificultades de secado, se alarga el proceso productivo y se incrementa el costo unitario de producción.
- b) Por el incremento en el volumen de construcciones a un periodo determinado, hay aumento en el consumo de cemento, lo que origina su escasez en el mercado, incrementandose la demanda y el precio de adquisición.
- c) El precio de adquisición puede incrementarse por una escasez ficticia provocado por los fabricantes lo cual incrementa la demanda del material.
- d) Los acaparadores de materiales aprovechan las épocas de escasez para mandar los materiales que solo ellos tienen a precios extraordinarios, estableciendo el llamado mercado negro.

TRANSPORTE, CARGA Y DESCARGA DE MATERIALES

El monto de costo de las operaciones de carga y descarga y transportación depende primordialmente de la distancia de la fuente constructora al lugar de consumo del material y de los procedimientos que se sigan para la carga y descarga del mismo este costo debe integrarse al precio de adquisición para obtener el costo de material de obra.

DERECHOS Y REGALIAS

Ocasionalmente y por diversas circunstancias el costo de un material se ve afectado del pago de ciertos derechos y regalías como pueden ser:

Derechos de importación, derechos de pago y regalías de explotación.

Generalmente el monto de los derechos y regalías esta regida por normas o lineamientos legales o por leyes fiscales vigentes.

ALMACENAMIENTOS DE MATERIALES

El costo que origina el concepto de almacenamiento de materia debe aplicarse a los costos indirectos y no ser aplicado al costo del material.

Sin embargo podía darse el caso en que por circunstancias especiales, fuese conveniente considerar el costo de almacenamiento dentro del costo del material.

RIESGOS

Los diversos materiales que se emplean en una obra a diversos riesgos estan sujetos durante las diversas etapas desde su transportacion hasta su utilización.

Los riesgos podemos clasificarlos en dos grupos:

- a) Los riesgos normales son los que se reflejan en un desperdicio del material considerado aceptable se expresa como un porcentaje del costo del material y de las condiciones de la utilización.

- b) Los riesgos extraordinarios son los que se traducen en un desperdicio mayor que el considerado como el normal, como puede ser la perdida total o parcial, o el deterioro de un material. Son cubiertos generalmente por seguros especificos cuyo costo debe ser cargado directamente al costo del material.

COSTO DE MATERIAL EN OBRA

Ejemplo:

Acero de refuerzo (Alta resistencia FS=2000 K/cm²)

Costo de Adquisición

COSTO

0 3/8" 1 TONELADA 1'200,000.00

Alambre recocido necesario para habilitar ponderados una tonelada de acero igual a 30 Kg.

(Calibre 16,18,20)

COSTO/Kg \$2,000.00

\$2,000.00 x 30 Kg

Costo de la varilla en fabrica

\$1'200,000.00 TONELADA

Costo de alambre recocido

\$ 60,000.00 / TONELADA

Flete de la fabrica a la obra

\$ 100,000.00 / TONELADA

\$1'360,000.00 / TONELADA

Desperdicio. 17%/TONELADA \$ 204,000.00 / TONELADA

(Ganchos, traslapes y utilizacion)

\$1'564,000.00 / TONELADA

Costo en obra

Ejemplo:

Cemento normal

Material cemento normal

Costo materia L. A. B. _____ \$180,000 / TONELADA

Flete _____ \$ 25,000 / TONELADA

\$205,000

Desperdicios

Descarga en almacen = 1%

Bodaje = 1%

Acarreos en obra = 2% 205,000.00 X 0.06 = \$ 12,300.00

Utilizacion = 2%

6%

Costo de cemento en obra

incluyendo desperdicios : \$ 217,300.00 / TONELADA

DETERMINACION DE LOS CONCEPTOS DE MANOS DE OBRA

Los sistemas que en la industria de la construcción se siguen para cubrir al trabajador el importe de su trabajo son comunmente los siguientes:

- a) Por día
- b) Por destajo
- c) Por tarea

Será por día cuando debe darse al trabajador una cantidad fija por jornada normal de trabajo. Será por destajo si la remuneración se valoriza en base a las ciudades de trabajo ejecutadas por el trabajador y afectados en un precio previamente acordado. El sistema por tarea consiste en la asignación de un trabajo determinado por día, y al ejecutar el trabajador la tarea asignada, podrá retirarse, recibiendo su jornal diario completo.

Los tres sistemas anteriores tienen ventaja y desventaja: Para determinar cual es el mas adecuado en cada caso habra que estudiar y analizar las condiciones y tipo de trabajo por realizar, en una misma obra podran emplearse diferentes sistemas simultaneamente sin embargo, en terminos generales podemos hacer notar que en los trabajos realizados a destajo, se tendra un mayor rendimiento pero menor calidad que en los trabajos realizados por día, ya que estando a destajo el trabajador tratara de incrementar su productividad en detrimento de la calidad; de lo anterior resulta para el ingeniero, la necesidad de mantener una mejor y mayor vigilancia en los trabajos que se realicen a destajo la experiencia demuestra que si existe una adecuada vigilancia y un estricto control de calidad laborando por día, pueden obtener optimos resultados a un bajo costo. El sistema por tarea es el menos empleado y su utilización esta restringido a aquellos trabajos en los que el riesgo y la calidad requerida sean mínimos como pueden ser:

Excavaciones menores acomodos locales y esquivado de materiales no peligrosos (madera, cerilla).

En nuestro medio, el personal que labora en la industria de la construcción, esta organizada en diversos niveles gerarquicos cuyas principales categorias son los de:

Maestro, Oficial, o ayudante o peon los que a su vez dependiendo del tipo o magnitud de la obra se dividen en otras tantas subcategorias, como pueden ser: segundo, oficial de primera, oficial de segunda, cabo, etc.

La mano de obra interviene en la determinación del precio unitario dentro de los costos directos, y es el resultado de prorratear el pago de los salarios al personal individual o por cuadrilla, cuando participan única y exclusivamente en forma directa en la ejecución del trabajo de que se trate entre las unidades de producción ejecutadas en el tiempo para el cual se han calculado dicho pago.

Existe el caso particular de la mano de obra de operación de equipo el cual se involucra dentro del costo hora máquina, ya que el operador depende directamente del número de horas que trabajo la máquina.

Debemos hacer mención de la importancia que tiene para el ingeniero encargado de la elaboración de los precios unitarios el conocer en forma integral y profunda la obra por valorizar, para que dentro del aspecto particular de la mano de obra, pueda prever todos los factores que afectan tanto al salario base de los trabajadores, como a su capacidad de producción.

SALARIO. Llamamos salario en general a la retribución que se hace al trabajador por su trabajo realizado. El monto de este trabajo se determina en base a tiempo trabajado, al tipo de trabajo realizado, a las condiciones de su realización y a la capacidad y preparación del trabajador.

Con el fin de dar protección a los estratos menos favorecidos socialmente, en nuestro medio existen leyes que regulan las relaciones laborales por lo que para efecto de análisis y determinación de costos por obra de mano, es indispensable conocer a fondo las obligaciones legales contraídas por todo constructor al contratar personal obrero, ya que tales obligaciones tienen repercusiones económicas muy importantes, en la evaluación de la Derogación real por concepto de salario.

En la práctica común en el medio de la construcción y para efecto de análisis de costos directos por obra de mano llamaremos:

- a) Salario diario
- b) Salario base
- c) Salario nominal

- a) Salario diario. Es el que se le paga en efectivo al trabajador por día transcurrido incluyendo domingo, vacaciones y días festivos, mientras dura la relación laboral y por el cual fue contratado.

- b) Salario mínimo. Al establecido por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, como salario diario mínimo obligatorio, para las vigencias, zonas y categorías de trabajadores, que ella misma establece en algunas regiones y por los problemas económicos locales, los sindicatos o asociaciones gremiales establecen salarios mínimos diferentes a los de la mencionada Comisión, por lo que el ingeniero deberá considerar en sus análisis los salarios realmente vigentes en la localidad donde se ejecutara la obra.
- c) Salario real. A la erogación total del patrón por día trabajado que incluye pagos directos al trabajador, pues funciona en efectivo y en especie, pagos al gobierno por concepto de impuestos y pagos a instituciones de beneficio social.

LEY FEDERAL DEL TRABAJO

Es necesario para tomar en cuenta las consideraciones que intervienen en la integración del salario real, los siguientes artículos:

ART. 20,35,58,61,66,67,68,69,71,73,74,75,76,80,82,83,84,85,87
90,94,106,137.

ART. 20: Se entiende por relación de trabajo, cualquiera que sea el acto que le de origen, la prestación de un trabajo personal subordinado a una persona mediante el pago de salario.

ART. 35: Las relaciones de trabajo pueden ser para obra o tiempo determinado o por tiempo indeterminado. A falta de estipulaciones expresas, la relación será por tiempo indeterminado.

ART. 58: Jornada de trabajo es el tiempo durante el cual el trabajador está a disposición del patrón para prestar su trabajo.

ART. 61: La duración máxima de la jornada será: Ocho horas la diurna, siete la nocturna y siete horas y media la mixta.

ART. 66: Podrá también prolongarse la jornada de trabajo por circunstancias, sin exceder nunca de tres horas diarias ni de tres veces en una semana.

ART. 67: Las horas de trabajo extraordinario se pagarán con una cantidad igual a la que corresponda a cada una de las horas de la jornada.

Las horas de trabajo extraordinario se pagarán con un cien por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada.

ART. 68: Los trabajadores no están obligados a prestar sus servicios por un tiempo mayor del permitido en este capítulo.

La prolongación del tiempo extraordinario que excede de nueve horas a la semana, obliga al patrón a pagar al trabajador el tiempo excedente con un doscientos por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada, sin perjuicio de las sanciones establecidas en esta ley.

ART. 69: Por cada siete días de trabajo disfrutará el trabajador de un día de descanso, por lo menos, con goce de salario íntegro.

ART. 71: En los reglamentos de esta ley se procurará que el día de descanso semanal sea el domingo.

Los trabajadores que presenten servicios en día domingo tendrán derecho a una prima adicional de un veinticinco por ciento, por lo menos, sobre el salario de los días ordinarios de trabajo.

ART. 73: Los trabajadores no están obligados a prestar servicios en sus días de descanso. Si se quebrantara esta disposición, el patrón pagará al trabajador, independientemente del salario que le corresponda por el descanso, un salario doble por el servicio prestado.

ART. 74: Son días de descanso obligatorio:

- I. El 10. de enero;
- II. El 5 de febrero;
- III. El 21 de marzo;
- IV. El 10. de mayo;
- V. El 16 de septiembre;
- VI. El 20 de noviembre;
- VII. El 10. de diciembre de cada seis años, cuando le corresponda a la transmisión del Poder Ejecutivo Federal ;
- VIII. El 25 de diciembre.

ART. 75: En casos del artículo anterior los trabajadores y los patrones determinarán el número de trabajadores que deban prestar sus servicios. Si no se llega a un convenio, resolverá la Junta de Conciliación Permanente o en su defecto la de Conciliación y Arbitraje.

Los trabajadores quedarán obligados a prestar los servicios y tendrán derecho a que se les pague, independientemente del salario que les corresponda por el descanso obligatorio, un salario doble por el servicio prestado.

ART. 76: Los trabajadores que tengan más de un año se servicio disfrutarán de un período anual de vacaciones pagadas, que en ningún caso podrá ser inferior a seis días laborables y que aumentará en dos días laborables hasta llegar a diez, por cada año subsecuente de servicios.

Después del cuarto año, el período de vacaciones se aumentará en dos días por cada cinco de servicio.

ART. 80: Los trabajadores tendrán derecho a una prima no menor de veinticinco por ciento sobre los salarios que le correspondan durante el período de vacaciones.

ART. 82: El salario es la retribución que debe pagar el patrón al trabajador por su trabajo.

ART. 83: El salario puede fijarse por unidad de tiempo, por unidad de obra, por comisión, a precio alzado o de cualquier otra manera.

Quando el salario se fija por unidad de obra, además de especificarse la naturaleza de ésta, se hará constar la cantidad y calidad del material, el estado de la herramienta y útiles que el patrón, en su caso, proporcione para ejecutar la obra, y el tiempo por el que los pondrá a disposición del trabajador, sin que pueda exigir cantidad alguna por concepto del desgaste natural que sufra la herramienta como consecuencia del trabajo.

ART. 84: El salario se integra con los pagos hechos en efectivo por cuota diaria, gratificaciones, percepciones, habitación, primas, comisiones, prestaciones de especie y cualquier otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por su trabajo.

ART. 85: El salario debe ser remunerado y nunca menor al fijado como mínimo de acuerdo a las disposiciones de esta ley. Para fijar el importe del salario se tomarán en consideración la cantidad y calidad del trabajo.

En el salario por unidad de obra la retribución que se pague será tal, que para un trabajo normal, en una jornada de ocho horas, de por resultado el monto del salario mínimo por lo menos.

ART. 87: Los trabajadores tendrán derecho a un aguinaldo anual que deberá pagarse antes del veinte de diciembre, equivalente a quince días de salario por lo menos.

Los que no hayan cumplido en año de servicios tendrán derecho a que se les pague en proporción al tiempo trabajado.

ART. 90: Salario mínimo es la cantidad menor que debe recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo.

El salario mínimo debiera ser suficiente para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia en el orden material, social, y cultural, y para proveer a la educación obligatoria de los hijos.

Se considera de utilidad social el establecimiento de instituciones y medidas que protejan la capacidad adquisitiva del salario y faciliten el acceso de los trabajadores a la obtención de satisfactores.

ART. 94: Los salarios mínimos serán fijados por las comisiones regionales y serán sometidos para su ratificación o modificación a la comisión nacional de salarios mínimos.

ART. 106: La obligación del patrón de pagar el salario no se suspende salvo en los casos y con los requisitos establecidos en esta ley.

ART. 137: El fondo nacional de la vivienda tendrá por objeto crear sistemas de financiamiento que permitan a los trabajadores obtener crédito barato y suficiente para adquirir en propiedad habitaciones como las e higiénicas, para la construcción, reparación o mejoras a sus casas habitación y para el pago de pasivos adquiridos por estos conceptos.

Otras consideraciones en la integración del salario real:

a) Días no laborables por fiestas de costumbres, por tradiciones arraigadas en nuestro medio laboral los días correspondientes a celebraciones religiosas más notables como son: Viernes y Sábado santos, 3 de Mayo, 1 y 2 de Noviembre, 12 de Diciembre; el obrero no trabaja; es por eso que los constructores aceptan como no laborables de acuerdo con su propia política algunos o todos de los días aquí mencionados.

b) Días no laborables por enfermedad no profesional, cuando por enfermedad no profesional el obrero no trabaja el patrón se ve obligado a cubrir su salario durante los 3 primeros días de ausencia por lo que el ingeniero debiera considerar a criterio los días no laborables por esta causa.

c) Días no laborables por agentes físico-meteorológicos. Es indispensable que para la integración del salario real del trabajador en base al lugar donde se van a ejecutar las obras, el medio geográfico, la estación del año la topografía local, etc. El ingeniero analista de precios unitarios realice una investigación estadística y la aplique en la definición de un número o de días no laborables por causas fortuitas, como pudieron ser: lluvia, nieve, color, frío, inundaciones, derrumbes, viento, sismo. De lo establecido en los inicios anteriores podemos obtener ya condiciones importantes aunque parciales para la integración del salario real del trabajador.

Obtención del salario real.

Primero.- Los trabajadores de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo, tienen derecho a recibir como compensación a su trabajo los siguientes pagos directos mínimos anuales.

Por cuota diaria (Art. 85) ----->	365 días
Por prima vacacional (Art. 76,80) ----->	1.5
0.25 X 6 días de vacaciones mínimas	1.5
Por aguinaldos (netos) -----	
	381.5 días

Segundo.- Tambien de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo tienen derecho a descansar con goce de salario los siguientes dias mínimos al año.

Por septimo dia (Art. 69) -----> 52 dias
 Por dias festivos (Art. 74) -----> 7.17 dias

1 DE ENERO
 5 DE FEBRERO
 21 DE MARZO
 1 DE MAYO
 5 DE MAYO
 16 DE SEPTIEMBRE
 20 DE NOVIEMBRE
 1 DE DICIEMBRE CADA 6 ANOS
 25 DE DICIEMBRE

Vacaciones (Art. 76) -----> 6 dias
 65.17 dias

Tercero.- De acuerdo con la experiencia y la politica de cada constructor es necesario considerar tambien como inactiva algunos dias del año durante los cuales el trabajador goza de su salario integro, como puede ser.

Por fiestas de costumbre -----> 3 dias
 Por enfermedad no profesional -----> 2 dias
 Por mal tiempo y otros mas -----> 4 dias

 9 dias

En resumen, tenemos que los dias pagados al trabajador por año 381.5 dias y los dias realmente trabajados son: 290.83

Podemos entonces determinar el valor de un coeficiente de incremento debido exclusivamente a prestaciones de la Ley Federal del Trabajo que es: 381.5 dias pagados entre 290.83 dias laborados = 1.31176 lo cual nos implica que al integrar el salario real del trabajador deberá considerarse un incremento de 31.16% sobre su salario base por concepto de prestaciones de la Ley Federal del Trabajo.

Salario mínimo para la construcción

OFICIO	SALARIO
PEON (Salario mínimo)	\$ 8,000.00
OFICIAL (De albanileria)	\$11,680.00
CARPINTERO DE OBRA NEGRA	\$10,870.00
FIERRERO EN CONSTRUCCION	\$11,250.00

INFONAVIT.- Con el fin de proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas, higienicas y a un precio accesible; el primero de Mayo de 1972 se creo el Instituto del Fondo Nacional para los Trabajadores; dicho fondo esta formado por las aportaciones que en efectivo hacen las empresas, del 5% sobre los salarios ordinarios de los trabajadores a su servicio de acuerdo a lo mencionado por el Art. 136 de la Ley Federal del Trabajo. Para efecto de integración del salario real del trabajador, el ingeniero debiera incluir en el las cuotas que se deben cubrir por este concepto.

El factor que por este concepto modifica la integración del salario real del trabajador, sera:

$$\begin{array}{r} 0.05 \times 365 \text{ dias de salario ordinario} \\ \hline 290.83 \text{ dias laborables} \end{array} = 0.0628$$

Lo cual significa que al integrar el salario real del trabajador debiera considerarse un incremento de 6.28% sobre su salario base por concepto de cuotas patronales e INFONAVIT. En los concursos de obras publicas se dispone, que: en los analisis de precios unitarios, no debe figurar el 5% del importe de las percepciones de los trabajadores, que los terminos del Art. 136 de la Ley Federal del Trabajo, las empresas en su calidad de patronos, estan obligados a aportar al Fondo Nacional de Vivienda.

Lo anterior significa en este caso que el ingeniero debiera considerar tales erogaciones dentro del importe de su utilidad bruta.

SEGURO SOCIAL Y PRESTACIONES

De acuerdo a las disposiciones legales vigentes emanadas de los principios constitucionales que nos rigen, todos los empresarios tienen la obligación ineludible de inscribir a sus trabajadores en el I.M.S.S. el cual a cambio del pago de las primas de seguros correspondientes, se encarga de velar por la seguridad de los trabajadores y de impartirles la asistencia, servicios sociales y prestaciones señaladas por la propia Ley del Seguro Social, el regimen obligatorio de la ley comprende los siguientes seguros:

- I. Riesgo de trabajo
- II. Enfermedades y Maternidad
- III. Invalidez, Vejez, Cesantia en edad avanzada, Muerte
- IV. Guarderia para hijos de asegurados

La misma ley establece cuotas o primas que cubren cada uno de los seguros anteriores, por lo tanto debemos valorizarlos para considerarlos en la integración del salario real del trabajador

Cabe mencionar que de acuerdo al artículo 42 de la Ley del Seguro Social corresponde al patron pagar integralmente las cuotas señaladas para los trabajadores que solo persivan el salario mínimo.

Para efectos de la fijación de cuotas patronales del seguro de riesgo de trabajo el art. 78 de la Ley del Seguro Social establece que esta se determinara en relación a la cuota obrero patronal del seguro de invalidez, vejez, cesantía y muerte, conforme a los términos del reglamento de clasificación de obreros y grados de riesgos que el seguro de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

El art. 12 del reglamento mencionado clasifica a las empresas relacionadas con la construcción en la clase V, por lo que la prima por seguro de accidentes de trabajo es del 125% del importe de la cuota obrero-patronal del seguro de invalidez, vejez cesantía y muerte.

Para el trabajador de salario mínimo 22.375 X 381.5
----- . 2935
290.83

- Enfermedad y maternidad	8.55
- Invalidez, vejez, cesantía y muerte	5.700
- Riesgos 1.25 X 5.700%	7.125

	22.375 %

Para sueldo mayor que el salario mínimo 17.625 X 381.5
----- . 2311
290.83

- Enfermedad y maternidad	6.300%
- Invalidez, vejez, cesantía y muerte	4.200%
- Riesgos 1.25 X 5.700%	7.125%

	17.625%

Lo cual significa que al integrar el salario real del trabajador debemos considerar incrementos del 29.35% para el trabajador del salario mínimo y del 23.11% para los trabajadores con salarios superiores sobre sus respectivos salarios base por concepto de cuotas patronales al seguro social correspondientes a los seguros antes mencionados.

Con el fin que los trabajadores dispusieran de lugares apropiados para el cuidado de sus hijos durante las horas de trabajo, el 1 de Abril de 1973 se crea el seguro de guarderías para hijos de asegurados y de acuerdo a los Arts. 190 y 191 de la Ley del I.M.S.S. los patronos cubrirán íntegramente el importe de la prima correspondiente independientemente de que tengan o no trabajadoras a su servicio además el monto de dicha prima será del 1% sobre la cantidad que por salario paguen a todos sus trabajadores en efectivo por cuota diaria.

El factor que por este concepto modifica la integración del salario real del trabajador será.

$$\begin{array}{r} 0.01 \times 365 \text{ días de cuota diaria} \\ \hline 290.63 \text{ días laborales} \end{array} = 0.0126$$

Lo que significa que debemos considerar un incremento del 1.26% adicional al salario base del trabajador debido a cuotas patronales por concepto de guarderías para hijos de asegurados en la integración del salario real.

Es importante hacer notar la responsabilidad de un contratista ante el seguro social del pago de las cuotas del personal de sus subcontratistas quienes se encargan de realizar los trabajos más especializados: yeseros, pintores, carpinteros, etc. Lo anterior significa que el contratista deberá cubrir el importe de los subcontratistas correspondientes diversos.

IMPUESTOS SOBRE REMUNERACIONES PAGADAS

Por decreto presidencial a partir del 1 de Febrero de 1965 se creó el pago de un impuesto del 1% sobre diversas percepciones y erogaciones, que se dedica a la enseñanza media y superior técnica y universitaria; actualmente integrado a la Ley de Ingresos de la Federación. En dicho decreto se establece que son causantes del impuesto quienes efectúen pagos por concepto de remuneraciones al trabajo personal.

El pago de dicho impuesto corresponde a una erogación real del patrono que repercute en el costo de la mano de obra, ya que deberá pagar el 1% del total de remuneraciones pagadas.

$$\begin{array}{r} 0.01 \times 381.5 \text{ días pagados} \\ \hline 290.63 \text{ días laborados} \end{array} = 0.0131$$

Por tanto, deberá considerarse un incremento de 1.31% sobre el salario base del trabajador por concepto de impuesto patronal sobre remuneraciones pagadas.

INTEGRACION DEL SALARIO REAL DEL TRABAJADOR

La determinación y valoración de los factores que intervienen en toda relación obrero-patronal, conduce la reintegración del salario real del trabajador que como se menciona anteriormente corresponde a la erogación total del patrón por cada día realmente laborado por el trabajador y que incluye pagos directos, prestaciones en efectivo y en especie, pagos por impuestos y cuotas a instituciones de beneficio social.

En la practica dicha integración corresponde a la integración de un coeficiente usualmente llamado FACTOR DE SALARIO REAL, que al ser multiplicado por el salario base del trabajador, da por resultado el salario real por determinar.

POR LA LEY FEDERAL DEL TRABAJO -----	1.3118
IMFONAVIT -----	0.0628

	: 0.2935 SALARIO MINIMO
IMSS -----	<
	: 0.2311 SALARIO MAYOR

GUARDERIA IMSS -----	0.0126

Impuesto sobre remuneraciones pagadas al trabajador 0.0131
El factor de salario real: Para salario mínimo 1.6936
Para salario mayor 1.6314

RESUMEN DE SALARIOS REALES

CATEGORIA	■ SALARIO BASE	FACTOR DE SALARIO REAL	SALARIO REAL
PEON	8000	1.6938	13550.4
OFICIAL (albañilería)	11680	1.6314	19054.8
CARPINTERO	10870	1.6314	17733.3
PIERRERO	11250	1.6314	18353.3

■ SALARIOS MINIMOS 1 / DE MARZO / DE 1986.

RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA

Aunque la industria de la construcción existen diversas modalidades en la forma de pago al trabajador el costo de la mano de obra es el resultado de prorraterías, el pago de salarios entre las unidades de producción realizadas en el tiempo para el que se calcula dicho pago.

Resta entonces por definir el factor producción de la mano de obra, mas conocido como el "rendimiento de la mano de obra" y que corresponde a las unidades de producción realizadas por el trabajador o la cuadrilla de trabajadores en la unidad de tiempo establecida, así por ejemplo, podemos hablar de rendimiento por metro cubico por día de un peón, haciendo excavaciones manuales acarreos en carretilla, traspaleos, etc; tambien podemos hablar de una cuadrilla de dos oficiales con cuatro ayudantes habilitando acero de refuerzo en la cimentación de un edificio.

En la evaluación del costo de la mano de obra el ingeniero analista se enfrenta al problema de resolver la integración de un precio unitario sobre todo cuando no cuenta con precios de destajos que le ayuden a suponer los costos, cuando por diferentes razones desconoce el ambiente fisico social que rodea al medio laboral donde se va a desarrollar la obra, o cuando su experiencia no le permite suponer los diversos factores que afectan la producción del trabajador.

En principio se debe tener en mente que la producción de la mano de obra nunca sera constante ya que el trabajador como individuo y ser pensante no puede ser comparado con una máquina y que su capacidad de producción puede ser afectada principalmente por los siguientes factores:

a) Del medio fisico geografico como la fatiga, el clima, las variaciones atmosféricas, los accesos a la obra, la iluminación y la verificación adecuada.

b) Del medio socioeconómico como la educación, el salario, las prestaciones, los incentivos y los sindicatos.

c) Tecnicos, como la capacitación, la experiencia, la herramienta, el equipo el procedimiento constructivo la dirección y el programa.

d) Psicologicos como la inseguridad, el peligro, la competencia y el bienestar mental.

Tomando en cuenta lo anterior y la experiencia en cuanto a estadísticas de rendimiento se podra definir el rendimiento de la mano de obra con un buen grado de confiabilidad, ya que estas suposiciones dependerá en gran parte el éxito o el fracaso economico de la obra.

Costo de mano de obra por excavación de tierra suelta por m3, manualmente a cielo abierto.

SALARIO DEL PEON	13550.4
RENDIMIENTO	346 m3/DIA
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO	1.20
EFICIENCIA	50%
CAPACIDAD DE PALA	3 CTS = 0.003 m3
NO. DE HORAS EFECTIVAS POR DIA	7 Hrs.
CICLO POR PALADA	5 Seg.

RENDIMIENTO POR DIA EFECTIVO: 25200 s 0.5
 ----- X ----- X 0.003 = 6.3 m3 DIA
 5 s 1.20

COSTO DE MANO DE OBRA DE EXCAVACION POR m3

13550.4	
-----	\$2150.79 m3
6.3	

Costo de mano de obra, cimbrado y decimbrado X m2 de contado en loza.

PERSONAL OFICIAL CARPINTERO	17733.3
AYUDANTE	13550.4

	31283.7

RENDIMIENTO DE CIMBRADO
 (DE 6 A 10 m2/DIA) 8 m2

CIMBRADO X m2 DE CONTACTO	\$31283.7
	----- = \$3910.46/m2
	8 m2

RENDIMIENTO DECIMBRADO
 (DE 40 A 60 m2) 50 m2

DECIMBRADO X m2 DE CONTACTO	31283.7
	----- = \$ 625.67/m2
	50 m2

	3910.46
+	625.67

\$	4536.14 /m2

COSTOS INDIRECTOS

Por definición se designa como cargo por indirectos "los gastos generales necesarios para la ejecución de la obra, no incluidos en los cargos directos, que realiza el contratista y que se distribuyen en proporción a los cargos directos de los conceptos de trabajo y entendiendo a las modalidades de la obra".

Este cargo está en función directa del tipo de obra, ubicación, programa y época de ejecución y de ciertas condiciones contractuales establecidas. En rigor, en la ejecución de cada obra, debe corresponder un indirecto determinado; conforme a lo establecido por las disposiciones legales, "los cargos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo el resultado de esta suma entre el costo total directo de la obra de que se trate", es decir, no deben incluirse otros cargos como son: Utilidad o cargos adicionales que deberán ser tratados separadamente.

Se define como costo indirecto a aquel costo que no puede identificarse específicamente con el producto (o servicio) y que, por esa razón, debe asignarse a ese producto de acuerdo con un prorrateo determinado.

Al tratar el costo directo en la exposición anterior se definió como el costo que se "identifica claramente en la producción y cuya asignación es por tanto específica y definida".

Con objeto de ilustrar lo anterior, se puede decir que el costo de operación de un cargador frontal, que se halla cargando material para formar un terraplén, será un costo directo.

En cambio, el costo de operación de la camioneta que utiliza el sobrestante será un costo indirecto.

Dentro de una empresa de construcción pueden identificarse dos niveles de costos indirectos: 1) costos indirectos incurridos por la operación y administración de la oficina central y 2) costos incurridos por la operación técnica y administración de la obra.

Determinación de los costos indirectos. La determinación de los costos indirectos se hace de acuerdo con la experiencia de la empresa (datos históricos) y/o de acuerdo con un programa de necesidades (datos de presupuesto). Obviamente que del cuidado y exactitud con que se cuantifiquen los costos indirectos estará el éxito de la empresa para poder cubrirlos.

Administración central

Toda empresa constructora racionalmente organizada, deberá estar dotada de cuerpos administrativos que estén encargados de conducir, controlar, vigilar todas las operaciones de la propia empresa, así como de servir de enlace entre las diversas dependencias que forman parte de la misma.

La oficina central. Todos los gastos originados por la oficina central por concepto de organización, dirección técnica general, administración, control, financiamiento y, en fin, todos aquellos gastos no identificados con una obra específica, son costos indirectos.

Estos costos son únicamente controlables por la gerencia de la empresa, y se consideran como fijos dentro de un período de tiempo, independientemente de las variaciones en el volumen de obra.

Dentro de la administración central, alguno de los renglones de gastos más importantes son:

- a). - Honorarios de directivos y ejecutivos
- b). - Honorarios y sueldos de personal administrativo
- c). - Salarios de personal de servicio (mosos, valadores, choferes)
- d). - Seguro Social e impuesto sobre remuneraciones pagados, de todo el personal anterior.
- e). - Pasajes y viaticos del personal de administración central
- f). - Gastos de representación
- g). - Consultorias y asesorías
- h). - Estudios e investigaciones
- i). - Iguales en asuntos jurídicos y fiscales.
- j). - Depreciación, rentas y mantenimientos de edificios, talleres, bodegas, etc.
- k). - Depreciación de muebles y enseres
- l). - Amortización de gastos de organización
- m). - Previsión para cuentas de cobro dudoso
- n). - Previsión para períodos de inactividad

- o).- Depreciación, renta y operación de vehículos
- p).- Servicios médicos de urgencias
- q).- Indemnizaciones
- r).- Gastos de oficina (papelería, correos, telegramos, telefonos, luz, etc, etc.)
- s).- Preparación de concursos
- t).- Publicidad y promoción
- u).- Donativos

El monto de los gastos correspondientes a la administración central, es muy variable dependiendo de la magnitud de la empresa, se acostumbra expresarlo en un % que aporta el costo neto total de las obras, que ejecuta la empresa, en un período dado, razón por la cual este porcentaje debe ser calculado en base al costo directo total de cada obra. En forma estadística podemos afirmar que la administración central representa entre un 3 y un 8% del costo directo total de las obras de la empresa.

Administración y gastos generales de obra

La obra. Todos los gastos originados por la organización de la obra (transporte del equipo, construcción de campamentos, montaje de talleres, instalaciones de almacenes, traslado de personal,...), de su administración (personal técnico y administrativo), de su ejecución (sobrestantes) y de su control (personal de costos, topografía, laboratorio,...) son costos indirectos. Es frecuente considerar una cantidad dentro de estos conceptos por "imprevistos".

Estos costos son generalmente controlables por el responsable de la obra (superintendente o residente), siendo algunos de ellos fijos, y otros variables dentro de ciertos límites (ya sea en función del tiempo o del volumen de obra).

Los conceptos que constituyen este grupo los podemos desglosar en los siguientes aspectos:

- 1).- Honorarios, sueldos y prestaciones.
- 2).- Instalaciones y obras provisionales.
- 3).- Transportes, fletes y acarreos.
- 4).- Gastos de oficina.
- 5).- Varios.

1).- Honorarios, sueldos y prestaciones

Este aspecto cubre todas las erogaciones originadas por el personal técnico y administrativo que en el campo, dirige y supervisa.

La ejecución de los trabajos. En dicha organización de dirección y superintendencia, se incluye desde la jerarquía suprema de residencia, hasta sobre estante y cabos, etc.

Dentro de este aspecto quedan involucrados los siguientes renglones.

- a).- Honorarios de superintendentes e ingenieros auxiliares
- b).- Honorarios y sueldos de personal administrativo y de servicios (Jefe de oficina, pagador, secretarias, oficinistas, almacenistas, laboratoristas).
- c).- Sueldos y salarios del personal obrero (bodegueros, choferes, veladores, mecánicos, etc.)
- d).- Seguro social e impuesto sobre remuneraciones pagadas, del personal técnico y administrativo y obra.
- e).- Pasajes y viáticos
- f).- Sueldos de tránsito
- g).- Compensaciones y gratificaciones.

2).- Instalaciones y obras provisionales

Incluye dentro de este aspecto todas las erogaciones relativas a la construcción de obras e instalaciones auxiliares necesarias para el desarrollo de la obra misma, como pueden ser:

- a).- Campamentos.
- b).- Oficinas de obra.
- c).- Talleres, bodegas, comedores, dormitorios.
- d).- Laboratorios de campo y patios de almacenamiento.
- e).- Instalaciones para servicios médicos.
- f).- Casetas de vigilancia.

Conservación y mantenimiento de las instalaciones anteriormente mencionadas: instalación eléctrica, hidráulicas, sanitarios de gas.

3).- Transportes, fletes y acarreos

En este aspecto se agrupan los gastos originados por:

Consumos de amortización de vehículos del servicio general de la obra. Fletes de materiales y equipo de varios, no incluidos en el costo directo, etc.

4).- Gastos de oficina

Papelería y útiles de escritorios, consumo de luz, gas, agua, amortización de muebles de oficinas, amortización de equipo de ingeniería. Correos, telefono, telegrafo, radio, etc. Copias y duplicados de planos y documentos. Pasajes y transportes locales. Situaciones bancarias. Relaciones publicas. Donativos. Suscripciones.

5).- Varios

En este aspecto se involucran otras erogaciones como pueden ser:

Servicios médicos de urgencia. Ingeniería de seguridad. Sindicatos. Control de calidad. Amortización y consumos de equipo y herramientas de talleres. Riesgos de obras terminadas (reclamaciones posteriores). Conservación de la obra hasta la entrega. Rupturas y reposiciones (ductos, pavimentos, etc.).

Se deduce de la observación de esta extensa lista de conceptos que intervienen en la administración y gastos generales de obra, que dicho factor de costos indirectos, presenta un rango de variación muy amplio, pudiendo indicarse que sus límites varían entre un 5 y 20% del costo total de una obra.

6).- Financiamiento

Este es un factor de costo de vital importancia cuya imprevisión puede tener graves consecuencias en los resultados finales de una obra, y aún ocasionar serias pérdidas.

El monto de los financiamientos dependerá, en cada paso particular, de la relación que exista entre el programa previsto de erogaciones y el programa esperado de ingresos, dependiendo primero del programa general de obra y el segundo de la forma de pago establecida en el contrato así por ejemplo: si un caso en que el contratista deba financiar el 15% del costo total de la misma durante toda la duración, el renglón de financiamiento representará para el contratista un porcentaje mensual de dicho costo total.

En terminos generales, debemos indicar que dentro de cargos normales, el financiamiento puede representar entre el 1 y 50% del costo total de una obra.

Fianzas y seguros

Se involucran dentro de este grupo a todas las erogaciones motivadas por los aspectos de fianzas, seguros, multas, recargos, regalías por el uso de patentes, etc. En terminos generales, este renglón puede representar entre 1 y 4% del costo total de la obra.

Imprevistos

Existe divergencia entre sí, se debe o no incluir dentro de los costos indirectos el aspecto de imprevistos.

Hay que reconocer que existen en todo trabajo de construcción, causas o elementos de costos que no pueden ser expresados en números. No se pueden suprimir totalmente los errores, tanto en estimación como en el proceso constructivo. No se puede predecir la magnitud de un posible accidente, no se puede cubrir con recursos todas las posibles eventualidades, no se puede prever las demoras que causan en las operaciones. Elementos de este tipo constituyen el riesgo natural de la construcción, riesgos del mismo genero que es inherente a cualquier otro orden de la actividad económica.

El criterio correcto de estimación de imprevistos, consistirá en tratar de suponer con alguna base razonable, los cargos de previsión para el mayor número posible de contingencias, reduciendo a un mínimo aceptable el factor marginal que se supone servirá para cubrir en alguna proporción los riesgos verdaderamente imprevisibles.

En resumen se puede concluir que el porcentaje con que se expresa el efecto de imprevistos dentro de los costos indirectos depende del grado de incertidumbre que se tenga respecto a todos y cada uno de los factores de costo de una obra.

Se puede considerar que los imprevistos representan entre un 2 y un 5% del costo directo total de una obra.

Utilidad

Al tratar este tema nos introducimos en un campo en el que cada empresa debe determinar libremente, sin más limitaciones que las que le fijen sus obligaciones para consigo misma y para la sociedad. Concebida la empresa como una entidad de servicio, sus obligaciones en el campo de la economía y en el campo de lo social son: sobrevivencia y mejoramiento, continuidad y desarrollo. Las utilidades tienen entonces un mínimo obligado que es aquel que hace posible el cumplimiento de esta doble función.

Por otra parte, dentro de nuestro regimen de empresa libre y de economía privada, el capital tiene un papel generador, al desempeñarlo asume un riesgo, es de conveniencia social y de justicia evidente que tenga una remuneración equitativa.

La utilidad se expresa como un porcentaje de la suma del costo directo total y de los costos indirectos; y como se explica en el párrafo anterior es claro que el criterio de evaluación más significativo es el basado en el grado de riesgo a que está sujeto el contratista. Otros factores circunstanciales que pueden influir en la determinación del porcentaje de utilidad pueden ser: grado de dificultad técnica de la obra, localización de la misma, plazo en que debe ejecutarse, magnitud de la obra, etc. Es común en nuestro medio y dadas las circunstancias normales, que el porcentaje de utilidad ande entre un 8 y 15%.

Utilidad. Por definición la utilidad es "la ganancia que debe pagarse al contratista por la ejecución del concepto de trabajo. Quedará representada por un porcentaje sobre la suma de los cargos directos más indirectos de dicho concepto de trabajo".

La utilidad es un cargo importante dentro de la integración de los Precios Unitarios, y por lo tanto el porcentaje que se aplique debe calcularse en forma racional para que sea justo y conveniente para las empresas constructoras y no aplicar por costumbre un coeficiente establecido.

El porcentaje por utilidad se aplica a la suma de los cargos directos más indirectos, la denominaremos "Utilidad Bruta". Esta a su vez contendrá la "Utilidad Neta", y las obligaciones impositivas del contrato. Estas últimas varían en función del lugar, época y disposiciones legales que sobre el impuesto haya determinado el Gobierno de Cada Nación.

La utilidad neta, es la retribución o compensación que recibe la empresa a cambio del servicio que presta, del capital distraído en el ramo de la construcción y de los riesgos a que está sujeta la inversión.

Existen diversos factores que influyen directamente en la integración del cargo por utilidad, dentro de los cuales pueden considerarse como preponderantes las condiciones especiales de la empresa, la oferta y demanda en el mercado de la industria de la Construcción, el monto de las obras por ejecutar así como el riesgo que presenta una determinada contratación.

Las empresas calculan su utilidad neta total para determinar su aplicación final, conforme a las políticas establecidas para tal efecto, bien sea para incrementar su desarrollo, o bien para fijar sus factores de distribución. La utilidad neta que percibe una empresa al año, constituye en sí el indicador de su progreso.

El cálculo de la utilidad neta, de las empresas que se dedican a la construcción de obras no es simple, considerando los factores que provocan sus fluctuaciones en cuanto a escasez o exceso de obras en determinadas épocas, así como de otras condiciones.

Por lo que respecta a las obligaciones impositivas (cargo forma parte de la utilidad) en nuestro país y en la rama de la Industria de la Construcción, para contratos de obras públicas se tiene en la actualidad los siguientes conceptos:

1.- El Impuesto Sobre la Renta para las empresas constructoras es del 42% sobre la utilidad (anteriormente había un régimen especial del 3.75% de la obra ejecutada).

2.- El Impuesto al Valor Agregado no debe incluirse en el costo porque se traslada el impuesto al consumidor final, a excepción de las obras exentas.

3.- La aportación al Fondo Nacional de la Vivienda IMFONAVIT que el patrón debe cubrir de sus utilidades y que significa del 0.5% al 1.5% del Precio Unitario dependiendo del tipo de obra que se realiza (5% del costo de la Mano de Obra).

4.- La participación de utilidades a los trabajadores 8% de la utilidad de la Empresa.

Cargos adicionales. En la celebración de algunos contratos de obra quedan preñadas por las empresas contratantes algunas obligaciones que quedan a cargo del contratista y que las Bases y Normas ha denominado "Cargos Adicionales", definiéndolos como "los correspondientes a la erogación que realiza el contratista por estipularse expresamente en el contrato de obra como obligaciones adicionales y que no están comprendidas dentro de los cargos directos ni en los indirectos, ni en la utilidad. Se expresarán generalmente como porcentaje sobre la suma de directos, más indirectos, más utilidad".

Dentro de estos cargos puede incluirse el pago del 0.5% por Derechos de Inspección y Vigilancia encomendado a la Secretaría de Programación y Presupuesto y el 0.2% de capacitación.

C A P I T U L O I V

MAQUINARIA

En todo proceso constructivo son tres los recursos ó insumos que directamente intervienen a la realización de una obra; materiales, obra de mano y maquinaria.

La participación de estos recursos esta asociada al tipo de obras que se construyen; así en la mayoría de las obras de edificación estarán presentes fundamentalmente los materiales y la obra de mano mientras que en la construcción pesada el recurso básico lo constituye la maquinaria.

La selección del equipo de construcción es un caso típico de toma decisiones; esto es, primeramente establecemos un objetivo; a continuación, generamos una serie de alternativas que deben ser analizadas.

En el caso la maquinaria de construcción, el proceso se inicia teniendo en consideración factores de tipo técnico que dan como resultado una serie de alternativas de equipos o grupo de equipos.

Factores que influyen en la selección del equipo

Como factores que influyen en la selección de maquinaria:

- Factores relacionados con la obra.
- Magnitud y clase de obra.

La magnitud de la obra, estará dada por la cantidad de los volúmenes a ejecutar. El tamaño del equipo a utilizar guardará relación estrecha con el tiempo en ejecución con la productividad obtenida.

Localización de la obra

La localización de la obra tiene relación con la maquinaria en varios aspectos: la altitud sobre el nivel del mar, que afecta la eficiencia de los motores, las condiciones climatológicas que influyen sobre la operación, las condiciones topográficas y el tipo de material predominante que inciden sobre los rendimientos. Así mismo la ubicación geográfica de la obra determinada, la mayor o menor facilidad para contar con refacciones, asesoría técnica, talleres especializados de mantenimiento y otros.

Características de las máquinas

Existen gran variedad de marcas de maquinaria con diferentes tipos, modelos, tamaños y capacidades; resulta conveniente analizar varias propuestas antes de tomar la decisión definitiva.

El equipo de construcción como cualquier otro satisfactor, está sujeto a las leyes de la oferta y la demanda, un estudio de las condiciones económicas del mercado de maquinaria en el corto y a mediano plazo pueden proporcionarnos información valiosa para orientar nuestra decisión de adquirir el equipo. También deben analizarse todas las alternativas existentes: compra de maquinaria, renta, renta con opción a compra.

Una de las opciones que se presentan en la de comprar el equipo nuevo en el mercado, adquiriendo con ello cierta garantía y seguridad en cuanto a la continuidad de operación de la maquinaria.

Los factores más importantes que afectan el precio de la maquinaria son: los tiempos muertos por reparaciones preoperativas, el interés o costo de la inversión muerta durante ese período, los aditamentos que tenga cada opción y el costo de transporte del equipo a su destino final.

En caso que la situación financiera de la constructora, las condiciones de programa de obra o las proyecciones de la misma no aconsejen la adquisición del equipo puede optarse por la renta del mismo.

Para garantizar la operación, las partes celebran un contrato de renta en donde se especifican precio y condiciones generales.

Vida útil de la maquinaria

En toda máquina, tanto durante los tiempos de utilización, como durante los períodos en que se encuentra ociosa, sus diversas partes y mecanismos van sufriendo desgastes y deméritos, por lo que con cierta frecuencia más o menos determinada y predecible, dichas partes deben ser reparadas o sustituidas para que la máquina esté constantemente habilitada para trabajar y producir con eficiencia y economía. Sin embargo, en el transcurso del tiempo, irremediablemente en la máquina llega a encontrarse en un estado tal de desgaste y deterioro, que su posesión y trabajo en vez de construir un bien de producción, significa un gravamen para su propietario, lo cual ocurre cuando los gastos que se requieren para que la máquina produzca, exceden a los rendimientos económicos obtenidos con la misma; en otras palabras: la posesión y operación de tal máquina reportan pérdidas económicas y/o riesgos irracionales.

Vida útil de una máquina es el lapso durante el cual el equipo está en condiciones de realizar trabajo, sin que los gastos de su posesión excedan los rendimientos económicos obtenidos por el mismo, por mínimo que éstos sean.

La vida útil de una máquina depende de múltiples y complejos factores, que pueden ser: fallas de fabricación, falta de protección contra los agentes atmosféricos, despastes excesivos debidos a uso anormal, vibraciones y fricción de sus partes móviles, manejo de diferentes operadores e irresponsabilidad de los mismos, descuidos técnicos, etc.

Vida económica del equipo

Se entiende por vida económica de una máquina, el período durante el cual puede ésta operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno, siempre y cuando la máquina sea correctamente conservada y mantenida.

Toda máquina a partir del momento en que empieza a ser utilizada en las labores de construcción que le corresponden, van sufriendo un constante demérito, por lo que, para conservarla en condiciones de funcionamiento satisfactorio, requiere de constantes erogaciones y gastos derivados de la operación y mantenimiento. A medida que aumenta la vida y el uso de la máquina, la productividad de la misma tiende a disminuir y sus costos de operación van en constante aumento como consecuencia de los gastos cada vez mayores de conservación y mantenimiento; así como por averías cada vez más frecuentes que sufre, mismas que van aumentando sus tiempos muertos o improductivos, reduciendo por tanto su "disponibilidad", llegando incluso a afectar la productividad de otras máquinas que se encuentran abasteciendo a la primera o trabajando conjuntamente con ella en la ejecución de cierto trabajo.

De la observación de "registros cuidadosos" de los costos de operación y mantenimiento de una máquina, fácilmente se determinará que, después de cierto período cuando los costos por hora de operación de la misma son cada vez mayores que el promedio de costos obtenidos durante sus operaciones anteriores, la máquina habrá llegado al fin de su período de vida económica, a partir del cual su operación resultará antieconómica.

Al finalizar el período de vida económica de una máquina solamente podrán presentarse cualquiera de los tres casos alternos siguientes:

a) Que por su patente estado de deterioro, la máquina indudablemente deba ser definitivamente desechada, debiéndola vender para obtener algún rescate por la misma, ya que, sea cual fuere su estado de deterioro, siempre tendrá un valor de rescate, por ínfimo que este pueda ser.

b) Que por el esmero puesto en su cuidado y operación, la máquina se encuentre en condiciones aceptables y capaz de continuar trabajando, aunque sujeta a ciertas limitaciones, especialmente en lo que respecta a su eficiencia, potencia y por ende, productividad y operación económica por lo que, indudablemente, se encontrará en condiciones desventajosas con su empleo, se correrán riesgos derivados e impredecibles y súbitas averías que eventualmente podrán ocurrir, con lo que la máquina en cuestión tendrá que parar, y aún podría darse el caso que la forzada inactividad de ésta, afectase la productividad de todo el conjunto de maquinaria.

c) Que por razones de orden presupuestal o financiero, el poseedor de la máquina, independientemente del estado de la misma se encuentra en imposibilidad de sustituirla, por lo que aún a costa de sus utilidades, se ve en la necesidad de continuar empleando la máquina "obsoleta" en las operaciones de construcción. De proceder así, se estará "alargando" la vida útil de la máquina más allá del término de su vida económica.

En síntesis, las definiciones que giran en torno a la llamada vida económica de las máquinas señalan que es un período durante el cual se debe obtener los máximos beneficios durante su operación, pues el equipo puede continuar trabajando por más tiempo aunque las utilidades tenderán a disminuir.

Se entiende que una máquina ya es absolutamente obsoleta cuando ha alcanzado el término de su vida económica, quedando además totalmente amortizada la inversión del capital.

Criterio para la determinación de la vida económica

Existen numerosos criterios fundados en especulaciones más o menos sólidas, destinadas a la determinación de la vida económica (también llamada vida afectiva) de una máquina. El criterio de determinación más empleado es el estadístico, siendo en nuestro medio las estadísticas norteamericanas las más comúnmente aceptadas, debiendo fundamentalmente a que la mayoría de la maquinaria disponible en nuestro mercado es obtenida del vecino país. Sin embargo, no debemos olvidar que en toda la América Latina, se presentan factores de orden económico, social y cultural, que influyen profundamente en la eficiencia, número y economía de los trabajos de construcción en general, y que difieren en mucho a los factores determinantes de las vidas económicas de los equipos en el medio norteamericano; tales factores harán que nuestros constructores tengan que seguir prácticas tendientes a reear estadísticas más fieles de nuestra realidad, y a unificar la diversidad de criterios de vidas económicas existentes en nuestro país.

Valor de rescate

Antes de entrar a la teoría de los costos del equipo, es necesario hablar de su valor de adquisición, y su valor de rescate.

Se ha llamado valor de adquisición de una máquina, a su precio promedio actual en el mercado, pagado de contado.

Cuando el valor de adquisición de la máquina incluye el valor de las llantas y otros accesorios de desgaste rápido, estos valores deberán ser descontados del valor de adquisición original.

Se entiende por valor de rescate de una máquina el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.

Toda máquina usada, aún en el caso de que sólo amerite considerarse como chatarra, tiene siempre un cierto valor de rescate. Se acostumbra considerar el valor de rescate, como un porcentaje del valor de adquisición de la máquina, que puede variar entre 5% y 20%.

Para efectos de obtención del costo-horario de operación de una máquina, existe también el criterio de considerar que, al finalizar el período de su vida económica, el equipo está totalmente depreciado, considerándose entonces nulo su valor de rescate.

MANTENIMIENTO

El cuidado de la maquinaria nos llevará a observar los síntomas de la degradación de sus componentes y los factores que incrementan la importancia del mantenimiento.

Las actividades de mantenimiento son dinámicas, es decir, en constante cambio, dadas las circunstancias del rápido desarrollo tecnológico de nuestros tiempos y su inmediata aplicación en los equipos para la construcción.

Lograr y asegurar el aprovechamiento más ventajoso de las máquinas y equipos que otros elementos de una organización necesitan para el desempeño de sus funciones y obtener la óptima recuperación de la inversión. El mantenimiento debe ser una función integral o parte muy importante de cualquier organización.

Mantenimiento preventivo

Entendemos por todas las operaciones de ajuste, comprobación, reemplazo de partes o conjuntos, lubricación y limpieza, que como rutina y a intervalos definidos, son necesarios para asegurar al usuario que la maquinaria y equipo que necesita están en condiciones apropiadas para su uso inmediato.

También se dice que el mantenimiento preventivo es la serie de actividades cuyo fin es evitar el desgaste excesivo o prematuro que hacen necesarias las reparaciones costosas que originan los tiempos muertos.

Este mantenimiento requiere de una coordinación especial con los frentes de producción, con objeto de no interferir en las etapas productivas. Evitar los desgastes prematuros y sobre todo al efectuar la inspección, eliminar pequeños desajustes, faltantes y corregir fugas evitando así daños mayores, se asegura la continuidad de trabajo de equipo por largos periodos. Es conveniente auxiliarse del laboratorio (mantenimiento predictivo), para conocer de acuerdo a la zona donde se trabaja, los periodos mas adecuados de cambios de aceite, filtros y tratamientos de agua.

Mantenimiento predictivo

La característica de este tipo de mantenimiento es que es teórico, es decir es la planeación del mantenimiento, es más una filosofía que un método de trabajo; se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregir sin perjuicio al servicio.

Este mantenimiento predictivo nos proporciona: el Programa de Mantenimiento Preventivo; pronóstico de cambios y reposiciones; datos para el reemplazo económico.

Sustituir en forma rutinaria partes costosas sólo para estar del lado seguro. Adivinar qué tiempo le queda de vida a baleros, aislamientos, recipientes, engranes, motores, transmisiones, etc. Suspender el servicio fuera del programa por fallas imprevistas.

Este mantenimiento resulta tan importante o más que el preventivo por la tecnología aplicada y por los resultados obtenidos.

Entre las tecnologías aplicadas esta el análisis de aceite mediante un espectro-fotometro de absorción atómica.

Por medio de estas pruebas es posible predecir el grado de desgaste en una pieza determinada del conjunto al cual se analizo el aceite. Hacer diagnosticos de las condiciones de operación de las máquinas.

Laboratorio de diagnóstico.

Diagnóstico por aparatos.

Formas y sus relaciones.

Mantenimiento correctivo

Este es el mantenimiento realizado después de la falla, ya sea por síntomas claros y avanzados o por falla total. Es el mantenimiento fuera del programa y origina cargas de trabajo incontrolables que causan actividad intensa y lapsos sin trabajo; su ejecución inmediata es imperativa, es decir nos obliga al pago de horas extras, se interrumpe el servicio de la producción, hay necesidad de comprar todos los materiales en un momento dado. En resumen son las consecuencias lógicas cuando se sufre un accidente inesperado. Esta forma de aplicar mantenimiento impide el diagnóstico exacto de las causas que provocaron la falla, pues se ignora si falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento de manejo, por tener que depender del reporte de una persona para proceder a la reparación, por desgaste natural.

Las reparaciones deben efectuarse a la máquina a consecuencia del desgaste normal durante su utilización, de acuerdo a la experiencia, una cierta vida util-económica que nos sirva para programar sus reparaciones mayores. Los períodos de reparación de cada conjunto serán limitados por la calidad de operación de la máquina, el terreno donde trabaje el equipo y por la calidad del mantenimiento preventivo.

COSTO DE MAQUINARIA

Los costos del equipo podemos agruparlos en dos grandes categorías: Denominados de propiedad y de los costos de operación.

Los costos de propiedad, son los gastos o desembolsos que efectúa el propietario de una maquinaria para mantenerla en su posesión, se denomina también costos fijos. Dentro de estos costos se considera la depreciación, interés, seguros, impuestos, almacenajes.

Depreciación.

Es la disminución gradual del precio de adquisición de una máquina como consecuencia de su utilización. Se sigue generalmente el tipo de depreciación lineal, es decir, la máquina se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

$$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$$

$$\text{DEPRECIACION} = \frac{\text{Valor de adquisición} - \text{Valor de rescate}}{\text{Vida económica estimada en horas}}$$

DONDE:

- Valor de adquisición : Al costo en sí del equipo + Intereses + Transportes + Impuestos + Seguros + Almacenaje.
- Valor de rescate : El importe que se obtendría por concepto de venta de dicho equipo al término de la obra.
- Vida económica : El tiempo total estimado en horas de lo que podría durar el equipo trabajando.

La determinación de la vida económica real del equipo debe determinarse de acuerdo a estadísticas propias, ya que como puede verse, hay dispersión en esta información.

La depreciación puede calcularse mediante otros procedimientos y tiene diversas acepciones según se hable de depreciación contable, fiscal ó real.

Actualmente la ley fiscal permite depreciación acelerada para equipos nuevos ó para equipos usados adquiridos en el extranjero.

Interés

El cargo por interés en algunas ocasiones se le llama cargo por inversión, principalmente para definir la naturaleza de este factor que influye en el costo horario.

Es el cargo por intereses del capital invertido ó el crédito obtenido y se presenta por:

$$I = \frac{(Va + Vr)}{2 (Ha)} (i)$$

$$\text{INTERESES : } \frac{(Va + Vr) \text{ Tasa de interes anual en vigor}}{2 \text{ (Horas de trabajo efectivas al año)}}$$

DONDE:

Va : Valor de Adquisición
 Vr : Valor de Rescate
 Ha : Horas efectivas de trabajo al año
 i : Tasa de interes anual en vigor

Seguros.

En este concepto debe incluirse todos aquellos cargos resultantes por el aseguramiento de la maquinaria con empresas dedicadas a este propósito, pero también se puede considerar el autoaseguramiento, o sea el propietario del equipo acepte todos los riesgos derivados por el transporte y el uso de las máquinas.

Cargo por el valor de las primas que se pagan para cubrir los riesgos por accidente de trabajo ó transporte a que está sujeta la maquinaria durante su vida útil.

$$S = \frac{(Va + Vr)}{2 (Ha)} (s)$$

s = prima anual promedio.

Almacenaje

Es el cargo necesario para cubrir las erogaciones por concepto de almacenaje y vigilancia de la maquinaria durante sus períodos de inactividad. Aunque la ley no lo incluye como costo directo, es necesario tomarlo en consideración dentro de los costos inherentes al equipo.

$$A = K D$$

A = Almacenaje

K = Coeficiente que multiplica a la depreciación por hora. Tomado por experiencia y de acuerdo al salario del vigilante (varia de 0.03 a 0.1)

Costos de operación

Se denominan también "Costos Variables" y se dividen en:

- Mantenimiento.
- Consumo.
- LLantas.
- Artículos especiales.
- Salarios de operación.

Mantenimiento

Este cargo corresponde a todas las reparaciones mayores o menores que se le hagan a la máquina durante toda su vida económica por mantenerla en condiciones eficientes de trabajo y comprende reparaciones de campo y en taller realizadas por el propietario del equipo o talleres ajenos.

Mantenimiento Mayor

Es el cargo originado por todos los gastos necesarios para efectuar reparaciones mayores o costosas de los diferentes conjuntos de una máquina, que por especificaciones de durabilidad deben hacerse para conservar la maquinaria en condiciones de trabajo durante su vida útil.

Mantenimiento Menor

Son los costos ocasionados por los materiales, refacciones y mano de obra necesarios para dar conservación al equipo.

Este cargo debe hacerse en función de la depreciación mediante la aplicación de un coeficiente que es variable según el tipo de máquina y la modalidad de la obra.

H = Q D

- M = Cargo por mantenimiento mayor y menor por hora efectiva de trabajo.
Q = Coeficiente que incluye tanto el mantenimiento menor y mayor.
D = Depreciación.

Consumos

Son los originados por los cargos que se derivan de las erogaciones por los siguientes conceptos:

- Combustibles u otras fuentes de energía
- Lubricantes y elementos, filtros

Llantas

Debido a que las llantas tienen menor duración que los otros conjuntos de un equipo, se considera necesario llevar su costo por separado, y se dividen en:

Amortización.- Cargo por la disminución de valor de la llanta como consecuencia del uso.

AMORTIZACION = $\frac{\text{Valor de Adquisición}}{\text{Vida estimada en horas}}$
LLANTAS

Otros.- Cargo por valor de cámaras, válvulas, corbátas, sellos, etc.

Artículos Especiales

Cargo por concepto de cuchillas, gabilanes, vástago de escarificadores, dientes, etc.

Salario de Operación

Es el derivado de las erogaciones que se hacen por concepto del pago de salarios al personal encargado de operar las máquinas.

DESCRIPCION DEL EQUIPO USUAL DE CONSTRUCCION

La selección del equipo adecuado para la construcción es fundamental para la buena realización de las obras. Para poder hacer una evaluación de la maquinaria se recurre a las especificaciones del fabricante, pero al no existir normas obligatorias sobre la forma de redactarlas, es muy difícil hacer comparaciones válidas; por esta razón es necesario conocer los principios básicos sobre las especificaciones además de la investigación que se realice para conocer el servicio que dan los diferentes fabricantes o distribuciones, así como la desponibilidad de refacciones, crédito que puedan ofrecer y depreciación.

Del mejor conocimiento de las especificaciones, así como de los servicios, dependerá nuestra óptima selección.

Para un mayor entendimiento de los principios básicos de las especificaciones, consideramos necesario la explicación del funcionamiento de los motores, tanto del ciclo de dos tiempos, como del de cuatro tiempos, haciendo una descripción objetiva del comportamiento de los gases; además de los diseños básicos del Sistema de Inyección, Transmisión, Frenos, Sistema de la Dirección e Hidráulicos, así como generalidades sobre el Tren de Rodaje y Neumáticos.

TRACTORES

En la industria de la construcción y principalmente en la excavación podemos considerar que el tractor es una máquina que siempre estará presente en este tipo de trabajos por su versatilidad.

Pensemos en cualquier proyecto y observaremos que con frecuencia aparece la silueta tan conocida de un tractor, especialmente el de carriles equipado con accesorios inseparables como son la hoja o dozer y posiblemente el arado o desgarrador.

La ingeniería moderna exige la realización de las obras en plazos mínimos de acuerdo con programas elaborados atendiendo a la técnica y a la economía, pero siempre resulta trabajos en los cuales deben aportarse suficientes recursos y aprovecharlos al máximo, es decir, lograr la mayor eficiencia. Lo que más interesa al constructor es obtener máxima producción al mínimo costo y esto dependerá de la modalidad de la obra. El tractor equipado con hoja o dozer llamado comunmente bulldozer y con un arado o desgarrador pueden realizar esa triple actividad en forma muy efectiva dentro de determinadas condiciones.

Descripción general.

Existen dos tipos de tractores:

Los de ruedas.

Los de orugas o carriles.

Ambos son muy utilizados en construcción, sin embargo para excavar, el de carriles es más conveniente en términos generales. Desde luego para seleccionar el tractor que debe usarse en necesario tomar en cuenta el tipo de obra por ejecutar, superficie de rodamiento y pendientes, dureza de los materiales por excavar, distancias de acarreo, dificultades de ataque, cantidades de obra por ejecutar y otra serie de factores, Pero cuando se requieren tractores para excavar podemos atrevernos a decir que el de orugas es el más utilizado.

El tractor de carriles consta principalmente de un motor diesel, apoyado en un chasis, un sistema de transmisión de diseño planetario para enviar la potencia generada por el motor mediante mandos finales al sistema de tránsito.

Los tractores de ruedas son usados con mayor frecuencia cuando es más importante la velocidad que la potencia del tractor.

Clasificación.

A causa de las múltiples adaptaciones que se puede hacer con sus herramientas de ataque, los tractores reciben diferentes nombres, por lo que se clasifican en:

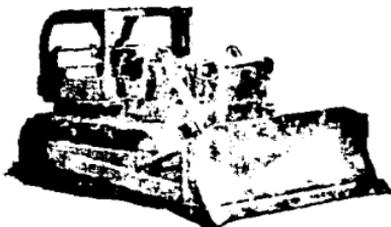
- a) Bulldozer
- b) Angledozer
- c) Empujadores
- d) Desgarradores (Rippers)
- e) Punzones
- f) Pluma lateral (tiendetubos)
- g) Compactador de Desechos.

Bulldozer. Comprende esencialmente una hoja empujadora recta o ligeramente curva, colocada en la parte delantera del tractor.

La hoja es una estructura maciza de acero que lleva en el filo delantero de su base una cuchilla, que también es de acero y con piezas intercambiables. En algunos casos se provee a la hoja de una placa-tope, permitiendo al bulldozer trabajar como si fuera un empujador.

El funcionamiento de la hoja para levantarla y bajarla se hace mediante un control hidráulico o de cable, cuya potencia es proporcionada por el tractor. Generalmente los bulldozer los encontramos en tractores montados sobre orugas.

Aplicaciones. Usados generalmente en desmontes, despalmes, en movimiento de tierras para distancias de acarrees no mayores de 100 metros, en esparcimientos de rellenos de zanjas y barrancos, en la limpieza de escombros, en los bancos de materiales, y en ocasiones uniendo dos bulldozer mediante una cadena, sirven para desmontar grandes extensiones de tierra.



BULLDOZER

Angledozer. Este equipo, al igual que en el bulldozer, consiste en una hoja de acero, montada al frente del tractor, y susceptible de colocarse a distintas alturas por medio de un dispositivo hidráulico, así como de fijarse en distintos ángulos quedando más o menos inclinados con respecto al eje longitudinal del tractor.

Es por ésto, que para el angledozer es posible empujar la tierra lateralmente, sin que sea necesario cambiar el sentido de la marcha, la hoja del angledozer en más larga que la del bulldozer, por lo que tiene ciertas ventajas sobre éste.

Aplicaciones. Es en general una máquina de excavación preliminar, y utilizada en el desplazamiento de tierras para rellenos laterales en zanjas, caminos, etc.

Empujadores. El pushdozer o empujador es sólo un vocablo que sirve para designar a un bulldozer o a un angledozer, cuya hoja ha sido sustituida por una plancha o placa-topadora redondeada, la plancha es de acero y va colocada al frente del tractor al igual que la hoja de las máquinas antes mencionadas.

Pueden ir montadas sobre orugas o sobre llantas, aunque para los segundos los tractores tienen que ser más robustos.

Aplicaciones. Estas máquinas están destinadas para aumentar la potencia en las motoescrapas y en cualquier otro equipo mediante el empuje que se ejerce a través de la placa-topadora.

Desgarradores. (Rippers) Es un equipo adicional que forma parte de los tractores, y que consiste en una especie de arado formado por una barra en la que se encuentran adaptados de uno a tres y hasta cinco rippers o dientes. Estos pueden ser rectos o curvos, y van montados en la parte delantera o trasera del tractor. Generalmente son de acero y de puntas intercambiables, y alcanzan una penetración aproximada de 40 a 90 cm. según el equipo que se emplee.

Para los trabajos en terreno duro, se utiliza un ripper o diente de gran tamaño adaptado a un tractor en su parte posterior. Si el material es menos duro puede llevar de dos a tres dientes, pero si estos pasan de tres, generalmente van sobrepuestos en la parte delantera de la cuchilla del bulldozer, o entre ésta y el motor del tractor.

Esta última disposición de los rippers, permite aprovechar los tiempos muertos del ciclo de la máquina cuando ésta viaja en reversa, ya que es precisamente en el movimiento hacia atrás cuando los rippers atacan o penetran en el terreno para aflojarlo, mientras que su hoja viaja levantada.

Otro aspecto de los rippers es su funcionamiento, el cual es controlado por medio de un sistema hidráulico o mecánico, y su montadura, que generalmente se hace sobre un tractor de orugas para aprovechar la potencia máxima de éste.

Aplicaciones. El uso adecuado para cada tipo de desgarrador (rippers), está en función del terreno que se va a atacar, y generalmente son utilizados en excavaciones poco profundas, en desmontes y despalmes, así como para aflojar tierra dura, romper roca suave, levantar pavimentos, tender cables subterráneos, cortar raíces de árboles, y muchas veces para substituir el uso de explosivos u otros equipos en donde únicamente se logra aflojar el terreno a base de dientes desgarradores.

Punzones. Este aditamento es un armazón elevado sobre la parte delantera del tractor.

Consiste en un hoja en forma de "V" cuyo vértice mira hacia el frente de la máquina, de modo que con su brazo presiona los árboles en lo alto, para derribarlos.

Generalmente los punzones se encuentran montados sobre tractores de oruga de gran potencia.

Aplicaciones. Equipo usual para el desbrozado o limpia de maleza, para la tala o corte de árboles, y en general para el desmonte.

Pluma Lateral. (Tiendetubos). Equipo adicional exclusivo de los tractores de orugas que consiste, como su nombre lo indica, de una pluma colocada en la parte media del tractor, inclinada hacia afuera y apoyada junto a las orugas. Del otro lado va soportado un malacate articulado a un contrapeso, para el efecto de equilibrio.

Aplicaciones. Se utilizan para tender líneas de petróleo y de gas, y en la instalación de agua potable y alcantarillado.

Por lo general sirve para elevar cargas pesadas a poca altura y para el tendido de tuberías de gran diámetro.

Compactadores de desechos. Consisten de un tractor con una hoja tapadora al frente, y con ruedas cortadoras diseñadas especialmente para trabajos en rellenos con desechos. Las cuchillas, tratadas térmicamente, dividen los desechos y los compactan en masas de gran densidad, éstas se vuelcan a las ruedas en disposición en flecha.

Aplicaciones. Este equipo es utilizado principalmente para compactar y manipular los desechos y basuras domésticas, así como material de relleno respectivamente.

COMPACTADORES

Descripción

Equipo diseñado exclusivamente para la compactación y confinamiento de materiales sueltos, expulsando el aire de su interior y mediante el constante golpeo o apisonamiento.

Hay una gran variedad de equipos de compactación, se describirán sus características básicas:

Rodillos Metálicos.

Un rodillo metálico utiliza solamente presión estática con un mínimo de manipulación en materiales plásticos.

Cuando estos rodillos inician la compactación de una capa el área de contacto es más ó menos ancha y se forma un bulbo de presión de una cierta profundidad, conforme avanza la compactación, el ancho del área de contacto se reduce, y por lo tanto también se reduce la profundidad del bulbo de presión y aumentan los esfuerzos de compresión en la cercanía de la superficie. Estos esfuerzos son con frecuencia suficientes para triturar los agregados en materiales granulares, e invariablemente causan la formación de una costra en la superficie de la capa (encarpetamiento).

Si a esto se agrega la costumbre de hacer riegos adicionales durante la compactación, para compensar la evaporación, en una capa en donde la penetración del agua es difícil por la misma compacidad del material llegaremos a un estado de estratificación de la humedad, en este momento la formación de la costra es inevitable.

También es costumbre mas ó menos generalizada, el sobre lastrar estos equipos cuando no se está obteniendo la compactación, para aumentar la penetración y la profundidad del bulbo de presión, esto generalmente tiene como consecuencia el sobre esforzar la superficie.

Un rodillo metálico, no compacta pequeñas áreas suaves, debido a que la rigidez de la rueda las puentea, estas áreas suaves se presentan con frecuencia en terracerías debido a la irregularidad de la capa.

Dentro de este grupo se puede hacer la división siguiente:

A) Planchas Tandem.- Son aquellas que tienen dos o tres rodillos metálicos paralelos. Los rodillos son generalmente huecos para ser lastrados con agua y/o arena. Tiene generalmente dos números por nomenclatura. El primero es el peso de la máquina sin lastre y el segundo es el peso de la máquina lastrada totalmente.



COMPACTALORA TANDEM

B) Planchas de Tres Ruedas.- Son quizás de más antiguo diseño; estas planchas tienen dos ruedas traseras paralelas y una rueda delantera; las ruedas pueden ser huecas para ser lastradas o formadas por placas de acero roladas con atlesadores.

Las planchas tandem, a pesar de que son generalmente de menor peso que las de tres rodillos, suelen tener mayor compresión por centímetro lineal de generatriz que las de tres rodillos, por tener menor superficie de contacto con el material.

Tanto las planchas tandem como las de tres rodillos, por tener menor superficie de contacto con el material.

Tanto las planchas como las de tres rodillos, tienen bajas velocidades de operación y poca seguridad al compactar las orillas de terrapienes altos.

Son efectivas en suelos de naturaleza granular donde su efecto triturador puede ser necesario; su efectividad se ve mermada en materiales granuloplásticos, donde se tiende a un encarpamiento; en materiales plásticos o cohesivos no tienen gran aplicación.

Resumiendo, puede decirse que estas máquinas por su lentitud y poca profundidad de acción, han perdido terreno en la compactación de grandes movimientos de tierra; también en algunas aplicaciones específicas que tienen estos equipos como la compactación de carpetas asfálticas, van siendo desplazadas por otras máquinas compactadoras.



COMPACTADOR TANDEM (tres ruedas)

Los rodillos neumáticos son muy eficientes y a menudo esenciales para la compactación de sub-bases, bases y carpetas. Sus bulbos de presión son semejantes a los de los rodillos metálicos, pero el área de contacto permanece constante por lo que no se produce el efecto de reducción del bulbo. Por otra parte, el efecto de puenteo del rodillo metálico, sobre zonas suaves, se elimina con llantas de suspensión independiente.

Estos compactadores pueden ser jalados o autopropulsados.

Se pueden dividir conforme al tamaño de sus llantas en:

- a) De llantas pequeñas
- b) De llantas grandes

a) De llantas pequeñas. Generalmente tienen dos ejes en tandem y el número de llantas puede variar entre 7 y 13. El arreglo de las llantas es tal que las traseras traslapan con las delanteras.

Algunos de estos compactadores tienen montadas sus ruedas en forma tal que oscilan o "bailan" al rodar, lo que aumenta su efecto de amasamiento.

Estos compactadores proporcionan una presión de contacto semejante a la proporcionada por equipos de mayor peso y llantas grandes, tienen mayor maniobrabilidad, no empujan mucho material adelante de ellos, tienen poca profundidad de acción y poca flotación en materiales sueltos.

b) De llantas grandes. Son generalmente arrastrados por tractor y pesan de 15 a 50 ton. Tienen 4 ó 6 llantas en un mismo eje. Su costo horario es generalmente caro por el tipo de tractor que se utiliza para arrastrarlos.

Su mejor aplicación es usuarios como compactadores de prueba.



COMPACTADOR DE NEUMATICOS

Los dos factores más importantes que intervienen en este tipo de compactadores son:

a) Peso total. Dependiendo del número total de llantas y del sistema de suspensión del compactador se puede conocer el peso o fuerza aplicada por llanta. A mayor peso total, mayor carga por llanta, en caso de tratarse de una suspensión isostática.

b) La presión de inflado es importante, pero está ligada íntimamente a la carga de la llanta. Si "w" es el peso del compactador, y "p" es la presión de contacto.

Podemos observar que si aumentamos el peso sin aumentar la presión, aumentamos la profundidad del bulbo, pero no aumentamos la presión, esto nos permitiría trabajar capas relativamente mayores, el aumento de eficiencia es casi nulo, y las llantas durarán menos pues estamos aumentando el trabajo de deformación de la llanta.

Si aumentamos la presión sin aumentar la carga disminuimos la profundidad del bulbo de presión, y podemos llegar a encapetar la capa. Esto puede ser eficiente si la capa es delgada como suele serlo en bases y sub-bases.

Si aumentamos el peso y la presión, estamos aumentando la presión efectiva sobre la capa y por lo tanto el trabajo de compactación sobre la capa, sin embargo esto nos puede disminuir la vida útil de las llantas y del equipo.

En el concepto moderno de un compactador neumático la carga sobre la llanta y la presión de inflado, deben ser las adecuadas para dar la presión de contacto suficiente para ejercer el esfuerzo requerido de compactación (es aconsejable no alejarse mucho de las recomendaciones del fabricante).

Por la razón anterior los fabricantes de equipo progresistas han provisto a sus máquinas, con implementos para variar rápidamente la presión de inflado de sus equipos.

Las presiones de inflado usuales son del orden de 50 psi, para compactadores pequeños (hasta 10 ton) y pueden llegar hasta 80 psi en compactadores grandes (de 10 a 60 ton).

La presión de inflado no es igual a la de contacto ya que interviene (en mucho) la rigidez de la llanta inflada.

Tienen aplicaciones especializadas como la compactación del terreno natural en aeropuertos (grandes extensiones, terreno plano, alto grado de compactación, fácil acceso, etc.), tienen gran utilidad para sellar las capas superiores, con lo que se logra una buena impermeabilidad.

Rodillos pata de cabra.

Son ahora raramente usados, excepto para amasamientos y compactación de arcillas, donde la estratificación debe ser eliminada como en el corazón impermeable de una presa. Debido a la pequeña área de contacto de una pata y el alto peso de éstos equipos el bulbo de presión es intenso y poco profundo.

La compactación se consigue por penetración y amasamiento más que por efecto del bulbo de presión.

Los rodillos pata de cabra son lentos, tienen una gran resistencia al rodamiento por lo que consumen mucha potencia. Este equipo es todavía pedido en especificaciones algunas veces, pero su uso está declinado debido a los altos costos que tiene, usualmente por unidad de volumen compactado.

Rodillo de reja.

Este compactador fue desarrollado originalmente para disgregar y compactar rocas poco resistentes a la compresión, como rocas sedimentarias y algunas metamórficas, para hacer caminos de penetración transitables todo el año.

El rodillo transita sobre la roca suelta sobre el camino, rompiéndola y produciendo finos que llenan los vacíos formando una superficie suelta y estable. Como una guía la roca que se puede escarificar también se puede disgregar.

Al ser usado este equipo se encontró que era capaz de compactar a alta velocidad una gran variedad de suelos. Los puntos altos de la reja producen efecto de impacto, y cuando es remolcado a alta velocidad, produce efecto de vibración, efectivo en materiales granulares. El perfil alterenado alto y bajo de la rejilla produce efecto de amasamiento por lo que este rodillo también es eficiente en materiales plásticos. Desafortunadamente, como los materiales plásticos suelen ser pegajosos, se atascan de material los huecos de la reja y se reduce la eficiencia. Estos rodillos, debido a su misma configuración no pueden dejar una superficie tersa como puede ser una base de una carretera.

Rodillo de impacto. (Tamping Roller).

A causa de los problemas de limpieza del rodillo de reja, se diseñó un nuevo rodillo usando los mismos principios: el rodillo de impacto, este es un rodillo metálico, en el que se han fijado unas salientes en forma aproximada de una pirámide rectangular truncada.

Estas pirámides no son de la misma altura pues hay más altas que otras, siguiendo el modelo de puntos altos y bajos del rodillo de reja, esto da las mismas ventajas, pudiéndose limpiar fácilmente por medio de dientes sujetos al marco.

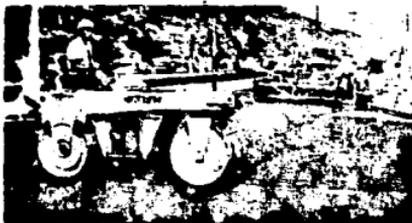
Estas salientes han sido diseñadas de tal manera que el área de contacto se incrementa con la penetración, ajustándose automáticamente la presión a la resistencia del suelo compactado.

El diseño contempla también una fácil entrada y salida a la capa, lo que disminuye la resistencia al rodamiento.

Estos rodillos han probado ser muy eficientes y eliminan estratificación en los terraplenes, esto es importante en corazones impermeables de presas.

Cuando un rodillo de impacto empieza una nueva capa, que no se mayor de 30 cm. los bulbos de presión y las ondas de impacto proveen suficiente amasamiento con la capa inferior para eliminar la estratificación que ocurre con cualquier otro compactador excepto la pata de cabra.

El rodillo de impacto ha probado ser uno de los más versátiles y económicos compactadores en terracerías, capaz de compactar eficientemente la mayor parte de los suelos.



RODILLO DE IMPACTO

Rodillos Vibratorios.

Estos rodillos funcionan disminuyendo temporalmente la fricción interna del suelo. Como en los suelos granulares (gravas y arenas) su resistencia depende principalmente de la fricción interna (en los suelos plásticos depende de la cohesión), la eficiencia de estos rodillos está casi limitada a suelos granulares.

La vibración provoca un reacomodo de las partículas del suelo que resulta en un incremento del peso volumétrico, pudiendo alcanzar espesores grandes de la capa (0.80 m).

Estos rodillos pueden producir un gran trabajo de compactación en relación a su peso estático ya que la principal fuente de trabajo es la fuerza dinámica de compactación.

Buscando extender ventajas a suelos cohesivos se han desarrollado rodillos pata de cabra vibratorios, en los que la fuerza y la amplitud de la vibración se ha aumentado, y se ha disminuido la frecuencia. Con el mismo objeto se han acoplado dos rodillos vibratorios, "fuera de fase", a un marco rígido para obtener efecto de amasamiento.

Estos rodillos se clasifican por su tamaño, pequeños hasta 9,000 Kg o más. Los grandes pueden llegar a sobreesforzar suelos débiles por lo que hay que manejarlos con cuidado.

Todos los vibradores deben de manejarse a velocidades de 2.5 a 5 km/h. Velocidades mayores no incrementan la producción, y con frecuencia no se obtiene la compactación.



COMPACTADOR DE RODILLOS VIBRATORIOS

TRANSPORTES

Descripción General

Son vehículos que se desplazan a grandes distancias por medio de llantas, y que se diseñan para transportar a altas velocidades tanto equipos de maquinaria, como cargas y volúmenes de gran tamaño.

Generalmente tanto los camiones grandes y los ligeros que se utilizan para circular dentro de las carreteras, así como las que se emplean exclusivamente para trabajos fuera de ellas, emplean llantas dobles de propulsión y constituyen en sí el equipo representativo de éstas máquinas.

Los camiones que se utilizan para dentro de las carreteras, y que normalmente alcanzan velocidades promedio de 100 Km./hr. o más cumplen con los requisitos de circulación para un ancho común y una altura determinada, y a diferencia de los camiones que se proyectan para fuera las carreteras, en que no se sujetan a ninguna restricción legal respecto al peso o tamaño y que pueden ser de una anchura de 2.50 a 4.50 mts. pueden alcanzar velocidades máximas de 70 km./hr. aunque su potencia y las pendientes permitan velocidades mayores. Para éstos últimos el número de velocidades sobre pasa al de los vehículos ordinarios, llegando a ser hasta de 10 o más en marcha hacia adelante y de una a tres en reversa.

El motor de los diferentes tipos de camiones que varía en modelo y tamaño, puede ser de gasolina, diesel, butano, propano, y de algunas otras derivaciones más.

Clasificación.

Los camiones para dentro de las carreteras como los de uso exclusivo par fuera de ellas se dividen en:

- a) Volteos
- b) Volquetes
- c) Vagonetas
- d) Dumptors
- e) Plataformas

Volteos. Equipo exclusivo para el transporte o acarreo del material extraído, y diseñado para circular dentro y fuera de las carreteras tanto por los camiones de tipo ligero como pesado.

Estas máquinas, que son las que con más frecuencia se utilizan en los trabajos de excavación, constan principalmente de una caja metálica o volteo, de una cabina de control, de un chasis, y de varias llantas o neumáticos para desplazarse.

La caja volteo, que es de accionamiento hidráulico y descarga trasera, puede ser del tipo ordinario o del que se usa para rocas y canteras, aunque también las hay con equipos desmontables, donde la caja o recipiente que se deposita sobre el suelo para la carga, es levantada dentro del camión y devuelta a éste mediante un sistema elevador hidráulico o mecánico, y donde un sólo camión es capaz de trabajar con varios recipientes a la vez acomodándolos uno encima del otro.

La cabina, que es de aspecto semejante a la de un automóvil, excepto en que termina inmediatamente después del asiento del conductor, es el lugar donde se encuentran todos los controles para el funcionamiento del camión como de su caja, y puede ir montada sobre el motor accionante cubriéndolo totalmente, o colocarse atrás de éste como en el caso de las automóviles.

El número de llantas o neumáticos que se emplean para éste tipo de camiones es variable, ya que consta de dos llantas delanteras y de cuatro a ocho traseras.

En general los camiones grandes que se utilizan fuera de las carreteras son de proyecto muy semejante a los del tipo ligero, excepto en que todas sus partes deberán ser más fuertes, gruesas y robustas.

Aplicaciones. El camión de volteo es el medio de acarreo más eficiente para las obras donde las distancias son grandes y los caminos y calles se conservan en buen estado, aunque en algunas ocasiones se tengan que emplear para fuera de las carreteras y en terrenos poco accesibles.

En la edificación, incluyen la mayor parte de las excavaciones para cimentaciones, caminos urbanos y suburbanos, para surtir arena, grava, materiales para relleno y tierra vegetal.

En las obras de campo son usuales para el transporte de roca de conteras, presas, carreteras, canales, minas y en ocasiones para acarreos de material suelto como son: La arcilla, agregados y material pétreo.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Volquetes (Dumpers). Es el aparato más empleado en las obras de movimiento de tierra por su gran movilidad y rapidez, así como la gran adaptabilidad para trabajos fuera de las carreteras y en suelos vírgenes, aunque a veces llegan a transitar por los caminos y por buenas pistas.

Se clasifican a menudo en la categoría de los camiones, pero en realidad se encuentran entre el grupo del tractor-remolque y del camión, aunque de todas maneras es considerado como equipo del tipo pesado.

En la actualidad se construyen modelos aún más pequeños que los normales, que funcionan a base de gasolina y como carretillas motorizadas.

Los equipos del tipo pesado, que son más grandes y más robustos son accionados mediante motores diesel.

En general todas éstas máquinas constan de una caja, el bastidor, las llantas, el motor, y la cabina de mando, lo cual además va protegida por una visera especial fijada a la caja.

Una particularidad que presentan los volquetes de pequeña y mediana capacidad es el dispositivo que permite hacer girar el asiento del conductor junto con su tablero de control, según sean el sentido de la marcha (dumpsters).

En todos los modelos, el peso de la caja que es de accionamiento hidráulico y de descarga trasera, reposa en parte o totalmente sobre las ruedas motrices, mientras que las ruedas directrices sostienen al motor.

Aplicaciones. Es el equipo usual para acarreo fuera de la carretera, transportando en material desde los bancos y canteras hasta el lugar de las obras o a las plantas de trituración.

El acarreo de tierra, roca, arena, grava y arcilla, es el trabajo común de éstas máquinas y puede considerarse como un elemento admirable para subir por las cuestas.

Vagonetas. Unidades diseñadas exclusivamente para efectuar grandes movimientos de tierra, soportadas sobre uno o dos ejes de llantas y articulados a un tractor o camión para su desplazamiento.

Estas máquinas que básicamente constan de una caja montada sobre un bastidor y de un vehículo propulsor que se mueve a base de diesel, se clasifican en semirremolques y remolques.

Cuando el bastidor va apoyado únicamente en su parte trasera mediante sus propias llantas y soportada al frente sobre las ruedas propulsoras del tractor o del camión, se llama semirremolque, pero cuando el bastidor va apoyado en ambos extremos en sus respectivos ejes de ruedas, y de manera que ningún peso descansa sobre el vehículo propulsor, se llama remolque.

La caja que generalmente es de funcionamiento hidráulico, de forma alargada, y de un ancho mayor en la parte superior que en la base, puede ser de descarga por el fondo y mediante un sistema de compuertas que se abren longitudinalmente, o bien de descarga lateral con vaciado para uno o ambos lados. Tanto las cajas de descarga lateral como las de fondo pueden ir montadas sobre remolques o semirremolques.

Los vehículos propulsores que normalmente se emplean son los camiones del tipo pesado, o los tractors de dos y de cuatro llantas, aunque en ocasiones se lleguen a utilizar tractores de orugas.

Aplicaciones. Equipo usual para acarreo de grandes volúmenes de agregados, revestimientos y de materiales suaves para caminos y presas.

Generalmente los equipos con descarga de fondo están proyectados para formar terraplenes y para trabajos sobre terreno irregular; los de descarga lateral que pueden trabajar a altas velocidades, se utilizan para construir las orillas de los terraplenes y en donde se tienen que cubrir grandes distancias.

Dumptors. Son volquetes, están compuestos por un motor, una caja y un bastidor, formando una sola unidad para efectuar acarreo cortos. Presentan además un chasis semejante al de los tractores de llantas y tienen la particularidad de ser operados en ambos sentidos mediante dos tableros de control que se encuentran en el interior de la cabina, accionando uno u otro según sea la dirección en que se camina.

Generalmente son de tracción propia y se mueven a base de diesel; van sostenidos sobre dos llantas de propulsión en su parte trasera y dos ruedas directrices en la delantera, a veces las llantas delanteras también son de tracción propia.

En la actualidad existen modelos aún mas pequeños que funcionan, como una carretilla motorizada de obras, de construcción simple y movidos por motores de gasolina.

Aplicaciones. Exclusivos para trabajos de perforación y explotación de túneles y minas, donde el espacio restringido del lugar dificulta la manobra de girar o dar vuelta, permitiendo así la aplicación directa de este equipo que elimina las vueltas desplazándose en ambos sentidos.

Plataformas. Unidades diseñadas para circular dentro de las carreteras y transportar de un lugar a otro toda clase de maquinaria y equipo.

Generalmente son vehículos con forma de trailers, diseñados con una plataforma baja y una resistente rampa de acero, que se adapta en el extremo posterior de la máquina para facilitar la carga y descarga.

Entre los remolques de plataforma que son arrastrados por camiones de tipo pesado o por tractores de cuatro y de dos llantas, se distinguen dos grupos principales; a). Remolques de ejes delantero y trasero, con plataformas de tipo horizontal; b). Remolques de ejes traseros con plataforma de tipo horizontal, inclinable, de traveses o de vigas de I, y con la parte delantera o cuello de cisne que apoyada sobre las llantas propulsoras del tractor, permiten que la carga pueda realizarse por detrás mediante la rampa de acero, o por delante desconectando el cuello de cisne.

La carga lateral no es muy frecuente pero es efectuada por cualquier remolque de plataforma.

Aplicaciones. Vehículos proyectados exclusivamente para el transporte de maquinaria y equipo, incluyendo postes, mástiles, troncos y elementos prefabricados.

CARGADORES

Los tractores cargadores de hoy en día nacieron principalmente de las necesidades económicas de la vida. El constructor de carreteras, por ejemplo, se enfrentó con el uso de maquinaria que no se adaptaba al ritmo de aumento del costo de los trabajos. Acudió pues, a los fabricantes de maquinaria para la construcción; la necesidad inmediata era conseguir una máquina que excavara y cargara, es decir, un tractor cargador que proporcionase:

- a) Mayor producción
- b) Menor costo de funcionamiento
- c) Mayor movilidad
- d) Más facilidad de servicio

Para esto fue necesario desarrollar, motores más potentes, mejores transmisiones, componentes hidráulicos más eficaces, en el caso de los cargadores éstas deberían ser más grandes con base más ancha, diseñadas para suministrar la tracción y frotación necesaria.

El uso de cargadores da soluciones modernas a un problema de acarreo y carga de materiales, con la finalidad de reducir los costos y elevar la producción.

Descripción general

Son máquinas exclusivas para excavación, carga y descarga de material.

Basicamente consisten en un cucharón adaptado en la parte delantera de cualquier tractor, ya sea de orugas o de llantas.

El cucharón es una caja de construcción simple con una cuchilla de acero templado, y con una hilera de dientes que sirve para excavaciones en roca.

Entre los cucharones o herramientas que existen tenemos:

- a) Cucharón de empleo general
- b) Cucharones para roca
- c) Cucharón de descarga lateral
- d) Cucharón de uso múltiple
- e) Horquillas optativas
- f) Cucharones retroexcavadores

Cucharón de empleo general. Consta de planchas y refuerzos de acero tratados térmicamente para una mejor resistencia a la abrasión. Son de cuchillas reemplazables, y adaptables a tractores tanto de orugas como de llantas.

Cucharones para roca. Cuentan con barras y zapatas reemplazables para el desgaste, la cuchilla en "V" truncada y los dientes del cucharón facilitan la penetración y la carga.

Cucharón de descarga lateral. Descarga hacia el frente o hacia los lados. Muy útil para la carga en poco espacio, en posición paralela con el vehículo del acarreo, o para el relleno de zanjas.

Cucharón de uso múltiple. Para cargar, extraer la sobrecapa y despegar los escombros. Se utiliza también como hoja topadora, la fuerza de cierre de las mandíbulas es muy útil para mover tubos y troncos; los dientes optativos ayudan a la excavación.

Cucharón para demolición. De acero de gran resistencia, carga desechos y escombros de forma irregular; cuando está cerrado, constituye una hoja para trabajos generales. Tiene poderosas mandíbulas hidráulicas y en los bordes de la de arriba lleva dientes de sierra.

Las planchas laterales se desmontan para mejor sujeción del material grande.

Horquillas optativas. Intercambiables con los cucharones. Los hay disponibles con sujetadores superiores o sin ellos, para troncos y para madera.

Cucharones retroexcavadores. La cuchilla, las puntas guías y las tiras para desgaste son de acero de alta resistencia, tratando térmicamente. Las planchas laterales con de ángulos entrantes para facilitar la penetración. Tiene 173 grados de rotación para retener la carga y excavar bajo tuberías transversales.

Por conveniencia podemos clasificar a los cargadores desde dos puntos de vista: En cuanto a su forma de descarga y en cuanto al tipo de rodamiento.

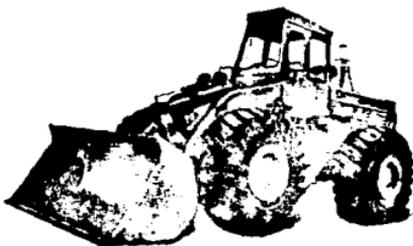
A) Por la forma de efectuar la descarga se clasifican en:

- a) Descarga frontal
- b) Descarga lateral
- c) Descarga trasera

Descarga frontal. Los descargadores con descarga frontal son los más usuales de todos. Estos voltean el cucharón o bote hacia la parte delantera del tractor a condicionándolo por medio de gatos hidráulicos.

Su acción es a base de desplazamientos cortos y se usa para excavaciones en sótanos, a cielo abierto, para la manipulación de materiales suaves o fracturados, en los bancos de arena, además de que se puede usar como bote de descarga frontal.

El objeto de que el bote se abra es que, cuando el labio superior que es el que forma la caja del bote se separa de la parte vertical y ésta queda como cuchilla topadora, y se puede usar como tal, además de que cuando está cargando se pueden forzar ciertos materiales a entrar dentro de él al cerrar las dos partes del bote. En la parte trasera del cucharón, un par de cilindros hidráulicos de doble acción hacen que éste se abra o se cierre.



CARGADOR FRONTAL SOBRE NEUMATICOS

Descarga lateral. Los de descarga lateral tienen un gato adicional que acciona al bote volteándolo hacia uno de los costados del cargador. Esto tiene como ventaja que el cargador no necesita hacer tantos movimientos, para colocarse en posición de cargar al camión o vehículo que se desee, sino que basta que se coloque al vehículo paralelo.

Desde luego este tipo es más caro que el de descarga frontal, y sólo se justifica si su caso en condiciones especiales de trabajo, por ejemplo, en sitios donde no hay muchos espacios para maniobras, como en resaca de túneles de gran sección o en cortes largos de camino, ferrocarriles o canales.

Descarga trasera. Los equipos de descarga trasera se diseñaron con la intención de evitar maniobras del cargador. En éstos el cucharón ya cargado pasa sobre la cabeza del operador y descarga hacia atrás directamente al camión o a bandas transportadoras o a tolvas, etc.

Estos equipos resultan sumamente peligrosos y causan muchos accidentes, porque los brazos del equipo y bote cargado pasan muy cerca del operador. En realidad han sido desechados para excavaciones a cielo abierto y sólo se usan en la rezaga de túneles, cuya sección no es suficientemente amplia, para usar otro tipo de cargador.

A este tipo de descarga trasera diseñado especialmente para excavaciones de túneles, se le llama resagadores. Vienen montados generalmente sobre orugas aunque algunos pequeños vienen sobre ruedas metálicas que ruedan sobre una vía previamente instalada dentro del túnel. Es muy raro encontrar este tipo montado sobre llantas.

B) Clasificación por la forma de rodamiento:

- a) De carriles (orugas)
- b) De llantas (neumáticos)

Las orugas son de calibre ancho para mejorar la estabilidad contra el volcamiento lateral cuando acarrean cargas pesadas.

Los cargadores montados sobre llantas pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices. Generalmente se utilizan llantas muy grandes. Estas sirven para proporcionar una excelente flotación que les permite trabajar en la mayoría de los terrenos.



CARGADOR FRONTAL SOBRE NEUMATICOS

MOTOESCREPAS

En las obras de construcción de nuestros días los movimientos de tierra son más grandes tanto en carreteras, como aeropuertos y presas.

Para efectuar dichos movimientos existen varios tipos de máquinas, siendo las Motoescrepas las que mayor demanda han tenido últimamente sobre todo en aquellos tipos de obras, donde se requiere acarrear las terracerías a distancias que oscilan entre 200 a 300 mts. debido que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador y camión o también cargador-vagoneta, independientemente de otras ventajas de carácter técnico tales como la colocación del material en capas a espesores controlables que permiten un mejor control en la calidad de construcción de terrapienes, un mejor control en acabados y cortes etc.

Existen y han existido una gran variedad de tipos de esta máquina desde la escrepa de mano, escrepa de arrastre, escrepa de tambor giratorio, etc. hasta llegar a la motoescrepa, las cuales a su vez han tenido una gran evolución debido a los avances de la tecnología.

Descripción general

Básicamente están constituidas por una caja metálica, cuyo interior se aloja el material excavado; por un yugo o marco en forma de cueyo de ganso, y por un tractor de orugas o de llantas que se utiliza para su desplazamiento.

La caja, que lleva una cuchilla de acero resistente a la abrasión, colocada en la parte delantera del piso, y que se emplea para excavar y controlar la entrada y salida del material, va descubierta en su parte superior, y soportada o articulada al frente por medio de yugo o cuello de ganso, que a su vez descansa sobre las llantas propulsoras del tractor.

Actualmente existen modelos en donde el piso o respaldo o pared trasera, constituye una sola pieza en forma de tapadera o faldón, y cuya función es la de regular la carga y descarga del material, abriéndola o cerrándola para tal o cual función. El respaldo o pared trasera de la caja es conocida también con el nombre de eyector o placa-expulsora.

La operación de descarga que generalmente es en terrapienes, se lleva a cabo de una forma más efectiva, gracias al respaldo eyector o placa expulsora, que desaloja el material empujándolo de atrás hacia adelante hasta descargarlo.

El yugo o cuello de ganso, que interviene en las funciones de la caja, colocándola en la posición e inclinación correcta, incluye un travesaño y un par de brazos que se extienden hacia atrás y hacia abajo del cuerpo de la caja.

El tractor de tiro, así como el que forma parte de la escropa, considerando a la caja y al tractor como una sola máquina, es el que suministra de manera general la potencia necesaria para el desplazamiento y funcionamiento de ésta, aunque también suelen ayudarse de uno o dos malacates u operarse mediante sistemas hidráulicos o eléctricos.

Clasificación.- Las escrepas para su clasificación se dividen en:

- a) De arrastre
- b) Autoimpulsadas
- c) Tandem
- d) Autocargables
- e) Push-Pull (Tiro y Empuje)

Escrepas de Arrastre: Son máquinas que están básicamente formadas de dos partes; una es la caja metálica, y la otra es el yugo o marco en forma de cuello de ganso.

Generalmente van jaladas o remolcadas por un tractor de orugas, ya que se considera más importante aprovechar la potencia del tractor que su velocidad. Su caja, a diferencia de las descritas anteriormente no se encuentra apoyada sobre las llantas propulsoras del tractor sino que va montada sobre las suyas propias, tanto en la parte delantera como en la trasera.

Aplicaciones. Estas máquinas están destinadas para la carga y descarga del material sobre todo en acarreos de corto recorrido y pendientes fuertes; trabajan generalmente en climas húmedos, y su uso común es en el tendido de terrapienes, construcción de presas, albercas, terrazas, etc.



MOTOESCREPA

Escrepas Autoimpulsadas. Son máquinas formadas fundamentalmente por una caja como las antes descritas, y diseñadas de tal manera para que junto con su tractor de dos o cuatro llantas formen un sólo equipo.

Generalmente se ayudan de un tractor empujador de placatopadora, que aumenta la potencia y la tracción de las llantas propulsoras sobre todo al momento de la carga, pero en la actualidad es posible reemplazarlos totalmente gracias a la instalación de un motor diesel o eléctrico adicional sobre la parte trasera de la caja, que duplica considerablemente la potencia y proporciona tracción a las llantas posteriores de la escrepa.

La potencia adicional y la tracción obtenida permiten a éstas máquinas poder cargarse por sí mismas, así como alcanzar rápidamente su velocidad de acarreo, en pendientes fuertes y terrenos resbalosos.

Aplicaciones. Usuales para trabajos en acarreos medios para el corte y tendido de terrapienes, en terrenos blandos y fangosos, en sub-bases de carreteras y en corazones de cortinas de presas de tierra.

Frecuentemente son utilizadas también, cuando se requiere transportar el material a través de pendientes de más de 40%, ya que son las máquinas indicadas, por la potencia y propulsión de sus cuatro llantas.

Escrepas Tandem. Maquinaria que se compone básicamente de dos cajas o escrepas alineadas una detrás de otra, y completadas por medio de un tractor de llantas, que utilizan para su desplazamiento.

Son de control eléctrico o hidráulico, y su operación es efectuada desde la cabina del tractor, mediante tableros o sistemas de control.

La escrepa delantera, que se articula por medio de su yugo o cuello de ganso sobre el eje propulsor del tractor, lleva dos grupos de ruedas traseras para proporcionar mayor capacidad de carga y soportar mejor su peso, ya que éste último al combinarse con el del yugo o cuello de ganso de la siguiente escrepa, aumenta y se acumula de una manera considerable.

Generalmente y al igual que en las escrepas autoimpulsadas, éstas máquinas se ayudan de un tractor empujador para la carga y acarreo del material, y de un tractor adicional en cada escrepa para aumentar su velocidad y potencia; aunque en condiciones normales y gracias a la fuerza de tracción de sus llantas pueden hacerlo por sí mismas.

La maniobra de estas máquinas tanto para la carga como para la descarga son de procedimientos semejantes, y aunque el tiempo de carga es mayor al que emplean los equipos normales con una sola escarpa, éste se compensa con el del tiempo menor de la maniobra de descarga, ya que ésta se efectúa simultáneamente en sus dos cajas o puede hacerlo de igual forma que en la descarga, es decir, una a continuación de otra.

Aplicaciones. Usuales para terrenos generalmente planos y de pendientes moderadas; para trabajos que incluyen baja resistencia a la rodadura y tracción media en el suelo; para acarreo largo si las condiciones del suelo son favorables.

Escrepas Autocargables. Máquinas compuestas básicamente por un tractor de dos llantas y una escrepa con sistema elevador de cadena; éste último, que está diseñado de tal forma para que la carga pueda efectuarse por sí sola, conduce el material hasta el interior de la caja, mezclándolo y desmenuzándolo durante el trayecto.

Estos modelos permiten a la escrepa cargar hasta el último residuo de material sin necesidad de utilizar la fuerza de tracción del tractor, gracias al mecanismo elevador que recoge el material cortado por la cuchilla y lo vacía dentro de la caja. Esto representa una gran ventaja porque se logra mantener potencia suficiente para la excavación y acarreo del material, de tal manera que no es necesaria la ayuda de un tractor empujador.

Los mecanismos elevadores más comunes, que son los de tambor giratorio con cadena de cangilines, generalmente son de funcionamiento hidráulico, y van colocados en la parte delantera de la caja constituyendo prácticamente la carga frontal de ésta.

El tambor giratorio que se mueve entre la cubierta y la caja, está formado por dos placas laterales de forma circular o alargada, conectadas por varias aspas o cangiliones transversales que elevan la tierra desde la cuchilla hasta la parte interna de la caja para descargarla.

En general y gracias al mecanismo elevador, éstas poseen la capacidad de trabajar por sí solas en una gran diversidad de trabajos.

Aplicaciones. Usuales para acabados de calles y nivelación de tierras y represas; cortando caminos o preparando terrenos para construcciones, y en donde los acarreo son relativamente a nivel y la resistencia a la rodadura es baja, pero su principal ventaja y aplicación es cuando las necesidades de producción no justifican una gran flota de empujadores y escrepas, o cuando el plan exige cambios frecuentes del lugar.

Escrepas Push-Pull. Equipo formado por dos escrepas auto-impulsadas, que se articulan y se combinan para ayudarse durante el ciclo recíproco de la carga, efectuándolo con gran rapidez y sin la necesidad de un tractor empujador que impida que se carguen por sí solas.

La propulsión en todas sus ruedas y la potencia, que se logra gracias al motor adicional en la parte trasera de la escrepa, facilita la subida por las cuestas, permitiendo a cada una hacer su recorrido por separado una vez concluida la carga. En general estas máquinas tienen las mismas ventajas que las escrepas auto-impulsadas de dos motores, con la diferencia que van articuladas debidamente entre sí para ayudarse en la carga.

Aplicaciones. Son usuales para terrenos blandos y fangosos así como para subir cuestas más o menos fuertes. Eliminan aglomeraciones en el corte y las detenciones o tiempos perdidos que provoca el tractor empujador, así como la falta de coordinación de ésta con la escrepa.

CONSTRUCTORA _____	Máquina _____	Hoja No. _____
_____	Modelo _____	Calculo _____
_____	Datos adic. _____	Reviso _____
OTRAS _____	_____	Fecha _____
DATOS GENERALES		
Precio adquisición: \$ _____	Fecha cotización _____	_____
Equipo adicional: _____	Vida económica (Ve) _____ años	_____
_____	Horas por año (Ha) _____ hr/año	_____
_____	Motor: _____ de _____ HP	_____
Val. Inic. (Va) _____	Factor operación _____	_____
Val. Resc. (Vr) _____ % = \$ _____	Potencia operación _____ HP.op.	_____
Tasa Interés (i) _____ %	Coefficiente almacenaje (K): _____	_____
Prima seg. (s) _____ %	Factor mantenimiento (Q) _____	_____

I.- CARGOS FIJOS

a) Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	= _____ = _____
b) Inversión	$I = \frac{Va + Vr}{2 Ha}$	i = _____ = _____
c) Seguros	$S = \frac{2 Ha}{Va + Vr}$	s = _____ = _____
d) Almacenaje	$A = KD$	= _____ = _____
e) Mantenimiento	$M = QD$	= _____ = _____
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ _____		

II.- CONSUMOS

a) Combustibles:	
Diesel: \$ 0.20 x _____ HP. op. x \$ _____ /lt = _____	
Gasolina = 0.24 x _____ HP. op. x \$ _____ /lt = _____	
b) Otras fuentes de energía _____	
c) Lubricantes	
Capacidad Carter	C = _____ litros
Cambios aceite	t = _____ horas
\$ 0.035	
$a = C/t +$	x _____ HP. op. = _____ lt/hr
\$ 0.030	
L _____ lt/hr. x \$ _____ /lt = _____	
	Vll (valor llantas)
d) Llantas:	Ll = _____
	Hv (vida económica)
Vida económica: Hv = _____ horas	
Ll = \$ _____	= _____
horas SUMA CONSUMOS POR HORA \$ _____	

III.- OPERACION

Salarios:	\$ _____
Operador:	_____
Sal/turno - prom.: (H)	_____
H = 8 horas x _____ (factor rendimiento) = _____ hrs.	
	S
Operación = O = _____ = \$ _____ hrs. = _____	
	H
SUMA OPERACION POR HORA \$ _____	
COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ _____	

CONSTRUCTORA _____ Máquina COMPACTADORES Hoja No. _____
 Modelo _____ Calculo _____
 Datos adic. _____ Reviso _____
 OTRAS _____ Fecha _____
 DATOS GENERALES Fecha cotización 1 MAR 1988
 Precio adquisición: \$ 4.6535E8 Vida económica (Ve) 5 años
 Equipo adicional: _____ Horas por año (Ha) 2000 hr/año
 Motor: NISSI de 210 HP
 Val. Inic. (Va) 4.6535E8 Factor operación 0.8
 Val. Resc. (Vr) 15 % = \$ 69802500 Potencia operación 155 HP.op.
 Tasa Interés (i) 15 % Coeficiente almacenaje (K) 0.08
 Prima seg. (s) 7 % Factor mantenimiento (Q) 0.8

II.- CARGOS FIJOS

a) Depreciación $D = \frac{Va - Vr}{10000} = \frac{4.6535E8 - 69802500}{10000} = 39540$
 b) Inversión $I = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{4.6535E8 + 69802500}{2(2000)} = 45825$
 c) Seguros $B = \frac{Va + Vr}{2 Ha} = \frac{4.6535E8 + 69802500}{2(2000)} = 9365.16$
 d) Almacenaje $A = KD = \frac{2(2000)}{365(39540)} = 3164.3$
 e) Mantenimiento $M = QD = \frac{1}{10}(39540) = 3954$
 SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 13050.3

III.- CONSUMOS

a) Combustibles
 Diesel: = 0.20×168 HP. op. x \$ 44E /lt = 14985
 Gasolina = $0.24 \times$ HP. op. x \$ /lt =
 b) Otras fuentes de energía _____
 c) Lubricantes
 Capacidad Carter C = 18.9 litros
 Cambios aceite t = 100 horas
 $a = C/t + 0.0935 \times 168$ HP. op. = .777 lt/hr
 $L = .777$ lt/hr. x \$ 3000 /lt = 2331
 d) Llantas: $Ll = \frac{Vll}{Hv}$ (valor llantas)
 Vida económica: Hv = _____ horas
 $Ll =$ _____ horas
 SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 17205

III.- OPERACION

Salarios:
 Operador: \$ 18570
 Sal/turno - prom.: (H)
 $H = 8$ horas x .75 (factor rendimiento) = 6 hrs.
 Operación = $O = \frac{S}{H} = \frac{18570}{6}$ hrs. = 3095
 SUMA OPERACION POR HORA \$ 3095

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 148531.00

CONSTRUCTORA _____ Máquina CARGADOR DE DRUGAS Hoja No. _____
 Modelo 257 Calculo _____
 Datos adic. _____ Reviso _____

OTRAS _____ Fecha _____

DATOS GENERALES Fecha cotizacion JUNIO 1988

Precio adquisición: \$ 3.178E8 Vida económica (Ve) 5 años

Equipo adicional: _____ Horas por año (Ha) 2000 hr/año

Motor: DIÉSEL de 120 HP

Val. Inic. (Va) 3.178E8 Factor operación 0.8

Val. Resc. (Vr) 16 % = \$ 4.767E7 Potencia operación 104 HP.op.

Tasa Interés (i) 35 % Coeficiente almacenaje (K): 0.8

Prima seg. (s) 7 % Factor mantenimiento (Q) 8

II.- CARGOS FIJOS

a) Depreciación $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{3.178E8 - 4.767E7}{10000} = 27012.7$

b) Inversión $I = \frac{Va + Vr}{2(Ha)} = \frac{3.178E8 + 4.767E7}{2(2000)} = 31892.2$

c) Seguros $S = \frac{Va + Vr}{2(Ha)} \cdot s = \frac{3.178E8 + 4.767E7}{2(2000)} \cdot 0.07 = 6395.7$

d) Almacenaje $A = KD = \frac{0.8(27012.7)}{8} = 2161.02$

e) Mantenimiento $M = QD = \frac{8(27012.7)}{8} = 21610.2$

SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 88035.825

III.- CONSUMOS

a) Combustibles:
 Diesel: $0.28 \times 104 \text{ HP.op.} \times \frac{145}{1} \text{ /lt} = 3776.8$
 Gasolina: $0.24 \times 104 \text{ HP.op.} \times \frac{145}{1} \text{ /lt} = 3776.8$

b) Otras fuentes de energía _____

c) Lubricantes
 Capacidad Carter $C = 18.9$ litros
 Cambios aceite $t = 100$ horas
 $a = C/t = \frac{18.9}{100} = 0.0035$
 $a = 0.0035 \times 104 \text{ HP.op.} = 0.657 \text{ lt/hr}$
 $L = 0.657 \text{ lt/hr.} \times \frac{2000}{1} \text{ /lt} = 1659.0$
 (valor llantas)

d) Llantas: $L1 = \frac{Hv}{H}$ (vida económica) horas

Vida económica: $Hv =$ _____ horas

$L1 =$ _____ horas SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 10835.6

III.- OPERACION

Salarios:
 Operador: \$ 18421.00

Sal/turno - prom.: (H) _____

$H = 8 \text{ horas} \times \frac{0.25}{5} \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ hrs.}$

Operación = $0 = \frac{18421.00}{6} = 3070.00 \text{ hrs.}$

SUMA OPERACION POR HORA \$ 3070.00

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 94322.6

CONSTRUCTORA _____ Máquina TRACTOR S. CRUGAS Hoja No. _____
 Modelo DSM Calculó _____
 Datos adic. _____ Revisó _____
 OTRAS _____ Fecha _____
 DATOS GENERALES Fecha cotización 21/7/1988
 (Precio adquisición: \$ 9.0868 Vida económica (Ve) 6 años
 (Equipo adicional: _____ Horas por año (Ha) 2000 hr/año
 Motor: DIESEL de 328 HP
 (Val. Inic. (Va) 9.0868 Factor operación 0.8
 (Val. Resc. (Vr) 1.36268 Potencia operación 256 HP, op.
 (Tasa Interés (i) 15 % Coeficiente almacenaje (K): 0.08
 (Prima seg. (s) 7 % Factor mantenimiento (Q) 0.8

II.- CARGOS FIJOS

a) Depreciación $D = \frac{Va - Vr}{12000} = \frac{9.0868 - 1.36268}{12000} = 64315.667$
 b) Inversión $I = \frac{Va + Vr}{2(2000)} = \frac{9.0868 + 1.36268}{2(2000)} = 0.35 = 67532.5$
 c) Seguros $S = \frac{Va + Vr}{2(2000)} = \frac{9.0868 + 1.36268}{2(2000)} = 0.07 = 18273.3$
 d) Almacenaje $A = KD = \frac{0.08(64315.6)}{1} = 5145.3$
 e) Mantenimiento $M = QD = \frac{0.8(64315.6)}{1} = 51453.0$
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 206710.00

III.- CONSUMOS

a) Combustibles
 Diesel = $0.26 \times 256 \text{ HP, op.} \times \frac{1.15}{1 \text{ lit}} = 22835.2$
 Gasolina = $0.24 \times 256 \text{ HP, op.} \times \frac{1.15}{1 \text{ lit}} = 7053.6$
 b) Otras fuentes de energía _____
 c) Lubrificantes
 Capacidad Carter $C = 21$ litros
 Cambios aceite $t = 100$ horas
 $a = C/t + 0.0436 \times 256 \text{ HP, op.} = 1.506 \text{ lit/hr}$
 $L = 1.506 \text{ lit/hr.} \times 2000 \text{ /lit} = 4818.00$
 d) Llantas $Ll = \frac{Hv}{Hv} = \frac{3000}{1} = 3000$ (valor llantas)
 Vida económica: $Hv = 6$ horas
 $Ll = \frac{3000}{6} = 500$
horas SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 27653.00

III.- OPERACION

Salarios Operadori \$ 19180.00
 Sal/turno - prom. (H) _____
 $H = 8 \text{ horas} \times 0.75 \text{ (factor rendimiento)} = 6 \text{ hrs.}$
 Operación = $Q = \frac{K}{6} = \frac{19180}{6} \text{ hrs.} = 3197$
SUMA OPERACION POR HORA \$ 3197

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 27568.00

CONSTRUCTORA	Máquina <u>CARGADOR PNEUMÁTICO</u>	Hoja No. _____
	Modelo <u>657</u>	Calculó _____
	Datos adic. <u>550</u>	Revisó _____
OTRAS		Fecha _____
DATOS GENERALES		Fecha cotización <u>JUNIO 1988</u>
Precio adquisición:	\$ <u>4.322568</u>	Vida económica (Ve) <u>5</u> años
Equipo adicional:		Horas por año (Ha) <u>2000</u> hr/año
		Motor <u>DT550</u> de <u>200</u> HP
Val. Inic. (Va)	<u>4.322568</u>	Factor operación <u>0.8</u>
Val. Resc. (Vr)	<u>15 % = \$648375.00</u>	Potencia operación <u>160</u> HP.op.
Tasa Interés (i)	<u>35 %</u>	Coefficiente almacenaje (K): <u>0.08</u>
Priosa seg. (s)	<u>7 %</u>	Factor mantenimiento (Q) <u>0.6</u>

II.- CARGOS FIJOS

a) Depreciación	$D = \frac{Va - Vr}{Ve}$	= $\frac{4.322568 - 648375.00}{10000}$	= 36742.05
b) Inversión	$I = \frac{2 Ha}{Va + 4r}$	= $\frac{4.322568 + 648375.00}{2(2000)}$.35 = 43495.00
c) Seguros	$S = \frac{2 Ha}{Va + 4r}$	= $\frac{4.322568 + 648375.00}{2(2000)}$.07 = 6699.00
d) Almacenaje	$A = KD$	= $0.08(36742.05)$	= 2939.36
e) Mantenimiento	$M = QD$	= $0.6(36742.05)$	= 22045.23
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA \$ 121268.2			

III.- CONSUMOS

a) Combustible:			
Diesel	\$ 0.29 x 160	HP. op. x \$ 446	/lt = 14272.00
Gasolina	\$ 0.24 x _____	HP. op. x \$ _____	/lt = _____
b) Otras fuentes de energía			
c) Lubricantes			
Capacidad Carter	C = 15	litros	
Cambios aceite	t = 100	horas	
	\$ 0.0035		
a = C/t + _____	x 160	HP. op. =	.72 lt/hr
L = .72	lt/hr. x \$ 2000	/lt	= 2160.00
	VII	(valor llantas)	
d) Llantas	LI = _____	Hv	(vida económica)
	Vida económica: Hv = _____	horas	
LI = \$ _____			
horas SUMA CONSUMOS POR HORA \$ 16432.00			

III.- OPERACION

Salarios:		
Operador:	\$ 1860.00	
Sal/turno - prom. (H)		
H = 8 horas x .25	(factor rendimiento) =	6 hrs.
	S	
Operación = D = _____	= \$ 1860.00	hrs. = 3111.6
	H	
SUMA OPERACION POR HORA \$ 3111.6		

COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) \$ 142811.00

C A P I T U L O V

MATERIALES

INTRODUCCION

Los materiales de construcción se definen como uno de los elementos que integran las obras de construcción cualquiera que sea su naturaleza, composición y forma.

Debido a la gran variedad de materiales con que se cuenta, se ha hecho necesario para su estudio agruparlos siguiendo diversos criterios de clasificación.

Según las funciones que desempeñan en la obra, se pueden clasificar en Principales o Resistentes, como las piedras, hierro, etc.; Aglomerantes, como las cales y cementos; y Auxiliares, como el vidrio, pintura, etc.

Otra forma de clasificación constructiva es por el orden en que intervienen en las obras: cimentación estructura y cubiertas. Esta clasificación, como la anterior, tiene el inconveniente de la repetición, pues un mismo material interviene en una forma u otra.

La más aceptable, es la que ordena a los materiales según su origen. Se clasifican de la siguiente manera:

Materiales Naturales: Son los que se extraen directamente de la naturaleza, no procesando para su empleo, nada más que darles una forma adecuada. Comprenden: rocas, suelos, gravas, materiales marinos y maderas.

Materiales Fabricados: Se preparan con productos diversos en estado pulverulento o pastoso, para comunicarse fácilmente la forma y se endurecen por procesos físico-químicos. Abarcan: Cemento, cal, yeso, aditivos, puzolanas, asfalto y emulsiones asfálticas. Así mismo, el acero, al aluminio, los ladrillos, los plásticos, las pinturas, etc.

Materiales Procesados: Son materiales naturales sometidos a una serie de procesos mecánicos con el fin de aprovecharlos mejor. Dentro de este grupo se encuentran los agregados obtenidos en plantas de trituración.

Es requisito indispensable del ingeniero constructor el conocer ampliamente los materiales en todos sus aspectos. Este conocimiento le será de enorme utilidad para seleccionar los materiales óptimos, adecuados para sus condiciones de trabajo, para sus condiciones de servicio y para sus limitaciones económicas.

PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MECÁNICAS

Al ingeniero constructor le es de vital importancia conocer las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales para saber si han de resistir los esfuerzos y usos a los que van a ser destinados. Estas propiedades son determinadas enviando las muestras al laboratorio.

Las propiedades físicas pueden ser:

Densidad: Se define como el cociente del peso de un cuerpo por su volumen.

Porosidad: Es la relación de vacíos o huecos a un volumen expresado en porcentaje.

Absorción: Es la cantidad de agua absorbida hasta la saturación a presión y temperatura ambiente.

Dureza: Es la resistencia que oponen los cuerpos al tratar de penetrar o rayarse por otros.

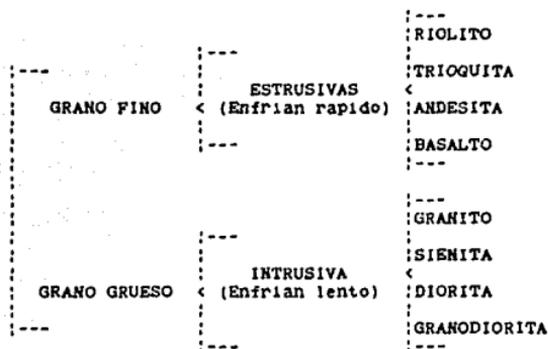
Textura: Es el arreglo de sus granos tal como se ven en una superficie fresca (distribución de tamaños que tiene una roca).

ROCAS

Las rocas: El termino roca al igual que piedra son conceptos sinónimos con algunas diferencias: El vocablo roca designa una formación geológica en su estado natural tal como se presenta en la tierra; la palabra piedra, se designa a bloques individuales, masas o fragmentos que han sido arrancados o extraídos de sus lechos o yacimientos masivos originales.

Rocas igneas o primarias. Son las que han sido formadas por la solidificación (cristalización) del magma sobre (extrusivas) o debajo (intrusivas) de la superficie terrestre.

La velocidad de enfriamiento es importante y se refleja en la resistencia, deformación, permeabilidad, textura y estructura.



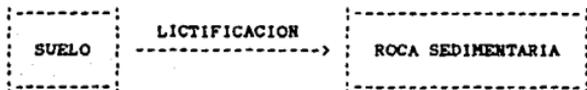
Clasificación de Rocas Igneas

Rocas sedimentarias: Son rocas que han sido formadas por la consolidación de sedimentos, pudiendo tener tres diferentes orígenes: mecánico, químico y orgánico.

Las rocas de origen mecánico están formadas por fragmentos de otras rocas acumuladas por el agua o por el viento. Las partículas pueden estar disgregadas, compactadas por simple presión o aglomeradas por un cementante calizo.

Los de origen químico son de gran espesor debido a su acumulación durante muchos años, originados por la evaporación de las aguas de ríos, lagos, mares, que contienen disueltas ciertas sales como cloruros sódicos, potásicos, etc.

Las de origen orgánico son las que se han formado por la acumulación de restos vegetales y animales.



LICTIFICACION: Proceso de compactación de la reducción de vacíos por métodos mecánicos.

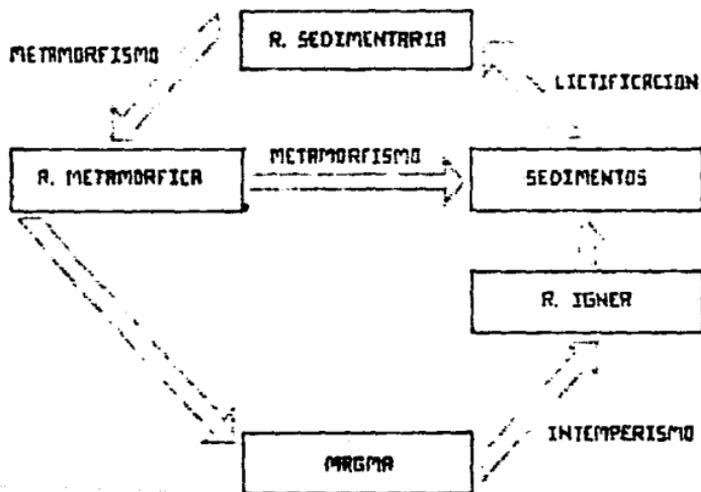
Rocas metamórficas: Proceso en el cual las rocas sufren una recristalización y se presenta fuera de la acción de intemperización y fuera de la acción de zonas volcánicas. Se han formado a expensas de las ígneas o sedimentarias por transformaciones en su composición mineralógica y estructura a causa de las grandes presiones, temperaturas elevadas de la capas profundas de la corteza terrestre y de las emanaciones gaseosas del magma.

Las propiedades mecánicas de las piedras están referidas a su resistencia y se consideran tres clases de esfuerzos que actúan sobre ellas: Los de compresión que tienden a disminuir el volumen del material; el esfuerzo cortante que tiende a desplazar unas partes de la roca, respecto a las otras. Y el esfuerzo de tensión, que produce el rompimiento y fisuras en los materiales. La resistencia a la tensión tanto en las rocas como en los suelos es prácticamente despreciable, por lo tanto las estructuras hechas por el hombre o parte de ellas que van a quedar sujetas a tensión requieren otros materiales de refuerzo, por ejemplo el acero.

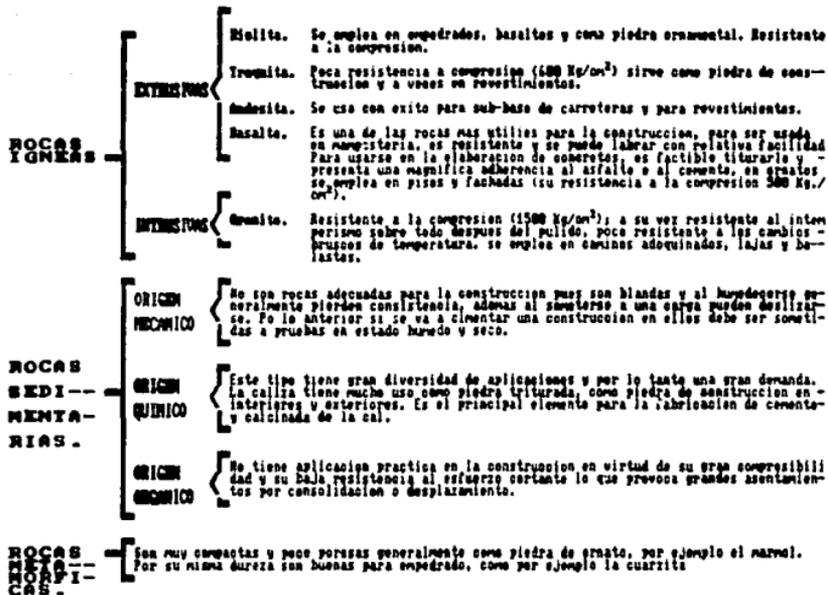
En resumen las propiedades que deben reunir las piedras de construcción, son las siguientes:

- a) Ser homogéneas, compactas y de grano uniforme.
- b) Carecer de grietas, restos orgánicos, etc.
- c) Ser resistentes a las cargas que tengan que soportar.
- d) No ser absorbentes o permeables en proporción mayor del 4.5% de su volumen.
- e) Tener adherencia a los morteros.
- f) No deberá alterarse física (desintegración) ni químicamente (descomposición) por los agentes atmosféricos principalmente el aire y el agua, teniendo una pérdida del 10%.

Las rocas se clasifican por su composición química, mineralógica, estructura, yacimiento y origen.



CICLO DE LAS ROCAS.



CLASIFICACION DE ROCAS

MÉTODOS DE EXPLORACION EN ROCA

Por lo general en toda estructura importante antes de su construcción y aún en la elaboración de su proyecto definitivo, es necesario conocer con bastante exactitud las características mecánicas de las rocas o formaciones geológicas sobre la que quedará desplantada.

Metodos indirectos

Prospección geográfica (se valen de ciertas propiedades de las rocas)

- Sísmico
- Eléctrico
- Magnético
- Gravimétrico

Metodos Geofísicos

Los métodos geofísicos de exploración de suelos, desarrollados principalmente con el propósito de determinar las variaciones en las características físicas de los diferentes estratos del subsuelo o los contornos de la roca basal que subyace a depósitos sedimentarios. Los métodos son rápidos y expeditos y permiten tratar grandes áreas, pero nunca proporcionan suficiente información para fundar criterios definitivos de proyecto en lo que a Mecánica de Suelos se refiere

Método Sísmico

Este método se funda en la diferente velocidad de propagación de las ondas vibratorias de tipo sísmico a través de diferentes medios materiales las mediciones realizadas sobre diversos medios permiten establecer que esa velocidad de propagación entre 150 y 2,500 m/s en suelos; los suelos arcillosos tienen valores medios, mayores para las arcillas duras y menores para las suaves. En roca sana los valores fluctúan entre 2000 y 6000 m/s. Esencialmente el método consiste en provocar una explosión en un punto determinado del área a explorar usando una pequeña carga de explosivos, usualmente nitroamonio.

El tiempo de recorrido de una onda refractada está determinado por su ángulo crítico, que depende de la naturaleza del suelo y de la roca.

Método de resistividad eléctrica

Este método se base en el hecho de que los suelos, dependiendo de su naturaleza, presentan una mayor o menor resistividad eléctrica cuando una corriente es inducida a través. Pero en mecánica de suelos se aplicó para determinar la presencia de estratos de roca en el suelo.

La resistividad se puede calcular a partir de las lecturas del milamperímetro I, del potenciómetro V y de la separación entre los electrodos d, con la fórmula:

$$P = 2 \frac{V}{I} d$$

El método sirve, en primer lugar, para medir las resistividades a diferentes profundidades, en un mismo lugar y en segundo, para medir la resistividad a una misma profundidad a lo largo de un perfil, las mayores resistividades corresponden a rocas duras, compactas, etc., y teniendo las menores valores los suelos suaves saturados.

Métodos magnéticos y gravímetros

El trabajo de campo correspondientes a estos métodos de exploración es similar, distinguiéndose en el aparato usado. En el método magnético se usa un magnetómetro, que mida la componente vertical del campo magnético terrestre en la zona considerada, en varias estaciones próximas entre sí. En estos métodos gravimétricos se mide la aceleración del campo gravitacional en diversos puntos de la zona a explorar. Valores de dicha aceleración ligeramente más altos que el normal de la zona indicarán la presencia de masas ligeras o cavernas y oquedades.

En general estos métodos casi no han sido usados con fines ingenieriles, dentro del campo de la Mecánica de Suelos, debido a lo errático de su información y la difícil interpretación de sus resultados.

Metodos directos

- Metodos de Percusión
- Metodos de Rotación
- Pozo a ciclo abierto (galerias, trincheras, contrapaseras)

Método de Percusión y Rotación

Para conocer oportunamente las cualidades mecánicas de una formación es necesario realizar trabajos exploratorios de diversos tipos, entre los que por su especialización y complicada técnica destacan las perforaciones realizadas con equipo idoneo capaz de obtener muestras representativas de diversos sitios y profundidades. El requisito primordial que debe cumplir una máquina perforadora empleada en trabajos de exploración reside en que la misma sea sometida a diversos exámenes de laboratorio.

En los trabajos exploratorios de cimentación se utilizan principalmente las siguientes maquinas perforadoras:

Perforadora de Diamante. Este tipo de máquina es la que se emplea en la inmensa mayoría, ya que esta construida para recoger muestras completisima de herramientas especializadas para tal género de trabajo.

Perforadoras Rotatorias. Equipadas con herramienta de corte y cuando se trabajan utilizando lodos de perforación, permiten obtener muestras alteradas, lo cual reduce su valor representativo. Cuando se perforan rocas suaves y medianamente duras son de gran valia estas máquinas ya que con la misma se obtienen bajos costos y altos rendimientos.

Perforadora de Percusion por cable. Este tipo de perforadora conocida comunmente por "pulseta" son muy utiles en la perforación de pozos de grandes diámetros, los resultados encontrados en las perforaciones tienen muy poco valor para los fines de la cimentación.

Perforadoras Neumáticas. Usadas en los trabajos de perforación para tratamientos de cimentación, especialmente en rocas duras y muy duras.

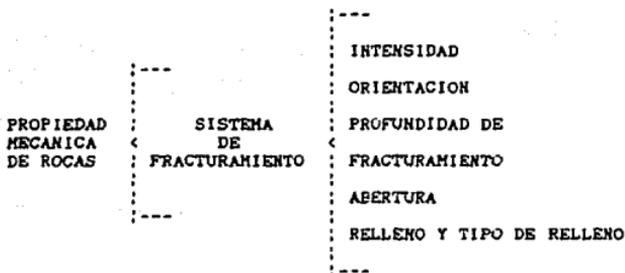
Las máquinas neumáticas de percusión que más se adaptan a la perforación destinada a tratamientos de cimentación con inyectado de fluido son las montadas sobre ruedas (wagodrill) y orugas (tacdrill) y muy especialmente de martillo percusor frontal (downhole).

Sarta de Perforación. Comúnmente se designa al conjunto o juego de herramientas empleadas por una perforadora para transmitir hasta la correspondiente broca las cargas y energía cinética necesaria para que estas puedan realizar su función cortadora con el fondo de agujero perforado.

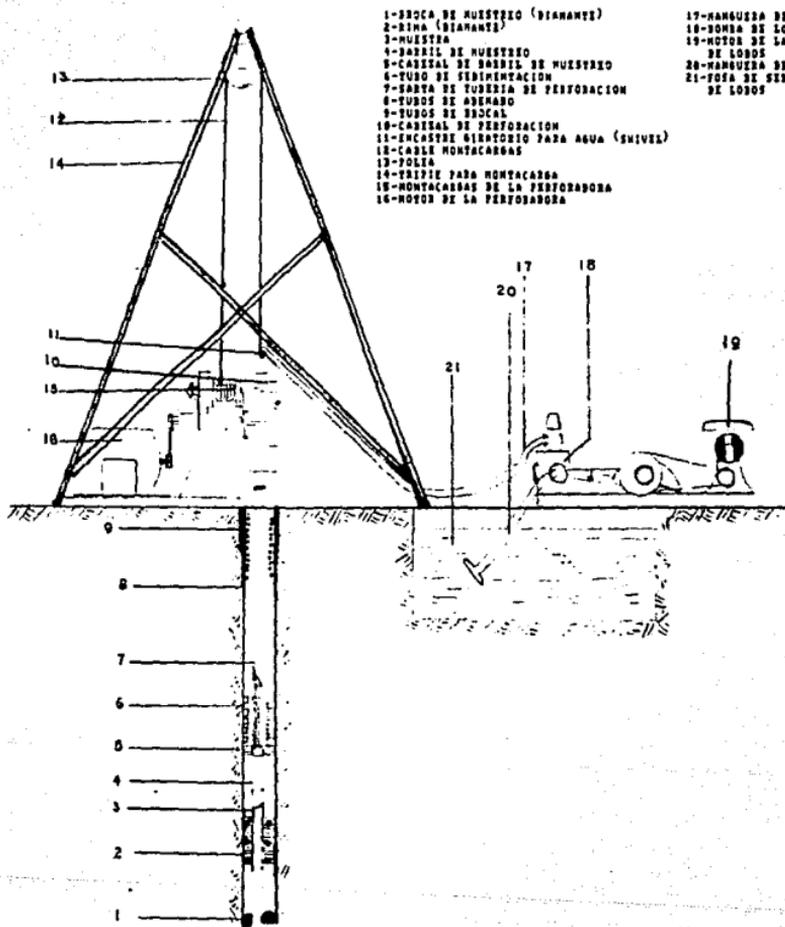
Barriles Muestradores. Un barril de perforación básicamente consiste en una herramienta tubular que va montada en el extremo inferior de la sarta de perforación conectándose por su extremo opuesto a la broca propiamente dicha, lo que por lo general suele consistir en dos unidades, una brida de muestreo de tipo de corona, que es la que realiza el corte en el frente o en el fondo del pozo y una segunda broca llamada rima, cuya función es ampliar la sección.

Tipos de barriles muestradores:

Barril tubo sencillo
 Barril doble tipo rígido diseño X
 Barril doble tubo tipo giratorio diseño X
 Barril muestrador del tipo línea del cable
 Barril rompedor



PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ROCAS

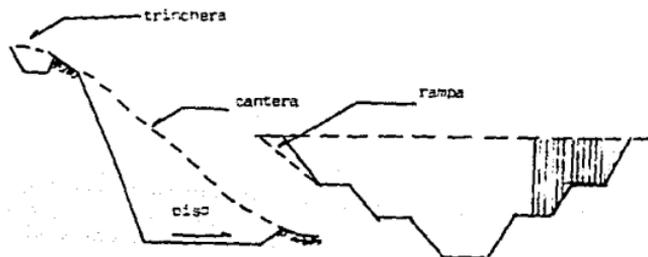


- 1-BROCA DE MUESTREO (DIAMANTE)
- 2-RIMA (DIAMANTE)
- 3-MUESTRO
- 4-BARRIL DE MUESTREO
- 5-CASILL DE BARRIL DE MUESTREO
- 6-TUBO DE SEDIMENTACION
- 7-SANTA DE TUBERIA DE PERFORACION
- 8-TUBOS DE ADELANO
- 9-TUBOS DE LOCAL
- 10-CASILL DE PERFORACION
- 11-ENCASILL GIRAOTORIO PARA AGUA (SUIVEL)
- 12-CASILL MONTACARRAS
- 13-FOSEA
- 14-TRIPIE PARA MONTACARRAS
- 15-MONTACARRAS DE LA PERFORADORA
- 16-ROTOR DE LA PERFORADORA

- 17-MANGUERA DE PRESSION
- 18-BOMBA DE LOSOS
- 19-ROTOR DE LA BOMBA DE LOSOS
- 20-MANGUERA DE SUCCION
- 21-FOSEA DE SEDIMENTACION DE LOSOS

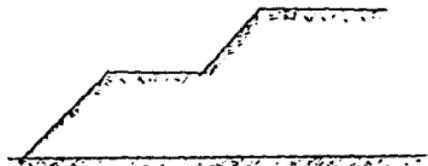
Costo y Explotación de la Roca

Las canteras son lugares donde la roca se separa de sus lechos naturales y se prepara para su utilización en construcciones. Hay canteras a cielo abierto y subterráneas. Las canteras a cielo abierto pueden ser en ladera cuando la roca se arranca en la falda de un cerro, o en galería, cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno.



Canteras a cielo abierto, en ladera y en galería.

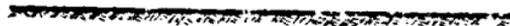
Se tienen varios tipos de ataque para la explotación al descubierto de roca en ladera. Por la parte superior; cuando se hace de arriba abajo, penetrando en la ladera en forma escalonada



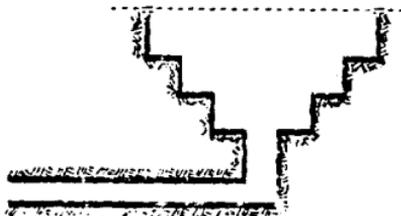
Explotación en ladera por la parte superior.

de unos 5 a 10 m de altura y anchura, suficiente para poder realizar el desbaste previo de los bloques, con objeto de no transportar piedra inútil reduciéndose los gastos. Estas plataformas se hacen accedibles por los lados para sacar los bloques, debiéndose dar una pequeña inclinación y talúd, con objeto de que no se estanque el agua de lluvia o filtraciones y evitar desplomes.

El ataque por la parte inferior se practica cuando la roca se encuentra ya separada por grietas perpendiculares y paralelas al frente de cantera. Se socava la parte inferior, dejando pequeños pilares de la roca o apuntalando con madera, que se vuelan o quitan a la vez provocando el derrumbamiento hacia afuera para sacar grandes bloques.



Explotación en ladera por la parte inferior



Explotación en ladera por socavación.

El procedimiento llamado de socavación, solo es aplicable a las canteras de rocas estratificadas y separadas por lechos de naturaleza blanda. Consiste en practicar normalmente al frente de cantera varias galerías en los estratos blandos con sus extremos unidos entre sí por otra galería paralela a dicho frente. Se desmontan los apoyos que separan las primeras galerías, con lo que se produce el desplome de la piedra dura. Este procedimiento es muy peligroso.

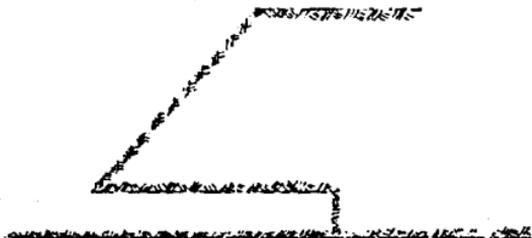
En galería la forma de explotación es el denominado de chimenea y galería.



Explotación en chimenea y galería.

Raramente empleado y consiste en practicar un pozo vertical que se pone en comunicación con el exterior mediante una galería horizontal. Los bloques se arrancan por bancos de arriba abajo, cayendo por el pozo y se extraen por la galería.

La explotación subterránea apenas se utiliza por se muy costosa. Si la cantera se halla próxima a una ladera, se práctica primero una galería de ataque hasta llegar a la roca, y después otras galerías perpendiculares a la primera llamadas de explotación, procurando darles una pequeña inclinación para que las aguas salgan al exterior por si solas y facilitar el arrastre de la piedra.



Explotación subterránea.

Los productos que se obtienen de una cantera son: piedra labrada, piedra machacada y piedra de encachado. Las piedras labradas son bloques con las caras más o menos lisas de forma y tamaños especificados, el concreto y los productos de arcilla cocidos están sustituyendo rápidamente a la piedra labrada en la construcción.

El costo de la piedra labrada, y de la piedra en general, puesta en la obra depende de su facilidad de arranque, longitud de transporte y costo del tallado (incluyendo las pérdidas de material). Los costos de arranque y tallado vienen determinados por la naturaleza de la roca: las masas de rocas ígneas duras son evidentemente mucho más caras de trabajar que una caliza cuarteada, que puede arrancarse sin explosivos y tallarse con facilidad.

La piedra machacada que se utiliza para la fabricación de cemento y cal se mide por tonelada o metro cúbico a precios relativamente bajos, mientras que la roca labrada es cara en comparación y se vende por pies cúbicos. Como consecuencia de esta diferencia, el costo de transportes largos arrastra solamente una pequeña parte del precio de la piedra labrada, pero es un factor importantísimo en el costo de la piedra machacada.

La piedra de encachado es piedra rota o bolas que se utilizan como un lecho de protección en la cara de aguas arriba de un dique o presa de tierra, para protegerlo de la acción de las olas. Como en el caso de la piedra machacada el factor transporte es un componente muy importante en el costo de este tipo de piedra. Una cantera para piedra partida se abre generalmente para la ejecución de un proyecto dado, debiendo estar lo más cerca posible del lugar de colocación y se da por buena aunque no halla más que la cantidad de piedra precisa para la obra sin que quede reserva alguna para el futuro.

Los materiales de acuerdo con la dificultad que presenten para su extracción y carga, se clasificarán tomando como base los tres tipos siguientes:

MATERIAL A
MATERIAL B
MATERIAL C

Material A es el blando o suelto, que puede ser eficientemente excavado con escrepa de capacidad adecuada para ser jalada con tractor de orugas, de noventa (90) a ciento diez (110) caballos de potencia en la barra, si auxilio de arados o tractores empujadores, aunque ambos se utilicen para obtener mayores rendimientos. Además se consideran como material A, los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta de siete punto cinco (7.5) centímetros (3"). Los materiales más comúnmente clasificables como material A, son los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

Material B es el que, por la dificultad de extracción y carga, sólo puede ser excavado eficientemente por tractor de orugas con cuchilla de inclinación variable de ciento cuarenta (140) a ciento sesenta (160) caballos de potencia en la barra, o con pala mecánica de capacidad mínima de (1) metro cúbico, sin el uso de explosivos, aunque por conveniencia se utilicen estos para aumentar el rendimiento; o bien, que puede ser aflojado con arado de seis (6) toneladas jalado con tractor de orugas, de ciento cuarenta (140) a ciento sesenta (160) caballos de potencia en la barra. Además, se consideran como material B las piedras sueltas menores de setenta y cinco (75) centímetros y mayores de siete punto cinco (7.5) centímetros (3"). Los materiales más comúnmente clasificables como material B, son las rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blancas y tepetates.

Material C es el que, por su dificultad de extracción, sólo puede ser excavado mediante el empleo de explosivos; además también se consideran como material C las piedras sueltas con una dimensión mayor de setenta y cinco (75) centímetros. Entre los materiales clasificables como material C se encuentran las rocas basálticas, las areniscas y conglomerados fuertemente cementados, calizas, riolitas, granitos y andesitas sanas.

Para clasificar un material se tomará en cuenta la dificultad que haya presentado para su extracción y carga asimilándolo al que corresponda de los materiales A, B o C. Siempre se mencionarán los tres tipos de materiales, para determinar claramente de cual se trata; por ejemplo, un suelo poco o nada cementado, con partículas menores de siete punto cinco centímetros se clasificará como material de tipo A.

SUELOS

Son el conjunto de minerales, materia orgánica y se presenta no consolidadas. Los suelos son el producto de la intemperización tanto mecánicos como químicos.

Los suelos desde un punto de vista de su origen podemos clasificarlos en residuales y transportados.

Los suelos residuales no han recibido transporte y permanecen directamente sobre la roca madre de la cual fueron derivados con propiedades muy particulares.

Los suelos transportados se hallan fuera de su origen y se deben a varios tipos de agente transportador.

Suelos transportados.

Suelo aluvial (Transportados por agua)

- Marino (Mar)
- Lacustre (Lagos)
- Palustre (Pantanos)
- Fluviales (Rios)

Suelo glacial (Transportados por desplazamientos de masas de hielo)

- Horrena (Suelo heterogéneo que va acumulando el hielo al ir avanzando)
- Tilita (Suelo formado por la consolidación de morrena)

Suelo eólico (Suelos originados por vientos)

Suelo coluvial (Originados por fuerza de gravedad)

- Piamonte (Suelos que están en equilibrio crítico teniendo una superficie de falla al pie del talud)
- Deposito de talud (Suelo originado por desprendimiento)

Generalmente, los suelos encuentran en forma de mezclas con proporciones variables de grava, arena, limo, arcilla y materia orgánica, existiendo rara vez en la naturaleza en forma separada.

Desde el punto de vista ingenieril se ha ideado el sistema unificado de clasificación de los suelos (S.U.C.S.) el cual se basa en el reconocimiento del tipo y predominio de los constituyentes, considerando tamaño de granos, graduación, compresibilidad y plasticidad (variaciones de la consistencia en los cambios de humedad). Esta clasificación divide a los suelos en tres grupos principales; suelos gruesos, suelos finos y suelos de alto contenido de materia orgánica.

Este sistema toma en consideración las propiedades relacionadas con la ingeniería de los suelos, es descriptible y fácil de adaptarse al suelo real, con la flexibilidad suficiente para poder usarse en el campo y en el laboratorio. Probablemente sin mayor ventaja es que un suelo puede clasificarse rápidamente por examen visual y manual, sin necesidad de pruebas de laboratorio.

Clasificación de los Suelos (S.U.C.S.)

El "Sistema Unificado de Clasificación de Suelos" cubre los suelos gruesos y los finos, distinguiendo ambos por el cribado a través de la malla 200; las partículas gruesas son mayores que dicha malla y las finas menores. Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas, y fino; si más de la mitad de sus partículas, en peso, son finas.

Suelos gruesos.

El símbolo de cada grupo está formado por dos letras mayúsculas, que son las iniciales de los nombres ingleses de los suelos más típicos de ese grupo.

G (Grave) Greavas y suelos en que predominan éstas
S (Sand) Arenas y suelos arenosos

Las gravas y las arenas se separan con la malla, de manera que un suelo pertenece al grupo genérico G, si más del 50% de su fracción gruesa (retenida en la malla 200) no pasa la malla No. 4, y es del grupo genérico S, en caso contrario.

a) Material prácticamente limpio de finos, bien graduado, Símbolo W (Well graded). En combinación con los símbolos genéricos, se obtienen los grupos GW y SW.

b) Material prácticamente limpio de finos, mal graduado. Símbolo P (Poorly graded). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GP y SP.

c) Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. Símbolo M (del Sueco Mo y Mjala). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GH y SH.

d) Material con cantidad apreciable de finos plásticos C (Clay). En combinación con los símbolos genéricos, da lugar a los grupos GC y SC.

Suelos finos

También en este caso el Sistema considera a los suelos agrupados, formándose el símbolo de cada grupo por dos letras mayúsculas, elegidas con un criterio similar al usado para los suelos gruesos, y dando lugar a las siguientes divisiones:

M (Del Sueco Mo y Mjala) Limos inorgánicos
C (Clay) Arcillas inorgánicas
O (Organic) Limos y Arcillas Orgánicas

Cada uno de estos tres tipos de suelo se subdividen, según su límite líquido, en dos grupos. Si este es menor del 50%, es decir, si son suelos de compresibilidad baja o media, se añade al símbolo genérico la letra L (Low Compressibility), obteniéndose por esta combinación los grupos ML, CL y OL. Los suelos finos con límite líquido mayor del 50%, o sea de alta compresibilidad, llevan a tras el símbolo genérico la letra H (High Compressibility), teniendo así los grupos MH, CH, OH.

Los materiales friccionantes son principalmente gravas y arenas; entendiéndose por fricción interna a la resistencia al desplazamiento entre las partículas internas del material.

Los materiales cohesivos son arcillas y limos arcillosos; cohesión podemos definirla como la atracción mutua de las partículas de un suelo debido a fuerzas moleculares y a la presencia de humedad.

Muestreo

Para conocer las propiedades físicas que presentan los suelos en su estado natural, se han ideado diferentes métodos de obtención de pequeñas porciones representativas del suelo, llamadas muestras, que dependiendo del método usado, pueden ser alteradas e inalteradas. Siendo las muestras inalteradas aquellas que representen fielmente las propiedades del suelo del que fueron extraídas.

Para fines de ingeniería civil, los métodos de muestreo más empleados son: los pozos a cielo abierto, el penetrómetro estándar, el tubo de lámina delgada y la perforación rotatoria.

La obtención de muestras debe de ser una operación muy cuidadosa, pues de la calidad de las muestras obtenidas dependerá la realidad de las propiedades físicas determinadas en el laboratorio.

Propiedades Físicas

Una de las propiedades que más interesa conocer, debido a la forma en que fallan los suelos, es el valor de la resistencia al esfuerzo cortante ya que es un dato esencial para resolución de los problemas de capacidad de carga, de empuje de tierras y de estabilidad de taludes.

Otras de las propiedades que interesan de los suelos son:

Capacidad. Indica que tan suelto o compacto se encuentra un material.

Porosidad. Es el porcentaje de vacíos o huecos que contiene un volumen dado.

Permeabilidad. Capacidad del suelo para permitir el paso del agua.

Abundamiento. Se representa con un número que resulta de dividir el volumen de un material suelto entre su volumen original tal como estaba en la naturaleza.

Tratamientos

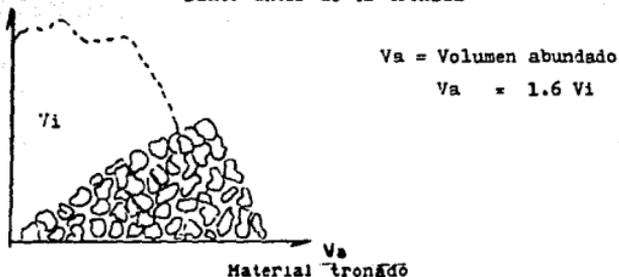
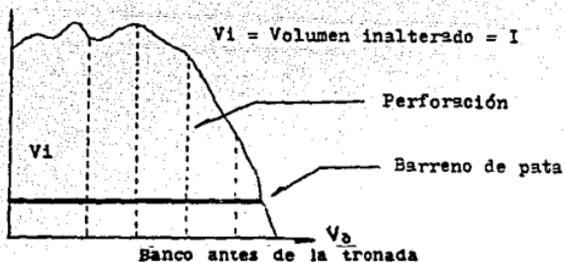
Los métodos más comúnmente utilizados para mejorar las características mecánicas e hidráulicas de los suelos son: compactación superficial, compactación profunda, estabilización con cementos, drenaje e inyecciones.

Se elegirá el método de acuerdo con los fines perseguidos y el tipo de suelo a tratar.

La compactación superficial produce los siguientes efectos: aumenta la capacidad, la resistencia al corte de los suelos, reduce la permeabilidad y la compresibilidad de los mismos.

Este tipo de compactación es obligatorio para todas las estructuras de tierra y las superficies de desplante de las estructuras. Se lleva a cabo con rodillos pata de cabra (si se trata de un suelo arcilloso), rodillos neumáticos, rodillos lisos o vibratorios (si se trata de un suelo arenoso).

La compactación profunda se efectúa induciendo vibraciones en la masa por compactar. Tales vibraciones se generan mediante explosivos colocados en barrenos de perforación, hincado de estacones o pisones que provocan un impacto. Se aplican estos métodos cuando la capacidad es baja en suelos granulares (gruesos).



Por medio de la estabilización con cemento se logra aumentar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, disminuir su plasticidad y neutralizar, en caso dado, pequeñas cantidades de materia orgánica. Tratándose de suelos granulares, el cemento les da cierta cohesión (adherencia entre granos).

Este procedimiento de estabilización se utiliza en particular para formar bases de caminos y recubrimientos de canales.

Mediante el uso de drenes (tubos perforados o estratos de material granular) se logra una reducción en las fuerzas de filtración y una modificación en la dirección del flujo.

Este procedimiento se utiliza en la estabilidad de taludes, muros de contención y en cimentaciones.

Inyectando a presión en los suelos, a través de perforaciones, lechados estables de cemento, agua y arcilla o productos químicos, se disminuye la permeabilidad y se logra un aumento de la resistencia al corte.

Se utilizan par mejorar la estabilidad de taludes e impermeabilización en excavaciones. Finalmente, en algunos casos se han utilizado con objeto de evitar los efectos perjudiciales de las vibraciones inducidas en suelos granulares sueltos.

Usos

El principal uso en los suelos es la formación de estructuras de terracería, tales como: terrapienes para carreteras y desplante de construcciones, cortinas de presas y rellenos.

Generalmente estas estructuras se forman por tres clases de materiales que son los siguientes:

a) Material Impermeable. Suele ser la mezcla de arcilla, arena y grava, en la que el material aglutinante es la arcilla, la que idealmente conviene que intervenga en una proporción del orden del 8 al 20%, ya que con tal proporcionamiento se facilita notablemente el trabajo de compactación. Es el tipo de material que comúnmente se emplea en la construcción de terracerías en las que se desea una alta resistencia al esfuerzo cortante, elevada densidad par fines de estabilidad y alta impermeabilidad; como en el casi típico de núcleos impermeables de loas cortinas de presas formadas por materiales graduados.

b) Material Permeable. Suele ser una mezcla de arena y grava con poco porcentaje de arcilla. Empleándose en terrapienes en los que no exigen estrictos requisitos de estabilidad e impermeabilidad, como en el caso de bordos de canales, zonas de rezaga o transición de cortinas de presas constituidas de materiales graduados. Podrá ser tierra común libre de materia orgánica.

Para filtros de presas y otras estructuras, generalmente queda constituido por arena y grava de estrictos requisitos granulamétricos, siendo un material permeable.

LAS GRAVAS

Grava, es todo material granular de origen natural, mayor de 5 mm y generalmente de aristas redondeadas. Se puede encontrar en ríos activos, cauces abandonados y minas.

Como generalmente este tipo de material se almacena en las curvas de los ríos, la explotación puede hacerse por medio de dragas o de palas y en las minas por medio de zonjas, cortes, túneles o frentes verticales.

Debido a la forma en que las gravas se encuentran en la naturaleza, es decir, en una gran variedad de tamaños y además conteniendo algunas veces sales, arcillas, carbón y sustancias orgánicas, es necesario tratarlas conforme al uso que se les quiera dar.

Estos tratamientos pueden ser: cribado, lavado y secado algunas veces.

a) Cribado. Es el proceso de separación por tamaños del material mediante procesos mecánicos, utilizando cribas ó mallas.

b) Lavado. ES la eliminación de sales, arcillas y demás sustancias extrañas, mediante chorros de agua y vibración.

c) Secado. Es la eliminación total o parcial del contenido de agua mediante el uso de hornos o tendiendo el material a la intemperie.

Usos

Las gravas se utilizan principalmente: como agregados en la elaboración de concretos, como material de relleno y material de filtro.

Debido a la gran importancia que tienen los agregados en la fabricación de concreto, se hace necesario llevar un estricto control en la calidad de los mismos, por lo que se les tiene que hacer pruebas para determinar:

Peso específico (peso por unidad de volumen)
Absorción
Humedad
Contenido de Polvos
Calorimetría
Contenido de Sales

Todas estas pruebas van encaminadas a garantizar el perfecto conocimiento de los agregados, de tal suerte, que de los resultados obtenidos, se pueda fijar un criterio en su utilización.

La mayoría de las gravas son de gran utilidad en la elaboración del concreto, ya que los mejores agregados son las que tienen forma redondeada y textura rugosa (en general las gravas de los ríos son redondas, pero de textura bastante lisa). La forma redondeada hace que el volumen de huecos a ser relleno por la pasta de cemento, sea pequeño y la textura rugosa ayuda a que el agregado se adhiera fuertemente a la pasta de cemento.

Debido a la forma en que se acomodan las gravas, es decir, a que dejan huecos entre sí, permitiendo el paso o filtración del agua, es común el utilizar gravas en aquellos rellenos en que se requiera garantizar la permeabilidad de los mismos.

Otra aplicación de las gravas, es que constituyen un material de filtro que se utiliza para evitar las presiones hidráulicas en los muros de retención, logrando que el agua se infiltre entre las gravas y posteriormente sea sacada por medio de drenes. En la mayoría de los casos los filtros consisten en una serie de capas de diferentes tamaños y granulometría, según la permeabilidad que se requiera.

Constituyen un material indispensable en la elaboración de filtros de purificación de agua.

MATERIALES DE ORIGEN MARINO

El empleo de origen marino en la construcción es relativamente nuevo por lo que su uso no se ha generalizado. No son muy abundantes y su existencia es limitada, se localizan principalmente en las costas del golfo, en las depresiones lacustres y en las depresiones cercanas a las costas. Hay zonas como Campeche y las lagunas a lo largo de la costa de Tamaulipas donde existen grandes depósitos no siendo susceptibles de industrializarse; puesto que lógicamente éstos depósitos se forman a lo largo de una era geológica (200 a 300 años) por lo que en la práctica se pueden considerar como un recurso no renovable.

Los más comunes son la concha de ostión, abulón, caracol marino (desde caracolillo hasta caracol grande) y en menor escala algunos depósitos de coral. Estos se encuentran en la naturaleza en dos formas que son en estado natural y en estado alterado; en estado natural prácticamente no se utilizan puesto que requieren de un tratamiento, por ejemplo, trituración. Los alterados son los que se encuentran ya rotos por el tiempo y los agentes del intemperismo, es decir, están degradados y tienen una sucesión de tamaños que es susceptible de utilizarse.

El coral y el caracol se utilizan en acabados sobre todo en fachados y aplanados, su uso no es práctico pues se necesita escoger bien y es difícil de colocar por lo que es cara su utilización. La arena de mar se ha llagado a utilizar como agregado en morteros y concretos pobres, no siendo recomendable su uso debido a su alto contenido de sales que son nocivos al concreto ya que lo va desgranando (disgregación en partículas) no siendo una acción inmediata sino a largo plazo. Se puede evitar esta acción nociva de las sales contenidas en la arena mediante un tratamiento, que consiste en un lavado, por lo mismo resultaría antieconómico su empleo.

La concha de ostión es el material de origen marino de uso más extendido en la construcción, es un material que se emplea por sustitución, por no haber otro tipo de material, por ejemplo, en Tampico no hay grava (el lugar más cercano se halla a 137 Km) de ahí que se usa en la fabricación de tabique, block hueco y concretos aligerados debido a que es un material muy ligero. Por su alta capacidad a compresión se usa en aeropuertos; en pistas, calles de rodaje y plataformas; en carreteras como superficie de rodamiento y como base en todas las capas del pavimento.

Por la forma en que se encuentran en la naturaleza es de fácil obtención, ya que se requiere únicamente de una draga de arrastre si el depósito está bajo el agua o de un traxcavo si el depósito se halla en estado seco. El transporte del material a la obra se realiza en camión, un inconveniente en el transporte es el hecho de que el camión lleva, cuando el material está muy húmedo, la mitad de agua en peso y la mitad en material. Para su uso específico en carreteras el único tratamiento al que se somete es el de secado. Como presenta una estructura cavernosa, cuesta trabajo secar el material por lo que se ayuda de madios mecánicos o tendiéndose en una plataforma dejándose secar al sol.

Propiedades físicas

Las propiedades físicas que presenta la concha de ostión son: peso volumétrico suelto de 1200 Kg/m³; peso volumétrico seco máximo de 1800 Kg/m³, es deleznable (facilidad de separarse en capas) presenta una plasticidad nula con un índice plástico de casi cero, por ésta característica no va a sufrir cambios volumétricos cuando cambien las condiciones de humedad. Densidad de 1.80 a 1.90; debido a su estructura cavernosa tiene un alto grado de absorción, en un momento requiere de mucha agua cuando se usa solo para la compactación y mucho asfalto cuando se usa en mezcla asfáltica. No tiene afinidad con el asfalto por lo que hay que agregarle un aditivo para cambiar la carga eléctrica de la superficie de las partículas y para tener adherencia con el asfalto.

Granulometría, mal graduada se asemeja a la de las arenas de río; forma, tiene dos dimensiones grandes y otra muy pequeña respecto a las otras dos. La forma en que se acomodan es foliada (en forma de láminas por capas); presenta una resistencia alta al esfuerzo cortante en sentido normal a los planos en que se acomodan. Es de un color muy claro, siendo éste un inconveniente en carreteras por el reflejo que producen pero ya mezclado con el asfalto se reduce dicho reflejo. Presenta una buena resistencia al intemperismo, aunque en las mezclas asfálticas, el agua y el intemperismo provocan el desprendimiento del asfalto de la concha, como es higroscópico absorbe agua y ésta repele el asfalto, por lo que es recomendable proteger la mezcla asfáltica con un riesgo de sello.

Comparando dos mezclas asfálticas, una hecha con material pétreo y otra hecha con concha con el mismo sistema de mezcla en el lugar, es más trabajable la fabricada con la concha. También es más trabajable cuando se usa en base, sub-base o subrasante; los acabados son muy superiores y más fáciles de lograrlos sobre todo para las tolerancias que se exigen en aeropuertos que son para una carpeta de depresiones máximas de 0.5 cm, pudiéndose lograr con este material, siendo más difícil de lograrlo con el material tradicional.

En general, el costo de los materiales de origen marino es más bajo que el de los materiales actualmente empleados, siempre y cuando no se les tenga que someter a ningún tratamiento, pero aún en el caso de que tenga que triturarse, el material es blando por lo que la eficiencia de los trituradores es más alta y resulta más económico que las gravas tradicionales.

LAS MADERAS

La madera fué el primer material de que dispuso el hombre con resistencias comparables a la tensión y a la compresión. Por ser un material orgánico constituye un recurso natural renovable cuya explotación puede ser de gran interés para la economía nacional.

En México país de grandes reservas forestales, parecería que su uso debería estar muy generalizado sobre todo dado el costo relativamente alto del acero. Sin embargo, el aprovechamiento estructural de la madera, está restringido a la construcción de cimbra y obras fijas para estructuras de concreto y ocasionalmente de algún techo industrial, además de la elaboración de durmientes de ferrocarril y postes para la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Se debe esto probablemente a una explotación poco eficiente de la riqueza forestal, a la falta de experiencia de ingenieros y arquitectos en su aprovechamiento como material de construcción y a la carencia de información adecuada sobre las propiedades de las maderas nacionales disponibles.

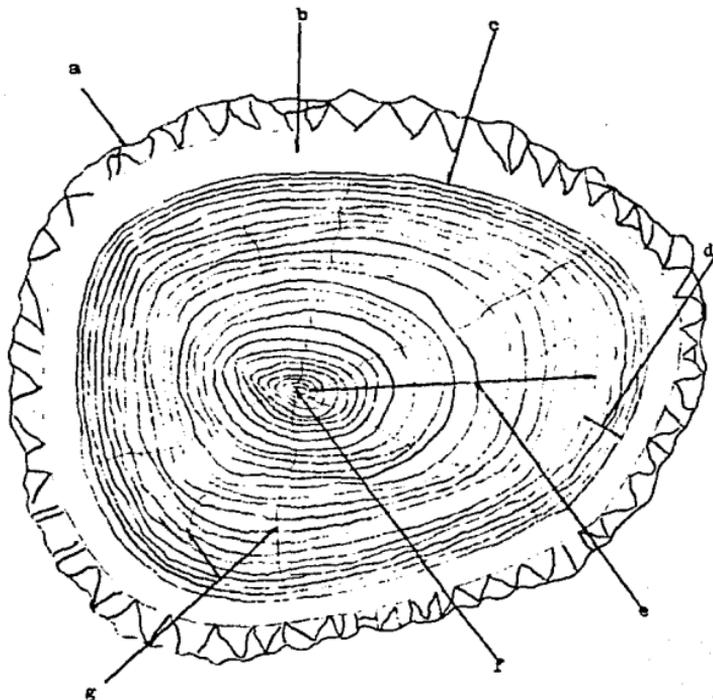
Son muchas las características de la madera que la hacen atractiva como material de construcción. Es relativamente fácil de trabajar con herramientas sencillas, lo que permite una gran diversidad de secciones y formas. Su variada textura natural tiene cualidades decorativas muy apreciadas. Puede ser pintada fácilmente. Su durabilidad en condiciones adecuadas es considerable aunque no tan notable como la de los materiales pétreos. Su resistencia específica es superior a la del acero y del concreto reforzado.

Como desventajas pueden mencionarse las siguientes. Aunque es su estado natural la madera se presenta en formas prismáticas rectas, que se prestan a la fácil elaboración de elementos estructurales como vigas y columnas, sus escuadrias (las dos dimensiones de la sección transversal de una pieza labrada a escuadra) y longitudes son limitadas. En ciertos ambientes su durabilidad deja que desear. Es susceptible a los ataques de algunos hongos o insectos. Sufre cambios volumétricos con las variaciones de humedad. Sus propiedades resistentes son muy variables. Su resistencia a los incendios es inferior a la del concreto aunque comparable a la del acero. Su deformabilidad es mayor que la de otros materiales; las cargas de larga duración producen deformaciones permanentes.

Composición, Desarrollo y Clasificación

Las propiedades mecánicas de la madera están íntimamente relacionadas con su estructura y composición. Por otra parte, dada la naturaleza orgánica de la madera es evidente que el estudio de sus procesos de desarrollo y crecimiento contribuirá a una mejor comprensión de las características de su estructura. Por ello se ha estimado conveniente presentar unas nociones elementales de estos aspectos.

Si se considera una sección transversal del tronco se distinguen en general las siguientes partes.



Sección Transversal del Tronco

- a) Corteza exterior formada por tejidos muertos, que sirve de capa protectora.
- b) Líber o corteza interior por donde circula la savia descendente que alimenta el proceso de crecimiento, que tiene su origen en el cambium.
- c) Cambium, capa microscópica inmediatamente interior al líber, donde se forman las células nuevas de madera y corteza.
- d) Albura, parte activa del tronco, por donde circula la savia ascendente desde la raíz hasta las hojas.
- e) Duramen, parte inactiva del tronco que proporciona soporte estructural al árbol. Generalmente de color más oscuro que la albura.
- f) Médula, la parte más antigua del tronco, donde se originan las ramas.
- g) Rayos o células radiales, unen las diversas partes del árbol para el movimiento de las sustancias alimenticias.

El proceso de crecimiento consiste en el nacimiento y desarrollo de nuevas células en el cambium y en los extremos de las raíces y de las ramas. Al formarse la madera nueva se va incorporando a las capas ya existentes al interior del cambium, formándose los anillos. Cada uno de éstos anillos corresponde al crecimiento de un año y por ello suelen llamarse anillos de crecimiento anual.

En la literatura sobre madera se encuentra con frecuencia la expresión "grano de madera", que se usa con acepciones diversas. Así por ejemplo, se habla de madera de "grano fino" o "cerrado", o de "grano grueso", según la separación de los anillos de crecimiento. También se utiliza para describir la orientación de las fibras, respecto a los lados de una pieza, dependiendo del corte del aserradero, se distinguen entre madera de grano recto que es aquella en la que el grano o fibra es paralelo a las aristas y de grano atravesado cuando forman un ángulo las aristas con respecto a la fibra. Entre más grande es el ángulo lo es más débil para resistir compresiones.



Grano Recto



Grano Atravesado

Grano de la Madera

Las maderas mexicanas son de una gran variedad y pueden dividirse en tres grandes grupos:

- 1) Las coníferas, como el oyamel y el pino que más comunmente son usados en obras civiles, especialmente para las obras falsas y cimbras.
- 2) Las maderas de árboles de hoja cáduca, como encino, caoba, guanacaste y roble y más pesadas y resistentes que la mayoría de las coníferas.
- 3) Las especies tropicales de gran resistencia y dureza, muy apreciadas para la ebanistería y acabados aparentes.

La madera tiene un defecto muy importante que son los "nudos", los cuales no se pueden disminuir, dependiendo del número y localización del nudo, la madera puede ser de primera, segunda o tercera categoría.

Primera, no tiene nudos.

Segunda, los tiene en las orillas.

Tercera, por cualquier lado.

Estos nudos disminuyen la resistencia porque producen discontinuidad en unas fibras y alteran la orientación de otras.

Propiedades mecánicas

Por su naturaleza heterogénea y anisótropas, sus características físicas varían de un punto a otro y sus características resistentes varían según la dirección considerada la madera puede considerarse como un material ortotrópico en el que se distinguen tres direcciones mecánicas o estructurales, perpendiculares entre sí, que coinciden con las direcciones longitudinales, radial y tangencial de un árbol por lo tanto, con rigor sería necesario considerar tres juegos de propiedades mecánicas uno por cada eje. Sin embargo las propiedades en los sentidos tangenciales y radial no difieren significativamente de manera que para los efectos prácticos de diseño de estructuras de madera basta distinguir entre las propiedades paralelas al grano o a la fibra y propiedades perpendiculares al grano.

Las principales pruebas mecánicas que se deben realizar son las de flexión estática, compresión paralela al grano, flexión por impacto tenacidad, compresión perpendicular al grano, dureza, resistencia al esfuerzo cortante paralela al grano, desgarramiento y tensión perpendicular al grano. Existen además la prueba de tensión paralela al grano y la prueba de extracción de granos pero son opcionales.

Esfuerzos permisibles y módulos de elasticidad para diversas especies de madera recomendables.

Especie	Calidad	Paralelamente a la fibra				Compresión normal a la fibra	Módulo de elasticidad.
		Flex.	Tens	Comp.	Cort		
Pino Blando	1"	38	55	60	5	10	85 000
Pino chico	1"	100	85	80	9	20	100 000
Pinabote	2"	85	75	70	9	25	100 000
Encino	1 ^a	120	100	95	10	25	100 000
	2 ^a	90	95	75	10	25.5	100 000
Zapattillo	1"	105	110	100	10	25	110 000

Esfuerzos permisibles y módulos de elasticidad.

La madera siempre está húmeda, hay madera que tiene el 30% de agua por lo que es poco resistente a la tensión y a la compresión pero a medida que se va secando aumenta su resistencia. Cuando está húmeda resiste la flexión y la fuerza cortante teniendo mayor capacidad para soportar el impacto pero a la vez se deforma más. Debido a las variaciones en el contenido de humedad la madera experimenta cambios volumétricos para contenidos de humedad entre 0 y el punto de saturación de las fibras, estos son más importante que los debido a las variaciones por temperatura y sus efectos deben tenerse en cuenta en el diseño.

Tratamiento y almacenamiento

A fin de mejorar algunas propiedades mecánicas, así como para poder evitar los ataques de algunos hongos e insectos, la madera requiere de un tratamiento, que puede ser:

Secado natural. Se hace apilando la madera al aire libre siendo irregular su desecación por depender de la humedad del medio ambiente el cual depende a su vez, de las estaciones del año, localidad, hora, etc.

El secado total al aire libre es lento: para las maderas blandas, dos años y para las maderas duras tantos años como centímetros de espesor tengan las piezas; además no es homogéneo en todas las maderas.

Desaviado de la madera. Consiste en la eliminación de la savia que la arrastra por disolución. Este tratamiento debe darse recién cortada la madera, pues es cuando por estar la savia fluida permite la penetración del agua. Es desaviado es conveniente en las maderas en las cuales se inició un parasitismo por no resistir los insectos este tratamiento.

Secado artificial. No se pueden secar artificialmente las maderas recién cortadas, porque las temperaturas elevadas a que han de ser sometidas provocarían contracciones que deforman la madera y producen hendiduras. Hay que desecar primeramente al aire libre durante un mes. Después se procede a desaviado y se vuelve a apilar para que se deseque naturalmente durante 15 o 20 días al cabo de los cuales se corta con la sierra en tablones para desecarlos artificialmente.

Senilización. Consiste en envejecer la madera artificialmente, se logra mediante el paso de una corriente eléctrica por la savia transformándola en resina.

Dimensiones

Es importante hacer notar que en el comercio se ha dado por llamar indebidamente a la madera de cimbra, madera para construcción, ya que esta madera es de muy mala calidad, y desde el punto de vista estructural inservible por sus dimensiones, gran cantidad de defectos como nudos de todos tipos, grietas, pudriciones, etc. Dicho material viene en los siguientes gruesos nominales: 1/2, 3/4, 1, 1 1/2, 2, 3 y 4 pulg., ancho de 4 pulg., y longitud de 8 1/4, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 pies. Cuando las escuadrías son de 4 x 4, 3 x 3 y 3 x 4 pulg., se les nombra polines. A la madera aserrada de 3/4 y 1 pulg. de espesor, y de 1 a 4 pulg. de ancho con una longitud de 8 1/4 pies se les llama duela. A la de escuadrías de 1/2 x 4 y 2 x 4 pulg. y de largos menores de 8 1/4 pies se les llama barrotes.

Calidades

En los estados del norte de la República se siguen las normas de la Eastern Pine Association de los Estados Unidos. Un resumen de ellas es el siguiente:

A) Calses selectas. La madera es de apariencia clara y con pocos y pequeños defectos. Su grosor puede variar de 4 o más pulgadas de ancho a todos los gruesos en que se manufactura madera de pino. Su presentación puede ser áspera, cepillada en dos caras, cepillada por los cuatro lados, re-aserrada, o bien rajada a cualquier medida según patrón, orden o diseño. Estas clases se subdividen en tres grados principales:

a) Selecta B y mejor. Casi libre de defectos, únicamente admira dos pequeños nudos alfiler, una cantidad ínfima de resina o también pequeños nudos y rajaduras. Se recomienda para trabajos finos en interiores, incluyendo paredes, tableros, tabiques y cancelas.

b) Selecta C. Su número de defectos leves puede ser mayor en cuanto a pequeñas rajaduras y muy leves acumulaciones de resina; también nudos pequeños y sólidos y mancha mediana que cubra una tercera parte de la cara. Se recomienda para interiores como cancelas y tabiques, o en trabajos exteriores en los que los defectos se cubran con pintura o barniz.

c) Selecta D. En este grado se incluyen piezas con defectos serios como nudos, resina y mancha sobre toda la cara. Se recomienda para trabajos en los que se requieren tramos cortos de madera limpia, tales como vestiduras para ventanas, comisas, marcos de puertas y ventanas, etc.

B) Clases comunes. Se distinguen de las selectas en una aspereza aparente causada por defectos como rajaduras, acumulaciones de resina, cantos achafianados, manchas, etc. Estas clases se subdividen en los siguientes grados:

a) Común número uno. Este grado admite piezas con nudos pequeños y sólidos hasta de 2.5 pulg. de diámetro, redondos u ovalados, bolsas pequeñas de resina y rajaduras leves. Se recomienda para construcción de casas modestas, ventanas, marcos, comisas, etc.

b) Común número dos. Admite los mismos defectos que la anterior, solamente que en mayor grado. La apariencia de los grados uno y dos es muy similar. Se recomienda para formas de vaciado de concreto, cimbra fina para techos, paredes de establo, subpisos machimbrados, cielos, paredes interiores, casas y fábricas, etc.

c) Común número tres. Este grado muestra nudos ásperos ó sueltos y en algunos casos orificios por cardas de nudos, cualquier cantidad de manchas, marcas de rodillo de cepillado irregular. Aunque es madera de apariencia corriente, se recomienda para trabajos en general.

d) Común número cuatro. De apariencia corriente, puede admitir orificios de nudos, perforaciones de gusanos, manchas, putrefacciones, rajaduras, etc. Se recomienda como material económico de construcción, edificaciones temporales y en usos en los que la resistencia y apariencia no sean importantes.

e) Común número cinco. Es la madera de más baja calidad ya que admite toda clase de defectos en número y severidad.

Uniones de piezas de madera

Las maderas que ofrece la Naturaleza se dan en dimensiones no muy grandes y en consecuencias no hayan aplicación ilimitada si no se procede antes a adaptarlas a todas las exigencias de la construcción. A menudo las piezas son cortas, estrechas o delgadas, y para aplicarlas es indispensable que se prolonguen, se ensanchen o se refuercen, pero ordinariamente no es posible obtener las formas de estructura de una sola pieza, sino que hay necesidad de enlazar los diferentes elementos con medios auxiliares de sujeción como cola, clavos, tornillos, etc. a fin de obtener trabazón suficiente de las piezas y su armónica colaboración estática. En este sentido se procura ante todo que el enlace sea tal que permita el movimiento en una sola dirección, el cual puede entonces ser anulado con recursos especiales.

Elementos de sujeción

a) Cola. Es el producto obtenido de desechos animales y que se expenden en el comercio en formas de tablillas ligeras, transparentes y quebradizas.

b) A base de madera. Pueden ser las siguientes: espigas, tacos, cuñas, clavijas de madera y lengüetas.

c) Metálicos. Entre ellos tenemos: clavos, tornillos, pernos, grapas y bridas.

Los clavos, de fabricación mecánica son de sección circular, cuadrada o triangular' los que tienen aristas se adhieren mejor. La longitud del clavo en el cuerpo que recibe la pieza.

Los tornillos presentan rosca muy fina en un tronco algo cónico con cabeza redonda' los de grandes dimensiones tienen cabeza avellanada o hemisférica.

Los pernos, con su tuerca hexagonal, tienen sección circular. Debajo de la cabeza y de la tuerca se colocan rondanas para que aquellas no penetren en la madera al atornillar la tuerca.

Las grapas, son medios de sujeción permanente o temporales para enlazar dos piezas de madera.

MATERIALES FABRICADOS

EL CEMENTO

Los primeros cementos hidráulicos que se usaron eran cementos naturales fabricados por calcinación de calizas arcillosas con suficiente cantidad de sílice, alúmina y óxido de hierro, para comunicaries propiedades hidráulicas después de calcinadas, pulverizadas y mezcladas con agua. Estos cementos naturales se fabricaron y usaron frecuentemente hasta hace pocos años, en que fueron prácticamente sustituidos por cementos artificiales (Portland).

El color de los cementos naturales varía desde el amarillo claro hasta el pardo oscuro, según la cantidad de óxido de hierro que contienen, por lo general su composición y comportamiento no son uniformes.

El principal cemento artificial que se fabrica en el llamado cemento Portland. En 1824, Joseph Aspdin, adquirió una patente en Inglaterra para fabricar un cemento perfeccionado, producido por el calentamiento de una mezcla de caliza y arcilla, moliendo el producto resultante hasta convertirlo en un polvo fino. A este polvo le dió el nombre de "Cemento Portland", por la similitud que tiene este cemento, endurecido, con ciertas canteras de piedra de la isla Portland, Inglaterra. Aspdin es generalmente reconocido como el inventor del cemento Portland.

Cemento Portland. Es el producto obtenido de la molienda fina del Clinker, producido por la calcinación hasta la temperatura de fusión incipiente de una mezcla íntima, rigurosa y homogénea de materiales arcillosos y calcáreos sin adición posterior excepto la de yeso calcinado o no, en proporción no mayor del 3%.

Breve reseña histórica de la producción

- 1825 En Inglaterra se fabrica cemento en forma industrializada esta pequeña producción en el mundo se debe a James Frost.
- 1855 Fundación de las primeras fabricas de cemento en Bélgica y Alemania.
- 1875 Instalación de la primera fabrica de cemento en los E.U.A.
- 1906 Se establece la primera fabrica de cemento en México.
- 1910 En este año ya son tres las fabricas de cemento que existen en México: Hidalgo, Cruz Azul, Tolteca.
- 1960 Funcionan 26 fabricas Productoras de las cuales 25 propiedades anonimas y 4 cooperativas, la distribución de estas plantas que se ha hecho en el territorio nacional ha sido tan acertada que ningún punto de la República se encuentra alejada más de 400 Km de alguna planta productora de cemento.

Fabricación

La elaboración del cemento es una de las manufacturas más mecanizadas que existen y desde el resquebrajamiento de montañas enteras de materia prima, hasta la obtención del cemento tal como se deposita en los silos para ser envasado y distribuido, su proceso se divide en no menos de ochenta complejas y costosas operaciones, controladas por modernos laboratorios y vigiladas por químicos, físicos y técnicos especializados.

Existen dos métodos para la fabricación del cemento Portland: seco y húmedo. El proceso seco es el que generalmente se usa en México.

Proceso Seco

Generalmente, las canteras de piedra caliza se trabajan empleando dinamita, cuya explosión desprende toneladas de trozos de piedra. Con estos trozos de diversos tamaños, unos de 60 centímetros y aún mayores, se cargan grandes camiones o góndolas de ferrocarril que transportan la piedra a las patentes máquinas trituradoras que reducen los trozos a sólo unos quince centímetros de tamaño. A continuación, se transporta la piedra a otras quebradoras que las reducen a unos 4 centímetros de diámetro o menor.

A este proceso de trituración son sometidos tanto la piedra caliza, como la arcilla o barro, el mineral de fierro, el yeso, etc.

Una vez reducidas a fragmentos de caliza y de arcilla, se les sustrae individual y separadamente la humedad que contienen, por medio de secadores constituidos por grandes tambores dotados de un lento movimiento de rotación y ligeramente inclinados hacia la boca, por los que circulan los gases de calefacción en dirección opuesta a la del producto que va a secar.

Ya secos, los diversos materiales son transportados mediante bandas de hule a pesadoras automáticas, que regulan su proporción, de acuerdo a su particular composición química, debidamente controlada por el laboratorio de la fábrica. De ahí pasan al molino de crudos, donde a través de tres sucesivas etapas de molliendas, mediante bolas de acero forjado, son reducidos de tamaño hasta convertirlos en polvo.

Del molino de crudos, se bombea el material por medio de un dispositivo neumático a los silos, donde se almacena en tanto se le conduce a los hornos de calcinación.

Los hornos de calcinación son rotatorios, tienen la forma de grandes cilindros de acero provistos de quemadores especiales para combustoleo o gras natural, y están forrados interiormente de tabique refractario para resistir las elevadas temperaturas que son necesarias para calcinar el material crudo, las cuales alcanzan hasta 1,400 grados centígrados.

Como resultado de esta calcinación, el material crudo es transformado en aglomerados, aproximadamente esféricos, de uno a cinco centímetros de diámetro, designados en el nombre de Clinker.

El Clinker que sale del horno al rojo blanco pasa a los enfriadores, de donde sale a una temperatura inferior de los 100 grados centígrados y es conducido por medio de un transportador de cadena al patio de almacenamiento. De ahí, una vez analizada en el laboratorio nuevamente su composición y la del yeso almacenado previamente. Ambos materiales son transportados mediante bandas de hule a las pesadoras automáticas, para proporcionarlos convenientemente y se conducen al molino de cemento.

El molino de cemento es también de bolas de acero y convierte el material en un polvo impalpable que es ya cemento, el que, mediante un dispositivo neumático, es depositado en los silos de almacenamiento.

De los silos de almacenamiento por medio de un dispositivo neumático, el cemento se bombea a las máquinas envasadoras que automáticamente llenan los sacos de papel, hasta un contenido de cincuenta kilogramos.

Una vez envasado el cemento, se distribuye a los consumidores por medio de furgones de ferrocarril o de camiones que lo conducen a su destino. el concreto se coloca en ambiente caluroso.

Propiedades físicas y Químicas.

Los cuatro componentes principales del cemento Portland y sus respectivas abreviaturas son las siguientes*

Silicato Tricálcico	C	3	S
Silicato dicálcico	C	2	S
Aluminato tricálcico	C	3	A
Ferroaluminato tetracálcico	C ₄	A	F

Cada uno de estos compuestos tienen diferente velocidad de reacción química con el agua y según la proporción relativa de cada uno se obtienen cementos de diferentes tipos.

Quando se mezclan cemento y agua ocurren reacciones rápidas durante un período corto. Durante los siguientes cinco minutos a dos horas, según las características del cemento. Al terminar el período de reposo, la cantidad de cemento que se ha hidratado, o sea, que se ha combinado químicamente con el agua, es el 1% aproximadamente. La consistencia de la pasta se altera poco y el fraguado que se haya podido alcanzar puede destruirse mecánicamente.

Al terminar el período de reposo empieza el período de rápidas reacciones químicas que duran más o menos 3 horas. Durante este período la pasta pierde su consistencia plástica y pasa por etapas de endurecimiento que se han definido arbitrariamente como fraguado inicial y fraguado final. El fraguado final ocurre aproximadamente 6 horas después de mezclar el cemento con el agua. Al terminar el fraguado final las reacciones químicas continúan a una velocidad de creciente hasta que se hidrata todo el cemento o hasta que cesan las condiciones necesarias para que ocurra la hidratación.

Los dos silicatos de calcio, que constituyen aproximadamente el 75% del cemento en peso, reaccionan con el agua para producir dos nuevos compuestos que son el hidróxido de calcio y el hidrato de silicato de calcio, que se conoce con el nombre de gel de tobermorita, designando como gel a una sustancia extremadamente fina con estructura coherente y que ocupa el 50% del volumen de la pasta de cemento endurecida.

El importante papel que desempeña el gel de tobermorita sobre la resistencia de la pasta de cemento se debe al enorme área superficial de este material que es de casi 3 millones de centímetros cuadrados por gramo. Esta superficie se desarrollan las fuerzas a las cuales debe su acción cementante la pasta.

Otra propiedad importante de la pasta de cemento Portland es la porosidad. Esta depende de la cantidad de agua mezclada con el cemento. Supóngase que se preparan dos pastas del mismo cemento, usando igual cantidad de cemento pero diferentes cantidades de agua. Después del fraguado, la pasta con mayor cantidad de agua tendrá mayor volumen. Después de la hidratación, las dos pastas contendrán las mismas cantidades de material sólido, porque iguales cantidades de cemento producirán las mismas cantidades de productos hidratados. El volumen de una pasta, sin embargo, es mayor; consecuentemente esa pasta tendrá mayor espacio ocupado por poros.

Este efecto tiene una influencia importante en la resistencia de la pasta endurecida, la cual es el factor dominante en la resistencia del concreto. Los poros se llenan con agua y aire y no tienen resistencia. La resistencia depende de la parte sólida de la pasta, principalmente del gel de tobermorita. La pasta con menor cantidad de poros producirá un concreto más resistente. En el mezclado de concreto, por consiguiente, no se debe usar más agua que la absolutamente necesaria.

Diferentes Tipos de Cemento

Las características del cemento dependen en gran parte de la proporción relativa de los cuatro compuestos principales. Otra característica muy importante es la finura con que se hace la molienda ya que mientras mayor sea la finura es mayor la velocidad de hidratación del cemento y mayor la cantidad de calor que se desprende durante este proceso. Según la proporción relativa de los compuestos y la finura de molienda, pueden obtenerse comercialmente en México los siguientes tipos de cemento Portland:

Tipo I	- Común o Natural
Tipo II	- Modificado
Tipo III	- Resistencia Rápida
Tipo IV	- De Bajo Calor
Tipo V	- De Alta Resistencia a los Sulfatos
	- Blanco
	- Puzolánico
	- Escoria de Alto Horno
	- De Albañilería

Tipo I. Cemento Portland Común.

Para condiciones normales, no agresivas. Se caracteriza por tener altas resistencias mecánicas y alta generación de calor durante su hidratación. No apto para concreto en masa. Se emplea en construcciones de pavimentos y banquetas, edificios de concreto reforzado, puentes, tanques, productos prefabricados, trabajos de mampostería, y para todos los usos del cemento o concreto no sujetos al ataque de suelos o aguas sulfatadas a donde el calor generado por la hidratación del cemento no cauce una elevación de temperatura objetable.

Tipo II. Cemento Portland Modificado.

Este cemento presenta características intermedias entre el común por una parte, el de bajo calor y el resistente a los sulfatos, por la otra. Con características de resistencia similares a las del cemento común, presenta menor calor de hidratación, mayor resistencia a aguas y suelos sulfatados y es en general adecuado para obras hidráulicas y en estructuras de tamaño considerable como en grandes muelles, contrafuertes de gran espesor y grandes muros de contención en los cuales es necesario reducir la elevación de la temperatura, especialmente cuando el concreto coloca en ambiente caluroso.

Tipo III. Cemento Portland de Resistencia Rápida.

Es el que desarrolla mayor resistencia a primeras edades, y así, su resistencia a 7 días es comparable con la del tipo I a 28 días.

Por sus altas resistencias tempranas se emplea cuando se requiere descimbrar pronto, para poner rápidamente el concreto en servicio, en clima frío para reducir el período de protección contra las bajas temperaturas, y cuando se desean altas resistencias a edades cortas, puede ser más satisfactorio o más económico su empleo que el uso de mezclas ricas con cemento tipo I. Genera mucho calor al hidratarse a velocidad mayor que el cemento común; al igual que éste tampoco resiste el ataque de los sulfatos. No es apto para concreto en masa, sino para estructuras en donde puede disiparse rápidamente el calor. Es recomendable para inyecciones por su elevada finura, la cual es más alta que la de los otros tipos de cemento.

Tipo IV. Cemento Portland de bajo calor.

Genera al hidratarse menos calor que los otros cementos y a menor velocidad; reduce el agrietamiento que resulta de las grandes elevaciones de temperatura y la contracción consiguiente en la caída de la misma. Posee buena resistencia a los sulfatos. El desarrollo de la resistencia mecánica es lento a edades tempranas, pero de igual resistencia a la de los demás cementos a edades avanzadas. En especial para usarse en grandes masas de concretos como en presas de gravedad en donde la elevación de temperatura resultante del calor generado durante su endurecimiento es un factor crítico.

Tipo V. Cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos.

Es especial para usarse en construcciones espuestas a la acción severa de los sulfatos. El grado de desarrollo de resistencia puede ser algo más lento en las primeras edades que el del cemento portland común, pero igual o mayor resistencia a edades avanzadas. Es beneficioso en revestimiento de canales, alcantarillas, túneles, sifones y en general en todo tipo de estructuras que están en contacto con suelos y aguas subterráneas que contengan sulfatos en concentraciones tales que pudieran causar deterioro del concreto, si se empleara otro tipo de cemento. La generación de calor también es baja.

Cemento Portland Blanco.

La diferencia de éste respecto a los otros cementos Portland radica en su bajo o nulo contenido de óxido férrico, de ahí su color blanco. Es semejante al cemento común. Este cemento se emplea generalmente para usos decorativos o arquitectónicos, terrazas, mosaicos, estucos, esculturas, etc., pudiéndose usar también para ciertos tipos de estructuras con acabados aparentes.

Cemento Portland Puzolánico.

Este consiste de una mezcla íntima y uniforme de cemento portland y puzolana, la cual se obtiene a través de la molienda simultánea de Cliner, puzolana y yeso. La puzolana forma del 15 al 30 por ciento de la mezcla total.

Las puzolanas son materiales silícicos o silícico-aluminosos, que en presencia de humedad reaccionan químicamente con la cal que se libera durante la hidratación del cemento Portland para formar compuestos con propiedades cementantes. Es decir, en esta forma se aprovecha benéficamente la cal que queda como "desperdicio" de los cementos Portland y que bajo algunas condiciones de exposición puede llegar a ser perjudicial.

Se emplea principalmente en concretos para obras hidráulicas y marítimas.

Cemento Portland-escoria de alto horno.

Es el producto que se obtiene por la molienda simultánea de clinker, escoria granulada de alto horno y yeso. En la elaboración de este cemento se emplea de 30 a 70 por ciento de escoria.

La escoria básica granulada es el producto no metálico compuesto esencialmente de silicatos y aluminatos cálcicos, procedentes del alto horno empleado en la metalurgia del hierro. Esta escoria se obtiene por enfriamiento rápido, de la masa fundida en agua. La escoria básica granulada no debe considerarse solamente como una puzolana sino como un verdadero cemento hidráulico, latente o potencial, para cuya hidratación requiere la presencia de cal hidratada y yeso. Al igual que las puzolanas, la escoria de alto horno se adiciona al cemento Portland para mejorar ciertas propiedades del mismo.

El calor de hidratación es más bajo que el tipo I y se puede usar en construcciones de tipo masivo. Es resistente a la acción de los sulfatos y no es bueno en climas fríos por su bajo calor de hidratación.

Cemento de Albañilería.

Es el material clásico para ser mezclado con arena fina y agua para producir un mortero plástico y cohesivo para pegar unidades de mampostería como tabiques de arcilla o concreto, bloques de concreto y piedras artificiales o naturales.

Este cemento se obtiene por la molienda conjunta de clinker, caliza y yeso, pudiéndose emplear además algún agente incluso de aire.

La ventaja de este cemento respecto a otros tipos de cementantes recomendados para el mismo fin, consiste en su mayor plasticidad, cohesividad, mayor resistencia, menores cambios volumétricos y mayor poder de retención de agua, lo que evita que el bloque o tabique seco absorba el agua del mortero y le reste dicho elemento, indispensable para que desarrolle toda su resistencia y además se evita el resecamiento de la mezzcla de mortero que de otro modo provocaría contracción y agrietamiento tendiendo a separarse la junta entre tabique y mortero.

Además de los usos arriba mencionados, el cemento de albañilería se utiliza para toda clase de aplanados y para fines de concreto.

Utilización.

El cemento se utiliza principalmente en la fabricación de: concretos, asbesto-cemento y morteros.

El concreto simple es el material que se obtiene al mezclar cemento Portland, agregados pétreos y agua en cantidades convenientes. Algunas veces se añaden también cantidades pequeñas de compuestos químicos llamados aditivos para modificar sus propiedades.

Cuando se mezclan cemento Portland y agua en cantidades aproximadamente iguales se obtiene un material de consistencia plástica llamada pasta de cemento. Si a la pasta de cemento en estado plástico se añade agregado fino, como arena, y agregado grueso, como grava o piedra triturada, la pasta de cemento llena los huecos dejados por las partículas de agregados y al endurecer se forma una piedra artificial que es el concreto.

El concreto es uno de los materiales de construcción más usados en ingeniería civil y entre sus principales ventajas se pueden señalar las siguientes: alta resistencia a la compresión, durabilidad, resistencia al intemperismo, resistencia a incendios y facilidad de fabricación. Además como el concreto se coloca en estado plástico, es relativamente fácil fabricar elementos de cualquier forma geométrica. Las desventajas más importantes del concreto son su alto peso volumétrico aproximadamente 2.2 ton/m³, su baja resistencia a la tensión y a los cambios volumétricos que sufre con el tiempo.

No es posible considerar al concreto como un solo material desde el punto de vista mecánico sino como un conjunto de materiales de comportamiento diferente. La resistencia del conjunto depende de la resistencia de los componentes, de su proporción relativa y de la adherencia que se desarrolla entre ellas. Por lo tanto es especialmente importante definir índices de resistencia como medida de la calidad del concreto, aunque estos índices pueden diferir notablemente de la resistencia del concreto en estructuras. Es importante tener en cuenta que no siempre la resistencia es el factor más importante para medir la calidad del concreto. Frecuentemente, la durabilidad o las características de deformabilidad son más importantes.

El índice de resistencia más comunmente usado en concreto es la resistencia a compresión de un cilindro de 15 cm. de diámetro y 30 cm. de altura ensayado bajo condiciones estándar. La curva esfuerzo-deformación que se obtiene en un ensayo de este tipo tiene la forma aproximada.

El esfuerzo correspondiente a la carga máxima es el índice de resistencia a compresión que se denomina usualmente P_c y se presenta para valores de la deformación unitaria cercanas a dos milésimas.

Es más frecuente determinar la resistencia a tensión del concreto mediante el llamado ensayo brasileño que consiste en someter un cilindro a compresión lineal diametral. Los valores que se obtienen en esta prueba son aproximadamente del 10% de la resistencia a compresión.

El valor de la resistencia a cortante del concreto nos representa aproximadamente un dos por ciento del valor de la resistencia a compresión.

Como se mencionó anteriormente una de las ventajas del concreto es su durabilidad, o sea, la resistencia que opone a sufrir deterioro en las determinadas condiciones de trabajo. El deterioro puede ser producido por causas internas y externas.

De las internas, la más importante es la permeabilidad, o sea, la capacidad del concreto de ser penetrado por líquidos, aún en el caso del agua que no cause reacción con la masa, si produce esfuerzos internos durante las heladas.

Las externas pueden ser mecánicas y químicas. Por ejemplo: intemperismo, cambios bruscos de temperatura, abrasión, ataque de ácidos, sulfatos y fuego.

El asbesto-cemento es el material fabricado con fibras de asbesto unidas con cemento Portland bajo presión hidráulica elevada.

Entre las propiedades más importantes se pueden mencionar las siguientes: poco peso, homogeneidad, grandes resistencias mecánicas, poder aislante elevado, incombustible e imputrescible y se puede serrar, taladrar, clavar y tornearse fácilmente. Se puede teñir con colorantes minerales.

Se fabrican comercialmente los siguientes productos: tuberías de alta presión para abastecimientos, distribuciones de agua y otras redes hidráulicas; tuberías conduit para instalaciones eléctricas; placas o láminas, lisas y corrugadas; losetas para muros; tinacos, tanques lavadores, fosas sépticas y otros depósitos para agua; y se llegan a construir pequeñas cosas sin armadura en que los costados y la cubierta son de láminas onduladas.

El cemento puede también usarse en la elaboración de morteros que son mezclas plásticas aglomerantes que resultan de combinar arena y agua con un material cementante.

Las principales propiedades de los morteros son su resistencia a la compresión y tensión, adherencia con la piedra, módulo de elasticidad, trabajabilidad, rapidez de fraguado e impermeabilidad. Otra característica importante es su retención de agua, es decir, su capacidad para evitar que la piedra absorba el agua necesaria para su fraguado. El índice de resistencia más generalmente aceptado es la resistencia a compresión de un cubo de 5 cm. de lado.

Las propiedades mecánicas de los morteros son muy variables debido a que se fabrican en obra, dosificando las partes integrantes por volumen, sin control de la cantidad de agua. Depende principalmente del tipo de cementante utilizado y de la relación arena a cementante.

Los morteros de cemento tienen resistencias a la compresión entre 40 y 200 Kg/cm². Su resistencia a la tensión es del orden del 15% de la resistencia en compresión. El módulo de elasticidad varía entre 10,000 y 50,000 Kg/cm². y el peso volumétrico es de 2.1 ton/m³. Estos morteros son de fraguado rápido; una mezcla puede usarse como máximo 40 a 60 minutos después de fabricada y son muy trabajables.

La industria del cemento es una de las que más se han desarrollado en México, no obstante que la capacidad de producción instalada excede ligeramente a la demanda, cada día se construyen más fábricas y se amplían las ya existentes. Actualmente se cuenta con 29 fábricas de cemento en la República Mexicana cuya ubicación es a tal grado estratégica, que aún en los casos más desfavorables, ningún punto del país se encuentra a más de 400 Km. de una fábrica de cemento, para hacer frente a la creciente demanda de cemento como consecuencia de las múltiples aplicaciones que tiene este material dentro del campo de la construcción.

LOS ADITIVOS Y LAS PUZOLANAS

Los Aditivos.

Son sustancias químicas que introducen en el concreto ciertas propiedades o características, que el concreto por sí solo no tiene, o para disminuir ciertas deficiencias que el concreto tiene por su propia naturaleza.

Consideraremos a los aditivos, como aquellas sustancias que forman parte integral de la masa de concreto. Estas sustancias se agregan al tiempo de mezclar el concreto y de acuerdo a las características que introducen a los mismos se tienen diferentes tipos de aditivos.

Aditivos inclusores de aire. Son sustancias a base de resina de vinsol, que incluyen burbujas microscópicas de aire en el concreto y morteros, uniforme y controladamente. Tienen en general las siguientes propiedades: aumenta la trabajabilidad, la durabilidad y la fluidez; evita el sangrado (Afloración del agua en la mezcla) y la segregación; (Pérdida de la homogeneidad del concreto); reduce el agua, la permeabilidad y el peso volumétrico; protege del ataque de sales, sulfatos congelamiento y deshielo; facilita la colocación.

Aditivos reductores de agua. Son sustancias a base de ácido lignosulfónico, combinado con otros productos químicos que dependiendo de éstos, dan origen a diferentes tipos y tienen en general las siguientes propiedades: aumentan la resistencia y la fluidez reducen el agua, la permeabilidad, las contracciones y los agrietamientos; protegen de la acción de los sulfatos.

Aditivos acelerantes. Sustancia a base de cloruro de calcio y trietalamina, que producen endurecimientos rápidos y desarrollo de resistencia en las primeras horas e introducen las siguientes propiedades: acorta el tiempo de fraguado; acelera el endurecimiento del concreto; evita la segregación e incrementa la fluidez.

Aditivos puzolanas. Son de tipo silicoso y aluminio silicoso, que producen una mejor habilidad y un concreto más uniforme y en general tienen las siguientes propiedades: reducen la cantidad de agua, la segregación, el calor de hidratación y los cambios de volumen; evitan el sangrado; protegen al concreto contra algunas reacciones de los agregados con los álcalis del cemento.

Aditivos reductores de permeabilidad. Sustancias a base de repelentes al agua (absorción capilar negativa) polvo muy finamente pulverizado para sellar huecos, productos que logran una mayor compactación y partículas de fierro que al oxidarse aumentan de volumen. Tienen en general las siguientes propiedades: aumentan la trabajabilidad, la adherencia entre morteros y materiales pétreos, el rendimiento del mortero; evitan el salitre; impermeabilizan el concreto.

Aditivos generadores de gas. Son sustancias a base de cinc, aluminio y magnesio, que generan gas, con las siguientes propiedades: expanden el volumen reducen la permeabilidad; facilitan la colocación, eliminan contracciones y disminuyen el agua de mezclado.

Aditivos cementantes. Emulsiones a base de resinas sintéticas, que dan efecto plastificante en la fabricación de concretos, morteros y lechados, logrando aumentar notablemente la adhesividad y elasticidad de los mismos. Producen las siguientes características: resistencia al desgaste y abrasión; mayor capacidad de adherencia, de tensión y flexión.

Aditivos retardantes. Compuestos químicos a base de glucosa, que producen disminución de la pérdida de plasticidad en las primeras horas, alarga los periodos de fraguado, logrando así las siguientes propiedades: aumentan la plasticidad y el periodo de fraguado; disminuyen las altas temperaturas por hidratación; facilitan el transporte y colocación; permiten el bombeo del concreto.

Aditivos colorantes. Son pigmentos a base de óxidos de hierro, cromo y cobalto que dan coloración al concreto sin alterar las características del mismo.

Aditivos espansores. Sustancias químicas a base de aluminio, partículas de fierro, que provocan burbujas de hidrógeno por la reacción con el aluminio y expansiones de las partículas de fierro al oxidarse y tienen en general las siguientes características: expanden el volumen de concretos, morteros y lechados; reducen el agua, la permeabilidad y las contracciones.

Aditivos parciales para mejorar el concreto. Estos aditivos no forman parte integral de la masa de concreto, sino que actúan en la superficie y se colocan durante el fraguado, ya sea para acelerar el curado, para sellar la superficies, emulsiones que evitan la permeabilidad; para endurecer pisos, polvos a base de mineral metálicos; para retardar endurecimiento de superficies, sustancias químicas que se aplican en la cimbra para dar acabados aparentes, sin necesidad de amortelinar.

Todos estos aditivos, que generalmente son sustancias, se venden en el mercado envasadas y en costales, siendo los principales fabricantes:

PROCONSA, S.A.
RESIKON
SIKA MEXICANA, S.A.
ADICIONANTES, S.A.
FESTER DE MEXICO, S.A.
PUZOLANAS DEL NORTE, S.A.

Puzolanas.

Se les da el nombre de puzolanas a todos los materiales naturales o artificiales que, aún no siendo por sí mismos, contienen elementos que al combinarse en forma de polvos con la cal, a la temperatura ordinaria y en presencia del agua, reaccionan formando compuestos insolubles estables que poseen propiedades aglutinantes similares a los aglomerantes hidráulicas.

Estos materiales fueron empleados con anterioridad a las cales hidráulicas por los griegos y los romanos para fabricar con ellos aglomerantes de esta clase, con las que construyeron obras hidráulicas que aún perduran. Las puzolanas tomaron su nombre de la población de Puzol, por existir en ese lugar yacimientos de donde se extrajeran las mejores tierras, con las que los romanos fabricaron sus aglomerantes y morteros de propiedades hidráulicas. Esta denominación se ha hecho extensiva a todos los materiales de características análogas.

Las puzolanas pueden clasificarse por su origen en tres grupos: volcánicos, arcillosos y artificiales.

Puzolanas volcánicas. Son tobas procedentes de la acumulación de polvos, cenizas o barros eruptivos que han adquirido las características de una roca deleznable, y al parecer adquirieron también sus propiedades puzolánicas por las acciones químicas del vapor de agua recalentado, del bióxido de carbono dentro de la corteza terrestre y a un brusco enfriamiento, al ser arrojados al exterior. Están compuestos de silicatos aluminicos alcalinos hidratados, análogos a las arcillas, en forma vítrea o cristalina.

Puzolanas arcillosas. Son ciertas tierras de insufusorios, cuya constitución se debe a los esqueletos silíceos de las diatomáceas, depositados tanto en el fondo de las aguas dulces como en los del mar, o bien, en lugares que antaño tuvieron estas características.

Puzolanas artificiales. Dentro de este grupo están los productos resultantes de la cocción de las arcillas y pizarraz.

Los principales usos de la puzolanas son la elaboración del cemento puzolánico y como aditivo para concretos, debido a que presentan las siguientes características:

Reducen el costo. Se pueden mezclar con el clinker o después como aditivo y mejoran la trabajabilidad, es decir, se necesita menos agua en la mezcla obteniéndose la misma trabajabilidad.

Protegen al concreto contra algunas reacciones de los agregados con los álcalis del cemento, evitando expansiones, evitan el sangrado y reducen la segregación, reducen y abaten el calor de hidratación, que se genera en obras masivas, consiguiendo con esto, una resistencia a los cambios de volumen originados por los cambios de temperatura, aumentan la impermeabilidad y mejoran la resistencia al ataque de los sulfatos.

Como desventaja de las puzolanas se tiene su lenta adquisición de resistencia, la cual es más lenta en climas fríos.

En el país se pueden encontrar materiales puzolánicos tales como: tepetate, poma blanca, poma rosa y tezontle, todos éstos abundan en las cercanías y dentro del D.F. y el tepechil en Veracruz y Jalisco.

LAS CALES Y LOS YESOS

Las cales son el producto que resulta de calcinar, por procedimientos adecuados, una piedra caliza. Esta calcinación se lleva a cabo a una temperatura superior a 900 grados centígrados.

Las piedras calizas naturales son raras como especies químicamente puras (carbonato de calcio) pues generalmente las acompañan otros materiales como el carbonato de magnesia, la arcilla, hierro, azufre, álcalis y materias orgánicas; materias éstas, que al calcinarse la piedra, de no volatilizarse, comunican a las cales propiedades que dependen de la proporción en que entran como constituyentes de la piedra caliza, clasificándose en cal grasa y magra, comunmente llamadas cales aéreas y las cales hidráulicas.

a) Cal grasa.- Si la caliza primitiva contiene hasta un 5% de arcilla, la cal que produce al calcinarse se le denomina cal grasa, que al apagarse da una pasta fina cohesiva y untosa, blanca, que aumenta mucho de volumen, permaneciendo indefinidamente blanda en sitios húmedos y fuera del contacto del aire y en el agua termina por disolverse.

b) Cal magra.- Es la que procede de calizas que, aún teniendo menos del 5% de arcilla, contienen además magnesia en proporción superior al 10%. Al añadirles agua, forman una pasta gris poco cohesiva, desprendiendo más calor que la cal grasa. Al secarse en el aire se reduce a polvo y en el agua se disuelve. Por estas malas cualidades su uso debe, de ser posible, evitarse en las construcciones.

c) Cal hidráulica.- Procede de la calcinación de calizas que contienen más del 5% de arcilla; dan un producto que reúne, además de las propiedades de la cal grasa, la de poderse endurecer y consolidar (fraguar) en sitios húmedos y debajo de agua.

Propiedades físicas.

Una de las propiedades más importantes es el índice Hidráulico.

Se designa por índice hidráulico al mayor o menor grado de hidráulicidad de una cal, la relación en peso entre el sílice, más la alúmina a la cal y magnesia, es decir:

$$I = \frac{\text{SiO} + \text{AlO}}{\text{CaO} + \text{MgO}}$$

Es importante conocer este índice, ya que el tiempo de fraguado de una cal depende de él. Los valores relativos de este índice nos pueden proporcionar una idea aproximada del tiempo de fraguado de una cal.

Fabricación.

La secuela que se sigue para la obtención de las calces aéreas puede resumirse en:

- Extracción
- Machacado
- Cocción o Calcificación
- Apagado
- Hollenda
- Almacenamiento y Envasado

Esta secuela representa industrialmente el proceso a seguir, pero puede hacerse incompleto o modificarse según el medio y el objetivo que se persigue.

Extracción. La extracción de las calizas debe hacerse a cielo abierto para lograr el menor costo y se realiza preferentemente por medio de explosivos para obtener tamaños convenientes y evitar, en lo que sea posible, costo adicional para fragmentarla.

Calcificación. Consiste en el calentamiento de la caliza para expulsar el anhídrido carbónico (dióxido) y es conveniente que las piedras no sean voluminosas ni pierdan el agua de cantera e incluso humedecerlas, pues se acelera su descomposición. El producto que resulta se conoce como cal viva y posee gran afinidad con el agua. Además es conveniente que el anhídrido carbónico se elimine rápidamente, pues la reacción de descomposición es reversible y se corre el peligro de que se carbonata la cal viva.

La calcificación se practica de distintas formas, según los medios y materiales de que se dispone.

Apagado de la cal. Es el proceso de adición de agua a la cal viva y durante este apagado se desarrolla gran cantidad de calor y gran parte del agua escapa en forma de vapor.

Se debe evitar que queden partículas de cal viva, que posteriormente puedan hidratarse, provocando trastornos al emplearse en obra.

En las calces hidráulicas esta operación puede hacerse manualmente o por medio de hidratadores, pero hay que procurar que la temperatura de reacción no se eleve a 120 grados centígrados, pues a esta temperatura los silicatos y aluminatos de calcio se hidratan, cosa que hay que evitar, pues de suceder así, el producto que se obtenga no tendrá propiedades hidráulicas.

En estas cales se requiere un proceso de cribado anterior al de la molienda, para recoger los trozos poco o muy cocidos, que se utilizan en la fabricación de cementos de fraguado muy lento.

Molienda. Es el proceso mediante el cual, usando varios tipos de molinos, se transforma un material, de poca dureza como lo es la cal de buena calidad, en un producto formado por partículas más finas.

Almacenado y envasado. Se pueden presentar tres tipos de almacenamiento de las cales, atendiendo a la forma en que se obtienen. Teniéndose almacenamiento de: cal viva, cal apagada y cal en pasta.

La cal viva en forma de terrones se coloca en una nave cubierta sobre un lecho de cal apagada, en polvo, de 20 cm. de espesor. Se cubre el montón también con la misma cal apagada y se comprime ligeramente. Así puede conservarse unos 6 meses, pero se precisan varias horas para formar la pasta.

Apagado en forma de polvo se puede hacer en silos y almacenes o propósito, pero la mejor forma es en barriles.

En pasta se hace en fosas impermeables practicadas en el terreno y recubriendo la superficie con una capa de arena de 30 cm. de espesor.

El envasado del producto final por medios automáticos, se hace en sacos de papel o tejido de 25 Kg. y 40 Kg.

Usos

La principal aplicación de las cales, dentro de la construcción, es la fabricación de morteros que sirvan para aplañados o para pegar mampostería de piedra brasa.

Los morteros o base de cal son de baja resistencia a compresión, del orden de 1 a 10 Kg./cm². Su resistencia a tensión se encuentra entre 0.5 y 2 Kg./cm². El módulo de elasticidad es del orden de 3,000 Kg./cm². y el peso volumétrico de 1.95 ton./m³. Las mezclas que se obtienen son muy trabajables, de fraguado lento y con buena retención de agua.

Los Yesos

Son el producto resultante de la deshidratación parcial o total del algez o piedra de yeso.

En estado natural se presenta como roca, abunda en los terrenos sedimentarios y es incolora o blanca, pero generalmente está acompañada de impurezas, tales como arcilla, óxido de hierro, sílice, caliza, etc., que le comunican coloraciones distintas. Es algo soluble en agua y se presenta cristalizado en el sistema monoclinico con estructuras distintas, proporcionando las siguientes variedades:

a) Yeso fibroso. Cristalizado en fibras sedosas confusamente enlazadas proporciona un magnífico yeso para mezclas.

b) Yeso espejuelo. Su estructura está formada por la cristalización en forma de puntas de lanzas y de él se obtiene un yeso propio para el vaciado de objetos finos y delicados.

c) Yeso sacarino. Su estructura es compacta y de grano muy fino, recibiendo el nombre de alabastros. Por su calidad se selecciona la piedra para decoración y escultura, ya que acepta el labrado fino y la pulimentación. Es resistente a la acción de los ácidos, lo que lo diferencia de alabastros calizo.

d) Yeso calizo. Contiene un 12% de carbonato de calcio y se le considera como lapiedra ordinaria del yeso. De ella se obtiene un yeso de construcción que endurece mucho después de fraguado.

Quando la piedra de yeso se calienta a gran temperatura, el agua de cristalización, desaparece rápidamente, obteniéndose el llamado yeso hidráulico o de pavimento, por fraguar muy lentamente y hacerlo debajo del agua.

El fraguado del yeso se inicia a los dos o tres minutos, después de la adición de agua a la mezcla y termina entre los 15 y 20 minutos desprendiéndose durante este proceso calor (unos 20 grados centígrados). Al tomar lugar el fraguado, se observa que la masa sufre una contracción seguida de un incremento de volumen o dilatación del 0.5%.

El tiempo de fraguado puede retrardarse añadiendo ciertas substancias químicas, tales como: cloruro cálcico, cola, queratina y puede acelerarse por medio del agua caliente, cloruro de sodio, cloruro de magnesio, sulfato y nitrato potásico.

Fabricación

El proceso industrial que norma la fabricación del yeso de construcción y del yeso hidráulico, puede resumirse en los siguientes pasos:

Extracción
Machacado o Trituración
Molienda
Cocción
Almacenado y Envasado

Extracción. Como piedra de yeso no es una roca dura y como la extracción debe de procurarse que sea a cielo abierto, se emplean barrenos de pólvora negra de mina. La localización de estos barrenos y su capacidad explosiva, se obliga para la obtención de la roca muy fragmentada, con objeto de reducir lo más posible la trituración posterior, que se hace difícil por tratarse de una roca muy elástica.

Machacado o Trituración. Para este objeto se emplean los molinos o machacadoras de mandíbulas y también los molinos de martillo.

Cocción. En la fabricación industrial propiamente dicha, la cocción del yeso se hace generalmente en hornos de funcionamiento intermitente, pues se ha comprobado que dan mejor producto resultante; existiendo dos procedimientos distintos: en el primero, que es el más empleado, para la obtención del yeso de construcción o de estuco, la molienda es anterior a la cocción; en el segundo, usado para obtener el yeso fino o de modelar, la piedra de yeso es fragmentado a un tamaño determinado, cociéndose o moliéndose después.

Los hornos más usados para la obtención del yeso de construcción o de estuco son: el de forma de caldera y el de forma de autoclave. Cuando se emplea el primero, la operación de cocción se designa con el nombre de proceso de caldera y cuando el segundo, proceso de vapor de agua a presión.

La cocción en el yeso hidráulico se hace por medio de hornos verticales de funcionamiento continuo. Debido a las altas temperaturas a que se calienta la piedra de yeso, para la obtención del yeso hidráulico, el interior de estos hornos deberá llevar un recubrimiento de material refractario.

Molienda. Esta operación en el yeso, tanto crudo como cocido, resulta costosa, por ser el yeso muy elástico.

Una vez que ha sido reducido a pequeños fragmentos con las machacadoras o los molinos, se pulveriza con los desintegradores o molinos giratorios.

Almacenado y Envasado. El producto final resultante, yeso de construcción o yeso hidráulico, absorbe con más o menos rapidez la humedad del aire, cosa que hay que evitar, almacenándolos en silos o depósitos verticales protegidos de la humedad. En su parte inferior, estos silos o depósitos verticales elevados terminan en una tolva con dispositivo automático de envasado, mismo que se hace en bolsas de papel de doble forro con capacidad de 25 y 40 Kg.

Usos

Las principales aplicaciones del yeso en la construcción son: en los recubrimientos interiores, en los detalles decorativos y en la manufactura de piedras artificiales.

- En recubrimientos interiores se usa en capas, que varían de uno a tres centímetros de espesor, a base de morteros de yeso, que comúnmente se conocen como aplanados o enyesados y de acuerdo con sus acabados existen varios tipos. También se usa en cielos rasos o plafones falsos, que consisten en capas de yeso depositadas en una malla metálica que forma una estructura ligera, fácil de colgar del techado, cuando por razones arquitectónicas hay necesidad de cubrir las vigas y trabes.

- En los morteros de yeso se emplea mezclado solamente con agua, constituyendo el mortero simple, el cual se usa en los aplanados. Si el amasado del yeso se hace con agua de cola, se obtiene un mortero simple que se puede pulir y abrillantar. Se usa también en la elaboración de mortero bastardo, el cual se forma de partes iguales de cal y yeso mezclados con agua, consiguiendo que la humedad no lo reblandezca, pudra o agriete.

- Dentro de la ornamentación aplicada existe una gran variedad de elementos de yeso, como: ménsulas, molduras, bajo y alto relieves, consolas, imitación de follajes, cornizas, etc., que pueden adquirirse en casos especializados o moldearse en obra.

- En la manufactura de piedras artificiales se utiliza el yeso, en cementos especiales a los cuales se les agrega mármol natural.

Casi en toda la República existen depósitos más o menos importantes de yeso, de los cuales los principales están localizados en: Sta. Rosalía B. C., Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Morelos, Puebla y Oaxaca.

ASFALTOS

El asfalto, siendo un producto del petróleo, tiene el mismo origen que éste. La teoría más acertada del origen del petróleo es la denominada "teoría orgánica". La teoría orgánica asume que el petróleo es el producto de la descomposición de organismos vegetales y animales, en ausencia del aire, en limas, arcillas y arenas en el fondo de lagunas someras, estuarios, bahías y lagos. También se presume que el agua salada y ciertas bacterias anaeróbicas han intervenido en la transformación de material orgánico en hidrocarburos.

El asfalto se define como un material ligante sólido y semisólido en la naturaleza, o es obtenido para la destilación del petróleo en plantas construídas por el hombre para tal objeto.

La destilación natural se efectúa cuando la roca impermeable, que cubre a la roca receptara de un yacimiento petrolífero, presenta fallas, fracturas o grietas y por ellas emigra hacia la superficie de la tierra el petróleo líquido que se encuentra almacenado a cierta presión y temperatura, el petróleo es precisamente de base asfáltica.

De otra forma, el petróleo crudo que ha sido conducido a la refinería por un sistema de bombeo, es sometido a un proceso de destilación.

Mediante la elevación de temperatura y presión se logra una destilación fraccionada de los hidrocarburos que constituyen el petróleo, quedando separados en función de sus densidades.

Los más ligeros se obtienen en la parte superior de la torre de destilación y en la inferior se acumulan los productos más pesados que constituyen el residuo y que contienen los asfaltos.

Mediante un proceso de refinación se somete a un nuevo proceso de destilación en el que se hace una inyección de vapor obteniéndose los cementos asfálticos. Estos últimos se clasifican de acuerdo con su dureza, medida por prueba estándar de penetración, que consiste en colocar una aguja, en un recipiente con asfalto a 25 °C, aplicándole en la parte superior un peso de 100 gr. y midiendo la penetración en décimos de milímetro en un lapso de 5 seg. Los asfaltos se clasifican por el grado de consistencia, los usados en pavimentos varían entre 40 y 30 grados de penetración. A mayor índice de penetración corresponde menor dureza.

De los conceptos mencionados se tienen las siguientes definiciones:

a) Cementos asfálticos, que son los productos de la destilación del petróleo asfáltico al que se han eliminado sus solventes volátiles y parte de los aceites, cuya penetración normal varía entre 40 y 300 grados.

b) Asfaltos rebajados de fraguado rápido, que son los productos que se obtienen mediante la adición de gasolina o nafta a un cemento asfáltico.

c) Asfaltos rebajados de fraguado medio, que son los productos que se obtienen mediante la adición de Kerosina a un cemento asfáltico.

d) Asfaltos rebajados o residuales de fraguado lento, que son residuos asfálticos de la destilación del petróleo crudo o cemento asfáltico rebajado con destilado de volatilización lenta. A estos asfaltos se les llama también aceites para caminos y para vez se obtienen partiendo del cemento asfáltico.

e) Emulsiones asfálticas, son dispersiones estables de un cemento asfáltico en agua.

Para memorizar mejor las definiciones dadas, en la figura, se representan gráficamente y fuera de escala los componentes de cada uno de los productos asfálticos líquidos.

Empleo de los Asfaltos para Caminos.

Asfalto rebajado. La disolución del cemento asfáltico en solventes volátiles, que generalmente son las fracciones más ligeras de la destilación del petróleo, dan por resultado los asfaltos rebajados. El solvente, como sustituto del calor y con más utilidad, disminuye la consistencia del asfalto y su función licuante se extiende durante un lapso de tiempo mayor. La fluidez de un asfalto rebajado es función de la cantidad de solvente y del peso específico de éste, pues a mayor cantidad del mismo solvente mayor será la fluidez del producto y cuanto más ligero o volátil, es, se obtendrá un rebajado más fluido.

Cementos asfálticos. No es de recomendarse el empleo de asfaltos de mayor dureza de la correspondiente a unos 70 grados de penetración debido a la acción de los agentes del intemperismo, principalmente la luz solar, que paulatinamente van haciendo que el asfalto se vuelva más duro por los cambios que se realizan en su estructura interna. Esto trae como consecuencia que la carpeta adquiera rigidez incompatible con la flexibilidad de las demás capas del pavimento, dando lugar a la formación de grietas en la carpeta que facilitan la entrada del agua, iniciándose así la destrucción del pavimento. A fin de que los cementos asfálticos tengan la consistencia adecuada para poder mezclarse con las partículas de material pétreo y recubrirlas con una película delgada, es necesario mantenerlas a temperatura elevada, ya que a temperaturas bajas su viscosidad aumenta notablemente impidiendo la manipulación. Para poder efectuar esta operación, no basta con calentar exclusivamente el cemento asfáltico, ya que éste entra en mínima proporción en la mezcla asfáltica y consecuentemente al ponerse en contacto con el material pétreo con cemento asfáltico, el llamado concreto asfáltico, nos veremos precisados a calentar los dos materiales a temperatura del orden de 135 °C, tanto para facilitar el mezclado como para que, al compactar la mezcla, ésta tenga la consistencia adecuada de planchado, que en el caso del concreto asfáltico lo proporciona la temperatura exclusivamente.

Es indudable que este sistema de construcción es el que da lugar a los pavimentos de mayor calidad, ya que al elevar la temperatura del material pétreo se elimina su humedad, y además es factible hacer por cribado una separación de éste en tres o más tamaños, que almacenados en sus respectivas tolvas, pueden ser posteriormente dosificados por peso o por volumen, para obtener una mezcla de graduación uniforme previamente seleccionado.

Desafortunadamente estas operaciones de calentamiento, cribado y dosificado, elevan mucho el costo de construcción de la carpeta a tal grado que, en nuestro País solamente se justifica la elección de este sistema de construcción en el caso de caminos de tránsito muy pesado e intenso o en una aeropista con operación de aviones pesados.

Emulsiones Asfálticas. Se dá el nombre de emulsión a la dispersión de un líquido en otro, con el cual no se mezcla, formándose lo que se llama un sistema de dos fases, una de las fases está formada por gotas microscópicas de uno de los líquidos y recibe el nombre de fase dispersada o interna y el otro líquido en el cual no se observa división alguna y sólo de medio de suspensión se le denomina fase continua o externa.

Las emulsiones asfálticas para pavimentos son líquidos casi tan fluidos como el agua, de la que contienen en general de un 40 a 50%. Este elevado porcentaje de agua, que no se aprovecha como aglutinante, permite a las emulsiones grandes ventajas sobre los cementos asfálticos que se trabajan en caliente, es decir, que se pueden aplicar en frío, evitándose equipos costosos, lográndose cubrir el material pétreo de los pavimentos con películas muy delgadas y más completas que con asfalto en caliente. El agua de las emulsiones asfálticas se elimina por evaporación o absorción, quedando el cementante en posibilidad de fraguar o coagular.

La principal condición que debe satisfacer una emulsión asfáltica es su estabilidad, es decir su resistencia a la coagulación y sedimentación, que aún parcial, podría ocasionar muy serios trastornos durante su aplicación.

En las emulsiones correctamente fabricadas no se observa coagulación alguna, aún después de un largo tiempo de reposo; pero la falta de estabilización adecuada, la insuficiente agitación durante el mezclado de fabricación a baja temperatura, el uso de un asfalto inapropiado etc., permiten la coagulación antes de su aplicación.

Inmediatamente después de que una emulsión asfáltica se riega sobre la base de un camino, el contenido de agua comienza a evaporarse e infiltrarse en las piedras y en la base, para coagular el asfalto de la emulsión.

El tiempo en que se verifica ésta coagulación depende del tipo de emulsión empleada, pues existen emulsiones de fraguado rápido y fraguado lento que se seleccionan de acuerdo con el objetivo que se persigue y en el lugar en que se use.

Ventajas que se obtienen cuando se emplean emulsiones asfálticas:

a) En el tiempo de lluvias o regiones altamente lluviosas no hay interrupciones considerables en la prosecución de los trabajos.

b) Los materiales no necesitan estar secos para ser mezclados, en todos los casos los materiales deben tener un cierto grado de humedad para poder hacer la mezcla.

c) No hay que emplear ningún aditivo, puesto que los productos químicos que se emplean para emulsificar el asfalto tienen propiedades que mejoraran su adhesividad con el material pétreo.

d) Se pueden hacer con más precisión el cálculo de tiempo aproximado para llevar a cabo un programa de pavimentación.

Pavimentos Asfálticos. Los caminos por la acción del tránsito están sujetos a fuerzas destructivas, que de no tomarse las precauciones debidas, pueden llegar a destruir su estructura haciéndolos intransitables. La fricción de las ruedas de los vehículos sobre el piso y la fricción de las partículas entre sí, al ser movidas por el tránsito, provocan pro abrasión, el desgaste y desintegración de las partículas. La velocidad de los vehículos provoca un vacío parcial que succiona el material fino de la superficie, material que es sacado fuera del camino por las corrientes de aire y provoca polvaredos detrás del vehículo. El choque de las ruedas contra los obstáculos es la superficie del camino y el de las ruedas al caer después sobre el piso, da lugar a impactos que causan serios perjuicios destruyendo la estructura del camino.

Además de estos efectos de tránsito en la época de lluvia, la superficie del camino adquiere una humedad excesiva que la hace perder gran parte del valor relativo de soporte que tenía con una ligera humedad. Este valor es un índice expresado en porcentaje que no muestra la consistencia del material de la terracera y a un mayor valor relativo de soporte corresponde mayor capacidad soportante. Todos estos efectos pueden y deben evitarse o reducirse grandemente, protegiendo el camino con pavimentos asfálticos.

Los pavimentos asfálticos son superficies de rodamiento construidos sobre bases adecuadas, con asfalto o productos asfálticos y agregados pétreos. Se seleccionan para caminos, calzados, calles, etc., y tienen por objeto facilitar el tránsito aumentando la seguridad, rapidez y comodidad de los transportes. Los pavimentos del intemperismo. Para satisfacer estas condiciones, los pavimentos deben ser estables y estar construidos sobre bases y sub-bases también estables y formar una capa prácticamente impermeable que evite la entrada del agua artificial.

Los pavimentos asfálticos, de acuerdo con los materiales empleados y los procedimientos de construcción se clasifican en dos grupos principales, que a su vez comprenden subgrupos:

I. Carpetas construidas a base de mezclas (Concreto asfáltico).

- a) Por el sistema de mezclas en planta estacionaria.
- b) Por el sistema de mezclas en el lugar.

II. Carpeta construída a base de riegos.

- a) Tratamiento de un sólo riego (incluyendo el riego de impregnación a la base).
- b) Tratamiento de riegos múltiples (dos a cuatro riegos).

El primer grupo, seleccionado para tránsito ligero, incluye las carpetas que se construyen mediante uno o más riegos de productos asfálticos, cubiertos sucesivamente con capas de materiales pétreos de diferentes tamaños.

Requisitos que deben satisfacer un buen pavimento asfáltico.

- a) Estabilidad, considerada como la resistencia del pavimento a deformaciones provocadas por las cargas de tránsito.
- b) Durabilidad, considerada como la resistencia del pavimento al deterioro, tanto por la acción del intemperismo, como del tránsito.
- c) Flexibilidad, suficiente para resistir, sin agrietarse, las deformaciones normales de la base del pavimento.
- d) Textura de la superficie, uniforme y ligeramente áspera, para dar seguridad al conductor evitando patinajes peligrosos.

Hay necesidad de una selección inteligente de los agregados pétreos y asfalto, y un sistema constructivo adecuado.

Como guía general para la selección de impermeabilizante asfáltico, propio para la obra que ha de construirse, se mencionan a continuación los elementos estructurales en que más se requiere de la impermeabilización y que son los más comunes dentro de la práctica constructiva.

a) Impermeabilizaciones en cimentaciones y estructuras murales. En la generalidad de nuestras edificaciones pequeñas de tipo gravedad, la estructura mural descansa sobre cimientos de piedra brasa, de forma trapecial, a través de una dala o cadena de repartición de concreto reforzado. Para evitar que aflore la humedad del suelo, sobre las superficies de acabado que reciben las estructuras murales, hay necesidad de confinar el fenómeno de la capilaridad por medio de la aplicación de pinturas asfálticas especiales.

b) Sótanos y muros de contención. Los muros de contención perimetrales de los sótanos de las edificaciones han de protegerse contra filtraciones de agua, sobre todo cuando están sometidas a presiones hidrostáticas, el aislamiento debe hacerse en toda la superficie perimetral, este aislamiento se logra por medio de una membrana asfáltica formada con capas alternadas de asfalto oxidado o fieltro saturado o asfáltico.

c) Impermeabilizaciones de techos y azoteas. La protección contra la acción del agua, principalmente la de lluvia, evita filtraciones y desperfectos en fachadas y habitaciones. Esta protección se puede hacer por el llamado método de composición, que consiste en capas alternadas de asfalto puro y fieltros asfaltados.

d) Cubiertas de madera. Para cobertizos, garages, bodegas, bungalows y toda clase de construcciones en que el techo sea de madera y de colocación inclinada, se utilizan los techados Pemex Nos. 16, 20 y 30.

e) Techos de concreto. El concreto por si solo no es impermeable, por más cuidado que se haya puesto en la construcción de la losa, pueden presentarse en ella agrietamientos o fisuras, ya por contracción, flexión, asentamiento de los elementos de apoyo o por acciones sísmicas; por ello, es necesario la impermeabilización de las losas de techo, inclinados o planos; impermeabilización que se aconseja a base de materiales que puedan resistir esas deformaciones que, aunque fisuren la losa no tengan consecuencias dentro de la protección que se busca. La impermeabilización puede hacerse a base de pinturas asfálticas, o por medio de asfalto alternados con tejidos, cartones o fieltros asfálticos, terminando siempre con la capa de asfalto.

f) Pisos y lambrines. Los pisos y lambrines de cuartos de baño, cocinas, lavaderos, etc., sometidos a humedad constante, deben ser protegidos o impermeabilizados. Los lambrines por si solos constituyen una protección; por lo tanto, sobre las paredes prodrán aplicarse solamente dos manos de Impermex o emulsión asfáltica especial.

g) Tragaluces. Se aconseja para los tragaluces a base de vidrios planos, que el mastique común se susbtituya por un mastique asfáltico fibroso.

ACERO, ALUMINIO Y LOS METALICOS EN GENERAL

Acero

Es una combinación de fierro y carbono con pequeñas cantidades de otros elementos, como manganeso, fósforo, azufre, silicio, etc. El componente básico del acero es el fierro. Este no se encuentra en estado puro en la naturaleza sino bajo la forma de óxidos de distintas clases llamados minerales de fierro. Para obtener acero es necesario someter estos minerales a una serie de procesos para eliminar impurezas y obtener la aleación requerida.

Fabricación.

La fabricación del acero consiste: Extracción del mineral de fierro que se hace por los sistemas de explotación "a cielo abierto" y de "tajo abierto". En el primero, se utiliza dinamita para la explotación y se carga por medio de palas, en camiones que llevan el mineral a las quebradoras para reducirlo a un tamaño de 4 cm; en el segundo, se utilizan palas mecánicas, para descapotar mantas o tajos que cubren el mineral, llevándose a cabo también la trituración.

Posteriormente se almacenan y se mezclan los minerales en grandes patios para luego abastecer a los "altos hornos".

En el "alto horno", donde se inicia el proceso de la manufactura del acero, el mineral de fierro es convertido en arrabio. La carga, que es introducida por la parte superior del horno, consiste de capas de coque (carbón metalúrgico, de alta resistencia a la compresión), mineral de fierro, piedra caliza y dolomita. El coque se quema en aire caliente, inyectando a través de taberas, produciendo calor y gases que absorben el oxígeno del mineral reduciéndolo a hierro líquido. La caliza y dolomita separan algunas impurezas del arrabio, formando una escoria que es eliminada, la cual se utiliza en la fabricación del cemento portland escoria de alto horno.

El arrabio o hierro de primera fusión, contiene impurezas como carbono, manganeso, fósforo y azufre, que deben ser parcialmente eliminados en los procesos de aceración. El hierro líquido es vaciado en ollas-termo y transportado a los hornos de aceración de hogar abierto y hornos al oxígeno.

La carga de los hornos consiste en proporciones variables de chatarra, mineral de fierro, piedra caliza o cal, utilizadas como fundente y arrabio líquido, procedente del "alto horno", empleado en proporción del 75% de la carga total.

Los métodos más comúnmente utilizados para la aceración son: El Siemens-Martin o de hogar abierto, el Bessemer y los sistemas a base de hornos eléctricos. Los métodos antes mencionados, consisten fundamentalmente en eliminar las impurezas quemándolas con oxígeno introducido en la masa fundida, obteniéndose así hierro casi puro.

Para lograr las características resistentes requeridas se agrega carbono y en ciertos casos otros elementos. El resultado de esta etapa son elementos de acero relativamente grandes denominados lingotes.

Para obtener las distintas modalidades del acero utilizado para fines estructurales, los lingotes deben ser sometidos a diferentes tratamientos, principalmente laminación en caliente y tratamientos en frío.

En la laminación en caliente, se calientan los lingotes y se introducen en molinos que constan de varios rodillos para producir placas, perfiles estructurales y una gran parte de las varillas de refuerzo para concreto.

Los tratamientos en frío suelen consistir en procesos de estiramiento o torcido. En esta forma se fabrican las varillas de alta resistencia y el acero para preesfuerzo.

Las propiedades del acero pueden mejorarse combinándolo con otros elementos como el cromo, el níquel, el molibdeno, el titanio, el bario y el tungsteno. Los aceros obtenidos así suelen llamarse aceros de aleación. El acero puede contener otros elementos además de los mencionados, aunque en cantidades muy pequeñas, que pueden tener influencias benéficas o perjudiciales sobre determinadas propiedades, según la proporción en que se encuentran. Los principales son el silicio, el manganeso, el fósforo y el azufre. Por ejemplo el fósforo hace que el acero sea quebradizo bajo una carga repentina y el azufre le hace poco resistente o frágil cuando se calienta.

Propiedades Mecánicas.

Las características más importantes del acero se desprenden de las curvas de esfuerzo-deformación obtenidas mediante ensayos de tensión efectuados sobre probetas estándar. Es importante referir los ensayos a probetas estándar puesto que los resultados difieren según el tamaño y la forma de éstas. Se considera que las curvas esfuerzo-deformación en compresión tienen la misma forma que la de tensión.

Para obtener una gráfica esfuerzo-deformación "nominal" se calculan esfuerzos correspondientes a distintos niveles de carga, dividiendo la fuerza aplicada entre el área original de medición. Las gráficas nominales son las comúnmente usadas para describir las características esfuerzo-formación de los aceros.

Los aceros usados en la construcción pueden dividirse en dos grupos: Los que tienen un límite de fluencia definido y las que no lo tienen. Pertenecen al primer grupo los aceros laminados en caliente y al segundo los trabajos en frío.

En la gráfica esfuerzo-deformación del acero laminado en caliente se distinguen las siguientes cuatro regiones, en cada una de las cuales el comportamiento del material es diferente del que tiene en los demás: zona elástica, zona plástica, zona de endurecimiento por deformación y zona de estrangulamiento y fractura. La zona plástica puede dividirse en dos subzonas: una de flujo plástico restringido y otra de flujo plástico no restringido. En la primera parte, el material fluye plásticamente, pero sus deformaciones se ven controladas por las del resto, que permanecen en estado elástico; en la segunda, todo el material se encuentra en estado plástico.

Las gráficas esfuerzo-deformación de los aceros trabajados en frío no exhiben una zona de fluencia horizontal.

Los límites de proporcionalidad (punto en el cual el valor del esfuerzo ya no es proporcional a la deformación) y elástico (esfuerzo máximo que puede ser aplicado sin que se produzcan deformaciones plásticas permanentes) difieren poco entre sí, de tal manera que, para fines prácticos se acostumbra considerar que son iguales.

El punto donde el acero cambia del estado elástico al estado plástico, o sea donde empieza a fluir el acero se le llama límite de fluencia. La forma de distinguir este límite es distinta según la clase de acero. En los aceros laminados en caliente la zona de fluencia está claramente definido.

En aceros trabajados en frío, que no tienen límite de fluencia definido, suele fijarse un límite de fluencia convencional que indica donde la curva esfuerzo-deformación cambia de pendiente en forma apreciable. Una recomendación típica consiste en considerar como límite de fluencia el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria permanente de 0.002. Siendo el índice de resistencia más comúnmente utilizado para identificar un acero, el esfuerzo de fluencia.

La resistencia a fuerza cortante directa es importante y puede considerarse que es del orden del 75% de la resistencia a la tensión.

El módulo de elasticidad correspondiente a las porciones rectas en la zona elástica de las curvas esfuerzo-deformación varía poco según el tipo de acero y puede tomarse igual a 2×10^6 Kg/cm². El módulo de Poisson (relación de la deformación transversal entre la deformación longitudinal) varía entre 0.25 y 0.33.

El acero es uno de los materiales de construcción que posee un mayor grado de ductibilidad (capacidad para deformarse antes de fallar) la cual disminuye al aumentar su resistencia. Esto significa que también su tenacidad o capacidad para absorber energía es grande, lo que constituye una de sus principales ventajas.

Existen varios métodos para medir la dureza del acero. Dos de los más comunes son la prueba de Brinell y la prueba Vickers. El procedimiento Brinell consiste en comprimir una bola de acero duro sobre el material en cuestión y medir la impresión que deja sobre dicho material, siendo similar el procedimiento Vickers, pero en este caso la impresión se hace por medio de una pirámide invertida de cuatro lados.

Las medidas de la dureza sirven no solamente para cuantificar la resistencia a la penetración del acero, sino también para estimar su resistencia a la tensión. Una propiedad afín a la dureza es la maquinabilidad o facilidad con que se trabaja el acero. Se mide por ensayos de diversos tipos. Uno de ellos consiste en medir la profundidad que puede alcanzar un agujero perforado con un taladro de características estándar, en un tiempo dado.

Aunque el acero es un material de naturaleza esencialmente dúctil, es determinadas circunstancias puede tener un comportamiento frágil, llegando a fallar súbitamente, sin deformaciones plásticas previas. De una manera general puede afirmarse que el comportamiento frágil del acero es propiciado por las siguientes factores:

- Temperaturas bajas
- Defectos debidos a soldadura incorrecta
- Esfuerzos en tensión elevados
- Alto contenido de carbono
- Aplicación rápida de cargas
- Composición química (el fósforo aumenta la fragilidad)

Fatiga. Se presenta cuando una estructura queda expuesta a un número grande de ciclos repetidos de cargas que provocan variaciones frecuentes en la intensidad de los esfuerzos. Cuando el acero está sujeto a fatiga puede fracturarse a esfuerzos muy inferiores a los correspondientes a la rotura bajo cargas estáticas. En la mayoría de los aceros el límite de fatiga corresponde a una vida de fatiga de aproximadamente dos millones de ciclos.

Para tener en cuenta los efectos de la fatiga en el diseño de una estructura suelen considerarse los esfuerzos máximo y mínimo que puedan presentarse en ella así como el número de repeticiones de carga que pueden registrarse durante su vida útil.

Otras propiedades que son de gran utilidad en el cálculo de estructuras son el peso volumétrico y el coeficiente de dilatación térmica. El peso volumétrico del acero se puede tomar como 7,8 ton/m³ y un valor promedio de coeficiente de dilatación térmica igual a 0.00001/°C.

Debido al gran desarrollo que han tenido las estructuras de acero y al afán de los diseñadores por buscar estética en aquellas, se ha tenido que recurrir a elementos compuestos para formar perfiles estructurales que resulten más adecuados al diseño y que no es posible encontrar en el mercado. Es por esto que una de las propiedades más útiles del acero es la posibilidad de unir elementos estructurales, de este material, por medio de soldadura.

La resistencia a la corrosión de la mayoría de los aceros utilizados para fines estructurales es baja. Esto significa la necesidad de proporcionar protección a las estructuras de acero expuestas a agentes corrosivos tales como el oxígeno, el vapor de agua, los sulfuros y otros. La protección puede consistir en algún tratamiento superficial o en la aleación con algún elemento que comunique propiedades anticorrosivas al acero. Los tratamientos superficiales consisten en pinturas especiales a base de plomo, aluminio o compuestos de cromo, o en revestimientos de cinc o productos asfálticos. Este tipo de protección suele deteriorarse con el tiempo de manera que es necesario prever un servicio de mantenimiento. La aleación con elementos tales como el cobre y el cromo (acero inoxidable), por el contrario, proporciona una protección permanente.

Aunque el acero es un material incombustible, sus propiedades resistentes se deterioran considerablemente bajo temperaturas altas. Por lo tanto es necesario proteger las estructuras de acero contra los efectos de los incendios. Para mejorar la resistencia del acero al fuego puede protegerse con revestimientos de concreto, yeso, vermiculita, asbesto y ciertas pinturas especiales.

El acero es uno de los materiales estructurales más usados a pesar de su alto costo volumétrico. Su alta resistencia específica, que se puede definir como la relación entre la resistencia específica, que se puede definir como la relación entre la resistencia del material, en Kg/cm², y su peso volumétrico, en Kg/cm³ y también su reducido coeficiente económico resistente en tensión que es el costo del material necesario para soportar una carga unitaria en una longitud unitaria, lo hacen especialmente útil en elementos sujetos a este tipo de esfuerzo.

Usos

Los elementos de acero se prestan a la prefabricación, lo que disminuye los tiempos de construcción. Las estructuras de acero pueden fácilmente ampliarse o modificarse y cuando es necesario demolerlas, se recupera una parte de su valor inicial vendiendo las piezas como chatarra o para ser utilizadas en nuevas estructuras.

Una desventaja del acero es su alto costo de conservación. El costo de pintar las estructuras metálicas periódicamente para evitar la corrosión puede ser importante, ya que al costo de conservación se suma el costo relativamente elevado de las pólizas de seguro por la escasa resistencia de acero a los efectos de los incendios.

Los aceros utilizados para la fabricación de placas y perfiles estructurales suelen obtenerse por procesos de laminación en caliente y por lo tanto tienen un límite de fluencia definido. Los valores usuales del límite de fluencia varían entre 2,300 y 3,500 Kg/cm² sin embargo hay algunos aceros con aleaciones o tratamientos especiales, que alcanzan resistencias mayores.

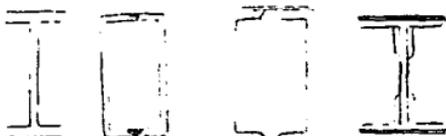
Los dos tipos más comúnmente usados en México son el A7 y el A36, cuyas características se muestran en la siguiente tabla.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS ACEROS A7 Y A36

Tipo	Esfuerzo de fluencia (Kg/cm ²)	Resistencia a Tensión (Kg/cm ²)
A7	2530	4200 - 5240
A36	3420	4200 - 5600

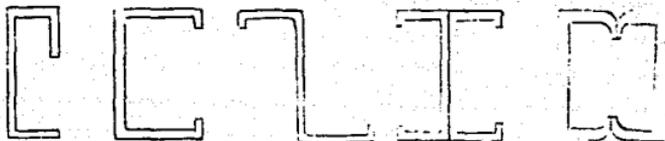
El tipo A36, además de tener un límite de fluencia superior al de A7, es de calidad más uniforme y tiene características de soldabilidad superiores. La tendencia actual de los productores en México es fabricar exclusivamente el tipo A36. En la figura, se muestran algunos perfiles y placas comúnmente usados en México; se presentan algunos tipos de secciones compuestas que se pueden fabricar con ellos.

Recientemente se ha empezado a utilizar también una lámina delgada trabajada en frío para la fabricación de perfiles ligeros. Estos perfiles se obtienen mediante dobles de lámina, y algunas secciones típicas.



Secciones compuestas

El acero utilizado es un acero trabajado en frío con resistencia última de 4400 Kg/cm² y un límite de fluencia convencional de 3500 Kg/cm², aproximadamente.



Perfiles de lámina doblada de acero mor-ten

Los tubos de acero tienen muchas aplicaciones estructurales de interés y en México los diámetros más comunes varían de 8.9 cm a 32.4 cm, y los espesores, de 0.55 cm a 2.54 cm.

Las varillas para concreto reforzado se hacen tanto de acero laminado en caliente como de acero trabajado en frío. Los diámetros usuales de las varillas producidas en México varían de 1/4" a 1 1/2". Todas las varillas con excepción del alambón de 1/4", tienen corrugaciones en la superficie para mejorar su adherencia con el concreto. En el país se cuenta con una variedad relativamente grande de acero de refuerzo, pudiendo obtener varillas laminadas en caliente con límite de fluencia desde 2300 a 4200 Kg/cm² y en acero trabajado en frío con límites de fluencia de 4000 a 6000 Kg/cm².

Se ha generalizado el uso de mallas como refuerzo de losas, muros y algunos elementos prefabricados. Estas mallas están formadas por alambres lisos unidos por puntos de soldadura en las intersecciones y el acero empleado es del tipo trabajado en frío, con esfuerzos de fluencia del orden de 5000 Kg/cm². El espaciamiento de las varillas varía de 5 a 40 cm y los diámetros de 2 a 7 mm aproximadamente.

El acero que se usa en estructuras presforzadas es de resistencia frecuentemente superior a la de los aceros descritos anteriormente, llegando a tener resistencias últimas que varían entre 14000 y 22000 Kg/cm² y un límite de fluencia, definido por el esfuerzo correspondiente a una deformación permanente de 0.002, entre 12000 y 19000 Kg/cm². Puede consistir en alambres lisos de 2 a 7 mm, en torones formados por varios alambres, con diámetros nominales de 1/4" a 1/2", o en barras, que pueden alcanzar diámetros de 2 a 3 cm o aún más.

También se fabrican cables que están formados por torones de alambre de acero enrollados en torno a un núcleo denominado alma, que puede ser de acero o de fibra. Los torones consisten en conjuntos de alambres trenzados y las combinaciones más usuales son los 6 x 7, 6 x 19 y 6 x 37. En esta nomenclatura el primer número indica el número de torones del cable y el segundo, el número de alambres de cada torón.

Aluminio

Se encuentra en la naturaleza en cantidades importantes pero contaminado con impurezas y otros elementos, formando minerales de muy diversa composición. El mineral más comunmente usado en los procesos de obtención del aluminio es la bauxita, que contiene de 50 a 60% de óxido de aluminio.

En la mayoría de sus aplicaciones el aluminio se utiliza en aleación con otros elementos, ya que en estado puro es poco resistente y excesivamente blando. Para obtener estas aleaciones la bauxita debe someterse a un proceso bastante complejo.

Fabricación

La primera etapa de la fabricación consiste esencialmente en un tratamiento, en que intervienen sosa cáustica y vapor, que dá como resultado un óxido de aluminio prácticamente puro. Este óxido se somete a un proceso de reducción, obteniéndose aluminio metálico, también casi puro. La reducción se efectúa por un proceso electrolítico que requiere un gran consumo de energía eléctrica. El aluminio fundido obtenido por este proceso, se vierte en moldes donde se forman lingotes y estos lingotes vuelven a fundirse para combinarlos con otros elementos y obtener nuevos lingotes de diversos tipos de aleaciones.

Las aleaciones usuales son a base de combinaciones de magnesio, manganeso, silicio, cinc y cobre. Todas ellas tienen resistencias muy superiores a la del aluminio puro y suele distinguirse entre aleaciones "comunes", que no admiten tratamientos térmicos para aumentar la resistencia y aleaciones "resistentes" que si los admiten. La fabricación de las aleaciones "comunes" a veces implica tratamientos en frío para aumentar la resistencia.

De acuerdo con el método de fabricación los productos pueden clasificarse en dos grandes grupos: los que reciben algún tipo de tratamiento mecánico durante su fabricación y los que se obtienen por fundición.

Los productos obtenidos por medio de tratamientos mecánicos son posibles debido a que las aleaciones de aluminio admiten todos los tratamientos usuales en la elaboración de productos de acero, para dar forma a los perfiles requeridos y mejorar sus características resistentes. Se tiene así: laminación en caliente o en frío, estirado en frío y forjado. Además, la gran formalidad de las aleaciones de aluminio permite el empleo de métodos de extrusión gracias a los cuales se pueden fabricar de manera económica secciones muy complicadas. El proceso de extrusión consiste en someter lingotes calientes a una presión alta que obliga al material a pasar en una condición plástica a través de un orificio. Por este procedimiento pueden obtenerse secciones de cerca de 400 cm² de sección transversal, siempre que el perfil pueda inscribirse dentro de un círculo con un radio no mayor de 60 cm y si se requieren perfiles mayores es necesario recurrir a la laminación.

La mayor parte de los perfiles utilizados para fines estructurales se fabrican por el tratamiento mecánico de aleaciones "resistentes" a base de magnesio y silicio.

Los productos de fundición se obtienen vertiendo la aleación fundida en moldes de arena, yeso o metal. Una variante consiste en forzar la aleación fundida dentro de un molde de acero por medio de presión.

El proceso de fundición se utiliza para la producción de elementos decorativas y arquitectónicas de muy diversa naturaleza y no suele aplicarse a la fabricación de elementos estructurales.

Es de especial interés la formabilidad o facilidad con que pueden trabajarse las aleaciones de aluminio, lo que permite la producción de perfiles mucho más complicados que las que son posibles en acero.

Propiedades mecánicas.

Son semejantes a los de los aceros trabajados en frío, que no tienen límite de fluencia definido.

Las resistencias últimas de las aleaciones comunes varían entre 1800 Kg/cm² y 5000 Kg/cm², como en los aceros trabajados en frío, el esfuerzo de fluencia se define como el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria permanente de 0.002 y los valores típicos de las aleaciones comunes varían de menos de 1000 Kg/cm² a 4000 Kg/cm², con una resistencia a fuerza cortante de aproximadamente un 60% de la resistencia a la tensión.

El módulo de elasticidad correspondiente a la porción recta de las curvas esfuerzo-deformación varía entre 7×10^5 Kg/cm² y 7.5×10^5 Kg/cm², o sea, aproximadamente una tercera parte que el del acero. Esto significa que bajo una carga dada una estructura de aluminio se deformará tres veces más que una de acero.

La ductilidad de las aleaciones de aluminio es comparable a la del acero y éstas aleaciones son superiores al acero en cuanto a formabilidad, maleabilidad y maquinabilidad. Así mismo, la resistencia a la fatiga es alta, a lo cual se debe que uno de sus principales usos sea en la fabricación de estructuras de aviones, por estar sujetos a fuertes vibraciones.

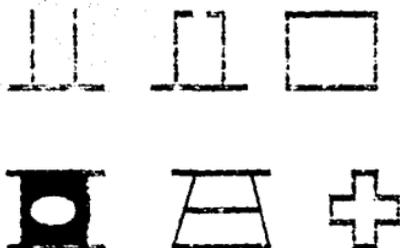
Otras propiedades importantes son el peso volumétrico y el coeficiente de dilatación térmica. Una de las principales ventajas del aluminio es su poco peso volumétrico de 2.8 ton/m³, o sea, pesa aproximadamente 2.8 veces menos que el acero.

La mayor parte de las aleaciones de aluminio pueden soldarse, aunque con mayor dificultad que el acero. La operación de soldar suele debilitar las piezas que se desea ligar.

La resistencia del aluminio puro es muy alto a la corrosión, pero aleado con otros metales esta resistencia disminuye, aunque de todos modos es superior a la de los aceros estructurales ordinarios, de manera que es frecuente el empleo de las aleaciones de aluminio sin protección de ninguna especie.

La corrosión de las aleaciones de aluminio pueden deberse a tres causas: la acción de la atmósfera, el contacto con ciertos productos químicos y los fenómenos de tipo electrostático o galvánico, que se presentan cuando el aluminio está en contacto con otros metales en un ambiente húmedo. Para evitar la corrosión electrostáticas, el acero y el aluminio en las estructuras, deben mantenerse separados por medio de materiales no conductores.

En México se fabrican elementos de aluminio extruidos, tales como los mostrados en la figura 2.24. Así como también los perfiles utilizados para fines estructurales y que se fabrican por el tratamiento mecánico de aleaciones resistentes y los cuales son semejantes a los de acero. Se hacen ángulos hasta de $10'' \times 10'' \times 1/4''$, vigas I de 12'', canales de 15'' y placas con espesor hasta de 3'' y ancho de 144''. También se fabrican tubos, alambres y cables de diversos tipos. En productos de fundición se fabrican postes para parapetos de puentes, elementos de fachada y de ventanería.



EJEMPLO DE SECCIONES EXTRUSIONES DE ALUMINIO

METALICOS EN GENERAL.

Cobre.

Obtención.

Varían los procedimientos según la naturaleza de los minerales. Los óxidos y carbonatos se mezclan con fundentes y reducen con carbón en hornos de reverbero (aquél cuya plaza está cubierta por una bóveda que reverbera o refleja el calor).

Los minerales sulfurados se pueden tratar por vía seca, tostándolos en hornos de reverbero para que se volatilice el azufre y arsénico, transformándose el sulfuro de hierro en óxido y el cobre se oxida parcialmente, obteniéndose una mezcla de sulfuros y óxidos de cobre y hierro.

Por vía húmeda se obtiene el cobre a partir de piritas pobres en cobre, exponiéndolas al aire húmedo para que se oxiden, formando sulfato férrico que transforma el sulfato de cobre en sulfato, precipitando el cobre con chatarra de hierro, en forma pulverulenta, llamado cobre de cementación.

Afinado del Cobre

Tiene por objeto eliminar las impurezas, como níquel, arsénico, estaño, fósforo, plomo, oxígeno, azufre, selenio y bismuto, por hacer quebradizo el metal, tanto en frío como en caliente, dificultando la laminación y obtención de alambre e hilos.

Propiedades.

El cobre es un metal de color rojo característico, blando, dureza 3 de la escala de Mohs. Densidad, 8.9. Punto de fusión 1,064 °C. Gran conductor del calor y electricidad. Coeficiente de dilatación lineal, 0.00008. Es muy dúctil, maleable y tenaz, pudiendo obtenerse hilos muy finos y laminados. Es muy flexible y se puede forjar, laminar y precisar en frío y caliente.

Su resistencia a la tensión llega a 4,500 Kg/cm² y 6,000 Kg/cm² a la compresión.

El cobre puro es inoxidable a la temperatura ordinaria en aire seco y húmedo.

Formas comerciales

Se encuentran en el comercio en forma de chapas de dimensiones y espesores corriente, en forma de tubos y alambres.

Utilización

Para revestir cubiertas, decoración, tubería para agua y gas y sobre todo, alambres y cables para conductores eléctricos.

Aleaciones

Bronce. Son aleaciones de cobre y estaño en diversas proporciones. Son muy resistentes a los agentes atmosféricos, a las aguas ácidas y alcalinas, alcanzan grandes resistencias mecánicas.

Latón. Son las aleaciones de cobre y zinc, los cuales tiene diverso color, según la proporción. Se emplea en alabres, tornillos, herrajes y chapas.

Alpaca o metal blanco. Son aleaciones de cobre, níquel y zinc principalmente llamándose también argental. Tiene color blanco argentino y gran brillo, que no pierde por la acción de la atmósfera y ácidos orgánicos débiles, por lo que se emplea para la fabricación de herrajes, objetos artísticos, etc.

Plomo

Obtención

Se prepara casi todo a partir del sulfuro de plomo, por el procedimiento de tostación, pasando el plomo a óxido, el cual es después sometido a una fusión reductora en presencia de coque o carbón vegetal.

Propiedades.

El plomo es un metal blando azulado, con brillo metálico intenso recién cortado, empañándose al contacto del aire y tomando un color gris. Es el más blando de los metales pesados, rayándose con la uña. Es muy maleable, pudiendo laminarse en finas hojas y estirarse en alambres.

El aire seco no le ataca, pero en el húmedo se oxida rápidamente, en su superficie. Es muy resistente a los ácidos y álcalis.

El plomo blando se alea con el antimonio volviéndose más duro; es menos flexible y más resistente. El plomo blando resiste 1,500 Kg/cm² a la tensión y el duro 3,00 Kg/cm² a la compresión 3,000 y 5,000 respectivamente.

Aplicaciones

En forma de chapas para cubiertas, tuvos para gas y agua, emplomado de otros metales, alambres y varillas.

Zinc

Obtención

La principal fuente de zinc es el mineral llamado blanda de zinc. En el proceso de refinación del mineral, los pasos a seguir son: calentamiento en presencia de aire, lo cual convierte al azufre en dióxido de azufre quedando óxido de zinc; éste es calentado despues con carbono y reducido a zinc metálico.

Propiedades.

El zinc es un metal de color gris azulado, brillante. Densidad aproximada de 7.1 y punto de fusión de 419 °C. Coeficiente de dilatación lineal a 10 °C es de 0.000029.

A la temperatura ordinaria, el aire seco no le altera y en el húmedo se recubre de una capa delgada de carbonato básico hidratado que le protege. Los ácidos y bases le atacan, lo mismo que el yeso, cemento y sus morteros.

Aplicaciones

El zinc se emplea en construcción en forma de chapas lisas y onduladas para techumbre, canalones, tubos de bajada, cornisas, depósitos, etc.

Forma con el cobre una aleación llamada latón y con el aluminio, estaño, plomo, forma aleaciones para cojinetes. En el revestimiento de otros metales se aplica en estado líquido (galvanizado a fuego) por aspersión, vaporización o por electrólisis.

Estaño

Obtención

El estaño se obtiene por fusión en hornos de cuba, reverbero o eléctrico y se purifica por licuación en hornos de reverbero y ebullición en calderas.

Propiedades

El estaño puro es blanco brillante y funde a 232 °C. Resistencia a la tensión, 400 Kg/cm². Es muy maleable y poco dúctil.

A la temperatura ordinaria el estaño es muy resistente al aire húmedo y seco.

Aplicaciones

En construcción, el estaño se emplea para recubrir interiormente los tubos de plomo destinados a las conducciones de agua potables y en forma de aleaciones con el cobre y con el plomo.

LOS LADRILLOS Y LAS CERAMICAS

La materia prima empleada en la elaboración de ladrillo y cerámica es la arcilla. Esta existe en casi todas partes, su gran disponibilidad como materia prima es indudablemente una ventaja en la industria ladrillera.

Los constituyentes principales de la arcilla son el sílice, la alúmina, y los productos hidratados de la descomposición de las rocas aluminosas y silicatadas; la arcilla no es la expresión genuina del terreno de donde procede y la variedad de su origen es la causa de la variedad de sus clases. Esta variedad está aún aumentada por la presencia de elementos extraños a la arcilla, por los cambios en la formación de depósitos y por otras causas determinantes sobre la composición química.

Sobre un mismo yacimiento se encuentran arcillas completamente distintos, unos más magras y otras más grasas.

El constituyente más importante de las arcillas industriales es la arcilla pura que se compone de 47% de sílice, 39% de alúmina y 14% de agua. La arcilla pura constituye propiamente el aglutinante de todos los elementos restantes de las arcillas industriales.

Las arcillas impuras empleadas en ladrillería, son las que contienen mezclas extrañas a la misma y se clasifican en magras y grasas. Las impurezas son las que se determinan esta clasificación en función de la mayor o menor plasticidad.

Propiedades de la arcilla.

La bondad de una arcilla para ladrillos depende de diversas circunstancias determinadas por su plasticidad, su capacidad de absorción y cesión de agua, su capacidad aglutinante, su contracción en el secado y cocido y su comportamiento al calor.

Se dice que una arcilla es plástica cuando previa humectación de la misma, puede con facilidad moldearse bolas que, comprimidas en una dirección cualquiera, no originen grieta alguna en la pasta en cilindro y curvada en forma de anillo no se produzcan tampoco grietas, y cuando, estirada una tira, se deja notar visiblemente una reducción de sección antes de producirse la rotura por tensión.

Una arcilla tiene capacidad aglutinante cuando, húmeda, puede llegar a admitir entre-mezclada en su masa cierta cantidad de materias pulvulentas más o menos granulosas y dejando secar el material obtenido, llega a alcanzar en este estado cierta resistencia mecánica. Las arcillas grasas se caracterizan porque poseen una cierta plasticidad junto a una notable capacidad aglutinante.

LOS LADRILLOS Y LAS CERAMICAS

La materia prima empleada en la elaboración de ladrillo y cerámica es la arcilla. Esta existe en casi todas partes, su gran disponibilidad como materia prima es indudablemente una ventaja en la industria ladrillera.

Los constituyentes principales de la arcilla son el sílice, la alúmina, y los productos hidratados de la descomposición de las rocas aluminosas y silicatadas; la arcilla no es la expresión genuina del terreno de donde procede y la variedad de su origen es la causa de la variedad de sus clases. Esta variedad está aún aumentada por la presencia de elementos extraños a la arcilla, por los cambios en la formación de depósitos y por otras causas determinantes sobre la composición química.

Sobre un mismo yacimiento se encuentran arcillas completamente distintos, unos más magras y otras más grasas.

El constituyente más importante de las arcillas industriales es la arcilla pura que se compone de 47% de sílice, 39% de alúmina y 14% de agua. La arcilla pura constituye propiamente el aglutinante de todos los elementos restantes de las arcillas industriales.

Las arcillas impuras empleadas en ladrillería, son los que contienen mezclas extrañas a la misma y se clasifican en magras y grasas. Las impurezas son las que se determinan esta clasificación en función de la mayor o menor plasticidad.

Propiedades de la arcilla.

La bondad de una arcilla para ladrillos depende de diversas circunstancias determinadas por su plasticidad, su capacidad de absorción y cesión de agua, su capacidad aglutinante, su contracción en el secado y cocido y su comportamiento al calor.

Se dice que una arcilla es plástica cuando previa humectación de la misma, puede con facilidad moldearse bolas que, comprimidas en una dirección cualquiera, no originen grieta alguna en la pasta en cilindro y curvada en forma de anillo no se produzcan tampoco grietas, y cuando, estirada una tira, se deja notar visiblemente una reducción de sección antes de producirse la rotura por tensión.

Una arcilla tiene capacidad aglutinante cuando, húmeda, puede llegar a admitir entre-mezclada en su masa cierta cantidad de materias pulverulentas más o menos granulosas y dejando secar el material obtenido, llega a alcanzar en este estado cierta resistencia mecánica. Las arcillas grasas se caracterizan porque poseen una cierta plasticidad junto a una notable capacidad aglutinante.

La capacidad de absorción de agua está determinada por la mayor o menor facilidad de humectación que produce el esponjamiento de las partículas de arcilla, que detendrán el paso del agua en mayor cantidad cuando la arcilla es grasa, y que dejará paso a aquella cuando éste es magra. Al secarse, la arcilla cede otra vez el agua, primero la superficial, eliminándose la restante a través de los poros de la superficie seca; las arcillas magras secan antes y mejor que las grasas.

La contracción de la arcilla está determinada por la disminución de volumen sufrido en el secado y coadura de las piezas moldeadas; en éstos procesos se reducen los espacios porosos intermedios. Las arcillas grasas se contraen más que las magras, a causa de su mayor contenido de partículas esponjables con el agua. La contracción persigue acompañada a la evaporación del agua hasta que llega un momento en que las partículas de arcilla no pueden acercarse más entre sí. El agua evaporada recibe el nombre de agua de contracción, para distinguirla del agua que se desprende después en la cocción; una vez perdida esta agua, la arcilla no vuelve nunca a adquirir su condición plástica.

El comportamiento de la arcilla al calor depende de su contenido en fundentes (ácido silícico, óxido de hierro, magnesia y álcalis). De la mayor o menor cantidad de estos componentes depende un mayor o menor reblandecimiento de la arcilla, reblandecimiento que, pasando por el estado vitrificado, puede llegar a la fusión. Las arcillas pobres en fundentes requieren más calor para su cocción que las ricas.

Se puede determinar si una arcilla es buena o mala según las características de los productos cocidos. El calor de estos no es determinante de su bondad.

Proceso de Fabricación

El tratamiento de las pastas para la obtención de los ladrillos y productos cerámicos consta de las siguientes fases: amasado, moldeo, desecación, cocción, vidriado y esmaltado.

Amasado. Rústicamente se hace vertiendo la arcilla en una pista circular amasándola con los pies o con caballerías, describiendo una espiral desde el centro hacia la periferia.

Industrialmente, el amasado se hace a máquina mediante molinos o cilindros, aprovechándose la humedad de cantera, o se humedecen ligeramente para poder ser moldeados.

Moledo. En esta operación se le da a la arcilla la forma que ha de tener el producto cerámico después de la cocción, pudiendo hacerlo a mano o a máquina. En ambos casos hay que dar a los moldes mayores dimensiones, por experimentar las pastas una contracción lineal del 1/10 a 1/7 en la desecación y cocción.

Desecación. Tiene por objeto eliminar de la pasta, antes de la cocción el agua de amasado, que viene a ser del 15 al 50% de su peso reduciéndose a un 5%, no pudiéndose disminuir más. La desecación debe practicarse de una manera lenta y gradual, para evitar alabeos y resquebrajaduras, observándose una disminución paulatina de peso y color más claro.

Cocción. En esta fase de la fabricación se hace que la forma de los productos moledados, cerámicos permanezca inalterable, debido a la consistencia pétreo que adquieren por las reacciones que se verifican entre los elementos constitutivos de las arcillas.

Cada clase de producto necesita alcanzar cierta temperatura: en alfarería y rejería, 900°-1000°C; loza, de 1000° a 1300°C; porcelana y productos refractarios, 1300°-1500°C.

La cocción de los productos cerámicos se verifica, industrialmente en hornos intermitentes o continuos.

Vidriado y esmalte. El vidriado tiene por objeto el cubrir con una capa vítrea la superficie de los productos cerámicos para hacerlos impermeables a los líquidos, fáciles de limpiar, y por los esmaltes se les comunica diversas coloraciones.

Existe una gran variedad de ladrillos, tabiques, bloques, tanto en formas comerciales como en calidad referida a su resistencia, apariencia y peso, dependiendo de la fábrica que lo elabora. Se mencionan a continuación los diversos productos en función de la materia prima y de su tratamiento dado:

Adobe

El adobe es el más humilde de los materiales hecho con arcilla y el más elemental en lo que a su fabricación respecta. El defecto principal del adobe es su poca resistencia al desgaste y al salitre.

Se fabrica en dos tamaños diversos denominados el primero "de marca" que mide 9 x 42 x 56 cm, el segundo de "media marca" que mide 9 x 28 x 42 cm. El peso por m³ es aproximadamente 1800 Kg y su resistencia a compresión es, poco más o menos, de 1 Kg/cm². Así pues, es un material que no se puede usar en muros de más de dos pisos de altura en que ya se obtiene la fatiga máxima en muchos casos.

Ladrillo y Tabique de Barro común

Este material ha sido empleado desde época inmemorial, y su uso ha sido constante a través de los siglos.

Hay tres clases de tabique: el tierno de un color anaranjado, color que pude deberse a falta de cocción o por que tenga más arena que la indicada; el recocho, que es de un color amarotado, debido a un exceso de cocción y que por lo general es un tabique deforme; y, finalmente, el recocado, que es el de mejor calidad, de un color rojo parejo en el cual la cocción ha sido uniforme y es el que más ventajas presenta para su uso. La resistencia a la compresión de estos tabiques varía de 20 Kg/cm² a 100 Kg/cm².

Un buen tabique debe tener las siguientes cualidades: ser uniforme de color y textura, uniforme de cocción, de dimensiones, sonoro, y tener un porcentaje de un 15 a 20% de absorción de humedad.

La medida de los tabiques más usados en México es de 7 x 14 x 28 cm. teóricos, pues en realidad son un poco más pequeños. El ladrillo o loseta se fabrica en tamaños de 2 x 14 x 28 con teóricos. Se ha dado la anterior denominación, pues así es como se conocen en la ciudad de México estos materiales; el ladrillo es el de menor tamaño y es una verdadera loseta, y el tabique es el que se generalmente se conoce en otras parte con el nombre de ladrillo.

Tabiques de Barro Comprimido.

La aplicación de estos tabiques es muy variado, siendo actualmente muy usados en pisos, muros, recubrimientos de muros, en repisones de ventanas y en general, en todos aquellos lugares en que se requiera tener un material aparante de barro de buena calidad que anule, por decirlo así, los gastos de conservación del mismo.

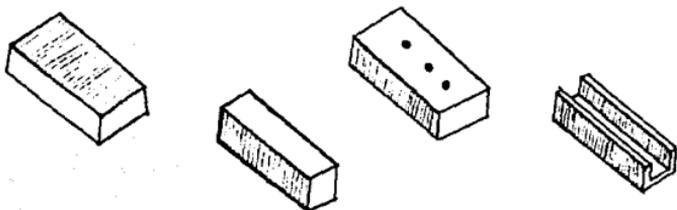
Existen también tabiques huecos de barro comprimido donde los huecos se utilizan como ductos, así como para colar en ellos y formar viguetas que servirán como "serramientos" en puertas y ventanas.

La resistencia a la compresión de un tabique hueco vertical es del orden de 150 Kg/cm², mientras que el de un tabique hueco horizontal es del orden de 70 Kg/cm² y la de un tabique macizo es del orden de 170 Kg/cm².

Bloque de Barro comprimido.

La aplicación de estos bloques es indicada en todas aquellas construcciones en que se quiera obtener muros resistentes y de agradable apariencia. Su acabado aparente y definitivo elimina totalmente los gastos de conservación, por lo que es muy generalizado su uso en edificios públicos, tales como: escuelas, mercados, hospitales, centros deportivos, etc.

Los tipos estructurales con perforación vertical, permiten la facilidad de colocar castillos armados sin necesidad de cimbras, ofreciendo la facilidad de colocar dentro del muro líneas de conducción de agua, tuberías de gas o de electricidad. Asimismo presenta la ventaja de ser los muros aislantes, térmicos y acústicos.



Tablones de barro comprimido

Los tipos estructurales de perforación horizontal se emplean principalmente en todas las construcciones donde se requieran ciertas cualidades acústicas como cines, hospitales, condominios, etc.

Ladrillos y Valdosos de Barro Comprimido.

El ladrillo se utiliza para recubrimiento de azoteas. En techos inclinados de una o dos aguas se recomienda poner el enladrillado traslapado. En pisos de patios, garages, terrazas, etc. Existen múltiples diseños.



Bloques de barro comprimido

Las baldosas se emplean en pisos de patios, garages, terrazas, jardines y en interiores cuando se desea un aspecto colonial mexicano.

El peso por pieza del ladrillo es de 1 Kg y su resistencia a la compresión es del orden de 170 Kg/cm². Mientras que el peso por pieza de una baldosa es de 3 Kg. en promedio y su resistencia a la compresión es también de 170 Kg/cm².

Bloques Huecos de Barro Frenado

Estas piezas, desde luego, pueden ser usadas para la construcción de muros obteniéndose, con ello las ventajas de ligereza, aislamiento acústico y térmico.

Son también muy usados en losas nervadas, en la que se obtiene aparte de su ligereza, un ahorro en fierro, concreto y cimbra.



Bloques gruesos de barro prensado

Bloques y Losetas de Barro Esmaltado.

Los usos de estos materiales, son para la construcción o recubrimiento de muros, tanto interiores como exteriores, en los cuales, debido a su acabado esmaltado, su duración es indefinida y su mantenimiento o conservación nulo. Esto, hace recomendables para usuarios en cualquier tipo de construcción, aún en las que se encuentren los muros sometidos a un fuerte desgaste o mal trato.

Tabique refractario

Es muy importante hacer notar que estos materiales no sufren contracciones por ser de arcilla quemada a 650°C. Su uso será principalmente industrial; para forro de chimeneas, calderas, hornos, etc. No es muy recomendable para pisos ni escaleras, por tener un coeficiente muy alto de desgaste.

Tabiques prensados de Cemento.

Desde hace 50 años los ladrillos silico-calcareos han dado resultados excelentes en la construcción de viviendas y edificios industriales. Sus características son superiores en todos conceptos a los tabiques de barro recocido, así como a los ladrillos de concreto y las han venido colocando en un lugar preferente en la construcción en casi todos los países europeos.

Productos Cerámicos.

La cerámica es uno de los materiales de construcción más antiguos que se conocen. Su uso clásico ha sido para pisos, ya que no absorbe líquidos, no se mancha, es incombustible, se limpia fácilmente y tiene una gran duración debido a la resistencia propia del material. En la actualidad su uso se ha extendido aún más y ya se usa también como material de recubrimiento, tanto en muros como en columnas.

Las cerámicas se fabrican en dos tipos esmaltado e integral.

Gracias a la actual demanda que existe en el mercado de cerámica ha sido posible que los fabricantes hayan logrado poner este material al alcance de todos, al reducir los costos de fabricación.

C A P I T U L O V I

			HOJA	
CONTRATISTA:			1 / 1	
OBRA:			UBICACION	
PARTIDA:			EJECUCION	
DESCRIPCION DEL CONCEPTO:				UNIDAD
				CANTIDAD
				TOTAL APROX
MATERIAL	U		PROPUESTO	
		CANTIDAD	PRECIO	COSTO DIR
				SUMA
OBRA DE MANO				
				SUMA
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
				SUMA
CONTRATISTA:	RESIDENTE		MATERIALES	
	FIRMA CPTO. Y VOL.		MANO DE OBRA	
ANALISTA	DEPTO. P. UNITARIO.		HERR. Y EQUIPO	
			COSTO DIRECTO	
			IND. Y UTILIDAD %	
			P.U.	

HOJA

CONTRATISTA: 1 / 2

OBRA: UBICACION

PARTIDA: EJECUCION

DESCRIPCION DEL CONCEPTO:

UNIDAD

EXCAVACION A CIELO ABIERTO EN MATERIA S.

M³

EXCAVADO, BARRIDO Y LIMPIEZA

CANTIDAD

TOTAL APROX

MATERIAL

U

CANTIDAD

PROPUESTO

PRECIO

COSTO DIR

SUMA

ORRA DE MANO

PRON SALARIO MINIMO GRAL

JOR

0.0250

12.490.4

302.72

SUMA

302.72

EQUIPO Y HERRAMIENTA

TRASCAND

H/M

0.0100

125.000

1.250

HERRAMIENTA PRON

JOR

0.007

302.72

211

SUMA

1.250.211

CONTRATISTA: RESIDENTE

MATERIALES

302.72

MANO DE OBRA

1250.21

ANALISTA: FIRMA CPTO. Y VOL.

HERR. Y EQUIPO

1552.93

DEPTO. P. UNITARIO

COSTO DIRECTO

IND. Y UTILIDAD %

P.V.

			HOJA	
CONTRATISTA:			1 / 1	
OBRA:			UBICACION	
PARTIDA:			EJECUCION	
DESCRIPCION DEL CONCEPTO:				UNIDAD
ACERO No. 3 HABILITADO Y ARMADO EN CIMENTACION				TON
				CANTIDAD
				TOTAL APROX
MATERIAL				
	U	CANTIDAD	PROPUESTO PRECIO	COSTO DIR
ACERO No. 3 (378)	TON	1.09	1'249,000.00	1'361,410.00
ALAMBRE No. 18 RECOCIDO	KG	2.3	2,550.00	62,500.00
				SUMA
				1'423,910.
OBRA DE MANO				
AYUDANTE DE FIERRERO	JOR	5.000	12,846.2	64,231.
FIERRERO	JOR	5.000	17,016.57	85,082.9
				SUMA
				141,313.9
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA AYUDANTE DE FIERRO	JOR	.15	64,231	9,634.65
HERRAMIENTA FIERRO	JOR	.15	85,082.9	12,762.4
				SUMA
				22,397.05
CONTRATISTA:	RESIDENTE	MATERIALES	1'423,910	
		MANO DE OBRA	141,313.9	
		HERR. Y EQUIPO	22,397.4	
ANALISTA	FIRMA CPTO. Y VOL.	COSTO DIRECTO	1'595,621.00	
	DEPTO. P. UNITARIO.	IND. Y UTILIDAD %		
		P.V.		

			MOJA	
CONTRATISTA:			1 /	
OBRA:			UBICACION	
PARTIDA:			EJECUCION	
DESCRIPCION DEL CONCEPTO:				UNIDAD
CONCRETO 300-19 EN COLUMNA, FABRICADO, COLOCADO, VIBRADO, PERFILADO, DES-				ML
PERDICIO Y MUESTRAS.				
				CANTIDAD
				TOTAL APROX:
MATERIAL	U	CANTIDAD	PROPUESTO	COSTO DIR
CEMENTO GRIS NORMAL	TON	4849	180,000.00	87,282
ARENA	M3	5454	16,685.00	9,099
GRAVA 3/4	M3	6866	16,685.00	11,455.92
AGUA	M3	2182	4.76	1,0382
			SUMA:	109,608.16
OBRA DE MANO				
PEON SALARIO MINIMO GRAL	JOH	4000	12,490.4	4,996.16
ALBASIL OBRA NEGRA	JOH	1003	14,147.94	1,419.04
PEON SALARIO MINIMO GRAL	JOH	1,0000	12,490.4	1,2490.4
ALBASIL DE 2a OBRA NEGRA	JOH	1000	14,147.94	1,414.7
ALBASIL DE 2a OBRAS NEGRAS	JOH	1042	12,147.94	1,414.11
			SUMA:	21,734.41
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA PEON	JOH	0650	17,486	1,136.59
HERRAMIENTA ALBASIL DE 2a	JOH	0090	4,310	38.763
ACEITE LUBRICANTE	LT	100	3,000	300
MALACATE	H/M	2318	24,550	5,679.1
ELUMA CAPACIDA 1 TON	H/M	2711	35,300	9,569.83
GASOLINA	LT	1,7420	493	858.806
TRABADOS COMO G. DICHILO	H/M	3442	25,900	8,914.78
			SUMA:	26,497.706
CONTRATISTA:	RESIDENTE	MATERIALES	109,608.16	
		MANO DE OBRA	21,734.41	
ANALISTA	FIRMA CPTO. Y VOL.	HERR. Y EQUIPO	26,497.76	
	DEPTO. P. UNITARIO.	COSTO DIRECTO	157,840.12	
		IND. Y UTILIDAD %		
		P.V.		

DESCRIPCION DEL CONCEPTO:			UNIDAD	
RISO DE CONCRETO 150-19 DE 5CM DE ESPESOR INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA.			M ²	
			CANTIDAD	
			TOTAL APROX	
MATERIAL				
	U	CANTIDAD	PRECIO	COSTO DIR
CEMENTO GRIS NORMAL	TON	0.0160	180,000.00	2,880
ARENA	M3	0.0247	16,685.00	412.12
GRAVA 1/4	M3	0.0385	16,685.00	642.38
AGUA	M3	0.0186	4.76	0.088
			SUMA:	3,234.668
OBRA DE MANO				
PEON (MOZTERO)	JOB	0242	12,490.4	302.1
PEON SALARIO MINIMO GRAL	JOB	0250	12,490.4	312.26
ALBAÑIL DE 2a OBRA NEGRA	JOB	0250	14,147.99	351.7
PEON (LIMPIEZA GRUESA)	JOB	0155	12,490.4	193.608
			SUMA:	1,161.86
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA PEON	JOB	0018	807	1,453.1
HERRAMIENTA ALBAÑIL DE 2a	JOB	0011	353.7	784
REVOLVEDORA MEDIO SACO	M/H	0243	32,000.00	777.6
GASOLINA	LT	0983	493	78.76
ACEITE LUBRICANTE	LT	0041	3,000	12.3
			SUMA:	840.191
CONTRATISTA:	RESIDENTE	MATERIALES	3,934.668	
		MANO DE OBRA	1,161.86	
	FIRMA CPTQ. Y VOL.	HERR. Y EQUIPO	840.191	
ANALISTA	DEPTO. P. UNITARIO.	COSTO DIRECTO	5,096,528	
		IND. Y UTILIDAD %		
		P.U.		

CONTRATISTA:			HOJA	
OBRA:			UBICACION	
PARTIDA:			EJECUCION	
DESCRIPCION DEL CONCEPTO:				UNIDAD
ALBANA DE CONCRETO 150-19 DE 20x25 CM FORMADA CON CUATRO VARILLAS N.º. 3 NORMAL, ESTIBOS 1/4 c/10 CM				ML
				CANTIDAD
				TOTAL APROX:
MATERIAL	U	CANTIDAD	PRECIO	COSTO DIR
CEMENTO GRIS NORMAL	TON	.0165	180,000	2,910
ARENA	M3	.0313	16,685	522.24
GRAVA 3/4	M3	.0340	16,685	567.29
AGUA	M3	.0109	4.76	.05
ALAMBRE No. 18 RECOCIDO	KG	.0435	2,500	108.75
CLAVO	KG	.0590	1,848	109.032
MADERA PINO DE 3a.	PT	1.3700	1,165.89	1,597.393
ACEITE PARA CIMBRA	LT	.5	445	222.5
ALABRON DE 1/4	KG	1.2375	1,406	1,739.825
ACERO No. 3 (3/8) Fs-1265	TON	.0025	1,249,000	3,122.5
			SUMA:	10,959.07
OBRA DE MANO				
PEON SALARIO MINIMO GRAL	JOR	.1429	8,000	1,145.22
ALBAÑIL SEGUNDA OBRA NEGRA	JOR	.1429	9,037 x.3	2,013.28
PEON LIMPIEZA GRUESA	JOR	.0015	8,000	187.392
			SUMA:	3,985.892
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA PEON	JOR	.0087	1,972.6	17,156.9
HERRAMIENTA ALBAÑIL 2a.	JOR	.0084	2,013.28	16.91
REVOLVEDORA 1/2 SACO	H/M	.0243	32,000.00	777.6
VIBRADOR CONO G. DE DICHICO	H/M	.0195	25,900.00	505.05
GASOLINA	LT	.0983	493	48.4619
ACEITE LUBRICANTES	LT	.0041	3,000	12.3
			SUMA:	1,377.4783
CONTRATISTA:	RESIDENTE	MATERIALES		10,959
		MANO DE OBRA		3,985.892
	FIRMA CPTO. Y VOL.	HERR. Y EQUIPO		1,377.47
ANALISTA	DEPTO. P. UNITARIO.	COSTO DIRECTO		16,321.77
		IND. Y UTILIDAD %		
		P.U.		

DESCRIPCION DEL CONCEPTO		UNIDAD		
CASTILLO DE CONCRETO 150-19 AHOGADO EN UN BLOCK HUECO DE BARRO		ML		
14X10X24 UNA VARILLA No. 3 FS-1265		ML		
MATERIAL Y MANO DE OBRA.		CANTIDAD		
		TOTAL APROX.		
MATERIAL	U	CANTIDAD	PROPUESTO	COSTO DIR
ACERO No. 3 (3/8) FS=1265	TON	.0006	1,249,000.00	794.4
CEMENTO GRIS NORMAL	TON	.0030	180,000.00	540.
ARENA	M3	.0047	16,685.00	78.41
GRAVA 3/4	M3	.0065	16,685.00	108,4525
			SUMA:	1,476.3525
OBRA DE MANO				
PEON SALARIO MINIMO GRAL	JOR	1000	12,490.4	1249
ALBANIL DE 2a. OBRA NEGRA	JOR	1000	14,147.99	1,414.79
PEON (LIMPIEZA GRUESA)	JOR	0159	1,490.4	192.5
PEON (MORTERO)	JOR	.0044	12,490.4	55.2
			SUMA:	2,811.9
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERRAMIENTA PEON	JOR	.0048	1,496.7	7.16
HERRAMIENTA ALBANIL DE 2a.	JOR	.0045	1,414.8	63.66
ANDAMIO PEON	JOR	.0046	1,496.7	7.18
ANDAMIO ALBANIL DE 2a.	JOR	.0045	1,414.8	63.66
			SUMA:	141.68
CONTRATISTA:	RESIDENTE	MATERIALES	1,476.3525	
		MANO DE OBRA	2,911.9	
ANALISTA	FIRMA CPTO. Y VOL.	HERR. Y EQUIPO	141.68	
	DEPTO. P. UNITARIO	COSTO DIRECTO	4,529.9325	
		IMP. Y UTILIDAD %		
		P.U.		

HOJA

 CONTRATISTA: _____
 OBRA: _____ UBICACION _____
 PARTIDA: _____ EJECUCION _____

DESCRIPCION DEL CONCEPTO:

 APLANADO DE YESO FUERTE EN MUROS C/MAESTROS A PLOMO
 Y REGLA CON BOQUILLAS, REMATES Y CORTES.

UNIDAD

2

M

CANTIDAD

TOTAL APROX:

MATERIAL

U

PROPUESTO

		CANTIDAD	PRECIO	COSTO DIR
YESO	TON	.200	90,369	1,807.4
CEMENTO NORMAL GRIS	TON	.0010	180,000	180.0

SUMA 1,987.4

OBRA DE MANO

AYUDANTE YESERO	1JOR	0.0580	12,846.22	755.0811
YESERO	1JOR	0.0580	16,364.9	948.98

SUMA 1,694.0611

EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA AYUDANTE DE YESERO	1JOR	.0026	795.0811	2.03
HERRAMIENTA YESERO	1JOR	.0026	948.46	2.98
ANDAMIO AYUDANTE DE YESERO	1JOR	.0026	795.0811	2.03
ANDAMIO YESERO	1JOR	.0026	948.46	2.98

SUMA 9.02

CONTRATISTA:	RESIDENTE	MATERIALES	1,987.4
		MANO DE OBRA	1,694.0611
	FIRMA CPTO. Y VOL.	HERR. Y EQUIPO	9.02
ANALISTA	DEPTO. P. UNITARIO:	COSTO DIRECTO	3,690.51
		IND. Y UTILIDAD %	
		P.U.	

CONTRATISTA: _____ /

OBRA: _____ UBICACION _____

PARTIDA: _____ EJECUCION _____

DESCRIPCION DEL CONCEPTO: _____ UNIDAD

MURO DE TABIQUE BAÑO COMPRIMIDO 14 CM

PERFORACION VERTICAL ESMALTADO 14X20X10 M²

CANTIDAD

TOTAL APROX

MATERIA

U

PROPUESTO

		CANTIDAD	PRECIO	COSTO DIR
TABIQUE PERFORADO SJ 14X20X10	PZA	55	669	36795
CONCRETO GRIS NORMAL	TON	.0093	180,000	1674
ARENA	M3	.0320	16,685	533.92
AGUA	M3	.0075	4.76	0
ALAMBRADO 1/4	KG	6820	3,000	2046

SUMA 41,015.73

OBRA DE MANO

PEON SALARIO MINIMO GRAL.	JOR	.1565	12,490.4	1,954.8
ALBAÑIL DE 1a. O OFICIAL DE ACABADO	JOR	.1866	17,679.15	3,298.9
PEON (MORTEO)	JOR	.0163	12,490.4	203.59
PEON (LIMPIEZA GRUESA)	JOR	.0155	12,490.4	193.60

SUMA 5,656.89

EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA DE PEON	JOR	.0061	2,351	14.34
HERRAMIENTA DE ALBAÑIL DE 1a.	JOR	.0050	3,248	16.47
ANDAMIO PEON	JOR	.0033	2,351	7.76
ANDAMIO ALBAÑIL DE 1a.	JOR	.0033	3,248	10.88

SUMA 56.25

CONTRATISTA: RESIDENTE MATERIALES 41,015.73

MANO DE OBRA 5,656.89

ANALISTA: FIRMA CEO. Y VOL. HERR. Y EQUIPO 36.25

DEPTO. P. UNITARIO. COSTO DIRECTO 45,703.75

INP. Y UTILIDAD %

P.U.

			HOJA	
CONTRATISTA:			1 /	
OBRA:			URUBACION	
PARTIDA:			EJECUCION	
DESCRIPCION DEL CONCEPTO:				UNIDAD
PUERTA EMBOLLADA 140x230 CM, C/BASTI60X DE PINO 38 MM				
C/30 CM. 2 SENTIDOS, FORRO TRIPLE 6 MM.				PZA
				CANTIDAD
				TOTAL APROX
MATERIAL	U	CANTIDAD	PROPUESTO	COSTO DIR
MADERA PINO DE 1a	M ²	16.10	2,509	40,378.9
TRIPLA PINO 1 CABA DE 6MM	M ²	7.08	26,784	189,630.
FORMINA-TEKA 417 TIPO 02	M ²	7.08	27,624	195,577.
RESISTOL 5000	LT	1.50	12,600	18,900.
RESISTOL 350	LT	1.000	8,709	8,709.
CLAVO	KG	.20	1,948	369.6
LIJA	PZA	1.000	309	309.
				SUMA: 453,873.4
OBRA DE MANO				
CARPINTERO EBANISTA	JOR	.9741	11,285	17,137.736
AYUDANTE DE CARPINTERO EBANISTA	JOR	.9741	8,240	12,513.509
				SUMA: 29,651.236
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
HERR. DE CARPINTERO EBANISTA	JOR	.0438 (1.03)	17,137.736	374.6
HERR. DE AYUD. DE CARPINTERO EBAN.	JOR	.0438	12,513.509	375.40
				SUMA: 890
CONTRATISTA:	RESIDENTE	MATERIALES	453,873.4	
		MANO DE OBRA	29,651.23	
	FIRMA CPTO. Y VOL.	HERR. Y EQUIPO	890.	
ANALISTA	DEPTO. P. UNITARIO.	COSTO DIRECTO	484,414.64	
		IND. Y UTILIDAD %		
		P.U.		

DESCRIPCION DEL CONCEPTO:				UNIDAD	
COLOCACION BARANDAS, PLOMEADO, HUELADO, AMACIZADO ONDAS CON MORTERO.				EZA	
				CANTIDAD	
				TOTAL APROX	
MATERIAL		U	PROPUESTO		
			CANTIDAD	PRECIO	COSTO DIR
CEMENTO	GRIS NORMAL	TON	.0073	190,000	414
ARENA		M3	.0026	16,685	126.805
AGUA		M3	.0018	4.76	8.56
				SUMA	549,366
OBRA DE MANO					
ALBAÑIL DE 1a. O OFICIAL DE ACABA	JOR	1250		4,340	7,209.89
DOS:					
RECÓN SALARIO MINIMO	JOR	1250		8,000	1,501.6
RECÓN LIMPIEZA GRUESA	JOR	0017		8,000	21.23
RECÓN (MORTEO)	JOR	0010		8,000	12.49
				SUMA	3,805.21
EQUIPO Y HERRAMIENTA					
HERRAMIENTA ALBAÑIL 1a	JOR	0056		2,209.89	12,375.3
HERRAMIENTA RECÓN	JOR	0058		1,525.32	9.25
				SUMA	21,625.3
CONTRATISTA:	RESIDENTE	MATERIALES		542.166	
	FIRMA CPTO. Y VOL.	MANO DE OBRA		3,805.21	
ANALISTA	DEPTO. P. UNITARIO.	HERR. Y EQUIPO		21,625.3	
		COSTO DIRECTO		4,175.203	
		IMP. Y UTILIDAD %			
		I.P.U.			

C A P I T U L O V I I

CONCLUSION

Una de las mayores preocupaciones de éste trabajo es el de poder contar con un mayor acervo bibliográfico actualizado, para la materia de Construcción I de la carrera de Ingeniería Civil, introduciendo al estudiante en el estudio del proceso constructivo conociendo los recursos que lo forman: Materiales, Mano de Obra y Equipo. Para esto se ha tomado el programa vigente de dicha materia.

Dentro del aspecto de la Mano de Obra el personal que labora en la construcción está organizado en diversos niveles jerárquicos como son: Maestro, Oficial y Ayudante o Peón.

Haciendo un análisis de costos, el conocer en forma integral y profunda la obra por valorizar para que, ya dentro del aspecto particular de la Mano de Obra pueda preverse la cantidad de personal que requiera, calidad, conocimiento esperado en base a las condiciones en que se desarrollará el trabajo, garantías, seguridad, sindicatos, especialidades, etc.

Por lo que respecta a la maquinaria de construcción, tiene finalidad de mostrar de manera general y detallada los diferentes aspectos que abarcan su descripción, clasificación, consumos y rendimientos. Se estudio en forma representativa varias máquinas, principalmente en el empleo de tierras, conociendo que existen gran diversidad de máquinas que conjuguen una obra; la cual puede dividirse en forma general en equipo pesado y ligero, la cual depende exclusivamente del tipo de trabajo en que se utilicen, tomando en consideración que algunos equipos son utilizados únicamente en trabajos propios de edificación, es decir, en zonas urbanas, mientras el resto en grandes obras de construcción como son: Presas hidroeléctricas, movimiento de tierras, carreteras.

Esto no implica que su utilización no puedan ser empleados en trabajos exclusivos ya que el campo de aplicación de una máquina es muy extensa.

En materiales de construcción se tendrá la necesidad de conocer los diferentes productos, sus correspondientes propiedades y aplicaciones. Hasta los factores que puedan alterar los precios en el mercado, sin embargo esta labor es más difícil cada día por la gran diversidad de productos que salen a la venta y por ciertos factores que modifican día a día los precios de los materiales.

BIBLIOGRAFIA

Introducción al Proceso Constructivo
Jorge H. de Alba C., Ernesto Mendoza S.
Facultad de Ingeniería de la U. N. A. M

Factores de consistencia y Precios Unitarios.
Jose Carreño Romani, Jorge H. de Alba C.
Facultad de Ingeniería de la U. N. A. M.

Principales materiales fabricados y su uso.
Facultad de Ingeniería de la U. N. A. M.

Equipo de Construcción
Juan Cesar Aceves Serrano
División de Educación Continua de la Facultad
de Ingeniería de la U. N. A. M.

Control de Mantenimiento
Juan Cesar Rangel Urbina.
División de Educación Continua de la Facultad
de Ingeniería de la U. N. A. M

Tomo III del Manual de Construcción de la S. A. R. H.

Que hace el Ingeniero Civil
Francisco Paniagua, Ernesto Barreno Diaz
Editorial Trillas