



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ARAGÓN

“APUNTES PARA LA ASIGNATURA DE RECURSOS  
DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PLAN 2007”

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :  
**INGENIERO CIVIL**

P R E S E N T A :  
**EMMANUEL HERNÁNDEZ RANGEL**

ASESOR:

Mtro. JOSÉ PAULO MEJORADA MOTA





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## ***Dedicatoria***

A mis queridos padres, son ustedes quienes verdaderamente son los dueños de este título, sin su apoyo no lo habría logrado, mil gracias por ser mis guías, por haberme apoyado en todo momento, por sus valores, por sus consejos, cuando sentía que no podía más, tu “Mama” me decías que le echara muchas ganas, que si iba a poder por que era bien inteligente, gracias por esa motivación que me saco adelante, por todo su cariño, paciencia y comprensión, por ser para mi un ejemplo de trabajo, esfuerzo y dedicación. A ustedes les dedico esta tesis y el esfuerzo de todos estos años de estudio y de un aprendizaje que siempre llevaré grabado en mi corazón, porque como siempre me lo dices “Papá”, la educación es la única herencia que me dejarás, mil gracias porque por fin cobraré mi fortuna en sabiduría y lucharé por un futuro aún mucho mejor. Los amo...

## ***Agradecimientos***

Primeramente quiero darle las gracias a Dios que me permitió llegar hasta este momento.

A toda mi familia, Mama Lupe, tíos, tías, primos, primas, y los que ya no están con nosotros, les agradezco a todos ustedes con toda mi alma el haber llegado a mi vida y el compartir todos esos momentos agradables y algunos tristes, pero esos momentos son los que nos hacen crecer y valorar a las personas que nos rodean, sin su apoyo y consejos no lo hubiera logrado.

A todos mis profesores, en especial al Mtro. José Paulo Mejorada Mota, gracias por todo su apoyo, sus consejos y dedicación para la elaboración de esta tesis, por su paciencia y comprensión mil gracias, “al fin la termine”.

A mi querida *Universidad Nacional Autónoma de México* quien me dio educación y una formación profesional que me servirán de herramientas para poder enfrentarme a la vida. Me siento orgulloso de pertenecer a la “UNAM”.

---

---

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>CAPITULO I. CONTEXTO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO</b> ....	7
I.1 Generalidades .....	7
I.2 Campos de la ingeniería Civil. ....	14
I.3 Relación de la constitución con los demás campos de la ingeniería civil. ....	20
I.4 Objetivos de la ingeniería Civil. ....	21
I.5 Recursos: materiales, mano de obra y equipos. ....	21
I.6 El proceso constructivo .....	24
I.7 Procesos de control: administrativo y de calidad. ....	25
I.8 Interpretación de planos de construcción. ....	25
I.9 Integración de costos de recursos. ....	
I.10 Identificación de conceptos de obra, su unidad de medición y su cuantificación. ....	35
I.11 Elaboración de especificaciones. ....	35
I.12 Bases para el diseño de un proceso constructivo. ....	36
I.13 Criterios de cuantificación de conceptos de obra en función de especificaciones. ....	37
<b>CAPITULO II. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE MANO DE OBRA</b>	
II.1 Plantilla de trabajadores. ....	39
II.2 Prestaciones y obligaciones obrero-patronales que enuncia la Ley Federal del Trabajo. ....	40
II.3 Incrementos a los salarios nominales por prestaciones y primas otorgadas por las leyes vigentes y Contrato Colectivo de Trabajo. ....	43
II.4 Determinación de los rendimientos (mano de obra) de las principales actividades de la construcción. ....	57

---

---

---

---

### **CAPITULO III TIPOS, APLICACIONES Y COSTOS UNITARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN**

III.1 Partes y mecanismos principales del equipo usual en construcción. . . . .	63
III.2 Tipos y aplicaciones del equipo usual de construcción. . . . .	67
III.2.1 Equipo para fabricación, transporte y colocación de concreto . . . . .	67
III.2.2 Tractores y sus aditamentos opcionales . . . . .	72
III.2.3 Máquinas de carga. . . . .	76
III.2.4 Motoescrepas. . . . .	79
III.2.5 Motoconformadoras. . . . .	81
III.2.6 Equipos de compactación . . . . .	83
III.2.7 Máquinas utilizadas en plantas de trituración, cribado y lavado de agregados. . . . .	90
III.2.8 Equipo auxiliar utilizado en obra . . . . .	98
III.2.9 Equipo de transporte . . . . .	108
III.2.10 Equipo de barrenación y sus accesorios. . . . .	112
III.2.11 Equipo de pavimentación. . . . .	119
III.2.12 Excavadoras giratorias y aditamentos opcionales. . . . .	123
III.3 Costos por unidad de tiempo de la maquinaria empleada en trabajos de construcción. . . . .	128

### **CAPITULO IV MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DETERMINACIÓN DE SUS COSTOS**

IV.1 Las rocas. Su utilización en mampostería, en acabados, en rellenos, pedraplenes, enrocamiento y escolleras. . . . .	137
IV.2 Los suelos. Su clasificación, tratamiento y utilización en cimentaciones, rellenos, terraplenes, caminos, canales, como cementantes, etc. . . . .	141
IV.3 Las gravas. Su tratamiento y utilización en pavimentos, concreto, filtros, etc. . . . .	151
IV.4 Las maderas. Su clasificación, su tratamiento y utilización en obra negra y en obra definitiva. Accesorios que requiere: clavos, pernos, tornillos, pijas, pegamentos. . . . .	158
IV.5 El cemento. Su fabricación y clasificación. Propiedades físicas y químicas. Su utilización. Su resistencia a la comprensión, tensión y cortante en el concreto, en el asbesto-cemento, como cementante, como material de sello en morteros. Resistencia al intemperismo, a los agentes externos como fuego, sales, ácidos, etc. . . . .	161

---

---

---

IV.6	Cal, yesos, aditivos y puzolanas. . . . .	173
IV.7	Los asfaltos y las emulsiones asfálticas. Su obtención, clasificación y utilización en pavimentos, impermeabilizantes como selladores. Resistencia al intemperismo y a los agentes externos. . . . .	180
IV.8	El acero y sus aleaciones. El aluminio, los metales en general. Su fabricación. Propiedades físicas y químicas. Su utilización. Sus resistencias a la comprensión, tensión y cortante. Resistencia a los agentes externos como fuego, sales, etc. Formas comerciales. . . . .	182
IV.9	Los ladrillos y las cerámicas. Su fabricación y clasificación. Propiedades físicas y químicas. Su utilización. Sus resistencias a la comprensión, tensión, cortante. Resistencia a los agentes externos. Formas comerciales. . . . .	192
IV.10	Las pinturas, los silicones, las resinas y las resinas epóxicas, los plásticos y los polímeros, los materiales selladores. Su utilización en recubrimientos como selladores, como impermeabilizantes y para reparación de grietas. Propiedades..	199
IV.11	Materiales industrializados: plásticos, vítreos, aglomerados de madera, etc. . . . .	207
IV.12	Procedimiento de cálculo de costos a pie de obra. . . . .	219

## **CAPITULO V      PRESUPUESTOS**

V.1	Costos directos. Integración de costos de recursos. . . . .	221
V.2	Costos indirectos. . . . .	226
V.3	Costo financiero. . . . .	239
V.4	Criterios para la determinación de la utilidad. Impuestos. . . . .	244
V.5	Integración de precios unitarios. . . . .	247
V.6	Identificación de conceptos de obra y su unidad de medición, en función de las especificaciones. . . . .	259
V.7	Elaboración de antepresupuestos. . . . .	295
V.8	Estrategias de presupuestación. . . . .	298
V.9	Elaboración de presupuestos. Costo total de la obra. . . . .	313
V.10	Índices de costos en la construcción. . . . .	318
V.11	Variación por efectos o causas económicas. Escalación. . . . .	321
V.12	Tipos de contratos más usuales y su influencia en el presupuesto. . . . .	321

---

---

---

**CAPITULO VI    USO DE SOFTWARE PARA LA ELABORACION  
DE PRESUPUESTOS**

VI.1    Softwares mas usados en México . . . . . 341

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . . . 353**

**BIBLIOGRAFÍA . . . . . 357**



## INTRODUCCIÓN

Los presentes apuntes surgen ante la falta de contar con un libro que integre todos los temas del programa de la materia de Recursos de la Construcción, del plan de estudios 2007, aprobado y acreditado recientemente.

El propósito del presente texto es crear una fuente de información clara, completa y actual, que contenga la totalidad de los contenidos de los temas del plan de estudios vigente, proponer nuevos temas y conceptos de estudio para reforzar los estipulados en programa, enriquecer al profesor con información actualizada para preparar su clase, y que sirva de apoyo a estudiantes de asignaturas afines como libro de consulta.

En el capítulo II desarrollamos una introducción al proceso constructivo, haciendo referencia a los antecedentes históricos de la humanidad y en particular de nuestro país en el ámbito de la construcción, se describen los diferentes campos de la ingeniería civil y sus objetivos.

En el capítulo III definimos las plantillas de trabajadores, sus prestaciones y obligaciones otorgadas por las leyes vigentes, así como la determinación de sus rendimientos en las principales actividades de la construcción, hasta llegar a determinar su costo directo.

En el capítulo IV identificamos los tipos y sus aplicaciones del equipo más usual de la construcción, determinando sus costos horarios.

En el capítulo V describimos los principales tipos de materiales de construcción, definiendo sus propiedades y usos, calculando sus costos unitarios a pie de obra.

En el capítulo VI integramos un presupuesto detallado de obra considerando los factores que inciden en su elaboración.

En el capítulo VII se describen los principales programas de cómputo que se utilizan para la elaboración de presupuestos de obra y se desarrolla una breve introducción para el uso de NEODATA, presentándose ejemplos de integración de precios unitarios.

Al término de estos apuntes se pretende que el lector identifique los principales recursos de la construcción y sus costos unitarios, cuantifique los conceptos de obra, y formule un presupuesto de obra.



## CAPITULO I.

### CONTEXTO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

#### I.1 Generalidades.

La construcción en el Continente Americano, es tan antigua como la aparición del hombre, modificando la naturaleza que le rodeaba para llegar a construir, ya establecido en grupos sociales, su primera choza, el primer pozo para extraer agua, su primera vereda.

Teotihuacán, ciudad sagrada de grandes monumentos destaca por su planificación conforme a un riguroso trazo urbano que contempla calles con banquetas, red de drenaje pluvial, plazas, templos y mercados.

La cultura maya por su parte alcanzo un alto grado de desarrollo en la construcción de edificios, construyendo varios de dos, tres y hasta cinco pisos utilizando con mucho éxito la bóveda falsa o de voladizo. La cultura azteca quienes erigieron grandes templos y palacios. La isla que fue el corazón de lo que hoy es nuestra impresionante ciudad capital, se ligaba con el exterior por medio de calzadas que se cortaban y unían por medio de puentes levadizos, cumpliendo la doble función de comunicar y defender.

Los aztecas, se valieron de un ingenioso procedimiento para construir sus chinampas, construían canoas y trajineras para su transporte y el agua potable les llegaba por un elemental pero utilísimo acueducto. Tiempo después, durante la época de la Colonia, surgieron acueductos, edificios, viviendas y caminos que hicieron aparecer a México ante los ojos del mundo, como un pueblo talentoso audaz en la realización de sus obras.

En esta época, en algunas de las técnicas de construcción, se aprecia una fusión de procedimientos aztecas y europeos.

Hacia fines de siglo XVI, empiezan a construirse edificios de estilo renacentista y plateresco. Del siglo XVII hasta fines del XVIII predomina en las edificaciones el estilo barroco mexicano. A finales de este mismo siglo, Manuel Tolsá realiza el Colegio de Minería donde se alojó el Real Seminario de Minas y posteriormente la Escuela Nacional de Ingeniería de la UNAM.

Sin embargo todas estas construcciones pueden considerarse todavía como producto de una actividad artesanal desarrollada por grupos de trabajadores más o menos organizados, pues no fue si no hasta principios del siglo pasado, cuando se constituyeron las primeras empresas constructoras.

### **Vías Terrestres**

En 1926 con las rutas México-Pachuca y México-Puebla se inician los primeros caminos para automóviles. En 1946 se lleva a cabo los primeros ensayos con la fotografía aérea y la fotogrametría. El uso de la fotogrametría se intensifica llegándose a realizar con este procedimiento, la tercera parte de los proyectos carreteros en 1958. En 1963 comienza a emplearse el método llamado fotogramétrico-electrónico que aún se utiliza.

La red de carreteras mexicana estaba constituida, en el año 1996, por 312,301 km y en el 2006 por 356,945 km, distribuidos entre las categorías de troncal federal, alimentadoras estatales, caminos rurales y brechas mejoradas.

El crecimiento de estas infraestructuras se debe principalmente al gran desarrollo alcanzado en la construcción de autopistas (de cuatro carriles), que son explotadas por concesión a particulares y por los gobiernos de los diferentes estados. En total existen 5,456 kilómetros de carreteras de peaje, incluidas las estatales y las otorgadas en régimen de concesión; además, 39 puentes en el territorio nacional aplican peaje en su tránsito y son explotados de forma directa por el Estado.

Dentro el Programa de Comunicaciones y Transportes de cada año, la mayor parte de la inversión pública en este sector se dedica a la construcción de carreteras (70%); de este porcentaje, casi la mitad tiene su destino en la conservación y modernización de los tramos ya existentes, mientras que una cuarta parte se destina a caminos rurales, una sexta a nuevas carreteras libres y sólo una décima parte a autopistas.

Para este año 2009 se tiene planeado construir 8,500 kilómetros de carreteras en todo el país.

Por lo que respecta a los ferrocarriles, la primera vía (México-Veracruz) se inició en 1850 y se concluyó en 1866. En 1884 se termina la ruta México-Ciudad Juárez. Para 1905 la red se había extendido a 16 000 kilómetros llegando a tan solo 19 000 kilómetros de vías en malas condiciones en 1926. Cuarenta años más tarde la red creció a 23 500 kilómetros de vía.

En el 2006 México contaba con 26,662 kilómetros de vías férreas divididos en vías principales, secundarias y particulares y el parque de locomotoras dispone aproximadamente de 1,350 unidades.

Un 10% de la inversión pública destinada a comunicaciones y transportes está destinada a los ferrocarriles, según las pautas de los programas anuales de Comunicaciones y Transportes; estas inversiones se encuentran destinadas, principalmente, a la conservación y mantenimiento de la red ya existente.

### **Irrigación**

El 9 de enero de 1926, el diario oficial de la Federación publicó la “Ley sobre Irrigación con Aguas Federales”, se crea un organismo que se denominará Comisión Nacional de Irrigación.

Entre los trabajos llevados a cabo por la Comisión, se encuentra la construcción de presas de almacenamiento como las Calles en el río Santiago, Don Martín (Venustiano Carranza) en el río Salado, Taxhimay en el río San Luis de la Peras. La Angostura en el río Bavispe, Valsequillo en el río Atoyac, etc.

El 1° de enero de 1947 nace la Secretaría de Recursos Hidráulicos absorbiendo las funciones de la Comisión Nacional de Irrigación. En treinta años de funciones la Secretaría terminó 412 presas de almacenamiento con capacidades entre 0.5 y 12,960 millones de metro cúbicos.

Para el 29 de diciembre de 1976 se da a conocer en el diario oficial la fusión de las Secretarías de Agricultura y Ganadería y la de Recursos Hidráulicos, constituyéndose la actual Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La infraestructura hidráulica del país hasta el 2008, está constituida por aproximadamente:

- 4 000 presas de almacenamiento
- 6.3 millones de hectáreas con riego
- 2.6 millones de hectáreas con temporal tecnificado
- 439 plantas potabilizadoras en operación
- 1 077 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación
- 1 448 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación
- 120 plantas desaladoras en operación
- 3 000 km de acueductos

Existen alrededor de 4000 presas en México, de las cuales 667 están clasificadas como grandes presas de acuerdo con la definición de la “International Commission on Large Dams”, ICOLD. Es decir, tienen una profundidad mayor a los 15 metros y/o una capacidad mayor a los 3 millones de metros cúbicos. La capacidad de almacenamiento de las presas del país es de 150 km cúbicos de agua.

Actualmente se encuentra en construcción las presas El Cajón y la Yesca.

## **Aeropuertos**

En los años treinta se inicia la construcción de pistas y aeródromos en todo México. En la siguiente década la red aérea estaba constituida por 60,000 km. y se contaba con 100 aviones particulares y 140 comerciales. El 10 de marzo de este mismo año se crea Aeropuertos y Servicios Auxiliares; se inician entonces las obras de adaptación en las diferentes zonas de los aeropuertos que facilitan el servicio a los distintos tipos de aviones de reacción.

Tras iniciarse en 1905 el Plan Nacional de Aeropuertos, la red aeroportuaria actual está constituida por 50 aeropuertos de los cuales 38 permiten la operación de turborreactores.

Actualmente los aeropuertos existentes en el país son 83, de los cuales 30 prestan servicio nacional y 53 internacional. Del total, 58 dependen administrativamente de la empresa Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA); el grupo restante agrupa a los que tienen titularidad estatal, federal, municipal y otros privados.

Por destino se clasifican en cuatro grandes grupos:

- *Metropolitanos*: México DF, Guadalajara, Monterrey y Toluca;
- *Turísticos de playa*: Cancún, Puerto Vallarta, Acapulco, San José del Cabo, Mazatlán, Zihuatanejo, Cozumel, Veracruz, La Paz, Bahías de Huatulco, Manzanillo, Puerto Escondido, Guaymas y Loreto;
- *Regionales*: Aguascalientes, León, Campeche, Chihuahua, Ciudad del Carmen, Ciudad Obregón, Ciudad Victoria, Colima, Cuernavaca, Culiacán, Durango, Hermosillo, Los Mochis, Mérida, Minatitlán, Morelia, Oaxaca, Poza Rica, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tampico, Tamuin, Tehuacán, Tepic, Torreón, Tuxtla Gutiérrez, Uruapan, Villahermosa y Zacatecas; y, por último,
- *Fronterizos*: Chetumal, Ciudad Juárez, Matamoros, Mexicali, Nogales, Nuevo Laredo, Tapachula, Reynosa y Tijuana.

Al margen de las infraestructuras aeroportuarias ya citadas, México cuenta con otros 1,033 aeródromos privados y públicos. En conjunto todas las instalaciones dan servicio a 6,255 aeronaves nacionales (1,184 comerciales, 4,537 particulares y 534 oficiales) y al resto de las compañías extranjeras que tienen vuelos regulares con el país.

En la actualidad, operan en el país 35 compañías extranjeras de 21 países que conectan México con numerosos destinos en todos los continentes.

La mayor concentración de pasajeros y operaciones se localiza en el aeropuerto del Distrito Federal, registrándose un flujo anual superior a los 16 millones de personas; éste, junto con las instalaciones de Tijuana, Puerto Vallarta, Monterrey, Cancún, Mexicali y Guadalajara, concentra más del 70% del movimiento de pasajeros a nivel nacional.

### **Puertos**

En los años cincuentas el impulso de la economía y las necesidades crecientes de un proceso de industrialización repercuten en el sistema de transporte nacional, generando la necesidad de una ampliación de la infraestructura existente. En este período adquieren un gran desarrollo los puertos de Ensenada, Guaymas y Mazatlán.

Asimismo se adecuan y mejoran otros puertos como: Manzanillo, Tampico, Salina Cruz y Coatzacoalcos. En la siguiente década se crea la Comisión Nacional Coordinadora de Puertos.

Se implementa el régimen de zonas francas concesionadas a las empresas de servicios portuarios. Se emprenden obras de mejoramiento en las instalaciones de Tampico, Veracruz y Coatzacoalcos.

Se crea la Subsecretaría de Puertos y Marina Mercante, se crea de igual forma en esta década el Servicio Multimodal Transístmico, con el objeto de coordinar el transporte multimodal de las mercancías que, en el tránsito interoceánico, arriben a los puertos de Coatzacoalcos, Ver., o de Salina Cruz Oax., consolidándose de esta forma la superestructura del sistema Portuario de México.

En la presente década se continúa con los trabajos para la terminal de contenedores del Servicio Multimodal Transístmico en Salina Cruz, Oax.

En Lázaro Cárdenas, Michoacán se amplían 210 m. al muelle de carga general y se continúa con la construcción de un muelle para el manejo de contenedores.

En Manzanillo, Col. se construye una bodega de tránsito de 3 600 m<sup>2</sup>, un patio de contenedores y se inicia la construcción de 200 m. de muelle.

En cuanto a puertos industriales, se realizan estudios y se inician las obras de los cuatro puertos industriales Altamira, Tamps., Laguna de Ostión, Ver., Salina Cruz, Oax., y Lázaro Cárdenas, Mich.

## **El Ingeniero Civil**

Para determinar los campos de acción en que se desenvuelve, es necesario primero, reflexionar acerca de qué es y qué hace el “Ingeniero Civil”. Tratar de definirlo es sumamente difícil; sin embargo, se sabe que se le nombró Civil, para destacar el hecho de que su función estaba alejada de cualquier finalidad de índole militar. El significado de la palabra “Ingeniería” como sabemos, deriva del latín ingenium, que significa capacidad de discurrir e inventar.

En uno de sus múltiples artículos, el Ing. Jorge L. Tamayo señala que: “es característica del ingeniero la aplicación del concepto de eficiencia en los servicios y en la producción para poder satisfacer la creciente demanda.

La técnica misma no tiene justificación cuando no va asociada a la eficiencia; hasta que se realiza el ayuntamiento de técnica y eficiencia es cuando surge el ingeniero. Antes de la conjunción existe el artesano, el artista, el capaz y el experto, no el ingeniero”.

“Ingeniero Civil es el profesional capacitado con los conocimientos físico-matemáticos, que le permiten transformar óptimamente los recursos para la realización de obras civiles de servicio colectivo, tales como: caminos, puentes, ferrovías, canales, terminales aéreas y marítimas, etc. donde cubre las etapas de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las mismas”.

El Ingeniero Civil se desenvuelve dentro de un marco legal establecido, que trata de garantizar básicamente la seguridad y economía de las obras y la preservación del medio ambiente.

*Algunas de las actividades que realiza el Ingeniero Civil:*

- Proyecta y construye vías de comunicación como: carreteras, puentes, ferrovías, terminales aéreas y marítimas, obras fluviales de riego y de generación de energía y obras urbanas.
- Planea y construye canales, presas, tanques, redes de agua, alcantarillados en general, diferentes sistemas hidráulicos y sanitarios.
- Proyecta estructuras y calcula la resistencia de los materiales para la construcción y cimentación de las misas.
- Realiza estudios sobre mecánica de suelos, estructuras hidráulica.
- Participa en la planeación y construcción de unidades habitacionales, obras industriales y de infraestructura.
- Interviene en la planeación de servicios públicos como pavimentación, alumbrado y drenaje.
- Realiza actividades docentes y de investigación.
- Actualmente tiene gran auge en la dirección de obras.

*Características que conforman el perfil del Ingeniero Civil.*

- ✓ Su trabajo primordialmente es intelectual, requiere de juicio e ideas originales.
- ✓ Requiere de cierta habilidad para supervisar el trabajo técnico y administrativo de otras personas.
- ✓ Su capacidad para el manejo de conceptos abstractos debe ser sobresaliente.
- ✓ Para el análisis de la mayoría de los problemas son necesarias inventiva, habilidad e ingenio.
- ✓ Capacidad para tomar decisiones.
- ✓ Disponibilidad para tratar con personas de diversa preparación, criterio y caracteres.
- ✓ Facilidad para organizar y dirigir el trabajo.
- ✓ Tener conocimiento de los problemas políticos, económicos y sociales de su comunidad.
- ✓ En algunos casos, buena resistencia física para sesiones de trabajo prolongadas bajo condiciones y ambientes físicos adversos.

Las cualidades antes mencionadas son importantes para el Ingeniero Civil, por la actividad decididamente humana que desarrolla, y que influye no solo en el medio ambiente y la naturaleza, sino también en la vida de muchas personas que forman parte de la sociedad en que vive.

Las transformaciones sufridas en los ámbitos político y económico en el mundo, y de manera particular en el país, han ocasionado cambios sustanciales en las relaciones comerciales entre las naciones. La sociedad mexicana vive un proceso de transición en los órdenes económico, político, social y cultural; pero

este cambio, no se ha dado de manera homogénea en los distintos ámbitos de la sociedad. En los años se han puesto en operación estrategias para incorporar a México en los mercados mundiales, aumentar la competitividad de la planta productiva y la modernización de la economía, incorporando el avance en los conocimientos científicos y tecnológicos. Los profesionistas deben actualizarse en los procesos productivos y la aplicación de las nuevas tecnologías para ser más competitivos en el mundo laboral, cada día más globalizado. Esto implica para las instituciones formadoras de profesionistas y en nuestro caso particular de ingenieros civiles, dotarlos de nuevas habilidades, que les permitan innovar en tecnología, ampliar sus capacidades de información y desarrollar su creatividad, para ser más útiles a la sociedad.

Es evidente que los adelantos técnicos y tecnológicos, la demanda actual de los mercados laborales, nacionales e internacionales, hace necesario reforzar la formación de los egresados, para ubicarlos en los niveles de los requerimientos actuales.

Como resultado de lo anterior fue necesario actualizar el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil de la FES Aragón, eliminando los contenidos obsoletos, incorporando temas actuales de gran importancia, y por consiguiente la renovación de la bibliografía y la elaboración de los presentes apuntes.

## **I.2 Campos de la ingeniería civil.**

El trabajo que le corresponde a la ingeniería civil es el de resolver las necesidades que van presentando los individuos y la sociedad en cuanto a satisfactores e infraestructura útiles, económicos y seguros.

A los satisfactores e infraestructura se les nombra obras, para la realización de una obra se sigue un proceso el cual para cada tipo de obra es similar y debe ser un procedimiento ya aceptado por los profesionistas dedicados en esa rama. Para la conclusión de una obra es necesario llevar un procedimiento ordenado.

Debido a la gran diversidad de conocimientos que son parte de la ingeniería civil y el amplio campo de acción del ingeniero civil se distinguen las siguientes etapas.

- ❖ Investigación Pura
- ❖ Investigación Aplicada

- ❖ Planeación
- ❖ Diseño
- ❖ Construcción
- ❖ Operación Y Mantenimiento

### ***Investigación Pura.***

El objetivo principal de este campo es la búsqueda metódica y sistemática de nuevos conocimientos para su aplicación en otros campos de la ingeniería.

En la Investigación Pura se aplica el método científico para crear modelos matemáticos para la resolución de problemas.

El método científico 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.

La investigación denota un extenso grupo de actividades en las cuales se ocupa el ingeniero civil incluyendo la investigación de nuevos hechos en la naturaleza, en algunas ocasiones no se considera el valor utilitario posterior de los resultados que se tengan en un campo de actividades específico.

La investigación en ingeniería comprende una amplitud de actividades creativas y más profunda en lo que se refiere a la investigación aplicada.

### ***Desarrollo o investigación aplicada***

Es la aplicación directa de los conocimientos generados en el campo de la investigación pura, a la solución de problemas específicos de la ingeniería.

Se desarrollan modelos a escala y se ponen a prueba para garantizar la seguridad de las obras y obtener estructuras reales.

## **Planeación.**

Proceso de análisis sistemático, documentado y cuantitativo en la medida de lo posible, previo al planteamiento de una solución, a la definición y ordenamiento de las actividades que conducen a ser mejorado.

La planeación puede asociarse con varias actividades, se puede planear un procedimiento constructivo, la compra de maquinaria y su utilización en obra, abastecimiento de materiales y la utilización de mano de obra necesaria a las actividades programadas.

En un marco más amplio podemos hablar de la planeación de obras de infraestructura vial, de alguna ciudad, infraestructura carretera para la comunicación de varias ciudades o la unión de estados, el desarrollo de un distrito de riego. Esto se puede planear conociendo las necesidades de cada región.

En términos generales los mecanismos de planeación son:

- a) Conocimientos de la situación que se pretende cambiar.
- b) Necesidad e interés por parte de la colectividad de realizar la modificación y proyección futura lo que implica de ello la definición de un fin.
- 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.

Los mecanismos referidos pueden resumirse en dos etapas:

- Los estudios previos que comprenden la localización del sitio de la obra, beneficios esperados y la factibilidad económica.
- La utilización de maquinaria, materiales y mano de obra requeridos para la realización satisfactoria de la obra.

Debido a la gran cantidad de variables que intervienen durante la planeación y programación de una obra y la interrelación hace difícil su manejo, actualmente este trabajo se esta automatizando para el manejo de varias alternativas y poder seleccionar la mas factible.

El ingeniero civil que se dedica a planeación y sistemas puede realizar funciones tales como:

- ✓ Suministrar a los funcionarios de una institución o empresa, tanto información relevante y oportuna como sea posible para auxiliarlos en la toma de decisiones.
- ✓ Proponer objetivos a largo plazo y formar los planes que permitan alcanzarlos como un marco de referencia para unir o coordinar proyectos individuales.
- ✓ Balancear el programa de desarrollo general para asegurar que se progrese según todos los lineamientos prefijados, haciendo al mismo tiempo el mejor y más efectivo uso de los recursos.
- ✓ Formular objetivos y planes para proyectos individuales, consistentes en los objetivos a largo plazo.
- ✓ Conocer las necesidades presentes de la organización y anticipar las facturas con objeto de que estas se encuentren preparadas cuando se presenten.
- ✓ Lleva a cabo cada una de las operaciones lo más eficientemente posible, balanceando la precisión, el detalle la velocidad etc., de acuerdo con la fase del proceso en que se encuentre el proyecto.
- ✓ Los gastos y presupuestos de una obra.

### **Diseño**

En el campo de la ingeniería civil, consiste en la utilización de los principios científicos, la información técnica disponible e ingenio al momento de definir una obra ya que esta debe cumplir con los requisitos de funcionalidad, seguridad y economía.

Es la etapa de la simulación de la obra con diseños a escala, de lo que queremos construir para que la obra pueda tener un resultado satisfactorio.

El proyectista o diseñador se apoya de los datos que requiere y que generalmente son proporcionados por planeación y así definir las posibles soluciones de un problema determinado, con planos y especificaciones de la solución que resulten factibles.

En el diseño de una obra de ingeniería intervienen sin duda diversas especialidades.

El ingeniero civil que se dedica al diseño debe tomar en consideración la factibilidad técnica y económica de su proyecto.

---

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

*Geotecnia:*

El geotecnista aprovecha sus conocimientos de mecánica de suelos, mecánica de rocas y geología; para resolver problemas de cimentación y comportamiento de masas de suelos y/o rocas.

*Estructuras:*

El profesionalista especializado en esta área realiza los diseños estructurales de los proyectos de ingeniería, atendiendo a los planteamientos teóricos 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.

*Hidráulica:*

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

*Ingeniería sanitaria y ambiental:*

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, así como los tratamientos de agua, suelo y aire.

**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 último se encarga de la realización física de la obra de acuerdo con proyecto y las especificaciones señaladas por el proyectista o diseñadores.

Las obras que el ingeniero civil realiza en esta área 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 pluviales, 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 y puertos.

*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 públicas y viviendas.

Lo variado de las obras y los problemas que se presenten durante la construcción, obligan al especialista en esta área a tener una preparación muy completa en toda la rama de la ingeniería civil; necesariamente tiene que relacionarse con ingeniería 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:

- Planeación de la construcción
- Ejecución con base a planos y especificaciones
- Resuelve problemas particulares que se presentan en la realización de la obra
- Control: establece y opera los mecanismos necesarios para mantener la calidad, dentro de lo especificado.
- Seguridad: cuida y es responsable de la seguridad de los trabajadores en el desempeño de sus labores.

## **Operación Y Mantenimiento**

Una vez que la obra esta concluida, la obra debe cumplir la función para la que fue realizada, la operación de las obras no necesariamente lo hacen los ingenieros civiles.

Por el uso que se le da a una obra cualquiera; sufre daños los cuales si no son reparados, pueden ocasionar daños mayores, por eso el mantenimiento de una obra es esencial para que cumpla satisfactoriamente con su cometido y la vida útil de esta sea mayor.

La falta de mantenimiento puede ocasionar que una obra no dure siquiera su vida útil o tengan que realizarle reparaciones costosas.

### **I.3 Relación de la construcción con los demás campos de la ingeniería civil.**

El hecho de que las actividades que realiza un ingeniero civil en alguno de los campos mencionados, no implica que sus conocimientos se restrinjan a esa área específica ya que todos los campos de la ingeniería civil están relacionados entre si, por ejemplo: un ingeniero que se dedica a diseñar debe actualizar los nuevos conocimientos que se hayan descubierto para una mejor solución de sus problemas, y también debe conocer si diseñan, por ejemplo: algún drenaje, el tipo de suelo en el que se va a construir.

Es durante la construcción donde se ve realizado el trabajo de los diseñadores y planeadores de una obra, para un diseñador es la conclusión de su trabajo, para el constructor es cuando empieza su trabajo.

La construcción es la realización física de las obras, es la materialización de las ideas del diseñador expresados en planos y especificaciones que conforman el proyecto de obra, estas obras pueden ser desde pequeñas hasta obras de gran importancia mismas que van conformando la infraestructura; que apoya a las diversas actividades económicas. La construcción contribuye un poco a solucionar el problema del desempleo y muchos de los trabajadores van adquiriendo paulatinamente conocimientos de algún oficio. Además de la industria de la construcción, con la realización de las obras. Otras industrias se benefician con la generación de empleos y mayor crecimiento económico como la industria del cemento y acero.

#### **I.4 Objetivos de la ingeniería Civil.**

Los objetivos de la ingeniería civil son: la transformación de la naturaleza para satisfacer las necesidades de la sociedad en lo que se refiere a la construcción de vivienda e infraestructura necesaria para el bienestar general.

Estas obras deben de cumplir con tres condiciones: Deben ser funcionales, seguras y económicas.

#### **I.5 Recursos: materiales, mano de obra y equipos.**

##### ***Materiales.***

Es indispensable para el Ingeniero Civil conocer ampliamente los materiales en todos los aspectos, esto es de utilidad para seleccionar los materiales óptimos, para las condiciones de trabajo, de servicio, calidad y acordes con las limitaciones económicas.

Los materiales se clasifican en cuanto a su origen en:

- Naturales
- Elaborados
- Artificiales

Pero también se pueden clasificar en cuanto a su composición, resistencia o calidad.

El conocimiento de sus propiedades características y aplicaciones de los materiales, resulta particularmente importante para el Ingeniero Civil.

El precio de adquisición del material para fines de análisis de precios es el costo del material puesto en obra y además se deben incluir los desperdicios en su utilización.

La abundancia y escasez depende directamente de la demanda en el mercado. Un material puede ser escaso porque la demanda sea excesiva o que sea ocasional, por lo que no conviene utilizar materiales raros.

Un material puede ser muy abundante o muy escaso en un determinado lugar, dependiendo de la abundancia o escasez de la materia prima que lo

compongan; de ahí la conveniencia de utilizar en la medida de lo posible materiales que se encuentran en la región.

### **Mano de obra**

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

- Por día.
- Por destajo.
- Por tarea.

Sera por día, cuando deba darse al trabajador una cantidad fija por jornada normal de trabajo. Sera por destajo, si la remuneración se valoriza en base a las unidades de trabajo ejecutadas por el trabajador y afectadas 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 ventajas y desventajas; para determinar cual es el más adecuado en cada caso, habrá que estudiar y analizar las condiciones y tipo de trabajo a realizar. En una misma obra podrán emplearse diferentes sistemas simultáneamente. Sin embargo, en términos generales, podemos hacer notar que en los trabajos realizados a destajo, se tendrá 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 sobre los trabajos que se realicen bajo este sistema. La experiencia demuestra que si existe una adecuada vigilancia y un estricto control de calidad laborando por día, pueden obtener óptimos resultados a bajo costo el sistema por tareas es el menos empleado y su utilización esta restringida a aquellos trabajos en los que el riesgo y la calidad requerida sean mínimos, como pueden ser excavaciones menores, acarreos locales, estibado de madera y varilla.

El personal que labora en la industria de la construcción, esta organizado en los niveles jerárquicos cuyas principales categorías son las de maestro, oficial y ayudante, las que a su vez dependiendo del tipo y magnitud de la obra, se dividen en otras tantas subcategorías, como pueden ser: oficial de primera, segunda, cabo, etc..

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

### *Salario*

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

Salario diario, salario base o salario nominal, el que se paga en efectivo al trabajador por día transcurrido, (incluyendo domingos, vacaciones y días festivos) mientras dura la relación laboral. Por el cual fue contratado.

Salario mínimo, el 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 que menciona la comisión, por lo que el ingeniero deberá considerar en sus análisis los salarios realmente vigentes en la localidad donde se ejecutara la obra.

Salario real, es la erogación total del patrón por día trabajado, que incluye pagos directos al trabajador, prestaciones en efectivo y en especie, pagos al gobierno por concepto de impuestos y pagos a instituciones de beneficio social.

### ***Equipo.***

La capacidad de ejecución de una empresa constructora, debe estar acorde con la calidad y cantidad de sus elementos de producción.

Esta circunstancia, permitirá que la empresa disponga, en el caso particular de la maquinaria, del equipo adecuado con el que pueda realizar los trabajos que le sean encomendados, dentro de los plazos fijados en las relaciones contractuales cumpliendo, simultáneamente, con las especificaciones de construcción.

Una obra cualquiera, puede ser ejecutada mediante diversos procedimientos de construcción y empleando diferentes equipos; pero, lógicamente, para ejecutar determinado trabajo siempre existirá algún procedimiento y determinado equipo por medio de los cuales las operaciones del

contratista sean realizadas en forma óptima desde el punto de vista de la economía. Por otra parte, el mercado de la construcción ofrece una nutrida variedad de maquinaria de diferentes marcas, modelos, capacidades y especificaciones de calidad. Deberán por tanto realizarse estudios cuidadosos, a fin de determinar cual es la maquinaria más conveniente para la óptima ejecución

## **I.6 El proceso constructivo.**

El proceso constructivo es la transformación de los recursos materiales, mano de obra, la maquinaria y equipo, en una obra terminada. Los tres recursos o insumos deben ser debidamente combinados para su óptima transformación a obra terminada.

## **I.7 Procesos de control: administrativo y de calidad.**

### *Control administrativo*

Es la revisión y actuación para corregir el proceso en función de los costos, esto es que se deben de ir tomando decisiones en la construcción para que lo que esta planeado se realice como fue previsto. Tenemos que manejar un gran conjunto de variables, estudiar sus relaciones, analizar sus limitaciones y se deben hacer a un lado las variables no significativas. Sera necesario revisar a lo largo del proceso si el objetivo es cumplido, esto se hace comparando en la construcción lo realizado contra lo planeado, en función del objetivo; si algo falla, lo planeado no coincidiera con lo ejecutado se tendrá que corregir. Esto es el control administrativo.

### *Control de calidad.*

Es la revisión continua que se hace de la obra en ejecución para que se lleve a cabo la construcción de acuerdo con el proyecto, esto se logra tomando un muestreo para compararlo con el estándar y si hay desviaciones significativas corregirlas.

## **I.8 Interpretación de planos de construcción.**

Para lograr la interpretación de planos de construcción es necesario que el proyectista use la simbología adecuada para cada obra, si no es así deberá incluir en los planos la simbología adecuada para que el ingeniero encargado de la construcción al estar analizando el plano lo pueda interpretar, además se deberán establecer en plano las especificaciones generales de construcción. Si son planos estructurales se deberá observar la calidad del concreto y del acero.

## **I.9 Integración de costos de recursos.**

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.

### *Unidad de obra*

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

En términos generales, los elementos que componen un precio unitario son:

*Costos Directos:* Materiales, mano de obra y equipo.

*Costos Indirectos:*

- Administración en obra.
- Administración Central.
- Financiamiento, fianzas y seguros.

$$\text{Costo Unitario} + \text{Utilidad} = \text{Precio Unitario}$$

Esto es, podemos clasificar dentro de los costos directos de un concepto de trabajo, todas aquellas erogaciones efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo. Todos aquellos gastos generales; necesarios para la construcción del proyecto, que no han sido considerados dentro de los costos directos, clasificarlos, como costos indirectos. La suma de ambos será el costo unitario de dicho concepto.

La utilidad será entonces, la ganancia que debe considerar cada empresa contratista, como resultado a sus esfuerzos técnicos, administrativos y

---

económicos, para cumplir con la realización de un proyecto. La suma del costo unitario mas utilidad será el precio unitario de un concepto de obra.

Los elementos que integran los costos directos, los costos indirectos y el elemento utilidad, son los que nos permiten valorar el precio unitario.

#### *Costos directos.*

Cargos aplicados 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 intervienen en la ejecución de un concepto de trabajo y el rendimiento que desarrolla dicho personal en un determinado periodo de tiempo.

#### *Cargo directo por materiales.*

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

#### *Maquinaria.*

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

#### *Herramientas.*

Dentro del mismo costo directo debe considerarse el cargo por herramientas, generalmente de poco valor, aun cuando en determinada 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 practica se pueden integrar factores en punci3n de la mano de obra que resultan bastante aproximados y que cubren el gasto que se efectúa por este concepto.

### *Costos indirectos administración central.*

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

Los costos totales de la administración se pueden agrupar de la siguiente manera:

- ✓ Gastos técnicos y administrativos.
- ✓ Depreciaciones, alquileres y mantenimiento.
- ✓ Obligaciones y seguros.
- ✓ Materiales de consumo.
- ✓ Capacitación y promoción.
- ✓ Previsiones.

### *Gastos técnicos y administrativos.*

Cubren esencialmente los sueldos y honorarios del personal técnico administrativo, así como por servicios de asesoría contable, fiscal, legal, laboral y otras. Se pueden enlistar:

- Honorarios o sueldos de los ejecutivos de la organización (directores, gerentes, superintendentes).
- Honorarios o sueldos de consultores, auditores, contadores, personal técnico de apoyo, secretarias, recepcionistas, almacenistas, choferes, dibujantes, ayudantes en general, personal de servicio.
- Gastos de representación y viáticos del personal de oficina matriz.
- Gastos de estudios e investigaciones.

### *Depreciaciones, alquileres y mantenimiento.*

Los espacios físicos que la organización ocupa para operar, sean propios o rentados, generan gastos tanto para utilizarlos como para mantenerlos en buenas condiciones de servicio. Se consideran en este renglón:

- ✓ Depreciaciones y/o rentas de los inmuebles, equipo y mobiliario de oficina.
- ✓ Depreciaciones y/o rentas de equipo de transporte

- ✓ Servicios tales como teléfono, luz, correo, telégrafo, radio, computadoras, tenencias y placas de vehículos.
- ✓ Amortización de gastos de organización e instalación.

#### *Obligaciones y seguros.*

Son los gastos que se originan en cumplimiento de las disposiciones de ley, así como para proteger a los elementos de la organización de algunos riesgos a los que están sujetos. Se incluyen:

- ✓ Suscripciones y cuotas tales como la cámara nacional de la industria de la construcción.
- ✓ Cuotas a colegios y asociaciones profesionales.
- ✓ Seguros de vida.
- ✓ Seguros de vehículos y oficinas contra robo, incendio y otros percances.
- ✓ Obligaciones y prestaciones del personal de oficina central (seguro social, infonavit, vacaciones, aguinaldo, gratificaciones, etc.)

#### *Materiales de consumo.*

Son los gastos necesarios para la adquisición y uso de materiales necesarios en la operación de la empresa, entre otros:

- ✓ Combustibles y lubricantes de vehículos asignados a la oficina central.
- ✓ Papelería y útiles de escritorio.
- ✓ Material de dibujo.
- ✓ Copias.
- ✓ Artículos para limpieza.
- ✓ Pasajes.
- ✓ Varios.

#### *Capacitación y promoción.*

Por ley, los empleados y trabajadores tienen derecho a capacitarse y, por otro lado, la organización requiere promocionarse para aumentar su mercado de trabajo. Se considera por tanto:

- ✓ Capacitación en todos los niveles de la organización (inscripciones a cursos, becas, compra de libros y revistas).
- ✓ Promoción y publicidad.
- ✓ Atención a clientes.
- ✓ Preparación de propuestas no aceptadas o promociones perdidas.

*Previsiones.*

Con objeto que la organización este en posibilidad de hacer frente a situaciones de emergencia o planeadas, es conveniente considerar este renglón, en el que pueden incluirse:

- ✓ Periodos de inactividad.
- ✓ Servicios médicos de emergencia.
- ✓ Donativos e indemnizaciones.

Conocidos los gastos totales por concepto de administración central en un periodo determinado, se pueden expresar como porcentaje del costo directo empleando la siguiente expresión:

$$\begin{array}{l} \% \text{ sobre costo directo de} \\ \text{Los gastos de oficina Central} \end{array} = \frac{\text{Costo total de oficina central}}{\text{costo directo total de las} \\ \text{Obras ejecutadas en el periodo} \\ \text{considerado.}} \times 100$$

Es usual que el porcentaje por este concepto varié entre un 3 y un 8% según la eficiencia de la organización.

*Administración y gastos generales de obra.*

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

- ✓ Honorarios, sueldos y prestaciones.
- ✓ Instalaciones y obras provisionales.
- ✓ Transporte, fletes y acarreos.
- ✓ Gastos de oficina.
- ✓ Varios.

*Honorarios, sueldos y prestaciones.*

Este aspecto cubre todas las erogaciones originadas por el personal técnico-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 la residencia, que suele ser un ingeniero superintendente o residente general, hasta sobrestante, cabos y demás.

Dentro de este aspecto quedan involucrados los siguientes renglones:

- ✓ Honorarios de superintendentes e ingenieros auxiliares.
- ✓ Honorarios y sueldos de personal administrativo y de servicios (jefe de oficina, secretarias, pagador, oficinistas, almacenistas, laboratoristas).
- ✓ Sueldos y salarios de personal obrero (bodegueros, mecánicos, soldadores, choferes, veladores).
- ✓ Seguro social e impuestos sobre remuneraciones pagadas, del personal técnico y administrativo en obra.
- ✓ Pasajes y viáticos.
- ✓ Compensaciones y gratificaciones.

### *Instalaciones y obras provisionales*

Incluimos 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:

- ✓ Campamento: oficinas de obra, talleres, bodegas, almacenes,
- ✓ Comedores, dormitorios, laboratorios de campo y patios de almacenamiento.
- ✓ Conservación y mantenimiento de las estructuras anteriores.
- ✓ Instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de gas, y su conservación.
- ✓ Tapiales y cercas.
- ✓ Muelles.
- ✓ Señalamientos.
- ✓ Casetas de vigilancia.
- ✓ Instalaciones deportivas y recreativas.
- ✓ Escuela.
- ✓ Iglesia.
- ✓ Instalaciones para servicio medico.

### *Trasporte, fletes y acarreo.*

En este aspecto se agrupan los gastos originados por:

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

### *Gastos de oficina*

- ✓ Papelería y útiles de escritorio.
- ✓ Correo, telégrafos, teléfono y radio.
- ✓ Situaciones bancarias.
- ✓ Copias, duplicados de planos y documentos.
- ✓ Consumo de luz, agua, gas, etc.
- ✓ Relaciones publicas, donativos, atenciones.
- ✓ Suscripciones y cuotas.
- ✓ Envíos.
- ✓ Pasajes y transportes locales.
- ✓ Amortización de muebles y enseres de oficina.
- ✓ Amortización de equipo de ingeniería.

### *Varios*

En este aspecto se involucran otras erogaciones, como pueden ser:

- ✓ Sindicatos
- ✓ Amortización y consumos de equipo y herramienta de talleres.
- ✓ Control de calidad.
- ✓ Ingeniería de seguridad.
- ✓ Riesgos de obras terminadas. (Reclamaciones posteriores).
- ✓ Conservación de la obra hasta la entrega.
- ✓ Derechos de paso y usufructo.
- ✓ Letreros en general. (Señalizaciones)
- ✓ Servicios médicos de emergencia.
- ✓ Intercomunicación.
- ✓ Limpieza de obra en proceso y para entrega.
- ✓ Desmantelamientos.
- ✓ Rupturas y reposiciones (ductos, pavimentos, cables, Etc.).

Conocido el costo de administración de una obra, se puede expresar como porcentaje del costo directo de la misma.

$$\begin{array}{l} \% \text{ sobre costo directo} \\ \text{por administración} \\ \text{en obra} \end{array} = \frac{\text{costo total de administración en obra}}{\text{costo directo total de la obra analizada}} \times 100$$

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

#### *Financiamiento.*

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

El monto de los financiamientos dependerá, en cada caso en particular, de la relación que exista entre el programa previsto de erogaciones y el programa esperado de ingresos, dependiendo el primero del programa general de obra, y el segundo de la forma de pago establecida en el contrato.

La manera conveniente de calcular el costo del financiamiento es apoyándose en un flujo de caja, en el cual se registra en función del tiempo, el programa de egresos y recuperaciones esperado. Posteriormente, se obtienen las diferencias, entre estos egresos e ingresos, se acumulan, y se multiplican por la tasa de interés vigente en el momento de efectuar el análisis. El costo así obtenido, en relación al monto total de la obra, nos proporciona el porcentaje que por este concepto debe afectar los costos indirectos.

También, es posible calcular el porcentaje de este costo, utilizando expresiones como la siguiente, que propone Fonatur.

$$NF = CV (TC/2 + PE + TP) - (PV/TC \times PE \times n ((n+1) / 2)) - (VA / VE)$$

y posteriormente

$$F = (NF \times i) / CV$$

En la cual:

NF = Es la necesidad de financiamiento (miles-mes )

CV = Es el costo de venta, igual al precio de venta menos la Utilidad (miles) (PV-U).

TC = Tiempo de construcción (meses) pe periodo entre estimaciones (meses).

---

TP = Tiempo de pago de estimaciones (meses).

PV = Precio de venta (miles).

n = TC/PE

VA = Valor del anticipo (miles).

F = Financiamiento en forma decimal.

i = Tasa de interés mensual vigente (decimal).

VE = Valor de la estimación media.

U = Utilidad

El financiamiento puede representar desde el 0% hasta un 50% y aun más del costo total de la obra.

#### *Fianzas, seguros.*

Involucramos 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 términos generales este renglón puede representar entre un 1% y un 4% del costo total de la obra.

#### *Utilidad*

Al tratar este tema, nos introducimos en un campo en el que cada empresa debe determinarse libremente, sin más limitaciones que las que le fijan sus obligaciones para consigo misma y para la sociedad. Concebida la empresa como una entidad de servicio, sus obligaciones en el campo de lo económico y en el campo de lo social son: supervivencia 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 régimen de empresa libre y de economía privada, el capital tiene un papel generador. Al desempeñarlo asume un riesgo. Es pues de conveniencia social y de justicia evidente que tenga una remuneración equitativa.

En la determinación de la utilidad, las empresas deben considerar el pago de impuestos a que esta sujeta, así como el efecto de la inflación, mismo que las

leyes hacendarías de nuestro país toman en cuenta.; asimismo, la participación que de ella deben hacer, por ley, a los trabajadores.

La utilidad se expresa como un porcentaje de la suma del costo directo total y de los costos indirectos; 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 deba ejecutarse, magnitud de la obra, etc. Es común en nuestro medio y dadas circunstancias normales, que el porcentaje de utilidad, oscile entre un 8% y un 15%.

### *Cargos adicionales*

Son los correspondientes a las erogaciones 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 indirectos ni en la utilidad. Se expresan generalmente como porcentaje sobre la suma de los costos directos más indirectos más utilidad.

Estos cargos siempre representan un porcentaje del precio unitario, ya que en general se gravan directamente sobre el importe total de los contratos. Entre estos cargos se pueden mencionar:

- El pago de los derechos de inspección de obras públicas, por parte de la secretaria de hacienda, que paga toda empresa constructora cuando contrata con organismos gubernamentales y que corresponde al 0.5% del importe de lo contratado.
- El pago de la capacitación del trabajador que paga toda empresa constructora que realiza obra para el sector oficial y, que corresponde al 0.2% el importe del contrato.
- Los pagos de impuestos estatales y municipales, que pagan las empresas constructoras cuando se realizan obras en provincia.
- Inspecciones que realiza la entidad contratante y que corresponde al 3% de la obra ejecutada.
- Aportaciones a colegios.

### **I.10 Identificación de conceptos de obra, su unidad de medición y su cuantificación.**

Los conceptos de obra constituyen en si una descripción resumida de los trabajos que se han de realizar, donde se describen las especificaciones particulares para definir y delimitar plenamente las actividades que en el mismo concurren. Cada concepto de obra deberá indicar las unidades de medición del mismo y estas deben ser congruentes y adecuadas para la cuantificación de los trabajos a los que se refiera.

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

### **I.11 Elaboración de especificaciones.**

Las especificaciones son el conjunto de requerimientos exigidos en los proyectos y presupuestos para definir con precisión y cantidad el alcance de los conceptos de trabajo.

Son los lineamientos necesarios y requisitos que se deben satisfacer para ejecutar un trabajo específico.

*Especificaciones generales.* Definen las características de los elementos o conceptos más usuales del tipo de obra a construir.

Además conforme a las características específicas del proyecto, se establecen especificaciones particulares que deben ser consideradas para lograr la calidad prevista.

Las especificaciones definen que, como y donde se va a realizar la construcción de los distintos conceptos que conforman la obra.

Entre más precisa y detallada sea una especificación, el presupuesto que se realice será lo más parecido a lo real que se construya.

Para que exista uniformidad en los conceptos de obra cuando se realiza un presupuesto este se deberá apegar a las especificaciones generales establecidas.

Las especificaciones de un concepto en particular deben contener:

- Descripción del concepto.
- Materiales que intervienen y su calidad.
- Alcance de la ejecución del concepto.
- Medición para fines de pago.
- Cargos que incluyen los precios unitarios.

### **I.12 Bases para el diseño de un proceso constructivo.**

Para el diseño de un proceso constructivo es necesario, conocer las actividades que se realizarán en una obra. Conociendo las actividades estas se pueden programar de forma que las que conforman las actividades críticas vayan en sucesión y no haya pérdida de tiempo y retraso en la obra. Las actividades no críticas se pueden ir realizando a la vez de las críticas, pero en estas hay una holgura de tiempo.

Por ejemplo para la construcción de un colector de drenaje existen cuatro actividades críticas: excavación, plantilla, instalación de tubería y relleno. En algunos tipos de suelos como son los de la zona del lago en la ciudad de México y municipios de la zona oriente del estado de México es necesario si la profundidad es mayor de 3 mts. Que en un lapso de una hora se excave, se instale tubería y se rellene por lo menos un 40% de lo excavado.

Por lo tanto nuestro proceso constructivo será excavar, hacer plantilla, colocar tubería y rellenar, esto se hace en tramos hasta de 3 mts. De longitud ya que a mayor longitud se corre el riesgo de que los taludes de la cepa sean inestables y se requiera además o se cierra la cepa.

Las actividades de construcción de pozos de visita y complemento de rellenos se pueden ir realizando a la vez que se sigue con las actividades críticas.

### **I.13 Criterios de cuantificación de conceptos de obra en función de especificaciones.**

Debido a que en las especificaciones se hace mención de la medición del concepto para fines de pago, en función de esta especificación se hace la cuantificación por ejemplo para el pago de la cimbra esta se hace por m<sup>2</sup>; y es el área que esta en contacto con el concreto, para el pago del acero de refuerzo la especificación dice que para fines de pago no se consideran los traslapes, ganchos y escuadras, y desperdicios, solo la longitud establecida por el proyecto por el peso del acero. Para el pago de la excavación esta se hace medida en banco.



## CAPITULO II.

### DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS DE MANO DE OBRA

#### II.1 Plantilla de trabajadores.

Si consideramos que, a cada actividad en edificación corresponde un equipo de obreros que la puede realizar en forma efectiva, creemos que es posible encontrar algunos grupos representativos, de todas o casi todas las actividades que integran la obra ejecutada directamente, por el contratista general.

- Grupo 1. 1/10 de cabo + 1 peón.  
Actividades: excavaciones, acarreos, rellenos, etc.
- Grupo 2. 1/4 de oficial albañil + 1 peón.  
Actividades: plantillas, firmes, vaciados de concreto, etc.
- Grupo 3. 1 oficial carpintero + 1 ayudante carpintero.  
Actividades: cimbra de cimentación, columnas, trabes, etc.
- Grupo 4. 1/2 oficial herrero + 1 ayudante herrero.  
Actividades: acero en cimentación, columnas, trabes, etc.
- Grupo 5. 1 oficial albañil + 1 peón.  
Actividades: cimentación de piedra, dalas, castillos, muros, etc.
- Grupo 6. 1 oficial especialista + 1 peón.  
Actividades: pisos, terrazo, azulejo, cintilla, cerámica, etc.

## **II.2 Prestaciones y obligaciones obrero-patronales que enuncia la Ley Federal del Trabajo.**

Se transcriben a continuación algunos artículos de importancia correspondientes a la ley federal del trabajo:

**Artículo 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 su salario.

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

**Artículo 58.** Jornada de trabajo es el tiempo durante el cual el trabajador esta a disposición del patrón para prestar su trabajo.

**Artículo 61.** La duración máxima de la jornada de trabajo será: ocho horas diurna, siete de nocturna, y siete horas y media de jornada mixta.

**Artículo 66.** Podrá prolongarse la jornada de trabajo por circunstancias extraordinarias, sin exceder nunca de tres horas diarias ni de tres veces por semana.

**Artículo 67.** Las horas de trabajo extraordinario se pagaran con un ciento por ciento más del salario correspondiente a las horas de jornada normal.

**Artículo 68.** La prolongación del tiempo extraordinario que exceda 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.

**Artículo 69.** Por cada seis días de trabajo disfrutara el trabajador de un día de descanso, por lo menos, con goce de salario integro.

**Artículo 71.** Los trabajadores que presten su servicio en día domingo tendrán derecho a una prima adicional de un 25%, por lo menos, sobre el salario de los días ordinarios de trabajo.

**Artículo 73.** Los trabajadores no están obligados a prestar sus servicios en los días de descanso. Si se quebranta esta disposición el patrón pagara al trabajador independientemente del salario que le corresponde por el descanso un salario doble por el servicio prestado.

**Artículo 74.** Son días de descanso obligatorio:

- 1 de enero.
- 5 de febrero.
- 21 de marzo.
- 1 de mayo.
- 16 de septiembre.
- 20 de noviembre.
- 1 de diciembre de cada seis años, cuando corresponde la transmisión del poder ejecutivo federal; y.
- 25 de diciembre.

**Artículo 75.** En los casos del artículo anterior los trabajadores y los patrones determinan el número de trabajadores que deban prestar sus servicios.

Los trabajadores quedaran 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.

Si por la naturaleza del trabajo que se desarrolla en una empresa se requiere de una labor continua, los trabajadores deben convenir con su patrón quienes de ellos deberán prestar sus servicios en los días de descanso obligatorio, y en caso de no llegar a un acuerdo, se planteara el conflicto ante las autoridades del trabajo, conforme a los procedimientos ordinarios señalados en la propia ley.

**Artículo 76.** Los trabajadores que tengan más de un año de servicio disfrutaran de un periodo anual de vacaciones pagadas, que en ningún caso podrá ser inferior de seis días laborables, y que aumentara en dos días laborables hasta llegar a doce, por cada año subsecuente de servicios.

Después del cuarto año, el periodo de vacaciones aumentara en dos días por cada cinco de servicios.

**Artículo 80.** Los trabajadores tendrán derecho a una prima no menor de 25% sobre los salarios que les correspondan durante el periodo de vacaciones.

**Artículo 82.** Salario es la retribución que debe pagar el patrón al trabajador por su trabajo. -

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

Cuando el salario se fije por unidad de obra, además de especificarse la naturaleza de esta, 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 de desgaste natural que sufra la herramienta como consecuencia del trabajo.

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

**Artículo 87.** Los trabajadores tendrán derecho a un aguinaldo anual que deberá pagarse antes del día 20 de diciembre, equivalente a quince días de salario, por lo menos.

Los que no hayan cumplido el año de servicios, independientemente de que se encuentren laborando o no en la fecha de liquidación del aguinaldo, tendrán derecho a que se les pague la parte proporcional del mismo, conforme al tiempo que hubieran trabajado, cualquiera que fuere este.

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

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.

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

**Artículo 136.** Toda empresa agrícola, industrial, minera o de cualquier otra clase de trabajo, esta obligada a proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas e higiénicas. Para dar cumplimiento a esta obligación las empresas deberán aportar al fondo nacional de la vivienda el cinco por ciento sobre los salarios ordinarios de los trabajadores a su servicio.

**Artículo 137.** El fondo nacional de la vivienda tendrá por objeto crear sistemas de financiamiento que permitan adquirir en propiedad habitaciones cómodas e higiénicas para la construcción, reparación y para el pago de pasivos adquiridos por estos conceptos.

### **II.3 Incrementos a los salarios nominales por prestaciones y primas otorgadas por las leyes vigentes y Contrato Colectivo de Trabajo.**

#### **Salario**

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

#### **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 deberá ser suficiente para satisfacer las necesidades normales de un jefe de familia en el orden material, social, cultural y para proveer la educación obligatoria de los hijos.

La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos publica anualmente una tabla con los salarios mínimos generales y profesionales vigentes para las diferentes zonas económicas de la república mexicana, en dicha tabla solo aparecen las categorías aplicables a la industria de la construcción.

#### **Salario Diario, Salario Base o Salario Nominal**

El que se le paga en efectivo al trabajador por día transcurrido (incluyendo domingos, vacaciones y días festivos) mientras dura la relación laboral, y por el cual fue contratado.

#### **Salario Real**

Es la erogación total del patrón por día trabajado, que incluye pagos directos al trabajador, prestaciones en efectivo y en especie, pagos al gobierno por concepto de impuestos y pagos a instituciones de beneficio social.

*Áreas geográficas en que esta dividido el país según la comisión nacional de los salarios mínimos.*

*Área geográfica A:*

Baja california: Todos los municipios del estado

Baja california sur: Todos los municipios del estado

Chihuahua: Los municipios de Guadalupe, Práxedes G., Juárez y Guerrero.

Distrito federal.

Guerrero: El municipio de Acapulco de Juárez.

México: Los municipios de Atizapan de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlan, Cuautitlan Izcalli, Ecatepec, Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz, Tultitlan.

Sonora: Los municipios de Agua Prieta, Cananea, Naco, Nogales, Plutarco Elías Calles, Puerto, Peñasco, San Luis Rio Colorado, Santa Cruz.

Tamaulipas: Los municipios de Camargo, Guerrero, Gustavo Díaz Ordaz, Matamoros, Mier, Miguel Alemán, Nuevo Laredo, Reynosa, Rio Bravo, San Fernando, Valle Hermoso.

Veracruz: Los municipios de Agua Dulce, Coatzacoalcos, Cosoleacaque, Las Choapas, Ixhuatlan del Sureste, Minatitlan, Moloacan, Manchitlan de Lázaro Cárdenas del Rio.

*Área geográfica B:*

Jalisco: Los municipios de Guadalajara, el Salto, Tlajomulco, Tlaquepaque, Tonalá, Zapopan.

Nuevo León: los municipios de Apodaca, Garza García, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza, Santa Catarina.

Sonora: Los municipios de Altar, Atil, Bacum, Benjamín Hill, Caborca, Cajeme, Carbo, la Colorada, Cucurpe, Empalme, Elchojoa, Guaymas, Hermosillo, Huatabampo, Imuris, Magdalena, Navojoa, Opodepe, Oquitoa, Pitiquito, San Miguel de Horcasitas, Santa Ana, Saric, Suaqui Grande, Trincheras, Tubutama.

Tamaulipas: Los municipios de Aldama, Altamira, Antiguo Morelos, Ciudad Madero, Gómez Parias, González, Mante, Nuevo Morelos, Ocampo, Tampico, Xicotencatl.

Veracruz: Los Municipios de Coatzintla, Poza Rica de Hidalgo, Tuxpan.

#### *Área geográfica C:*

Todos los municipios de los estados de:

Aguascalientes, Campeche, Coahuila, Colima, Chiapas, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tlaxcala, Yucatán, Zacatecas.

Mas todos los municipios de los estados:

Chihuahua, Guerrero, Jalisco, México, Nuevo León, Sonora, Tamaulipas y Veracruz “no comprendidos en las áreas Ay B”.

#### **Consideraciones en la integración del salario real.**

##### *Días no laborables por fiestas de costumbre.*

Por tradiciones arraigadas en nuestro medio laboral, los días correspondientes a celebraciones religiosas mas notables, como son: viernes y sábado santos, 3 de mayo, 1 y 2 de noviembre y 12 de diciembre, el obrero no trabaja; es por eso que los constructores aceptan que son días no laborables, de acuerdo con su propia política.

##### *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 deberá considerar a criterio, los días no laborables por esta causa.

##### *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 numero de días no

laborables por causas portuitas, como pudieran ser: lluvia, nieve, calor, frío, inundaciones y derrumbes.

De lo establecido en los incisos anteriores, podemos obtener ya conclusiones importantes aunque parciales, para la integración del salario real del trabajador.

**Primero:** los trabajadores, de acuerdo con la ley, tienen derecho a recibir como compensación a su trabajo, los siguientes pagos directos mínimos anuales:

- por cuota diaria (art. 83)	365 días
- por prima vacacional (arts. 76 y 80)	
0.25 x 6 días de vacaciones mínimas.	1.5 días
- por aguinaldo (art. 87)	<u>15 días</u>
Total =	381.5 días

**Segundo:** también de acuerdo con la ley, los trabajadores tienen derecho a descansar, con goce de salario, los siguientes días mínimo al año.

- por séptimo día (art. 69)	52 días
- por días festivos (art. 74)	7.17 días
- por vacaciones (art. 76)	<u>6 días</u>
Total =	65.17 días

**Tercero:** de acuerdo con la experiencia y la política de cada constructor, es necesario considerar también como inactivos algunos días del año, durante los cuales el trabajador goza de su salario integro, como pueden ser:

- por fiestas de costumbre	3 días
- por enfermedad no profesional	2 días
- por mal tiempo y otros	<u>4 días</u>

Total = 9 días

En resumen, tenemos que los días pagados al trabajador por año, son: 381.5 días pagados; y los días realmente trabajados son:  $365 - 65.17 - 9 = 290.83$  días. Podemos entonces determinar el valor de un de un coeficiente de incremento, debido exclusivamente a prestaciones de la ley federal de trabajo, que es:

$$\frac{381.5 \text{ días pagados}}{290.83 \text{ días laborados}} = 1.3118$$

Lo cual significa que, al integrar el salario real del trabajador, deberá considerarse un incremento del 31.18% sobre su salario base, por concepto de prestaciones de la ley federal del trabajo.

Eventualmente, se llegan a presentar casos en que por necesidad de las obras o por convenir a los intereses del contratante y aun del contratista de la obra, se laboran jornadas de más de 8 hasta 12 horas diarias de trabajo, constituyéndose lo que llamamos "jornada extraordinaria de trabajo". Existen también circunstancias en que, por urgencia, o por el gran volumen de obra por realizar, se hace necesario establecer dos tres turnos de trabajo.

Es importante también, mencionar los casos de obras foráneas donde la utilización de obra de mano especializada es indispensable y en cuyas localidades se carece de la misma, presentándose entonces la necesidad de pagar viáticos (ayuda para hospedaje y/o alimentos) al personal llevando de otros lugares. Estos importes, se deberán considerar adicionalmente a los del salario real, para las categorías correspondientes.

### *INFONAVIT*

Con el fin de proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas, higiénicas y a un precio accesible; el 1°. De mayo de 1972, se creo el instituto del fondo nacional de la vivienda para los trabajadores (INFONAVIT).

Dicho fondo esta formado por las aportaciones que en efectivo hacen las empresas, del 5% sobré los salarios ordinarios de los trabajadores a su servicio, de acuerdo a lo mencionado por el artículo 136 de la ley federal del trabajo. Para efectos de integración del salario real del trabajador, el ingeniero deberá incluir en el, las cuotas que se deben cubrir por este concepto. Además, dado que por decreto aparecido posteriormente en el diario oficial, el 5% debe aportarse sobre el salario integrado, el factor que por este concepto modifica la integración del salario real del trabajador, será:

$$\frac{0.05 \times 381.5 \text{ días de salario ordinario}}{290.83 \text{ días laborados}} = 0.0656$$

Lo cual significa que, al integrar el salario real del trabajador, deberá considerarse un incremento del 6.56% sobre su salario base, por concepto de cuotas patronales al infonavit.

En los concursos de obras publicas se dispone que: "en los análisis de precios unitarios, no debe figurar el 5% del importe de las percepciones de los trabajadores, que en los términos del artículo 136 de la ley federal del trabajo, las empresas en su calidad de patrones, están obligados a aportar al fondo nacional de la vivienda". Lo anterior significa, en este caso, que el ingeniero deberá considerar tales erogaciones dentro del importe de su utilidad bruta.

### *Seguro social y prestaciones*

De acuerdo a las disposiciones legales vigentes emanadas en los principios constitucionales que nos rigen, todos los empresarios tienen la obligación ineludible de inscribir a sus trabajadores en el instituto mexicano del seguro social, el cual, a cambio del pago de las primas de seguro 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 régimen obligatorio de la ley, comprende los siguientes seguros:

- I.- Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- II.- Enfermedades no profesionales y maternidad.
- III.- Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte.
- IV.- Guarderías para hijos de asegurados.

Cabe mencionar que, de acuerdo al artículo 42 de la misma ley, corresponde al patrón pagar íntegramente la cuota señalada para los trabajadores

que solo perciban el salario mínimo, lo cual significa que para este caso, el patrón deberá pagar la totalidad de cuotas obrero-patronales.

Para efectos de la fijación de cuotas patronales del seguro de riesgos de trabajo, el artículo 78 de la ley del seguro social establece que: "Las cuotas que por el seguro de riesgos de trabajo deban pagar los patrones, se determinarán en relación con la cuantía de la cuota obrero-patronal que la propia empresa entere por el mismo periodo, en el ramo de invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte, y con los riesgos inherentes a la actividad de la negociación de que se trate, en los términos que establezca el reglamento relativo".

Las cuotas de riesgos de trabajo se fijan según el artículo 79 que establece lo siguiente: "Para los efectos de la fijación de las primas a cubrir por el seguro de riesgos de trabajo, las empresas serán clasificadas y agrupadas de acuerdo con su actividad, en clases, cuyos grados de riesgo se señalan para cada una de las clases que a continuación también se relacionan".

El SAR es una nueva prestación que entro en vigor el 1 de enero de 1992, es un 2% sobre la nomina del trabajador, el monto es depositado directamente por el patrón el una institución bancaria.

**Ejemplos de cálculo de salario real:**

CONCEPTO: <u>Determinación del salario real.</u>		PUESTO: <i>Oficial Albañil</i>	
SALARIO: \$ 200.00			
<u>CALCULO SALARIO BASE DE COTIZACION</u>		DIAS	FACTOR
1.- Días de percepción pagados al año:			
Días calendario:		365	
Días de aguinaldo (Art. 87 L.F.T.):		15	
Días por prima vacacional (Art. 80 L.F.T.)(0.25x6)		1.5	
<b>(A) Total de días pagados al año</b>		381.5	
2.- Días no trabajados al año:			
Domingos (Art. 69 L.F.T.):		52	
Vacaciones (Art. 76 L.F.T.):		6	
Descanso Obligatorio (Art.74 L.F.T.):		7.17	
Días por costumbre:		2	
Días por condiciones climáticas:		2	
Días por enfermedad:		2	
Días no laborados:		71.17	
<b>(B) Días efectivos laborados:</b>		293.83	
<b>(C) SBC (Factor de Salario Base de Cotización): (A/B) =</b>			1.298
<u>3.- Prestaciones Obligatorias del IMSS:</u>			
	CUOTA OBRERA PATRONAL		
	PATRÓN	TRABAJADOR	TOTAL
<i>Enfermedad y maternidad:</i>			
En especie	1.05%	0.375%	1.425% X 1.298 = 0.0185
En especie patrón	17.80%	-	17.80% X 0.383 = 0.0682
En dinero	70%x1%	25%x1%	0.950% X 1.298 = 0.0123
<i>Riesgos de trabajo</i>	7.58875%	-	7.58875% X 1.298 = 0.0985
<i>Invalidez y Vida</i>	1.750%	0.625%	2.375% X 1.298 = 0.0308
<i>Cesantía y Vejez</i>	3.150%	1.125%	4.275% X 1.298 = 0.0555
<i>Cuota Adicional</i>			
<b>D) Por prestaciones sociales IMSS</b>			
4.- Guarderías: (1%)(SBC)			0.01298
5.- Impuestos s/nominas (en su caso): (2%)(SBC)			0.02596
6.- SAR: (2%)(SBC)			0.02596
7.- INFONAVIT (5%)(SBC)			0.06490
Factor de Salario Real =			<u>1.7116</u>
Salario Real = SB x FSR =			<b>\$ 342.32</b>

CONCEPTO: <u>Determinación del salario real.</u>		PUESTO: <i>Cabo</i>	
SALARIO: \$ 250.00			
<u>CALCULO SALARIO BASE DE COTIZACION</u>		DIAS	FACTOR
1.- Días de percepción pagados al año:			
Días calendario:		365	
Días de aguinaldo (Art. 87 L.F.T.):		15	
Días por prima vacacional (Art. 80 L.F.T.)(0.25x6)		1.5	
<b>(A) Total de días pagados al año</b>		381.5	
2.- Días no trabajados al año:			
Domingos (Art. 69 L.F.T.):		52	
Vacaciones (Art. 76 L.F.T.):		6	
Descanso Obligatorio (Art.74 L.F.T.):		7.17	
Días por costumbre:		2	
Días por condiciones climáticas:		2	
Días por enfermedad:		2	
Días no laborados:		71.17	
<b>(B) Días efectivos laborados:</b>		293.83	
<b>(C) SBC (Factor de Salario Base de Cotización): (A/B) =</b>			1.298
<u>3.- Prestaciones Obligatorias del IMSS:</u>			
	CUOTA OBRERA PATRONAL		
	PATRÓN	TRABAJADOR	TOTAL
<i>Enfermedad y maternidad:</i>			
En especie	1.05%	0.375%	1.425% X 1.298 = 0.0185
En especie patrón	17.80%	-	17.80% X 0.307 = 0.0546
En dinero	70%x1%	25%x1%	0.950% X 1.298 = 0.0123
<i>Riesgos de trabajo</i>	7.58875%	-	7.58875% X 1.298 = 0.0985
<i>Invalidez y Vida</i>	1.750%	0.625%	2.375% X 1.298 = 0.0308
<i>Cesantía y Vejez</i>	3.150%	1.125%	4.275% X 1.298 = 0.0555
<i>Cuota Adicional</i>			
<b>D) Por prestaciones sociales IMSS</b>			
4.- Guarderías: (1%)(SBC)			0.01298
5.- Impuestos s/nominas (en su caso): (2%)(SBC)			0.02596
6.- SAR: (2%)(SBC)			0.02596
7.- INFONAVIT (5%)(SBC)			0.06490
Factor de Salario Real =			<u>1.6980</u>
Salario Real = SB x FSR =			<b>\$ 424.50</b>

CONCEPTO: <u>Determinación del salario real.</u>		PUESTO: <i>Oficial Carpintero</i>	
SALARIO: \$ 220.00			
<u>CALCULO SALARIO BASE DE COTIZACION</u>		DIAS	FACTOR
1.- Días de percepción pagados al año:			
Días calendario:		365	
Días de aguinaldo (Art. 87 L.F.T.):		15	
Días por prima vacacional (Art. 80 L.F.T.)(0.25x6)		1.5	
<b>(A) Total de días pagados al año</b>		381.5	
2.- Días no trabajados al año:			
Domingos (Art. 69 L.F.T.):		52	
Vacaciones (Art. 76 L.F.T.):		6	
Descanso Obligatorio (Art.74 L.F.T.):		7.17	
Días por costumbre:		2	
Días por condiciones climáticas:		2	
Días por enfermedad:		2	
Días no laborados:		71.17	
<b>(B) Días efectivos laborados:</b>		293.83	
<b>(C) SBC (Factor de Salario Base de Cotización): (A/B) =</b>			1.298
<u>3.- Prestaciones Obligatorias del IMSS:</u>			
	CUOTA OBRERA PATRONAL		
	PATRÓN	TRABAJADOR	TOTAL
<i>Enfermedad y maternidad:</i>			
En especie	1.05%	0.375%	1.425% X 1.298 = 0.0185
En especie patrón	17.80%	-	17.80% X 0.348 = 0.0620
En dinero	70%x1%	25%x1%	0.950% X 1.298 = 0.0123
<i>Riesgos de trabajo</i>	7.58875%	-	7.58875% X 1.298 = 0.0985
<i>Invalidez y Vida</i>	1.750%	0.625%	2.375% X 1.298 = 0.0308
<i>Cesantía y Vejez</i>	3.150%	1.125%	4.275% X 1.298 = 0.0555
<i>Cuota Adicional</i>			
<b>D) Por prestaciones sociales IMSS</b>			
4.- Guarderías: (1%)(SBC)			0.01298
5.- Impuestos s/nominas (en su caso): (2%)(SBC)			0.02596
6.- SAR: (2%)(SBC)			0.02596
7.- INFONAVIT (5%)(SBC)			0.06490
Factor de Salario Real =			<u>1.7054</u>
Salario Real = SB x FSR =			<b>\$ 375.20</b>

CONCEPTO: <u>Determinación del salario real.</u>		PUESTO: <i>Peón</i>	
SALARIO: \$ 130.00			
<u>CALCULO SALARIO BASE DE COTIZACION</u>		DIAS	FACTOR
1.- Días de percepción pagados al año:			
Días calendario:		365	
Días de aguinaldo (Art. 87 L.F.T.):		15	
Días por prima vacacional (Art. 80 L.F.T.)(0.25x6)		1.5	
<b>(A) Total de días pagados al año</b>		381.5	
2.- Días no trabajados al año:			
Domingos (Art. 69 L.F.T.):		52	
Vacaciones (Art. 76 L.F.T.):		6	
Descanso Obligatorio (Art.74 L.F.T.):		7.17	
Días por costumbre:		2	
Días por condiciones climáticas:		2	
Días por enfermedad:		2	
Días no laborados:		71.17	
<b>(B) Días efectivos laborados:</b>		293.83	
<b>(C) SBC (Factor de Salario Base de Cotización): (A/B) =</b>			1.298
<u>3.- Prestaciones Obligatorias del IMSS:</u>			
	CUOTA OBRERA PATRONAL		
	PATRÓN	TRABAJADOR	TOTAL
<i>Enfermedad y maternidad:</i>			
En especie	1.05%	0.375%	1.425% X 1.298 = 0.0185
En especie patrón	17.80%	-	17.80% X 0.589 = 0.1050
En dinero	70%x1%	25%x1%	0.950% X 1.298 = 0.0123
<i>Riesgos de trabajo</i>	7.58875%	-	7.58875% X 1.298 = 0.0985
<i>Invalidez y Vida</i>	1.750%	0.625%	2.375% X 1.298 = 0.0308
<i>Cesantía y Vejez</i>	3.150%	1.125%	4.275% X 1.298 = 0.0555
<i>Cuota Adicional</i>			
<b>D) Por prestaciones sociales IMSS</b>			
4.- Guarderías: (1%)(SBC)			0.01298
5.- Impuestos s/nominas (en su caso): (2%)(SBC)			0.02596
6.- SAR: (2%)(SBC)			0.02596
7.- INFONAVIT (5%)(SBC)			0.06490
Factor de Salario Real =			<u>1.7484</u>
Salario Real = SB x FSR =			<b>\$ 227.30</b>

CONCEPTO: <u>Determinación del salario real.</u>		PUESTO: <i>Ayudante Fierro</i>	
SALARIO: \$ 160.00			
<u>CALCULO SALARIO BASE DE COTIZACION</u>		DIAS	FACTOR
1.- Días de percepción pagados al año:			
Días calendario:		365	
Días de aguinaldo (Art. 87 L.F.T.):		15	
Días por prima vacacional (Art. 80 L.F.T.)(0.25x6)		1.5	
<b>(A) Total de días pagados al año</b>		381.5	
2.- Días no trabajados al año:			
Domingos (Art. 69 L.F.T.):		52	
Vacaciones (Art. 76 L.F.T.):		6	
Descanso Obligatorio (Art.74 L.F.T.):		7.17	
Días por costumbre:		2	
Días por condiciones climáticas:		2	
Días por enfermedad:		2	
Días no laborados:		71.17	
<b>(B) Días efectivos laborados:</b>		293.83	
<b>(C) SBC (Factor de Salario Base de Cotización): (A/B) =</b>			1.298
<u>3.- Prestaciones Obligatorias del IMSS:</u>			
	CUOTA OBRERA PATRONAL		
	PATRÓN	TRABAJADOR	TOTAL
<i>Enfermedad y maternidad:</i>			
En especie	1.05%	0.375%	1.425% X 1.298 = 0.0185
En especie patrón	17.80%	-	17.80% X 0.479 = 0.8053
En dinero	70%x1%	25%x1%	0.950% X 1.298 = 0.0123
<i>Riesgos de trabajo</i>	7.58875%	-	7.58875% X 1.298 = 0.0985
<i>Invalidez y Vida</i>	1.750%	0.625%	2.375% X 1.298 = 0.0308
<i>Cesantía y Vejez</i>	3.150%	1.125%	4.275% X 1.298 = 0.0555
<i>Cuota Adicional</i>			
<b>D) Por prestaciones sociales IMSS</b>			
4.- Guarderías: (1%)(SBC)			0.01298
5.- Impuestos s/nominas (en su caso): (2%)(SBC)			0.02596
6.- SAR: (2%)(SBC)			0.02596
7.- INFONAVIT (5%)(SBC)			0.06490
Factor de Salario Real =			<u>1.7287</u>
Salario Real = SB x FSR =			<b>\$ 276.60</b>

### **Contrato colectivo de trabajo.**

El Contrato colectivo de trabajo, también llamado convenio colectivo de trabajo (CCT) o convención colectiva de trabajo, es un tipo peculiar de contrato celebrado entre un sindicato o grupo de sindicatos y uno o varios empleadores, o un sindicato o grupo de sindicatos y una organización o varias representativas de los empleadores. También, en caso que no exista un sindicato, puede ser celebrado por representantes de los trabajadores interesados, debidamente elegidos y autorizados por estos últimos, de acuerdo con la legislación nacional.

El contrato colectivo de trabajo puede regular todos los aspectos de la relación laboral (salarios, jornada, descansos, vacaciones, licencias, condiciones de trabajo, capacitación profesional, régimen de despidos, definición de las categorías profesionales), así como determinar reglas para la relación entre los sindicatos y los empleadores (representantes en los lugares de trabajo, información y consulta, cartelera sindical, licencias y permisos para los dirigentes sindicales, etc.).

Este tipo de contrato de trabajo se aplica a todos los trabajadores del ámbito (empresa o actividad) alcanzado, aunque no estén afiliados al sindicato firmante. También, aunque depende de la legislación de cada país, en los casos de CCT que abarcan un oficio o una actividad, suele aplicarse a todas las empresas del ámbito que alcanza el contrato, aun aquellas que no se encuentran afiliadas a las organizaciones de empleadores firmantes del CCT.

Las condiciones del convenio suelen considerarse como un mínimo. El contrato individual que firme cada trabajador puede mejorarlas (más sueldo, más descansos, etc.), pero no puede establecer condiciones más desfavorables para el trabajador que lo establecido en convenio. Por ello, en algunos ordenamientos los convenios colectivos se asemejan en su tratamiento a normas jurídicas de aplicación general (leyes o reglamentos).

El contrato colectivo de trabajo está precedido y es resultado de una actividad de negociación colectiva entre las partes.

Como fuente del Derecho el Convenio es inferior a la ley, ya que los Convenios no pueden ser contrarios a normas imperativas establecidas por la ley.

**Contrato-ley** es el convenio celebrado entre uno o varios sindicatos de trabajadores y varios patrones, o uno o varios sindicatos de patrones, con objeto de establecer las condiciones según las cuales debe prestarse el trabajo en una rama determinada de la industria, y declarado obligatorio en una o varias

---

entidades federativas, en una o varias zonas económicas que abarquen una o más de dichas entidades, o en todo el territorio nacional.

**Artículo 405.** Los contratos-ley pueden celebrarse para industrias de jurisdicción federal o local.

**Artículo 406.** Pueden solicitar la celebración de un contrato-ley los sindicatos que representen las dos terceras partes de los trabajadores sindicalizados, por lo menos, de una rama de la industria en una o varias entidades federativas, en una o más zonas económicas, que abarque una o más de dichas entidades o en todo el territorio nacional.

**Artículo 412.** El contrato-ley contendrá:

- I. Los nombres y domicilios de los sindicatos de trabajadores y de los patrones que concurrieron a la convención;
- II. La entidad o entidades federativas, la zona o zonas que abarque o la expresión de regir en todo el territorio nacional;
- III. Su duración, que no podrá exceder de dos años;
- IV. Las condiciones de trabajo señaladas en el artículo 391, fracciones IV, V, VI y IX;
- V. Las reglas conforme a las cuales se formularán los planes y programas para la implantación de la capacitación y el adiestramiento en la rama de la industria de que se trate; y,
- VI. Las demás estipulaciones que convengan las partes.

### **Contrato individual de trabajo.**

Es aquel por el cual una persona física denominada el trabajador se obliga a prestar servicios personales para una persona física o jurídica denominada el empleador bajo la dependencia y subordinación de éste quien, a su vez, se obliga a pagar por estos servicios una remuneración determinada.

1. **Por tiempo indeterminado.** Constituye la regla general en las relaciones laborales, donde una persona se obliga a prestar a otra un trabajo subordinado y continuo que constituya para la empresa una necesidad permanente, mediante el pago de un salario.

2. **Por tiempo determinado.** La relación de trabajo por tiempo determinado puede ser de dos tipos:

**Eventual.** Aquella relación por la cual una persona se obliga a prestar a otra un trabajo personal subordinado, que constituya, para la empresa una actividad extraordinaria y accidental, mediante el pago de un salario.

**Temporal.** Es aquella relación por la cual una persona se obliga a prestar a otra un trabajo personal subordinado que constituya para la empresa una necesidad permanente, limitada por el tiempo, por la naturaleza del servicio o por la índole del trabajo, mediante el pago de un salario. Este tipo de contratos puede adoptar a su vez las siguientes formas:

- Contrato por obra determinada. Es el documento individual de trabajo por tiempo determinado cuya duración está sujeta a la terminación de la obra que estipula el mismo.

#### **II.4 Determinación de los rendimientos (mano de obra) de las principales actividades de la construcción.**

Los siguientes rendimientos por grupo y por actividad de la construcción, tiene como fin, normar un rango lógico del mismo, para que en cada caso particular el usuario de los datos, los investigue en forma exhaustiva, consiste y estadística para integrar sus propios rendimientos, producto de su experiencia, sus políticas de empresa, sus motivadores, sus facultades de director, sus relaciones humanas, su estudio de tiempos y movimientos, su condición competitiva, etc.

## Rendimientos promedio de trabajos de albañilería y costos unitarios del trabajo en el Distrito Federal

CONCEPTO	UN.	GPO.	RENDIMIENTO APROXIMADO POR GRUPO
<b>Preliminares y cimentación.-</b>			
Limpia y traza	m <sup>2</sup>	2	50 m <sup>2</sup> /Jor
Excavación en tierra hasta de 2.0 M. de profundidad	m <sup>3</sup>	1	4 m <sup>3</sup> /Jor
Excavación en tepetate blando hasta 2.0 M. de profundidad	m <sup>3</sup>	1	2 m <sup>3</sup> /Jor
Traspaleo hasta 2M.	m <sup>3</sup>	1	18 m <sup>3</sup> /Jor
Acarreo con carretilla a 20.00 M. máximo	m <sup>3</sup>	1	5 m <sup>3</sup> /Jor
Rellenos por capas, compactadas con pisón de mano	m <sup>3</sup>	1	7 m <sup>3</sup> /Jor
Compactación de cepas con pisón de mano	m <sup>2</sup>	1	35 m <sup>2</sup> /Jor
Plantillas entre 0.07 y 0.10 M.	m <sup>2</sup>	2	14 m <sup>2</sup> /Jor
Cimientos de piedra braza	m <sup>3</sup>	5	3 m <sup>3</sup> /Jor
<b>Habilitado y armado de fierro de refuerzo.</b>			
a) en cimentación	Ton		0.17 ton/Jor
b) en estructura	Ton	4	0.16 ton /Jor
Habilitado y armado de alambón de 1/4 y 5/16"	Ton	4	0.13 ton/Jor
<b>Cimbra y descimbrar, acabado no aparente.</b>			
a) en cimientos	m <sup>2</sup>	3	9.5 m <sup>2</sup> /Jor
b) en columnas rectangulares	m <sup>2</sup>	3	7.5 m <sup>2</sup> /Jor
c) en columnas circulares	m <sup>2</sup>	3	6 m <sup>2</sup> /Jor
d) en trabes	m <sup>2</sup>	3	8.5 m <sup>2</sup> / Jor
e) en losas	m <sup>2</sup>	3	9 m <sup>2</sup> / Jor
<b>Hechura de cimbra.-</b>			
a) en cimientos	m <sup>2</sup>	3	17 m <sup>2</sup> /Jor
b) en columnas rectangulares	m <sup>2</sup>	3	8.5 m <sup>2</sup> /Jor
c) en columnas circulares	m <sup>2</sup>	3	4 m <sup>2</sup> /Jor
d) en trabes	m <sup>2</sup>	3	10 m <sup>2</sup> /Jor
e) en losas	m <sup>2</sup>	3	10 m <sup>2</sup> /Jor
f) cimbrar y descimbrar consonotubo	m	3	15 m/Jor

CONCEPTO	UN.	GPO.	RENDIMIENTO APROXIMADO POR GRUPO
<b>Losas reticulares.-</b>			
Colocación block hasta 20 x 40 x 40 cm.	Caja	2	100 c/Jor
Colocación de block hasta 35 x 60 x 60 cm.	Caja	2	40 c/Jor
Entrepiso reticular celulado línea menor	Caja	2	40 c/Jor
Entrepiso reticular celulado línea mayor	Caja	2	30 c/Jor
<b>Colocados (no incluyendo la fabricación del concreto)</b>			
a) en cimientos	m <sup>3</sup>	2	1.50 m <sup>3</sup> /Jor
b) en columnas y muros	m <sup>3</sup>	2	0.85 m <sup>3</sup> /Jor
c) en trabes y losas	m <sup>3</sup>	2	0.95 m <sup>3</sup> /Jor
d) En losas reticulares	m <sup>3</sup>	2	0.80 m <sup>3</sup> /Jor
e) curado de concreto con agua en superficies horizontales	m <sup>3</sup>	1	10 m <sup>3</sup> /Jor
f) curado de concreto con agua	m <sup>2</sup>	1	300 m <sup>2</sup> /Jor
g) curado de concreto con agua en superficies verticales	m <sup>2</sup>	1	100 m <sup>2</sup> /Jor
<b>Muros de tabique común o ligero no aparente.-</b>			
a) de 0.07 m. de espesor	m <sup>2</sup>	5	11 m <sup>2</sup> /Jor
b) de 0.14 m. de espesor	m <sup>2</sup>	5	10 m <sup>2</sup> /Jor
c) de 0.21 m. de espesor	m <sup>2</sup>	5	8 m <sup>2</sup> /Jor
d) de 0.28 m. de espesor	m <sup>2</sup>	5	6 m <sup>2</sup> /Jor
e) sobreprecio para cara aparente	m <sup>2</sup>	5	40 m <sup>2</sup> /Jor
	m <sup>2</sup>		
<b>Muros de block tipo pirámide.-</b>			
a) De 0.10 m. de espesor	m <sup>2</sup>	5	10 m <sup>2</sup> /Jor
b) de 0.12 m. de espesor	m <sup>2</sup>	5	9.5 m <sup>2</sup> /Jor
c) de 0.15 m. de espesor	m <sup>2</sup>	5	9 m <sup>2</sup> /Jor
d) de 0.20 m. de espesor	m <sup>2</sup>	5	8.5 m <sup>2</sup> /Jor
e) sobreprecio para cara aparente	m <sup>2</sup>	5	80 m <sup>2</sup> /Jor
	m <sup>2</sup>		
<b>Muro de block extruido.-</b>			
a) de 5 x 10 x 15 en 10 cm. espesor	m <sup>2</sup>	6	4.5 m <sup>2</sup> /Jor
b) de 6 x 10 x 20 en 10 cm. espesor	m <sup>2</sup>	6	5.0 m <sup>2</sup> /Jor
c) de 10 x 10 x 20 en 10 cm. espesor	m <sup>2</sup>	6	5.5 m <sup>2</sup> /Jor
d) de 10 x 15 x 20 en 15 cm. espesor	m <sup>2</sup>	6	5.5 m <sup>2</sup> /Jor
e) sobreprecio para cara aparente	m <sup>2</sup>	6	55 m <sup>2</sup> /Jor

<b>CONCEPTO</b>	<b>UN.</b>	<b>GPO.</b>	<b>RENDIMIENTO APROXIMADO POR GRUPO</b>
<b>Castillos y cadenas.-</b>			
Castillo centro de block 1 Ø (3/8") 9.5 mm.	m	5	30 m/Jor
Castillos y cadenas 15 x 15 con 4 Ø (3/8) 9.5 mm	m	5	10 m/Jor
Castillos y cadenas 15 x 20 con 4 Ø (3/8) 9.5 mm	m	5	9.5 m/Jor
Castillos y cadenas 15 x 30 con 4 Ø (3/8) 9.5 mm	m	5	8 m/Jor
Sobreprecio cara aparente castillos y cadenas	m	5	25 m/Jor
<b>Recubrimientos</b>			
Repellados de mezcla	m <sup>2</sup>	5	19 m <sup>2</sup> /Jor
Aplanados de mezcla (rostreados)	m <sup>2</sup>	5	14 m <sup>2</sup> /Jor
Aplanados finos de mezcla	m <sup>2</sup>	5	11 m <sup>2</sup> /Jor
Aplanados pulidos de cemento a llana	m <sup>2</sup>	5	10 m <sup>2</sup> /Jor
Confitillo sobre aplanados	m <sup>2</sup>	5	23 m <sup>2</sup> /Jor
Recubrimiento de cerámica o mosaico veneciano, incluye repellado	m <sup>2</sup>	6	4 m <sup>2</sup> /Jor
Recubrimiento cintilla 5.5 x 22 x 1.0 a 6.0 x 24 x 1.0 cm.	m <sup>2</sup>	6	4.5 m <sup>2</sup> /Jor
Recubrimiento fachaleta 10 x 20 x 1 a 11 x 22 x 1 cm.	m <sup>2</sup>	6	5 m <sup>2</sup> /Jor
Recubrimiento azulejo	m <sup>2</sup>	6	5.5 m <sup>2</sup> /Jor
Recubrimiento tipo vitricota 6 x 20 x 18 cm.	m <sup>2</sup>	6	4.5 m <sup>2</sup> /Jor
Recubrimiento tipo vitricota 10 x 20 x 1.8 cm.	m <sup>2</sup>	6	5 m <sup>2</sup> /Jor
Recubrimiento mosaico 20 x 20 x 2.0 cm.	m <sup>2</sup>	5	9 m <sup>2</sup> /Jor
Boquilla incluyendo cortes a 450 material verificados	m	6	15 m/Jor
Sobreprecio por tendidos en fachadas	m <sup>2</sup>	3	43 m <sup>2</sup> /Jor
<b>Pisos.-</b>			
Firmes de concreto para pisos, espesor de 8 a 10 cm.	m <sup>2</sup>	2	10 m <sup>2</sup> /Jor
Acabado escobillado integral sobre firmes	m <sup>2</sup>	5	35 m <sup>2</sup> /Jor
Fino no integral acabado pulido	m <sup>2</sup>	5	18 m <sup>2</sup> /Jor
Armado con malla en pisos	m <sup>2</sup>	4	50 m <sup>2</sup> /Jor
Pisos cerámica sin firme	m <sup>2</sup>	6	5 m <sup>2</sup> /Jor
Pisos loseta 15 x 15 x 1.0 cm. a 2 cm.	m <sup>2</sup>	6	7 m <sup>2</sup> /Jor
Pisos loseta 10 x 20 x 1.0 a 2.0 cm.	m <sup>2</sup>	6	7 m <sup>2</sup> /Jor
Pisos loseta 30 x 30 x 2.5 cm.	m <sup>2</sup>	6	13 m <sup>2</sup> /Jor
Pisos mosaico 20 x 20 x 2 cm.	m <sup>2</sup>	5	11 m <sup>2</sup> /Jor
Piso mosaico terrazo sin junta metálica 50 x 50 x 2.5 cm.	m <sup>2</sup>	6	9.5 m <sup>2</sup> /Jor
Zoclo mosaico 10 x 20 x 2.0 cm.	m	6	18 m/Jor

Zoclo loseta 10 x 15 x 30 a 40 cm.	m	6	18 m/Jor
<b>Martelinados.-</b>			
Martelinado fino sobre pisos	m <sup>2</sup>	1	4 m <sup>2</sup> /Jor
Martelinado fino sobre columnas	m <sup>2</sup>	1	2 m <sup>2</sup> /Jor
Martelinado fino sobre muros	m <sup>2</sup>	1	3 m <sup>2</sup> /Jor
Martelinado fino sobre trabes y losas	m <sup>2</sup>	1	2 m <sup>2</sup> /Jor
<b>Azoteas.-</b>			
Rellenos de tezontle en azoteas	m <sup>3</sup>	1	2 m <sup>3</sup> /Jor
Entortado sobre casco	m <sup>2</sup>	5	20 m <sup>2</sup> /Jor
Enladrillado y escobillado	m <sup>2</sup>	5	11 m <sup>2</sup> /Jor
Enladrillado aparente	m <sup>2</sup>	5	7 m <sup>2</sup> /Jor
Chaflanes de cedacería		5	24 m/Jor
<b>Varios.-</b>			
Hechura de tarimas 50 x 100 cm.	Pza	3	19 pza/Jor
Muro block vidrio 10 x 20 x 20 cm. Incluyendo refuerzo en juntas	m <sup>2</sup>	6	3.5 m <sup>2</sup> /Jor
Registros de 40 x 60 cm. con profunda promedio 1.25 M	Pza	5	2 pza/Jor
Tapa de registro de 40 x 60 cm.	Pza	5	6 pza/Jor
Impermeabilización de cimientos	m	2	35 m/Jor
Albañales 15 cm. Ø tendido y junteo	m	5	26 m/Jor
Colocación de herrería	m <sup>2</sup>	5	7.5 m <sup>2</sup> / Jor
Impermeabilización azotea por capa	m <sup>2</sup>	2	30 m <sup>2</sup> / Jor



## CAPITULO III.

### TIPOS, APLICACIONES Y COSTOS UNITARIOS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN.

#### III.1 Partes y mecanismos principales del equipo usual en construcción.

##### a) Principios básicos de las especificaciones

En la construcción es fundamental una selección adecuada del equipo para la buena realización de las obras. Para que se pueda hacer una evaluación de la maquinaria se debe recurrir a las especificaciones del fabricante, pero debido a que no existen normas obligatorias sobre la forma de redacción es muy difícil hacer comparaciones validas por esta razón es necesario conocer los principios básicos sobre las especificaciones, además se debe de conocer el servicio que den los fabricantes o distribuidores, la disponibilidad de las refacciones y la depreciación.

##### b) Potencia

Hay varios métodos diferentes para evaluar la potencia los mas conocidos son el de potencia máxima y el de potencia en el volante.

*Potencia máxima:* se trata de una evaluación basada en condiciones irreales, como, el no sustraer la potencia que utilizan los accesorios regulares del motor, tales como el ventilador y las bombas, hacer funcionar el motor a mayor rpm y con una carga que el motor solo puede sostener por corto tiempo. Es decir, esta evaluación mide los límites máximos del motor y no la cantidad de trabajo que realizara en una obra.

*Potencia en el volante:* mide la cantidad de hp disponible en el volante y es la evaluación mas común y la única que de el valor de la cantidad de trabajo que el motor puede hacer. Sin embargo, los métodos que utilizan los fabricantes para obtener la evaluación de hp en el volante difieren.

*La comparación de la potencia:* la potencia útil de los motores se ve afectada por la altura sobre el nivel del mar a la que se este trabajando, su mayor eficiencia es a nivel del mar y disminuye del 1% por cada 100 mts. Para compensar las perdidas los motores modernos están adaptados con turbocargadores y enfriadores de aire de admisión o sea que la producción del motor depende de la cantidad de oxígeno disponible.

*c) Principio del diseño de las válvulas de seguridad*

Las válvulas de seguridad funcionan siempre que la presión de un gas confinado aumenta al máximo permisible, salta la válvula dejando escapar suficiente gas para restaurar la presión a un valor normal de seguridad.

*d) Diseño de los motores*

Existen dos tipos de diseños básicos para motores: con ciclo de dos tiempos y con cuatro tiempos.

*Ciclo de dos tiempos.*

- El combustible inyectado se enciende y hace descender el pistón hasta un poco mas abajo de las lumbreras de la admisión del aire.
- El soplador que es movido por el motor, fuerza el aire por las lumbreras de la camisa y los gases de escape salen por las aberturas de las válvulas.
- El pistón asciende, comprime y calienta el aire. Los tiempos de trabajo, admisión, escape y compresión tienen lugar durante dos carreras del pistón y en una revolución del cigüeñal.

*Ciclo de cuatro tiempos.*

En este diseño, el pistón efectúa una carrera por cada fase: admisión, compresión, trabajo y escape por una revolución del cigüeñal.

- El aire entra por aspiración natural, o forzado por un turboalimentador movido por los gases de escape.
- El pistón asciende, comprime y calienta el aire.
- El combustible se enciende forzando al pistón hacia abajo.
- se expulsan los gases al ascender el pistón.

e) *Sistema de inyección, transmisiones y diferencial.*

*Cámara de precombustion:* el inyectarse el combustible por un orificio grande en la cámara de precombustion, se atomiza y se inicia el encendido. Después, la mezcla entra al cilindro donde ocurre la combustión completa.

*Inyección directa:* la inyección se efectúa al cilindro donde se enciende, a través de varios orificios. Mientras mas pequeños son los orificios aumenta más el riesgo de las obstrucciones.

*Transmisiones directas:* engranajes deslizantes y engranajes constantes.

- Engranajes deslizantes: se emplean usualmente en maquinas pequeñas, utilizan engranajes cónicos, siendo los dientes paralelos al eje, engrana solo cuando transfieren potencia; se deslizan para el acoplamiento y desacoplamiento mediante horquillas.
- Engranaje constante: se usan generalmente en maquinas mas poderosas, de tamaño medio. Utilizan engranajes helicoidales que siempre están engranados. Los collares se mueven de un lado a otro para acoplar y desacoplar los trenes de engranajes. (los dientes son en ángulo al eje.)

*Diferencial:* es el mecanismo que transmite movimiento a las ruedas motrices y evitan que se desgasten mucho los neumáticos en los giros y mantienen alta tracción, al conseguir mediante un sistema de juegos de engranajes que una rueda gire con ambas rapidez que la otra del mismo eje a pesar de que ambas ruedas continúan recibiendo fuerza.

*Diferencial estándar:* divide el par motor igualmente entre las dos ruedas aunque una gire con mayor rapidez que la otra, como en el recorrido en curva.

f) *Frenos.*

*Freno:* es un accesorio que disminuye la velocidad del vehículo o lo detiene por completo, aplicando más o menos fricción a un tambor en las ruedas. Los hay hidráulicos, mecánicos, neumáticos, eléctricos y de vacío.

g) *Neumáticos.*

*Tipos de banda de rodadura:* usualmente se codifican de acuerdo con sus servicios.

E. Para maquinas de movimiento de tierras (escrepas).

G. Motoniveladoras, motoconformadoras.

L. Cargadores sobre neumáticos y tapadores.

*Neumáticos de telas radiales:* el cuerpo del neumático consta de cables de acero en sentido radial de pestaña a pestaña. Estos neumáticos presentan menos calentamiento y duran más.

h) *Tren de rodaje.*

Se le denomina así al conjunto de piezas y mecanismos que hacen posible que la maquina se desplace.

La importancia que tiene el transito como el usualmente se le conoce al tren de rodaje, radica en su costo, ya que en un tractor nuevo, es aproximadamente del 25% del costo total, que puede posteriormente ascender hasta el 50% del costo de su conservación.

Componentes básicos del tren de rodaje.

*Bastidores de rodillos inferiores:* soportan los componentes de los carriles, excepto las ruedas dentadas. La fortaleza de los bastidores de carril es un factor importante para la duración del tren de rodaje. Si se tuercen o se doblan, habrá problemas de alineación, las ruedas tensas y los rodillos no se mantienen alineados con las ruedas dentadas, y se intensifica el desgaste.

*Rodillos y ruedas tensoras:* los rodillos superiores, satisfacen el peso de la porción superior del carril. El numero que debe usarse, depende de la longitud y peso de los carriles. Los rodillos inferiores, soportan gran parte del peso de la maquina, y guían los carriles entre las ruedas dentadas y las ruedas tensoras.

Las ruedas tensoras proporcionan soporte delantero, están montadas en muelle para absorber las sobrecargas de los carriles. Todos estos componentes están continuamente expuestos a la tierra. Por esta razón, los cojinetes deben ser sellados en tal forma que se evite de modo permanente la entrada de la tierra y la salida del lubricante. Lo normal es que solo se necesite servicio de conservación cuando se reconstruyen.

*Pasadores y bujes.* Las piezas del carril están unidas mediante pasadores y bujes, los cuales son los componentes de mayor desgaste del tren de rodaje.

**Garras:** mejoran la tracción y la resistencia al doblamiento de las zapatas. Aunque las garras mas altas proporcionan mayor esfuerzo de tracción, no siempre aumentan la duración, ya que el espesor y la metalurgia son también importantes para la duración de las garras.

**Zapatas de carril:** en las maquinas mas pequeñas, las zapatas de carril suelen ser de una o de tres garras. Las zapatas de una garra se utilizan en los tapadores, mientras que las de tres garras se emplean en cargadores de carril, a fin de facilitar los virajes. La longitud de las zapatas, depende del peso de la maquina y de las condiciones del suelo.

Las zapatas deben ser tan cortas como las condiciones lo permitan, por dos razones principales, lo ideal es que las garras penetren totalmente a fin de que el peso descansa sobre la zona plana de las zapatas.

La otra razón es que el sector extendido de las zapatas ejerce cierta acción de palanca que provoca esfuerzos en los eslabones de los carriles.

## **III.2 Tipos y aplicaciones del equipo usual de construcción.**

### **III.2.1 Equipo para fabricación, transporte y colocación de concreto.**

#### ***Revolvedoras:***

Maquinas que consisten principalmente de una olla metálica soportada en un chasis con ruedas y accionadas por un motor de diesel o gasolina que hace girar la olla mezclando los elementos necesarios para la elaboración del concreto pueden estar montadas en camión o en orugas.

#### Clasificación:

- montadas sobre chasis con ruedas
- montadas sobre orugas
- montadas sobre camión.

#### Aplicaciones:

Las revolvedoras sobre chasis con ruedas su utilización es comúnmente en edificación o donde sea necesario la elaboración de poco concreto.



***Revolvedora sobre ruedas CIPSA.***

Las que están montadas sobre orugas se usan principalmente en pavimentos para la mezcla y la colocación del concreto.

Las montadas sobre camión se utilizan cuando el agregado y el cemento se cargan en una planta central de mezclado y el concreto se hace mientras la revolvedora viaja. Es lo que se llama revolvedora de tránsito.

La cuba agitadora transporta el concreto premezclado, agitándolo para evitar la segregación.



***Revolvedora sobre camión.***

### **Vibradores.**

Este equipo consta principalmente de un cabezal tubular vibratorio el cual se sumerge completamente en el concreto, accionado por medio de un motor eléctrico o de gasolina, la potencia del motor se transmite a través de una manguera y de un eje flexible llamado chicote.

Clasificación: se clasifican de acuerdo a:

- el diámetro del cabezal
- tipo de motor accionante (eléctrico o gasolina)

Aplicaciones:

Usual en colados de estructuras de concreto, permite eliminar las bolsas o vacíos de aire que se encuentran en el concreto antes de fraguar, logrando un secado rápido de la mezcla haciendo al concreto mas compacto y resistente al tener por medio de la vibración menor contenido de agua.



**Vibrador CIPSA**

### **Bombas de concreto:**

Accionadas por un motor de gasolina, diesel o eléctrico, montadas sobre un chasis móvil o sobre camiones. Cuentan con una tolva agitadora de control remoto, frenos hidráulicos, gatos estabilizadores, una manguera de descarga auxiliada de una pluma conductora por la que circula el concreto. Son de operación hidráulica, automática y/o manual.

Clasificación: se clasifican en base a:

- el diámetro de descarga
- distancia de bombeo (vertical y horizontal)
- montadura de las bombas (sobre camión o sobre chasis móvil).

Aplicaciones:

Este equipo utilizado como elemento auxiliar en la colocación del concreto a cualquier nivel, comúnmente en lugares donde la colocación del concreto es poco accesible para los equipos ordinarios de colado como en revestimiento de túneles, colado de puentes, columnas, losas, pasos a desnivel, cimentaciones etc.



***Bomba de concreto sobre camión.***

***Plantas de concreto:***

Es un conjunto de elementos mecánicos accionados mediante corriente eléctrica que trabajan en forma automática para elaborar el concreto.

Los equipos incluyen para el manejo y almacenamiento del material tolvas de agregados y de cemento, plantas dosificadoras, basculas para el cemento, elevador de cangilones y transportador helicoidal.

El proceso para la elaboración del concreto comienza cuando los agregados son enviados por medio del elevador de cangilones y a través de una tolva, hasta la planta dosificadora, donde se les agrega agua y aditivos necesarios, así como el cemento que ha sido previamente pesado en la balanza y enviado por el transportador helicoidal para que ya todos los elementos juntos se combinen y se mezclen posteriormente en la revolvedora el tiempo necesario.

Finalmente, hecha la mezcla, el concreto es descargado en cucharones, camiones agitadores o revolvedoras y algunas veces en camiones de volteo y otros equipos.

Clasificación:

- plantas centrales o permanentes.
- plantas secundarias o temporales.

Aplicaciones:

Están destinadas exclusivamente para la producción del concreto en grandes volúmenes.



***Planta de concreto.***

### III.2.2 Tractores y sus aditamentos opcionales.

#### **Tractores:**

El tractor es un vehículo con motor de gran tamaño y de gran potencia. Son maquinas que transforman la energía del motor a energía de tracción y son diseñados esencialmente para empujar o jalar.

Generalmente son operados por medio de diesel y solo algunos modelos pequeños o tractores agrícolas que tienen el motor más ligero, en algunas ocasiones son de gasolina.

Los tractores se encuentran montados para su desplazamiento sobre orugas o sobre neumáticos; los que están montados sobre orugas son utilizados cuando se necesita aprovechar la potencia del tractor en su mayor capacidad, en detrimento de su velocidad y montados sobre neumáticos es mas importante la velocidad que la potencia del tractor.

Debido a las múltiples adaptaciones que se les pueden hacer con sus herramientas de ataque los tractores reciben diferentes nombres.

**Bulldozer:** comprende principalmente una hoja empujadora recta o ligeramente curva, colocada en la parte delantera del tractor.

La hoja es una estructura de acero que tiene en el filo delantero de su base una cuchilla de acero intercambiable. En algunos de los casos se provee a la hoja de una placa tope, permitiendo que el tractor trabaje como si fuera 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 son tractores montados sobre orugas.

#### Aplicaciones:

Usados en desmontes, despalmes, en movimiento de tierras en distancias no mayores a 100 mts., en esparcimiento de rellenos de zanjas y barrancas, en la limpieza de escombros, en los bancos de materiales y en ocasiones uniendo dos bulldozers mediante una cadena, sirven para el desmonte de grandes extensiones de terreno.



**Tractor Bulldozer.**

**Angledozer:** consiste en una hoja de acero, montada frente al tractor, y susceptible de colocarse a distintas alturas mediante un dispositivo hidráulico, así como de fijarse en distintos ángulos quedando mas o menos inclinada respecto al eje longitudinal del tractor.

Con este tractor es posible empujar la tierra lateralmente, sin que sea necesario cambiar el sentido de marcha, la hoja del angledozer es mas larga que la del bulldozer teniendo así ciertas ventajas sobre el bulldozer.

Aplicaciones:

Es en general una maquina de excavación preliminar, utilizada en el desplazamiento de tierras para rellenos laterales en zanjas, caminos, canales, etc.



*Tractor Angledozer.*

**Pushdozer:** empujador es solo un vocablo que sirve para designar a un tractor cuya hoja ha sido sustituida por una plancha o placa topadora redondeada, la plancha es de acero y va colocada al frente del tractor.

Aplicaciones:

Están destinados para aumentar la potencia de las motoescrepas y en cualquier otro equipo mediante el empuje que se ejerce a través de la placa topadora.

**Desgarradores o Rippers:** consisten en una especie de arado formado por una barra en la que se encuentran adaptados de uno a tres o hasta cinco rippers.

Aplicación:

Esta en función del terreno que se va a atacar y generalmente son usados para excavaciones poco profundas, en desmonte y despalmes, para aflojar tierras duras, roca suave, levantar pavimentos.



***Desgarrador o Ripper.***

**Punzones:** Es un armazón sobre la parte delantera del tractor en forma de U.

Aplicación:

Es usual para la limpieza de la maleza, en el corte de árboles y en general para el desmonte.

**Pluma lateral' o tiende tubos:** consta 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.

Aplicaciones:

Se utiliza para tender líneas de petróleo y de gas, en la instalación de agua potable y alcantarillado, en general para el tendido de tuberías de gran diámetro.

**Compactadores de desechos:** consisten de un tractor con una hoja topadora al frente y con ruedas cortadoras para trabajos en rellenos con

desechos. Las cuchillas dividen los desechos y los compactan en masas de gran densidad; estas se sueldan a las ruedas en disposición en flecha.

Aplicaciones:

Usado para compactar y manipular los desechos y basuras domesticas, así como para amontonarlas y enterrarlas, de modo que puedan ser fácilmente incineraos o usadas como material de relleno.



***Compactador de desechos.***

### III.2.3 Máquinas de carga.

***Cargadores:*** son maquinas exclusivas para la excavación carga y descarga del material.

Consisten en un cucharón adaptado en la parte delantera de cualquier tractor ya sea sobre orugas o sobre neumáticos.

El cucharón es una caja de construcción simple con una cuchilla de acero y con una hilera de dientes que sirven para las excavaciones en roca. Su control y movimiento es a base de un sistema hidráulico.

### **Tipos de cucharones**

**Cucharones de empleo general:** constan de planchas y refuerzos de acero tratados térmicamente para una mejor resistencia a la abrasión, con cuchillas intercambiables y adaptables a tractores tanto de orugas como de neumáticos.

**Cucharones para roca:** cuentan con barras y zapatas reemplazables para el desgaste, la cuchilla en V truncada y los mentes 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 despejar 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 ayudan en 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. Las 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, tratado térmicamente.

Las planchas laterales son de ángulos entrantes para facilitar la penetración, tiene 173 grados de rotación para retener la carga y excavar bajo tuberías transversales.

Clasificación: se clasifican de acuerdo a su descarga.

- descarga frontal
- descarga lateral
- descarga trasera (rezagadoras)

*Descarga frontal:* es el cargador mas usual de todos, su acción es a base de desplazamientos cortos y rápidos consiste en un cucharón en la parte frontal del tractor.

Aplicación: Usual para excavaciones, carga y descarga del material a distancias cortas. Para bancos de arena, grava y arcilla y en el relleno.

*Descarga lateral:* la característica de esta maquina esta en el cucharón, el cual puede descargar hacia adelante o hacia los lados mediante un cilindro hidráulico.

Aplicación: usuales en lugares donde el espacio es reducido para la maniobra de descarga, evitando la necesidad de giro del tractor. En túneles, bancos de material y canales, orillas de caminos.

*Descarga trasera (rezagadoras):* la excavación al frente de esta maquina es de la misma forma que en los cargadores frontales pero con la diferencia de que el cucharón una vez lleno se levanta completamente por encima del tractor y se descarga atrás de este.

Aplicaciones: se utiliza para trabajo en túneles, callejones, y en general donde tenga poco espacio de maniobras.



**Cargador frontal**

### III.2.4 Motoescrapas.

**Escrapas:** son máquinas diseñadas para desarrollar ciclos de trabajo completo y específico, que comprende desde la excavación, acarreo y descarga del material, hasta la extensión y conformación de grandes volúmenes del mismo.

Básicamente están constituidas por una caja metálica, en cuyo interior se aloja el material excavado; por un yugo o marco en forma de cuello de ganso, y por un tractor de orugas o de neumáticos que utilizan 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 del yugo o cuello de ganso, que a su vez descansa sobre las llantas propulsoras del tractor.

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

#### Clasificación:

- de arrastre
- autoimpulsadas
- tándem
- autocargables
- push-pull

*Escrapas 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.

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 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.

Aplicación: destinadas para la carga y descarga del material sobre todo en acarreos de corta distancia y pendientes fuertes; trabajan generalmente en climas húmedos, y su uso común es en el tendido de terraplenes, construcción de presas, malecones, albergas, terrazas, etc.

**Escrepas autoimpulsadas:** maquinas formadas por una caja metálica y diseñadas de tal manera para que junto con su tractor de dos o cuatro llantas formen un solo equipo.

Se ayudan de un tractor empujador de placa topadora, 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 aumenta considerablemente la potencia y proporciona tracción a las llantas posteriores de la escrepa.

Aplicación: usuales para trabajos de acarreo medios para el corte y tendido de terraplenes, en terrenos blandos y fangosos, en subbases de carreteras y en corazones de cortinas de presas de tierra.

Frecuentemente utilizados también, cuando se requiere transportar el material a través de pendientes de mas del 40%, ya que son las maquinas indicadas por la potencia y propulsión de sus llantas.

**Escrepas tándem:** se componen básicamente de dos cajas o escrepas alineadas una detrás de otra y complementadas por medio de un tractor para su desplazamiento.

Aplicación: usuales para terrenos generalmente planos y pendientes suaves para trabajos de baja resistencia a la rodadura.

**Escrepas autocargadas:** son maquinas compuestas básicamente por un tractor de dos llantas y una escrepa con un sistema elevador de cadena diseñado para que la carga pueda efectuarse por si sola.

Aplicación: usuales para caminos, en donde los acarreo son relativamente a nivel y la resistencia a la rodadura es baja.

**Escrepas push pull:** formados por dos escrepas que se articulan y se combinan para ayudarse durante el ciclo reciproco de carga efectuado con gran rapidez y sin necesidad de un tractor empujador.

Aplicación: usuales para terrenos blandos y fangosos para pendientes medias o menos fuertes.



**Motoescrepa.**

### III.2.5 Motoconformadoras.

**Motoconformadoras:** maquinas proyectadas principalmente para el extendido, conformación, y acabado de materiales de gran diversidad en tipos y tamaños, y con una potencia que varía desde treinta hasta doscientos caballos de fuerza.

Constan de un bastidor compuesto por dos travesaños contraventeados, que en su parte trasera soportan al motor y a la cabina de control, y en su parte delantera convergen hasta formar una viga sencilla y curva, para terminar sobre el eje frontal de las llantas.

La cuchilla, que es de acero de alta resistencia y semejante a la del bulldozer pero mas esbelta, va provista en sus bordos laterales de placas intercambiables y soportada al bastidor mediante un anillo que permite movimientos de rotación con giros horizontales y verticales, así como desplazamientos en forma lateral.

El escarificador, al que con frecuencia se le califica como elemento opcional, va colocado al frente de la cuchilla y provisto de un juego de dientes que varían en número según la superficie que vaya a aflojar o excavar. Este ultimo elemento y la cuchilla, pueden trabajar simultáneamente o por separado.

Normalmente el desplazamiento que se realiza mediante dos llantas delanteras y cuatro traseras de tracción colocadas en tándem, puede variar a solo dos traseras, en cuyo caso también las delanteras serán motrices.

Así mismo el accionamiento de la maquina es llevado a cabo mediante motores diesel.

Una particularidad de esta maquina esta en las ruedas delanteras, que pueden inclinar su plano de rodadura permitiéndole semiacostarse para evadir los materiales que van siendo movidos por la cuchilla, o para no rozarse con las paredes verticales de sus cortes.

En general todos los equipos opcionales como son: el escarificador, la placa y cuchilla topadora, el cucharon de cargador, los rodillos lisos de aplanadora y todo el demás equipo básico que complementan a esta maquina, es operado mediante control hidráulico o mecánico.

Clasificación:

- motoconformadoras pesadas
- motoconformadoras ligeras
- motoconformadoras de arrastre

Aplicaciones: intervienen en la última fase de la mayor parte de los trabajos de movimientos de tierras, y en el desplazamiento de grandes volúmenes de material.

*Los trabajos mas comunes son:* en tendido y afine de los terraplenes, la hechura de cunetas y limpieza de las mismas, el levantamiento de pavimentos asfálticos viejos, la obtención de una granulometría adecuada para base, sub-bases y carpetas mediante el mezclado de los materiales, el acamellonamiento de materiales, nivelación de perfiles o taludes para abrir zanjas y construir o reparar carreteras, aeropuertos, malecones, etc.



***Motoconformadora.***

### III.2.6 Equipos de compactación.

**Compactadores:** equipo diseñado para la compactación y confinamiento de materiales sueltos, expulsando el agua y aire de su interior mediante el constante golpeteo o apisonamiento de la maquina sobre el terreno.

Con este equipo es posible obtener una compactación rápida y efectiva. La acción producida por estas maquinas se reduce a el apisonamiento y al confinamiento por golpeo que se logra por medio del efecto vibratorio de las ruedas o rodillos de la maquina.



**Compactador.**

### ***Tipos de compactadores***

***Aplanadora de tres rodillos:*** la aplanadora estándar de tres rodillos, que tiene en la parte posterior un par de rodillos grandes de impulsión, y en el frente uno de dirección mas pequeño pero mas ancho y a todo lo largo de su eje, normalmente se emplea para confinaciones medias. Y aunque varían entre cinco y quince toneladas de peso, es posible poder aumentarlo mediante la colocación de tapas laterales sobre los rodillos traseros, que generalmente se lastran con agua, arena o acero.

Aplicaciones: en la construcción de la mayoría de las superficies bituminosas y en el aplanado de caminos de grava y algunas subrasantes; en la compactación de pavimentos, pases, subbases, caminos, calles, etc..



*Aplanadora de tres rodillos.*

**Compactadora tándem:** son maquinas proyectadas principalmente para el acabado terso de las carpetas de primer orden, y con la característica de tener de dos a tres ejes en tándem.

Aplicaciones: en la compactación de carpetas de carreteras, pistas de aeropuertos, pavimentaciones asfálticas; de baches, zanjas y lugares reducidos que no requieran de un alto grado de confinamiento.



*Compactadora tándem*

**Compactadora portátil:** semejantes a las del tipo tándem de dos ejes, pero con la diferencia que las portátiles llevan un par de llantas neumáticas extras, colocadas a uno y a otro lado del bastidor y a una altura determinada para evitar que se rocen con el terreno cuando no se utilizan.

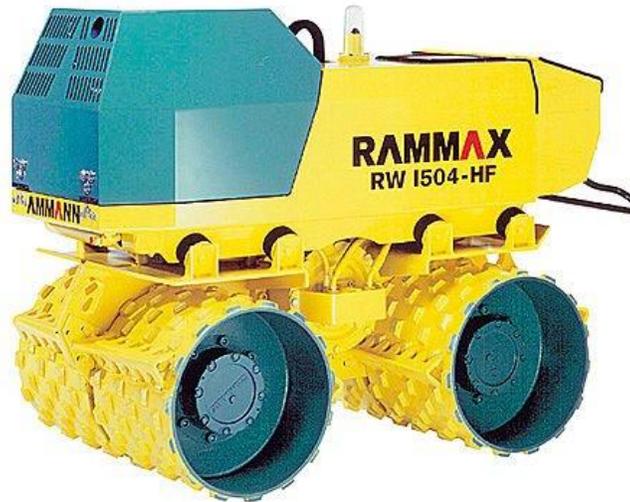
Aplicación: desempeñan las mismas funciones que las compactadoras tándem, pero con la diferencia de que estas tienen una aplicación más rápida y más efectiva, cuando se trata de ser transportadas de un lugar a otro en poco tiempo.



**Compactadora portátil**

**Aplanadora para zanjas:** estos modelos constan básicamente de un bastidor, los controles de mando y el motor van apoyados sobre dos rodillos del tándem y una rueda de nivelación a uno y a otro lado de la maquina respectivamente.

Aplicaciones: usuales para la compactación de rellenos en pavimentos y zanjas, y para cuando la franja de los caminos es muy angosta.



***Aplanadora para zanjas***

**Rodillo liso vibratorio:** elemento que se compone de un tambor o rodillo liso vibratorio y de un bastidor robusto apoyado sobre el eje del primero.

Un dispositivo con suspensión elástica, colocado sobre el eje del tambor y consistente en una combinación de resortes y elementos de caucho, impide la transmisión de las vibraciones al bastidor y motor, y puesto que los resortes soportan todo el peso del armazón, el caucho solo sirve como amortiguador.

Aplicaciones: altamente efectivo para materiales granulares y compactación de: sub-rasante de carreteras y aeropuertos, terracerías, subbases y bases.



***Rodillo liso vibratorio***

**Rodillo pata de cabra:** este tipo de compactador, tiene una serie de patas de acero que trabajan apisonando el material de fondo, logrando así una confinación profunda.

Aplicaciones: rodillos que constituyen la herramienta estándar para la compactación de terraplenes, bases de carreteras de primer orden y en general materiales con gran contenido de arcilla, arena y limo.



**Rodillo pata de cabra**

**Rodillos de reja:** estos rodillos que se conocen también como apisonadores de reja o de parrilla, son en lo que respecta al cuerpo de la máquina, semejantes a los compactadores de rodillo liso y al igual que en el caso de los de pata de cabra únicamente cambian en el rodillo vibratorio, ya que este lleva en su superficie una especie de malla formada por barras entrelazadas y de cara bastante ancha y a todo lo largo del cilindro.

Pueden ser de autopropulsión o remolcadas mediante un tractor.

Aplicación: ideal para disgregar el material, quebrándolo y pulverizándolo simultáneamente.

Usual en carreteras secundarias y caminos de acceso, para la compactación de terraplenes revestidos de roca suelta a base de triturarla y en la recuperación de los agregados pétreos que se quitan en las carpetas asfálticas por disgregación.



*Rodillos de reja*

**Compactador de llantas neumáticas:** son modelos formados básicamente por una caja lastrable, que constituye el cuerpo principal de la compactadora y por dos ejes de ruedas uno trasero con llantas motrices y uno delantero de dirección. Frecuentemente el número de llantas en los ejes es variable, aunque el trasero siempre lleva uno más que el delantero.

Aplicaciones: usual en la compactación final de la capa superficial de terracerías, bases, subbases, y revestimientos de arcillas y limos.



*Compactador de llantas neumáticas*

**Compactador dúo Pactor:** maquina capaz de proporcionar dos tipos de confinación en una sola unidad, combinando la compactación superficial del rodillo liso de acero, con la del tipo profundo de los neumáticos, los cuales se adaptan a toda clase de superficies irregulares, asegurando una presión de contacto uniforme y mediante un sistema exclusivo de suspensión.

Aplicaciones: usuales en la compactación de terraplenes, carpetas asfálticas, bases, subbases, caminos rurales o secundarios, calles citadinas, bacheos, estacionamientos y en la reparación de pequeñas áreas.

### III.2.7 Máquinas utilizadas en plantas de trituración, cribado y lavado de agregados.

**Trituradoras:** son maquinas que se utilizan para reducir y uniformar los tamaños de los fragmentos de las rocas. Se usan principalmente en la conexión con la roca tronada, para triturar piedra suelta o piedras grandes que se encuentran en depósitos de grava.

Clasificación: las quebradoras o trituradoras se clasifican de acuerdo a la etapa de trituración realizada, en primaria, secundaria, terciaria etc. Una trituradora primaria recibe la piedra directamente de la cantera y produce la primera reducción en tamaño. La producción de la trituradora primaria alimenta a la secundaria que reduce aun más el tamaño y así sucesivamente.

#### **Tipos de trituradoras:**

**Trituradora de quijada:** usada como trituradora primaria trabaja permitiendo que la piedra fluya hacia las quijadas, una de las cuales es fija, mientras que la otra es móvil.

La distancia entre las quijadas disminuye a medida que la piedra viaja hacia abajo por efecto de gravedad y de la quijada móvil, hasta que al final pasa por una abertura inferior.

La quijada móvil es capaz de ejercer una presión lo suficientemente alta para triturar la roca mas dura.



***Trituradora de quijada.***

***Trituradora giratoria o cónica:*** estas maquinas cuentan con un elemento de trituración cónico o en forma de cúpula llamado cabeza o esfera, que describen durante su movimiento un pequeño círculo alrededor del eje vertical, dentro de un tazón o casquete fijo. La cámara de trituración es anular, y en forma de cuña su sección transversal. La alimentación de la roca es por la parte superior, cae entre el cono y el casquete y se tritura al angostarse la abertura con el movimiento del cono. Cuando se vuelve a ensanchar las rocas caen mas adentro para volverse a triturar al regreso del cono.

En general estas maquinas pueden ser para trituración primaria o secundaria según vaya dispuesto el cono.



***Trituradora giratoria o cónica.***

**Trituradora de rodillos:** las quebradoras de rodillos se utilizan para producir reducciones adicionales en los tamaños de la piedra una vez que se ha sometido la producción de la cantera, a una o mas etapas anteriores de trituración, por lo que se emplean trituradoras secundarias o terciarias.

Trituradoras de martillos o de impacto: el molino de martillos que es la trituradora de impacto mas usada, puede utilizarse como quebradora primaria de rocas si la trituración es secundaria.

Estas maquinas que son de forma cilíndrica o semejante a la de una caja, llevan en su interior una rueda de aspas o martillos que giran a gran velocidad para proyectar contra una placa fija lateral el material que va penetrando.



**Trituradora de rodillos**

**Trituradora de molino de barras y de bolas:** esta maquina se emplea como quebradora terciaria para producir agregado fino o arena, a partir de piedra que ha sido triturada en tamaños adecuados por otra clase de equipos de trituración.

El molino de barras que es un recipiente de acero en forma de cascara, forrado interiormente por una dura capa de material, y equipado por una fuerza motriz en uno de sus extremos, utiliza para la trituración varias barras de acero en posición horizontal y de longitudes ligeramente inferiores a la del recipiente del molino.

Aplicaciones de las trituradoras: los diferentes tipos de maquinas descritas anteriormente, que en general se utilizan en la construcción para la obtención de agregados por medio de una trituración primaria, secundaria o terciaria, constituyen fundamentalmente la parte esencial de las plantas trituradoras, así como el de algunos equipos de laboratorio, ya que son estas las herramientas necesarias que se emplean para reducir y uniformar los tamaños de las rocas.



*Trituradora de molino de barras*

**Bandas transportadoras:** el transportador de banda es un elemento complementario para el desplazamiento y acarreo de materiales sueltos a distintas distancias y alturas, que consisten principalmente de una banda sinfín plana apoyada sobre un sin numero de rodillos giratorios que utilizan para su movimiento y de una estructura o armazón angular llamado bastidor sobre el cual se encuentran todos los demás elementos.

Clasificación: dependiendo de su instalación las bandas transportadoras se dividen en:

- portátiles
- permanentes

Que a su vez pueden ser:

- lisas
- de listones metálicos
- de cadena de cangilones

Aplicaciones: usuales para mover grandes volúmenes de material a lo largo de una ruta o terreno difícil, o como complemento de plantas de trituración, de asfalto, o de tratamiento, para la alimentación de las mismas. Como unidades independientes son empleadas para acarreos desde los bancos de materiales hasta las tolvas o almacenes dentro de la obra, en la elevación del concreto o para algunos otros materiales.



***Banda transportadora.***

**Cribas y rejillas:** son elementos auxiliares en forma de caja que se utilizan para la clasificación de la piedra, separándola y almacenándola en partículas de tamaños uniformes, o bien eliminando la que pase del tamaño requerido.

La clasificación del material se hace mediante el vibrado, rotación o sacudidas de la malla. Emplea, como medio propulsor, un motor adaptado en la propia maquina, que tiene la ventaja de acelerar el proceso de clasificación.

Las rejillas, que no son otra cosa que una clase de cribas, se caracterizan porque las aberturas que llevan son relativamente grandes en comparación al de las cribas y porque las rejillas casi siempre son utilizadas como elementos primarios, recibiendo y clasificando las piedras y fragmentos grandes que salen de los bancos.

Clasificación: en base al tipo de cribado se dividen en:

- cribas giratorias
- cribas con movimiento en vaivén
- cribas vibratorias

*Cribas giratorias:* son generalmente cilindros de alambre o de placas perforadas colocados con una inclinación de 5 a 7 grados. Se hacen girar a una velocidad de 15 a 20 r.p.m.

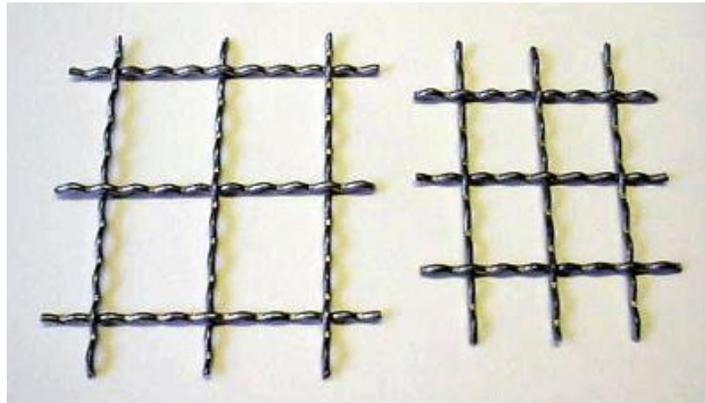
Las armazones para las cribas pueden hacerse con secciones transversales, hexagonales o poligonales.

*Cribas con movimiento de vaivén:* estas cribas son de forma rectangular, suspendidas en apoyos sueltos o flexibles, y se mueven longitudinalmente colocándoles varillas u otros excéntricos.

Su inclinación es alrededor de 16 a 18 grados y pueden producir también intensas vibraciones acompañadas de un movimiento giratorio.

*Cribas vibratorias:* estas cribas son de vibrado mecánico o eléctrico y de movimiento reciproco o giratorio. Su inclinación llega a los 40°. El cuerpo cilíndrico de estas cribas, semejantes en construcción al de las giratorias, puede ir montado sobre muelles o cojinetes o estar suspendido por cables.

Aplicaciones: usuales como elemento complementario de las plantas de trituración de concreto y de asfalto, para la clasificación de la piedra, roca o material, durante la elaboración de las mezclas asfálticas y de concreto.



**Rejillas.**

**Plantas de trituración:** es un conjunto de elementos mecánicos, acoplados en forma adecuada para desarrollar un ciclo completo de trituración. El equipo básico de estas plantas consta de una tolva alimentadora, que recibe el material de los bancos para iniciar el proceso, de tres o más quebradoras divididas en primarias, secundarias y terciarias, y de varias bandas transportadoras, que acarrear el material triturado hasta depositarlo sobre las cribas para su clasificación.

Clasificación: en general las plantas de trituración se dividen en:

- fijas
- portátiles

Aplicaciones: usuales para la transformación de rocas y piedras de tamaño excesivo, en agregados propios para la elaboración de concretos o para la formación de terraplenes y subbases en carreteras y presas.



***Planta de trituración fija.***



***Planta de trituración portable.***

### III.2.8 Equipo auxiliar utilizado en obra.

#### **Malacates**

Constan de un tambor de acero que se acciona mediante una toma de fuerza del motor. Los controles que se utilizan pueden ser manuales o automáticos, están equipados con un freno de trinquete que sirve para reducir el movimiento o para detener el tambor cuando se requiera. Comúnmente los malacates cuentan con una palanca que acciona el embrague principal, haciendo girar el tambor en cualquier dirección.

Clasificación: los malacates son manuales o portátiles y se encuentran montados sobre camiones o tractores y pueden ser:

- de gasolina
- de diesel
- eléctricos

Aplicación: son utilizados tanto en edificación como en movimientos de tierras. Dentro de la edificación es el elemento más simple usado en la elevación de materiales, además forma parte de las torres grúa como elemento auxiliar.

En movimientos de tierra se usa en el desmonte, para arrancar los troncos, para rescatar maquinaria atascada mediante malacates de arrastre montado en tractor.



**Malacate.**

## Torres grúa

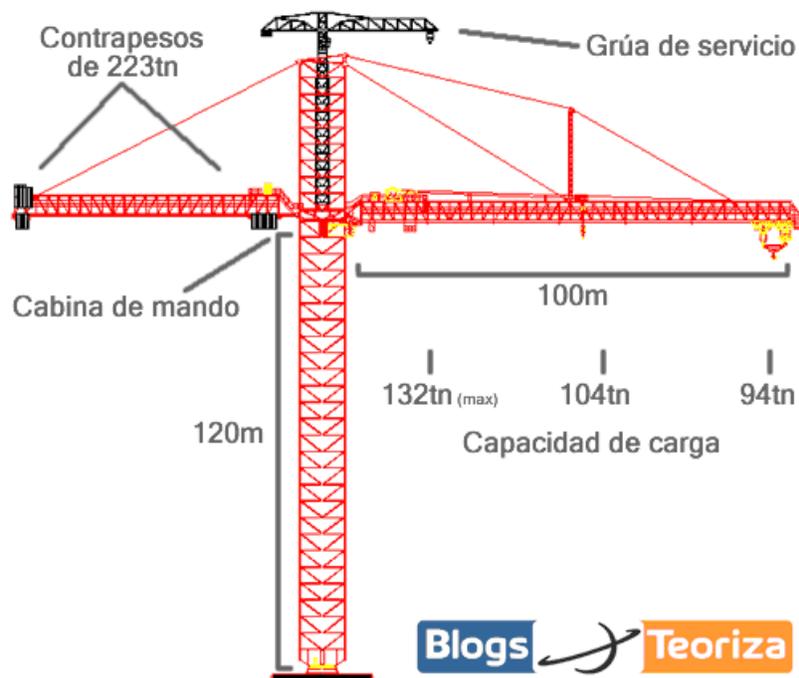
Se compone de un marco que puede estar fijo en su base o tener movimientos sobre carriles.

Esta sustentado en una torre metálica giratoria sobre un eje vertical.

### Clasificación:

- estacionarias
- móviles

Aplicaciones: usuales en obras de edificación de gran altura. En general para elevaciones de grandes volúmenes.



## Revolvedoras

Son maquinas que constan principalmente de una olla metálica soportada sobre un chasis con ruedas y accionada por un motor eléctrico, de gasolina o diesel, que hace girar la olla mezclando los elementos que en ella se encuentran, para la elaboración del concreto.

---

Clasificación:

- montadas sobre neumáticos
- montadas sobre camión

Aplicaciones: usuales en la elaboración de concreto y mortero en poco volumen.



*Revolvedora.*

### ***Vibradores***

Es un equipo que consta principalmente de un cabezal tubular vibratorio que se sumerge completamente en el concreto.

Clasificación:

- por el diámetro del cabezal
- tipo de motor

Aplicaciones: usual en colados de estructuras de concreto, su aplicación permite eliminar los vacíos de aire que se encuentren en el concreto antes de fraguar.



**Vibrador.**

### **Bombas de concreto**

En forma general están accionadas por un motor de gasolina, diesel o eléctrico. Montadas sobre un chasis móvil o sobre camiones, cuentan con una tolva agitadora de control remoto, frenos hidráulicos, gatos estabilizadores y una manguera de descarga; cuando van montadas sobre camiones se auxilian de una pluma conductora por donde circula el concreto hasta la estructura.

#### Clasificación:

- el diámetro de descarga
- distancia de bombeo (vertical u horizontal, estacionarias)
- montadas sobre camión (telescópicas)

Aplicación: utilizadas como auxiliar en la colocación del concreto a cualquier nivel.



**Bomba de concreto sobre camión.**

## **Compactadores manuales**

Son herramientas para compactar el suelo en lugares donde no se pueden utilizar maquinas pesadas, o bien donde no sea necesario cumplir con una confinación requerida.

### Clasificación:

- pisonos de mano
- pisonos de impacto o mecánicos
- compactador de rodillos vibratorios

### ***Pisonos de mano***

Consisten en una placa de acero rectangular o cuadrada, con una agarradera fija en la parte superior del cuerpo del apisonador.

### ***Pisonos de impacto o mecánicos***

Este equipo es operado por un motor de gasolina, eléctrico, o mediante aire comprimido. Funcionan dejando el pie o placa metálica sobre el terreno martillándolo.



***Pisonos de impacto o mecánicos.***

### **Compactador de rodillos vibratorios**

Estos aparatos son autopropulsados y de acción vibratoria. Tanto la propulsión como la vibración son producidos por un motor de gasolina. El rodillo vibratorio consiste en un tambor liso y produce un impacto hasta de 21 toneladas.

Aplicaciones: estos elementos se utilizan en lugares como: zanjas, hendiduras, entre durmientes, en compactación de rellenos, de drenajes y de tuberías, así como en suelos granulados sueltos, grava limpia, roca triturada, cimentaciones, taludes y en pavimentación de superficie bituminosa.



**Compactador de rodillos vibratorios**

### **Bombas de agua**

Se encuentran montadas sobre neumáticos o sobre una base metálica y están acoplados a motores de gasolina diesel o eléctricos. Operan arrojando hacia afuera el agua que entra a ellas a través de una manguera por medio de aspas que giran rápidamente.

#### Clasificación:

- de desplazamiento (reciprocantes y de diafragma)
- centrifugas (convencionales, autocebantes, neumáticas)

Aplicaciones: las bombas se utilizan ampliamente en las obras de construcción para:

- extracción del agua de pozos, túneles, etc.
- abatimiento del nivel de aguas freáticas
- desaguar encofrados
- proporcionar chorros de agua en el incado de pilotes y otros servicios
- lecheado de cimentaciones



**Bomba de agua.**

### **Equipo de soldadura**

El equipo normal que requiere una planta soldadora consta de un motor eléctrico o de gasolina, tablero de control con enchufes para ajuste y palanca de arranque, palanca para seleccionador de corriente graduada en función del diámetro del electrodo y la perilla selectora de ajuste fino, bastidor de acero tubular con agarraderas, cubierta protectora gruesa de metal, gancho para maniobrar y base para el montaje de la batería en modelos de arranque eléctrico.

#### Clasificación:

- equipo de soldadura para servicio ligero o pesado
- equipo de soldadura con arranque manual o automático
- equipo de soldadura con motor eléctrico o de gasolina

Aplicaciones: usual en estructuras de acero para la unión de sus elementos como son: vigas, tuberías, puentes; en la reparación de maquinaria, vías de ferrocarril, y en general en todos aquellos elementos metálicos que requieran ser soldados.



**Equipo de soldadura.**

### **Maquinas cortadoras**

Constan de un disco cortador el cual puede ser abrasivo, reforzado con fibra de vidrio o de diamante. El cuerpo de esta maquina esta formado por un bastidor de acero estructural montado sobre cuatro ruedas de caucho solido, y de un manubrio y palancas de funcionamiento.

#### Clasificación:

- maquina cortadora de concreto
- maquina cortadora de mampostería
- maquina cortadora de varilla

### **Maquina cortadora de concreto**

Constan de un bastidor de sección cuadrada de acero estructural y de un disco de corte que va en la parte inferior del bastidor.

Cuentan con un manubrio tubular para la dirección, una guía frontal para que el corte se haga en línea recta y una palanca modular para controlar la profundidad del corte.

Aplicaciones: usuales para cortar banquetas, guarniciones, y pavimentos, para el tendido de tuberías de drenaje y agua potable.



**Maquinas cortadoras de concreto.**

### **Maquinas cortadoras de mampostería**

Esta maquina esta construida en acero estructural, tiene un dispositivo para cortes en ángulos y una bomba para enfriamiento del disco, además de un aditamento para eliminar el polvo. El disco para cortes es de diamante y los hay para cortes en seco y húmedo.

Aplicaciones: es usual en el corte de porcelanas, tuvo albañal, azulejo, ladrillos, tejas para techos, mamposterías, etc.



**Maquinas cortadoras de mampostería**

### **Maquinas cortadoras de varilla**

El cuerpo de estas maquinas esta formado por planchetas de acero y provisto de una cuchilla para el corte de varillas.

Todas las maquinas tienen un embrague para cortes individuales y continuos, y son de funcionamiento manual o mediante pedal.

Aplicaciones: usuales para el corte de todos los hierros de armadura corriente, capaces de cortar más de una varilla al mismo tiempo.



**Maquinas cortadoras de varilla**

### **Maquinas dobladoras de varilla**

El cuerpo de estas maquinas esta formado por una caja pesada de acero apoyada directamente sobre el suelo.

El accionamiento es a base de un motor de freno, pero su proceso de doblado es dirigido eléctricamente mediante un pedal que detiene a la maquina instantáneamente al ser levantado.

Cuenta además con dos velocidades de doblado y con una marcha hacia adelante y otra hacia atrás.

Aplicaciones: las dobladoras de varillas se utilizan en general para el doblado de estribos simples y de brazos entrecruzados. También se utilizan en la fabricación de espítales redondas, anillos y arcos grandes.



**Maquinas dobladoras de varilla.**

### III.2.9 Equipo de transporte.

**Transportes:** 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.

Tanto los camiones grandes y los ligeros que se utilizan para circular dentro de las carreteras, así como los que se emplean exclusivamente para trabajos fuera de ellas, utilizan llantas dobles de propulsión y constituyen en si el equipo representativo de estas maquinas.

Los camiones que se utilizan dentro de las carreteras cumplen con los requisitos de circulación para un ancho común y una altura determinada, los diseñados para trabajos fuera de carretera son de anchos no legales y van de 2.5 a 4.5 metros.

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

Clasificación:

- volteos
- volquetes
- vagonetas
- dumptors
- plataformas

### **Volteos.**

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

Aplicación: es el medio de acarreo mas 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 fuera de las carreteras y en terrenos poco accesibles.



**Volteo.**

### **Volquetes (dumpers)**

Es el aparato mas empleado en las obras de movimientos 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.

Aplicaciones: es el equipo usual para acarreos fuera de las carreteras, transportando el 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 estas maquinas y puede considerarse como un elemento admirable para subir por las cuestas.



**Volquete (dumper)**

### ***Vagonetas***

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

Estas maquinas 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.

Aplicaciones: equipo usual para acarreos de grandes volúmenes de agregados, revestimientos y de materiales suaves para caminos y presas.

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 tiene que cubrir grandes distancias.



**Vagoneta.**

### ***Dumptors***

Son volquetes que están compuestos por un motor, una caja y un bastidor, formando una sola unidad para efectuar acarreos 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, accionando uno u otro, según sea la dirección en que se camina.

Aplicación: exclusivos para trabajos de perforación y explotación de túneles y minas, donde el espacio restringido del lugar dificulta la maniobra 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.

Son vehículos con forma de tráilers, 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.

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



**Plataforma.**

### **III.2.10 Equipo de barrenación y sus accesorios.**

#### ***Perforadoras***

Están diseñadas exclusivamente para los trabajos de perforación, barrenación y demolición, que además de encontrarse en una gran diversidad de formas y tamaños cuentan con una aplicación muy importante dentro del campo de la construcción, son herramientas formadas por un mecanismo apropiado para producir los efectos de percusión y de rotación de las barrenas.

#### Tipos de perforadoras:

- pistola o martillo de barrenación (demoledora de pavimentos)
- pierna neumática
- perforadora de carretilla
- jumbo
- perforadora sobre orugas
- perforadora portátil de torre
- perforadora para túneles
- perforadoras giratorias.

### ***Pistola o martillo de barrenación***

Se emplean para la perforación de barrenos mediante el efecto de la rotación, o para romper todo tipo de elementos de concreto por percusión o golpeo, están diseñados apropiadamente en peso y volumen para ser manipulados por un solo hombre.

Aplicación: usuales para la perforación manual en trabajos a cielo abierto, en minas, canteras, para la demolición de pavimentos asfálticos, calles, carreteras y trabajos de demolición y barrenación.



***Taladro.***

### ***Pierna neumática***

Son las perforadoras neumáticas de barrenación, cuando van articuladas a un brazo o elemento auxiliar, que se diseña y se acopla perfectamente al martillo giratorio para facilitar la perforación tanto en posición horizontal como vertical o inclinada hacia arriba.

Aplicaciones: su uso principal es en minas, túneles y galerías, para trabajos subterráneos de perforación horizontal, vertical e inclinada, y en paredes y techos de poca altura.



*Pierna neumática.*

### **Perforadora de carretilla**

Estas máquinas que se apoyan sobre un chasis con llantas de hule para la barrenación, que tiene la ventaja de ser manejadas por un solo hombre, consisten de una perforadora neumática articulada a una guía de acero que, accionada por medio de un sistema hidráulico o mediante un motor adicional, gira, sube o baja permitiendo que el número de posiciones para la perforación sea ilimitado.

Aplicaciones: usual par perforaciones de barrenos, muestreos de suelo e inyecciones para resanes, y sobre todo para lugares como minas, canteras, túneles y carreteras.



*Perforadora de carretilla*

### **Jumbo**

Es una plataforma móvil en donde tanto las herramientas de perforación como sus operadores van montados sobre esta, permitiendo que la barrenación se realice simultáneamente en todas las perforadoras.

Aplicaciones: se utilizan en casi todos los trabajos subterráneos, como minas, túneles y galerías para la barrenación previa a los explosivos.



**Jumbo.**

### **Perforadora sobre orugas**

Constan de una perforadora pesada, una guía y un brazo neumático, van soportadas sobre un bastidor transversal y entre un par de orugas, las cuales se caracterizan por tener tracción propia y por ser de tipo oscilante o rígidas, manteniéndolas en contacto directo con el terreno, por medio de un mecanismo hidráulico, aun cuando este sea irregular.

Aplicaciones: estas máquinas, por ser mucho más cómodas que las de carretilla, ahorran y producen mayor cantidad de metros de barrenación. Son muy frecuentes, por su fácil maniobra y acceso en lugares difíciles, para la perforación de barrenos en bancos de rocas, en canteras, taludes, etc.



*Perforadora sobre orugas.*

### ***Perforadora portátil de torre***

Son máquinas formadas esencialmente por una torre o pluma debidamente apoyada sobre la parte posterior de un camión, cuyas características hacen de esta perforadora una herramienta básica dentro del grupo de las máquinas de autopropulsión.

Aplicación: usuales para cuando los lugares de trabajo cambian con frecuencia, como son las perforaciones de los pasos de agua, y en general para efectuar trabajos a través de tierra y roca, con diámetros de 10 a 30 cm y profundidades hasta 200 metros o más.

En el campo de la construcción son utilizados para hacer pruebas en cimentaciones profundas, instalando tuberías y conductos bajo los terraplenes; para perforar tiros de ventilación y agujeros que permitan el hincado de pilotes, para realizar pozos de poca profundidad y en gran cantidad de trabajos mineros.



***Perforadora portátil de torre***

### ***Perforadora para túneles***

Son máquinas de gran tamaño que constan de dos componentes estructurales básicos, constituyendo en forma general la parte interna y externa de la máquina.

El componente interior que lleva la cabeza cortadora, los motores para su propulsión, las válvulas y tuberías, las bombas hidráulicas y un sin fin de elementos optativos, es la parte mas sensible de la maquina, ya que de esta depende su funcionamiento. El componente externo representa en si el cuerpo fundamental del aparato, esta formado por una armazón estructural de gran tamaño el cual lleva articulado a sus lados varios cilindros hidráulicos que le sirven para desplazarse y sujetarse perfectamente dentro del túnel.

Aplicaciones: usuales en la perforación de túneles, para trabajos como la conducción del alcantarillado, para el transito ferroviario y de vehículos bajo los ríos y a través de las montañas y para tipos especiales de instalación subterránea como las plantas hidroeléctricas.



*Perforadora para túneles*

### ***Perforadoras giratorias***

Se usan en perforaciones profundas para extraer petróleo, constan básicamente de una torre formada de perfiles angulares sobre zapatas de concreto, que se concentran y se arman sobre el agujero por barrenar.

Aplicaciones: usuales para la perforación profunda de pozos, que generalmente se hace a través de formaciones duras, blandas y rocosas, como es el caso de las perforaciones para la extracción del petróleo y otros elementos.



***Perforadora giratoria.***

### **III.2.11 Equipo de pavimentación.**

#### ***Petrolizadora***

Equipo complementario en los trabajos de pavimentación, que sirve para cargar y llevar el asfalto líquido.

Es una pipa, en cuya parte trasera lleva adaptada de tal manera y sobre un bastidor formado por dos vigas de acero reforzadas con miembros transversales tubulares, un tanque termo con rompe olas y de forma elíptica, que a su vez se

complementa con una barra de riego y una bomba de líquidos pesados, que se colocan en su parte inferior y se acciona por un motor adicional o del vehículo.

Aplicaciones: su uso general se hace en carreteras, aeropuertos, calles y superficies de rodamiento, para el riego de asfaltos en carpetas y bases.



***Petrolizadora***

### ***Barredora***

Se usa para quitar el polvo o basura acumulada sobre las subbases y bases compactadas, y mejorar así la adherencia del riego de liga.

Esta formada por un rodillo de cerdas, que colocado apropiadamente y en forma perpendicular con respecto a su movimiento, va sostenido por medio de un bastidor, el cual se apoya sobre un par de ruedas pequeñas de hule en su parte trasera y se articula al frente, a través de una barra de tiro, a un tractor agrícola para su remolque.

Cuando la barredora es de autopropulsión este último elemento no es requerido, ya que se utiliza entonces un motor acoplado en la parte trasera del bastidor para su desplazamiento.

Aplicación: usuales en la operación previa a la del riego de liga, para barrer las basuras de las subbases y bases compactadas y durante la pavimentación de carreteras, calles, aeropuertos, etc.



**Barredora**

### ***Pipa***

Requerida para el traslado de agua a través de grandes distancias, que consiste principalmente de un camión en cuyo bastidor o parte trasera de su chasis, va provisto de un tanque cilíndrico de almacenamiento, que normalmente lleva acoplada una bomba de succión para efectuar la carga y descarga del agua.

La parte posterior del tanque, que es considerada como la de trabajo, lleva adaptada en su parte inferior una barra o tubo con perforaciones a todo lo largo que, colocada en forma paralela al eje de las ruedas, es utilizada para regar o esparcir el agua a una presión constante.

En general estas máquinas están montadas con mayor frecuencia sobre camiones, aunque las de mayor capacidad son propulsadas por un tractor.

Aplicaciones: usuales en los acarreos de agua para la compactación de subbases, bases, terraplenes, núcleos de presas de tierra, etc.



*Pipa.*

### ***Pavimentadora***

Maquinas consideradas como el elemento esencial en los trabajos de pavimentación, para la distribución uniforme y por capas de la mezcla asfáltica en la construcción de carreteras y aeropuertos satisfaciendo todos los requisitos para el mezclado en el mismo lugar de trabajo.

La pavimentadora moderna, que es una maquina altamente especializada, esta formada por una caja rectangular sobre la cual van: el motor, el tanque de combustible, la tolva alimentadora y los controles para su operación.

#### Clasificación:

- pavimentadora sobre neumáticos
- pavimentadora sobre orugas

Aplicación: usuales para la formación de la carpeta asfáltica de carreteras, calles, estacionamientos, aeropuertos, etc., y en general para todos los trabajos propios de pavimentación.



***Pavimentadora***

### **III.2.12 Excavadoras giratorias y aditamentos opcionales.**

#### ***Excavadoras***

Las excavadoras para carga estacionaria van montadas sobre orugas, neumáticos y camiones, son de giro completo (360°) o parcial, realizan de tres a cuatro operaciones esenciales: excavar, cargar, descargar y empujar el material.

Clasificación: existen seis equipos que son de principal importancia para su clasificación; estos determinan el nombre y aplicación de la maquina:

1. pala de cucharon
2. excavadora convertible
  - ❖ draga de arrastre
  - ❖ cucharon de almeja
  - ❖ grúa
  - ❖ bacha de concreto
  - ❖ piloteadora
  - ❖ demoledora
  - ❖ electroimán

3. retroexcavadora
4. zanjadora
5. draga
6. excavadora de cable

### ***Pala cucharon***

Consta de una pluma cucharon, un contrapeso.

Aplicaciones: uso general para minas canteras, bancos de agregados a cielo abierto.



***Pala cucharon***

### ***Excavadora convertible***

Denominada así porque puede ir equipada con una gran variedad de dispositivos.

Los aditamentos de trabajo más comunes son:

- ❖ *draga de arrastre:* consta de armadura larga y ligera, lleva una polea en su extremo de guía y un cucharon que se une a la maquina.

Aplicaciones: excavaciones de canales, drenajes, zanjas cimentaciones poco profundas, desazolves, y dragas de ríos y puertos.

---

- ❖ *cucharon almeja*: el cucharon de tirante central es usual para la carga de agregados en excavaciones de materiales sueltos como: arena, grava, roca triturada y materiales suaves.
- ❖ *grúa*: montadas sobre orugas, camiones, usuales para levantar y trasladar pesos a grandes alturas dentro del radio de acción descrito por la pluma.
- ❖ *bacha de concreto*: elemento construido especialmente para facilitar la descarga del concreto a través del fondo.

Aplicaciones: usuales en el movimiento de grandes volúmenes de concreto y colados de este en las obras.

- ❖ *piloteadora*: es la pala mecánica equipada con una pluma de grúa y una guía que sirve para dirigir el peso que se deja caer sobre el pilote.

Aplicaciones: son utilizadas en la edificación, particularmente en cimentaciones para el hincado de pilotes, secciones de madera, acero o concreto; en las obras hidráulicas, en puertos, puentes, astilleros, etc.

- ❖ *demoledora*: consta principalmente de una pluma y de una bola de acero, la cual se lanza por medio de cables hasta golpear la estructura y provocar su demolición.

Aplicaciones: se utiliza para demoler todo lo concerniente a estructuras viejas de concreto, así como para hacer una trituración secundaria de las rocas grandes obtenidas con explosivos en minas, canteras y otras excavaciones.

- ❖ *Electroimán*: Equipo que se usa para la carga y descarga de materiales pesados que contengan fierro. Va suspendido de cualquier tipo de pluma e inclusive puede ir adaptado a una retroexcavadora.

### **Retroexcavadora**

Son maquinas montadas sobre camión o sobre orugas; son de control y funcionamiento hidráulico excelentes para trabajos de excavación abajo del nivel en que se apoyan, tienen giro de 180°, son maquinas exclusivas para relleno y excavación de zanjas, drenajes, tuberías, oleoductos, para trabajo a cielo abierto y en mantos delgados de materiales suaves.



**Retroexcavadora**

### **Zanjadoras**

Son maquinas que constan de un tractor y un equipo de excavaciones formado por cangilones y banda transportadora. Se usan para relleno y excavación de zanjas, drenajes, etc., y para materiales suaves.



**Zanjadora**

## ***Dragas***

Son palas giratorias de construcción pesada adaptadas sobre una barcaza o bote para hacer excavaciones dentro o a la orilla del agua; son de funcionamiento hidráulico o mecánico y pueden llevar cualquier aditamento o equipo de excavación.

Aplicación: se utilizan en puertos, astilleros y ríos, aunque suelen encontrarse en altamar en trabajos complicados.

Son usuales para excavar, ensanchar y profundizar canales, puertos, ríos y pantanos, así como para lugares donde se requiera limpiar de roca suelta.



***Dragas***

## ***Excavadoras de cable***

Máquinas operadas por cables, utilizan un cucharón para excavar y se mueve apoyándose entre una estructura principal y un extremo anclado a una distancia de decenas de metros.

Aplicaciones: Usual en la explotación de minas, bancos de arena, grava y arcilla. Tienen importante aplicación en el traspaleo del material, esto es, tomar material de los montones de almacenamiento y viceversa.



**Excavadoras de cable**

### **III.3 Costos por unidad de tiempo de la maquinaria empleada en trabajos de construcción.**

#### ***Vida útil de la maquinaria***

Es el lapso durante el, cual el equipo esta en condiciones de realizar trabajo sin que los gastos de su posesión excedan los rendimientos económicos obtenidos por el mismo, depende de múltiples y complejos factores que pueden ser:

- fallas de fabricación, falta de protección contra agentes y fricción de partes móviles, diferentes operadores, descuidos técnicos etc.

### **Vida económica**

Es el periodo durante el cual el equipo puede operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico satisfactorio y oportuno siempre y cuando la máquina sea correctamente conservada y mantenida.

De la observación de "registros detallados" de costo de operación y mantenimiento de un maquina fácilmente se determinara que después de cierto periodo los costos por hora de operación cada vez son mayores, que el promedio de los costos obtenidos durante sus operaciones anteriores la maquina habrá llegado al fin de su vida económica y apartir del cual su operación resultara antieconómica.

Al finalizar el periodo de vida económica se pueden presentar:

- a) Que por su estado de deterioro, la maquinaria deba ser definitivamente desechada; debiéndose vender para obtener algún valor de rescate.
- b) Que por su esmero en cuidado y operación la maquinaria se encuentre en condiciones aceptables de trabajo aunque sujeta a ciertas limitaciones especialmente lo que respecta a su eficiencia, potencia y por lo tanto a su productividad y operación económica, esto implica estar en condiciones de desventaja con el equipo de los competidores.
- c) Por razones de orden presupuestal el poseedor de la máquina se encuentra imposibilitado de sustituirla, a costa de sus utilidades se ve en la necesidad continuar empleando equipo obsoleto en operaciones de construcción.

#### **Vida económica de los equipos de construcción según:**

Equipo	SHCP	SARH	SCT	CNCIT
Dragas 2-3 yardas	5 años	8 años	13400 hrs	9408 hrs
Motoconformadoras	5 años	5 años	10000 hrs	10000 hrs
Motoescrepas	5 años	5 años	12000 hrs	8000 hrs
Tractor sobre orugas	5 años	5 años	12000 hrs	7000hrs
Cargador frontal	5 años	5 años	10000 hrs	10000 hrs

### **Valor de rescate**

Es el valor comercial que tiene la maquina al finalizar su vida económica como un porcentaje del valor de adquisición de la maquina para variar entre 5 y 20%.

**Formato propuesto y ejemplo del cálculo del costo Hora-Maquina**

<b>CONSTRUCCTORA:</b> ReBeL	<b>MAQUINA: Tractor s/o</b> <b>MODELO: CAT D8-K</b> <b>DATOS ADICIONALES:</b>	<b>CALCULO: UNAM</b> <b>REVISO: HRE</b> <b>FECHA: 22/ 07 / 08</b>
<b>DATOS GENERALES</b>		
PRECION DE ADQUISICION = \$ 450000	FECHA DE COT.: 22 / Julio / 2008	VIDA ECONOMICA (Ve) : 5 AÑOS
EQUIPO ADICIONAL : X	HORAS POR AÑO: (HA):2000 hr/año	MOTOR: DIESEL DE: 270 HP
VALOR INICIAL (Vo) = \$ 450000	FACTOR OPERACIÓN: 0.8	POTENCIA OPERACIÓN: 216 hp
VALOR DE RESCATE (Vr) : 20 %	POTENCIA OPERACIÓN: 216 hp	FACTOR DE MNTO (Q): 0.75
TASA INTERES ( i ) : 0.087		
PRIMA SEGUROS (s) : 2 %		
<b>1. CARGOS FIJOS</b>		
a) DESPRECIACION	$D = Vo - Vr / Ve$	= \$ 36.00 / hrs
b) INVERSION:	$I = (Vo + Vr / 2Ha) I$	= \$11.75 / hrs
c) SEGUROS:	$S = (Vo + Vr / 2Ha) s$	= \$2.7 / hrs
d) MANTENIMIENTO	$M = Q * D$	= \$27.00 / hrs
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA : = <u>\$77.45/ hrs</u>		
<b>2. CONSUMOS</b>		
a) COMBUSTIBLE:	E = Opc	
DIESEL :	$E = 0.2 \times 216 \text{ HP. Op} \times 5.6 / \text{lt}$	= \$ 241.9 / hr
GASOLINA :	$E = 0.24 \times 0 \text{ HP. Op} \times 6.8 / \text{lt}$	= \$ 0 / hr
b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA: X		
c) LUBRICANTES: L = a*Pe		
CAPACIDAD DE CARTER: C = 35 litros		
CAMBIO DE ACEITE : t = 100 Horas		
$a = c / t + \left\{ \begin{array}{l} 0.0035 \\ 0.003 \end{array} \right. \times 216 \text{ HP.op.} = \$ 1.11 \text{ lt / hr}$		
$L = 1.11 \text{ lt / hr} \times 30 \text{ $ / lt} = \underline{\$ 33.18 / hr}$		
d) LLANTAS	LL = VII / Hv	
VALOR DE LAS LLANTAS (VII) : 0		
VIDA ECONOMICA (Hv) : 0 hrs		LL= \$ 0.00 / hr
SUMA CONSUMO POR HORA : <u>\$ 275.10 / hr</u>		
<b>3. OPERACIÓN</b>		
SALARIO BASE \$ = 130 / tno	FSR = 1.67	
OPERADOR \$ = 217.1 / tno	\$	
HORAS / TURNO PROM (H) = 8 Horas x 0.75 (Fac. de Rend) = 6 hrs		
OPERACIÓN = Sal / H = \$ 119.07 / 6 Horas = <u>\$19.85/ hr</u>		
<b>COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) = \$ 388.7 / hr</b>		

<b>CONSTRUCCTORA:</b> <b>ReBeL</b>	<b>MAQUINA: Excavadora s/o</b> <b>MODELO: CAT - 235</b> <b>DATOS ADICIONALES:</b>	<b>CALCULO: UNAM</b> <b>REVISO: HRE</b> <b>FECHA: 22/ 07 / 08</b>
<b>DATOS GENERALES</b>		
PRECION DE ADQUISICION = \$ 485000	FECHA DE COT.: 22 / Julio / 2008	VIDA ECONOMICA (Ve) : 5 AÑOS
EQUIPO ADICIONAL : X	HORAS POR AÑO: (HA):2000 hr/año	MOTOR: DIESEL DE: 195 HP
VALOR INICIAL (Vo) = \$ 485000	MOTOR: DIESEL DE: 195 HP	FACTOR OPERACIÓN: 0.8
VALOR DE RESCATE (Vr) : 20 %	POTENCIA OPERACIÓN: 156 hp	FACTOR DE MNTO (Q): 0.75
TASA INTERES ( i ) : 0.087		
PRIMA SEGUROS (s) : 2 %		
<b>1. CARGOS FIJOS</b>		
a) DESPRECIACION	$D = Vo - Vr / Ve$	= \$ 38.00 / hrs
b) INVERSION:	$I = (Vo + Vr / 2Ha) I$	= \$ 12.66 / hrs
c) SEGUROS:	$S = (Vo + Vr / 2Ha) s$	= \$ 2.91 / hrs
d) MANTENIMIENTO	$M = Q * D$	= \$ 29.10 / hrs
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA : = <u>\$ 83.47 / hr</u>		
<b>2. CONSUMOS</b>		
a) COMBUSTIBLE:	$E = Opc$	
DIESEL :	$E = 0.2 \times 156 \text{ HP. Op} \times 5.6 / \text{lt}$	= \$ 174.72 / hr
GASOLINA :	$E = 0.24 \times 0 \text{ HP. Op} \times 6.8 / \text{lt}$	= \$ 0 / hr
b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA: X		
c) LUBRICANTES: $L = a * Pe$		
CAPACIDAD DE CARTER: $C = 35$ litros		
CAMBIO DE ACEITE : $t = 100$ Horas		
$a = c / t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.003 \end{cases} \times 156 \text{ HP.op.} = \$ 0.90 \text{ lt / hr}$		
$L = 0.90 \text{ lt / hr} \times 30 \text{ $ / lt} = \underline{\$ 26.88 / hr}$		
d) LLANTAS		
LL = VII / Hv		
VALOR DE LAS LLANTAS (VII) : 0		
VIDA ECONOMICA (Hv) : 0 hrs		LL= <u>\$ 0.00 / hr</u>
SUMA CONSUMO POR HORA : <u>\$ 275.10 / hr</u>		
<b>3. OPERACIÓN</b>		
SALARIO BASE \$ = 130 / tno		FSR = 1.67
OPERADOR \$ = 217.1 / tno		\$
HORAS / TURNO PROM (H) = 8 Horas x 0.75 (Fac. de Rend) = 6 hrs		
OPERACIÓN = Sal / H = \$ 217.1 / 6 Horas = <u>\$ 36.18 / hr</u>		
<b>COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) = \$ 321.3 / hr</b>		

<b>CONSTRUCCTORA:</b> ReBeL	MAQUINA: <b>Motoconformadora</b> MODELO: DATOS ADICIONALES:	CALCULO: UNAM REVISO: HRE FECHA: 22/ 07 / 08
<b>DATOS GENERALES</b>		
PRECION DE ADQUISICION = \$ 250000    FECHA DE COT.: 22 / Julio / 2008 VIDA ECONOMICA (Ve) : 5 AÑOS		
EQUIPO ADICIONAL : X    HORAS POR AÑO: (HA):2000 hr/año		
VALOR INICIAL (Vo) = \$ 210000    MOTOR: DIESEL DE: 270 HP		
VALOR DE RESCATE (Vr) : 20 %    FACTOR OPERACIÓN: 0.8		
TASA INTERES ( i ) : 0.087    POTENCIA OPERACIÓN: 216 hp		
PRIMA SEGUROS (s) : 2 %    FACTOR DE MNTO (Q): 0.75		
<b>1. CARGOS FIJOS</b>		
a) DESPRECIACION	$D = Vo - Vr / Ve$	= \$ 16.00 / hrs
b) INVERSION:	$I = (Vo + Vr / 2Ha) I$	= \$ 5.66 / hrs
c) SEGUROS:	$S = (Vo + Vr / 2Ha) s$	= \$ 1.30 / hrs
d) MANTENIMIENTO	$M = Q * D$	= \$ 12.00 / hrs
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA : = <u>\$ 34.96 / hrs</u>		
<b>2. CONSUMOS</b>		
a) COMBUSTIBLE:	$E = Opc$	
DIESEL :	$E = 0.2 \times 216 \text{ HP. Op} \times 5.6 / \text{lt}$	= \$ 241.9 / hr
GASOLINA :	$E = 0.24 \times 0 \text{ HP. Op} \times 6.8 / \text{lt}$	= \$ 0 / hr
b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA: X		
c) LUBRICANTES: $L = a * Pe$		
CAPACIDAD DE CARTER: $C = 30$ litros		
CAMBIO DE ACEITE : $t = 100$ Horas		
$a = c / t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.003 \end{cases} \times 216 \text{ HP.op.} = \$ 1.06 \text{ lt / hr}$		
$L = 1.06 \text{ lt / hr} \times 30 \$ / \text{lt} = \underline{\$ 31.68 / hr}$		
d) LLANTAS		
$LL = VII / Hv$		
VALOR DE LAS LLANTAS (VII) : 40000		
VIDA ECONOMICA (Hv) : 3400 hrs		LL= <u>\$ 11.76 / hr</u>
SUMA CONSUMO POR HORA : \$ <u>285.36 / hr</u>		
<b>3. OPERACIÓN</b>		
SALARIO BASE \$ = 130 / tno		FSR = 1.67
OPERADOR \$ = 217.1 / tno		\$
HORAS / TURNO PROM (H) = 8 Horas x 0.75 (Fac. de Rend) = 6 hrs		
OPERACIÓN = Sal / H = \$ 217.1 / 6 Horas = <u>\$ 19.85 / hr</u>		
<b>COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) = \$ 340.16 / hr</b>		

<b>CONSTRUCCTORA:</b> ReBeL	MAQUINA: <b>Camión Pipa</b> MODELO: <b>DINA</b> DATOS ADICIONALES:	CALCULO: UNAM REVISO: HRE FECHA: 22/ 07 / 08
<b>DATOS GENERALES</b>		
PRECION DE ADQUISICION = \$ 560000	FECHA DE COT.: 22 / Julio / 2008	VIDA ECONOMICA (Ve) : 6 AÑOS
EQUIPO ADICIONAL : X	HORAS POR AÑO: (HA):2000 hr/año	MOTOR: DIESEL DE: 170 HP
VALOR INICIAL (Vo) = \$ 520400	FACTOR OPERACIÓN: 0.8	POTENCIA OPERACIÓN: 136 hp
VALOR DE RESCATE (Vr) : 20 %	POTENCIA OPERACIÓN: 136 hp	FACTOR DE MNTO (Q): 0.75
TASA INTERES ( i ) : 0.087		
PRIMA SEGUROS (s) : 2 %		
<b>1. CARGOS FIJOS</b>		
a) DESPRECIACION	$D = Vo - Vr / Ve$	= \$ 34.03 / hrs
b) INVERSION:	$I = (Vo + Vr / 2Ha) I$	= \$ 13.75 / hrs
c) SEGUROS:	$S = (Vo + Vr / 2Ha) s$	= \$ 2.85 / hrs
d) MANTENIMIENTO	$M = Q * D$	= \$ 25.53 / hrs
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA : = <u>\$ 76.16/ hrs</u>		
<b>2. CONSUMOS</b>		
a) COMBUSTIBLE:	$E = Opc$	
DIESEL :	$E = 0.2 \times 136 \text{ HP. Op} \times 5.6 / \text{lt}$	= \$ 152.32 / hr
GASOLINA :	$E = 0.24 \times 0 \text{ HP. Op} \times 6.8 / \text{lt}$	= \$ 0 / hr
b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA: X		
c) LUBRICANTES: $L = a * Pe$		
CAPACIDAD DE CARTER: C = 25 litros		
CAMBIO DE ACEITE : t = 100 Horas		
$a = c / t + \left\{ \begin{array}{l} 0.0035 \\ 0.003 \end{array} \right. \times 136 \text{ HP.op.} = \$ 0.73 \text{ lt / hr}$		
$L = 0.73 \text{ lt / hr} \times 30 \text{ $/lt} = \underline{\underline{\$ 21.78 / hr}}$		
d) LLANTAS		
LL = VII / Hv		
VALOR DE LAS LLANTAS (VII) : 39600		
VIDA ECONOMICA (Hv) : 1000 hrs		LL= <u>\$ 39.60 / hr</u>
SUMA CONSUMO POR HORA : <u>\$ 213.70 / hr</u>		
<b>3. OPERACIÓN</b>		
SALARIO BASE \$ = 130 / tno		FSR = 1.67
OPERADOR \$ = 217.1 / tno		\$
HORAS / TURNO PROM (H) = 8 Horas x 0.75 (Fac. de Rend) = 6 hrs		
OPERACIÓN = Sal / H = \$ 217.1 / 6 Horas = <u>\$ 36.183/ hr</u>		
<b>COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) = \$ 326.04 / hr</b>		

<b>CONSTRUCCTORA:</b> ReBeL	MAQUINA: <b>Retrocargador</b> MODELO: <b>CASER 580 - H</b> DATOS ADICIONALES:	CALCULO: UNAM REVISO: HRE FECHA: 22/ 07 / 08
<b>DATOS GENERALES</b>		
PRECION DE ADQUISICION = \$ 355000	FECHA DE COT.: 22 / Julio / 2008	VIDA ECONOMICA (Ve) : 5 AÑOS
EQUIPO ADICIONAL : X	HORAS POR AÑO: (HA):2000 hr/año	MOTOR: DIESEL DE: 170 HP
VALOR INICIAL (Vo) = \$ 2623800	FACTOR OPERACIÓN: 0.8	POTENCIA OPERACIÓN: 136 hp
VALOR DE RESCATE (Vr) : 20 %	POTENCIA OPERACIÓN: 136 hp	FACTOR DE MNTO (Q): 0.75
TASA INTERES ( i ) : 0.087		
PRIMA SEGUROS (s) : 2 %		
<b>1. CARGOS FIJOS</b>		
a) DESPRECIACION	$D = Vo - Vr / Ve$	= \$ 19.14 / hrs
b) INVERSION:	$I = (Vo + Vr / 2Ha) I$	= \$ 7.25 / hrs
c) SEGUROS:	$S = (Vo + Vr / 2Ha) s$	= \$ 1.67 / hrs
d) MANTENIMIENTO	$M = Q * D$	= \$ 14.35 / hrs
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA : = \$ 42.41 / hrs		
<b>2. CONSUMOS</b>		
a) COMBUSTIBLE:	$E = Opc$	
DIESEL :	$E = 0.2 \times 136 \text{ HP. Op} \times 5.6 / \text{lt}$	= \$ 152.32 / hr
GASOLINA :	$E = 0.24 \times 0 \text{ HP. Op} \times 6.8 / \text{lt}$	= \$ 0 / hr
b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA: X		
c) LUBRICANTES: $L = a * Pe$		
CAPACIDAD DE CARTER: C = 28 litros		
CAMBIO DE ACEITE : t = 100 Horas		
$a = c / t + \left\{ \begin{array}{l} 0.0035 \\ 0.003 \end{array} \right. \times 136 \text{ HP.op.} = \$ 0.76 \text{ lt / hr}$		
$L = 0.76 \text{ lt / hr} \times 30 \text{ $ / lt} = \underline{\$ 22.68 / hr}$		
d) LLANTAS		
LL = VII / Hv		
VALOR DE LAS LLANTAS (VII) : 92620		
VIDA ECONOMICA (Hv) : 1000 hrs		LL= \$ 92.62 / hr
SUMA CONSUMO POR HORA : \$ 267.62 / hr		
<b>3. OPERACIÓN</b>		
SALARIO BASE \$ = 130 / tno		FSR = 1.67
OPERADOR \$ = 217.1 / tno		\$
HORAS / TURNO PROM (H) = 8 Horas x 0.75 (Fac. de Rend) = 6 hrs		
OPERACIÓN = Sal / H = \$ 217.1 / 6 Horas = \$ 36.18 / hr		
<b>COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) = \$ 346.21 / hr</b>		

<b>CONSTRUCCTORA:</b> <b>ReBeL</b>	<b>MAQUINA: Camión de volteo</b> <b>MODELO: Dina</b> <b>DATOS ADICIONALES:</b>	<b>CALCULO: UNAM</b> <b>REVISO: HRE</b> <b>FECHA: 22/ 07 / 08</b>
<b>DATOS GENERALES</b>		
PRECION DE ADQUISICION = \$ 550000    FECHA DE COT.: 22 / Julio / 2008 VIDA ECONOMICA (Ve) : 5 AÑOS		
EQUIPO ADICIONAL : X    HORAS POR AÑO: (HA):2000 hr/año		
VALOR INICIAL (Vo) = \$ 538820    MOTOR: DIESEL DE: 170 HP		
VALOR DE RESCATE (Vr) : 20 %    FACTOR OPERACIÓN: 0.8		
TASA INTERES ( i ) : 0.087    POTENCIA OPERACIÓN: 136 hp		
PRIMA SEGUROS (s) : 2 %    FACTOR DE MNTO (Q): 0.75		
<b>1. CARGOS FIJOS</b>		
a) DESPRECIACION	$D = Vo - Vr / Ve$	= \$ 42.88 / hrs
b) INVERSION:	$I = (Vo + Vr / 2Ha) I$	= \$ 14.11 / hrs
c) SEGUROS:	$S = (Vo + Vr / 2Ha) s$	= \$ 3.24 / hrs
d) MANTENIMIENTO	$M = Q * D$	= \$ 32.16 / hrs
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA : = <u>\$ 92.40 / hrs</u>		
<b>2. CONSUMOS</b>		
a) COMBUSTIBLE:	$E = Opc$	
DIESEL :	$E = 0.2 \times 136 \text{ HP. Op} \times 5.6 / \text{lt}$	= \$ 152.32 / hr
GASOLINA :	$E = 0.24 \times 0 \text{ HP. Op} \times 6.8 / \text{lt}$	= \$ 0 / hr
b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA: X		
c) LUBRICANTES: $L = a * Pe$		
CAPACIDAD DE CARTER: $C = 8$ litros		
CAMBIO DE ACEITE : $t = 100$ Horas		
$a = c / t + \left\{ \begin{array}{l} 0.0035 \\ 0.003 \end{array} \right. \times 136 \text{ HP.op.} = \$ 0.56 \text{ lt / hr}$		
$L = 0.56 \text{ lt / hr} \times 30 \text{ $ / lt} = \underline{\$ 16.68 / hr}$		
d) LLANTAS		
$LL = VII / Hv$		
VALOR DE LAS LLANTAS (VII) : 11180		
VIDA ECONOMICA (Hv) : 1000 hrs		$LL = \underline{\$ 11.18 / hr}$
SUMA CONSUMO POR HORA : \$ <u>180.18 / hr</u>		
<b>3. OPERACIÓN</b>		
SALARIO BASE \$ = 130 / tno		FSR = 1.67
OPERADOR \$ = 217.1 / tno		\$
HORAS / TURNO PROM (H) = 8 Horas x 0.75 (Fac. de Rend) = 6 hrs		
OPERACIÓN = Sal / H = \$ 217.1 / 6 Horas = <u>\$36.18/ hr</u>		
<b>COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) = \$ 308.8 / hr</b>		

<b>CONSTRUCCTORA:</b> ReBeL	<b>MAQUINA: Perforadora manual</b> MODELO: DATOS ADICIONALES:	<b>CALCULO: UNAM</b> REVISO: HRE FECHA: 22/ 07 / 08
<b>DATOS GENERALES</b>		
PRECION DE ADQUISICION = \$ 20000    FECHA DE COT.: 22 / Julio / 2008 VIDA ECONOMICA (Ve) : 3 AÑOS EQUIPO ADICIONAL : X    HORAS POR AÑO: (HA): 1000 hr/año VALOR INICIAL (Vo) = \$ 20000    MOTOR: DIESEL DE: 14 HP VALOR DE RESCATE (Vr) : 20 %    FACTOR OPERACIÓN: 0.8 TASA INTERES ( i ) : 0.087    POTENCIA OPERACIÓN: 11.2 hp PRIMA SEGUROS (s) : 2 %    FACTOR DE MNTO (Q): 0.75		
<b>1. CARGOS FIJOS</b>		
a) DESPRECIACION	$D = Vo - Vr / Ve$	= \$ 5.33 / hrs
b) INVERSION:	$I = (Vo + Vr / 2Ha) I$	= \$ 1.04 / hrs
c) SEGUROS:	$S = (Vo + Vr / 2Ha) s$	= \$ 0.24 / hrs
d) MANTENIMIENTO	$M = Q * D$	= \$ 4.00 / hrs
SUMA CARGOS FIJOS POR HORA : = \$ 10.62 / hrs		
<b>2. CONSUMOS</b>		
a) COMBUSTIBLE:	$E = Opc$	
DIESEL :	$E = 0.2 \times 0 \text{ HP. Op} \times 5.6 / \text{lt}$	= \$ 0 / hr
GASOLINA :	$E = 0.24 \times 11 \text{ HP. Op} \times 6.8 / \text{lt}$	= \$ 18.28 / hr
b) OTRAS FUENTES DE ENERGIA: X		
c) LUBRICANTES:	$L = a * Pe$	
CAPACIDAD DE CARTER: C = litros CAMBIO DE ACEITE : t = 0 Horas $a = c / t + \begin{cases} 0.0035 \\ 0.003 \end{cases} \times 11.2 \text{ HP.op.} = \$ 0.00 \text{ lt / hr}$ $L = 0 \text{ lt / hr} \times 30 \$ / \text{lt} = \$ 0.00 / \text{hr}$		
d) LLANTAS	$LL = VII / Hv$	
VALOR DE LAS LLANTAS (VII) : 0.00		
VIDA ECONOMICA (Hv) : 0.00 hrs		LL = \$ 0.00 / hr
SUMA CONSUMO POR HORA : \$ 18.28 / hr		
<b>3. OPERACIÓN</b>		
SALARIO BASE \$ = 130 / tno		FSR = 1.67
OPERADOR \$ = 217.1 / tno		\$
HORAS / TURNO PROM (H) = 8 Horas x 0.75 (Fac. de Rend) = 6 hrs		
OPERACIÓN = Sal / H = \$ 217.1 / 6 Horas = \$36.18 / hr		
<b>COSTO DIRECTO HORA - MAQUINA (HMD) = \$ 65.08 / hr</b>		

## CAPITULO IV.

### MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DETERMINACIÓN DE SUS COSTOS

#### IV.1 Las rocas. Su utilización en mampostería, en acabados, en rellenos, pedraplenes, enrocamiento y escolleras.

##### *Clasificación de las Rocas*

Todos los agregados naturales tienen sus inicios en la roca sólida de la corteza terrestre, que consiste en una mezcla de diferentes minerales. Durante un periodo de muchos miles de años, debido a la acción de la congelación y la descongelación, del calentamiento y enfriamiento, del humedecimiento y secado, de los glaciares, de las corrientes de agua y de los ríos, de las raíces vegetales y de las sustancias químicas, la roca sólida se desintegra formando pedazos pequeños. A los pedazos gruesos se les llama grava y a las partículas finas se les da el nombre de arena, limo y arcilla, conforme se reduce su tamaño.

Las grandes masas de roca que comprenden la corteza terrestre consisten en tres clases fundamentales de las cuales, a través del proceso de intemperismo antes descrito, provienen todas las gravas y suelos. Estas tres clases son:

##### *Rocas Ígneas.*

Rocas que alguna vez fueron calentadas intensamente y, en estado líquido, se les dio el nombre de magma. Al enfriarse el magma se solidificó formando cuerpos cristalinos de diversos tamaños y formas. Las rocas ígneas comunes son el granito, la diorita, el gabro, el basalto y la roca trapeciana, una variedad del basalto. Hay muchas otras clases que no son tan comunes. La diferencia entre las diversas clases de rocas ígneas se debe a su composición mineralógica y al tamaño diferente de los cristales individuales: los granitos son de grano grueso y de color claro, el basalto es oscuro y de grano fino. Las rocas ígneas son una buena fuente de roca triturada. Las arenas y las gravas de origen ígneo. Constituyen un buen agregado si el material no se ha intemperizado en exceso.

La escoria volcánica y la piedra pómez se usan en algunos lugares como agregado ligero.

### ***Rocas Sedimentarias***

Son de origen secundario: el material de que están constituidas es el resultado de la intemperización de alguna roca ya antes existente. Algunas rocas sedimentarias son el resultado de la transportación mecánica de sedimentos por algunas corrientes de agua, mismas que las llevan hasta un cuerpo líquido en donde los sedimentos se depositan en capas. Otras rocas sedimentarias consisten de materiales disueltos por el agua que circula a través de las rocas, llevados hasta los lagos o hasta los mares donde se depositaron mediante un proceso químico. En las rocas sedimentarias de grano grueso las partículas individuales se cementan y se unen mediante sílice, óxido de hierro o carbonato de calcio. Las rocas sedimentarias comunes son conglomerados que contienen cantos rodados gruesos, arenisca, pizarra, piedra caliza y dolomita.

Como fuente de agregados, las rocas sedimentarias pueden calificarse desde malas hasta excelentes. Las areniscas y las piedras calizas duras y densas son buenas; las pizarras por lo general son laminadas y de baja calidad; los conglomerados son malos; la dolomita, si es dura y densa, es buena.

### ***Rocas Metamórficas***

Son rocas que han sufrido una metamorfosis, o una alteración, como resultado de una tremenda presión, calor y actividad química. Todas las rocas metamórficas fueron en algún tiempo ya sea ígneas o sedimentarias. Por lo general son rebordadas o laminadas. Como tipos de rocas metamórficas tenemos el gneiss, el esquisto, la pizarra, la cuarcita y el mármol. Su valor como agregados varía desde malo hasta excelente, dependiendo de su dureza, densidad y que no se laminen.

### ***Piedra***

Al hablar aquí de piedra nos referimos, no a guijarros ni a pequeños trozos de rocas, sino a bloques, más o menos grandes, de piedra, y que se emplean para hacer paredes o cimientos de la misma manera que empleamos los ladrillos o bloques de hormigón. Es lo que suele llamarse "mampostería" y unas veces adopta formas regulares o sea perfectas y otras irregulares o imperfectas.

Con vistas a la construcción lo que interesa es su peso y la dureza. El color interesa con vistas de decoración.

---

Tiene mucha importancia saber si una piedra es propensa a romperse con las heladas o no lo es. Si lo es se llama heladiza y para conocerlas hay un procedimiento que consiste en meter la piedra en un recipiente con sal cristalina de cualquier clase, se saca y se deja secar, si es heladiza la piedra se agrietará.

Ha de considerarse también si las piedras sufren los efectos de lluvia y humedad.

### ***Piedras duras***

Las más conocidas son los mármoles; además señalaremos las areniscas, los granitos, el alabastro y la piedra moleña, muy empleada en la construcción porque se une al mortero, mejor que la piedra ordinaria. Son las piedras que se emplean para muelas de molino y tienen un color rojizo y grisáceo.

### ***Piedras blandas***

Interesa conocer la manera de identificar si una piedra es dura o blanda. Pues bien, el procedimiento no puede ser más sencillo: se toma una muestra de la piedra en duda y se rompe; si los trozos son redondeados, la piedra es blanda; si por el contrario son angulosos, con agudas aristas, la piedra es dura.

Eso tiene mucha importancia porque las piedras blandas, por su menor peso y menor resistencia, se emplean en las partes altas de los edificios, donde deben soportar menor peso.

### ***Mampuestos***

Son piedras sin labrar que se pueden colocar en una obra con la mano, son de formas irregulares y se emplean en las obras de mampostería.

#### Tipos de mampostería:

- ordinaria, con cantos rodados
- ordinaria con mampuestos de cantera
- careada, con mampuesto que tiene una cara plana y así quedan las paredes hacia afuera con una cara lisa
- concertada, es la que tiene los mampuestos perfectamente combinados de modo que encajen unos con otros.

## **Sillares**

Sillares son las piedras "duras" ya labradas, o sea "trabajadas" hasta dejarlas en bloques bien formados que se colocarían unos encima de otros. Para llegar a trabajar así las piedras, primero se hace el desbaste o sea una operación por la que se deja a la piedra con unas dimensiones algo mayores que las que debe tener ya labrada. Después viene ya el trabajo más fino, que es la labra propiamente dicha y que se hace en obra: es el acabado. Esta operación presenta a su vez dos fases, el escuadrado y la formación de perfiles.

Los sillares se emplean para fachadas, peldaños, etc. La parte rayada mostrada en las figuras es la que queda definitivamente como piedra labrada pulida.

## **Sillarejo**

Es distinto al sillar; el sillarejo presenta un desgaste mínimo, el preciso nada más para que se puedan asentar unos sobre otros. El sillarejo, como ya hemos dicho, es más tosco y a veces tiene una pequeña labra para asentarla en seco, cosa que en la práctica es difícil por no ser perfectamente regulares, echando entonces entre ellos una lechada de cemento en las uniones horizontales.

Otras veces, además de la lechada, se meten cuñas de madera y espigas, o grapas de madera o metal. Estas grapas o espigas unen dos bloques (inferior y superior) para lo que se hacen unas ranuras internas en los sillarejos, en las que se colocan aquellas.

## ***Aplicaciones de la piedra***

Principalmente para muros, sobre todo en las construcciones de la provincia de la república mexicana, se usan desde la cimentación, hasta muros de contención.

Como normas generales para tener en cuenta al emplear la piedra, indicaremos las siguientes.

- debe resistir a la intemperie
- no ser heladiza
- no tener grietas
- superficie rugosa, áspera, para que se una al mortero
- que no estén las canteras muy alejadas de la obra porque esta se encarece

Las rocas también se utilizan en pedraplenes cuando el suelo en el que se ha de construir un camino o algún bordo de contención es de baja resistencia, generalmente en arcillas donde esta tenga un nivel freático casi superficial, en este caso la utilización de la roca le da resistencia al terreno y sobre este podrán circular los vehículos generalmente son caminos de penetración.

Otra de las aplicaciones de la roca es en las presas que son de tierra y enrocamiento para la protección de la presa por erosión ocasionada por el agua y el viento.

#### **IV.2 Los suelos. Su clasificación, tratamiento y utilización en cimentaciones, rellenos, terraplenes, caminos, canales, como cementantes, etc.**

##### *El origen de los suelos: el intemperismo de las rocas*

Al examinar cualquier superficie de roca que haya estado expuesta a la atmosfera por un tiempo considerable, se notara que ha sido afectada notablemente por esta exposición. En muchos casos, la desintegración de la capa superficial será evidente. La acción compleja causada por los factores atmosféricos se ve en la creación del suelo y de las rocas sedimentarias mecánicamente formadas. El proceso del cambio que resulta de la exposición de las rocas a la influencia de la atmosfera se conoce como intemperismo. Esta palabra debe aplicarse solamente a aquellos cambios superficiales en una masa rocosa debidos a los agentes atmosféricos y que originan una desintegración mas o menos compleja de la roca como un cuerpo geológico, esto no incluye aquellos cambios que tienen lugar a mayor profundidad, durante los cuales la masa rocosa mantienen su individualidad e identidad geológicas. El termino alteración se utiliza para describir estos cambios internos de la roca que provienen de la hidratación y que llevan a la formación de nuevos minerales en la masa de roca.

A menudo es difícil diferenciar el intemperismo y la erosión, proceso por el cual los productos del intemperismo son removidos de su posición original, ya que casi siempre los dos son simultáneos. Por motivos de comodidad y de acuerdo con sus características distintivas, veremos los dos procesos por separado.

### **Agentes de intemperismo**

La acción de la atmosfera por si misma, o sea, de la mezcla de gases que constituyen el aire, es prácticamente una causa imperceptible de intemperismo; únicamente cuando el agua (o la humedad) esta presente los constituyentes del aire son importantes. El movimiento de la atmosfera, en la forma de fuerte viento, es un agente importante en las zonas áridas del mundo y es, además, un medio principal de erosión. En las áreas secas, donde los vientos pueden levantar y llevar en suspensión partículas solidas (como granos de arena) el esmerilado o pulimento, debido a esta materia solida sobre las caras expuestas de la roca, puede ser un agente mecánico muy efectivo del intemperismo. Las variaciones en la temperatura de la atmosfera son otra causa del intemperismo que se le atribuye a la atmosfera; si los cambios se presentan repentinamente y abarcan un rango apreciable de temperatura, las presiones internas que tienen lugar en una masa de roca expuesta pueden ser suficientes para causar el desprendimiento de las capas superficiales. Exfoliación es el nombre aplicado a este fenómeno en particular. Por lo general los cambios de temperatura ejercen mas influencia en el caso de las rocas ígneas que en el de las rocas sedimentarias, en especial en las rocas ígneas de grano grueso.

La temperatura juega un papel importante en uno de los procesos mecánicos del intemperismo causado por agua (el efecto de la congelación del agua). La lluvia que cae sobre las superficies de la roca rellena todas las cavidades expuestas, grietas abiertas, y juntas en la mesa rocosa y tendera a rellenar los espacios o poros vacíos de la roca. Si el congelamiento tiene lugar, esta agua atrapada ejercerá una poderosa fuerza de ruptura en la roca circundante; por lo tanto la desintegración será a menudo considerable, aun en un corto periodo. El agua corriente, además de ser un factor importante en la erosión, también actuara como un agente de intemperismo si esta acarreado materia solida en suspensión y como un arrastre de fondo. La remoción del material solido del lecho del rio es esencialmente un proceso de intemperismo, aunque se convierte de inmediato en un rasgo de transporte. La acción del hielo en movimiento, como en un glaciar, es igualmente importante sobre extensas áreas, y la cantidad de suelo así formado ha sido considerable.

El agua tiene otra función en el proceso general de intemperismo. Las impurezas del agua (pues en la naturaleza prácticamente nunca se encuentra en estado puro) le dan ciertas propiedades químicas que se reflejan en algunos de los procesos más importantes de intemperismo. La oxidación es una reacción química que tiene lugar cuando las rocas están en contacto con el agua pluvial; en rocas que contienen hierro es especialmente notable la coloración rojiza que

muestran las superficies intemperizadas. Las reacciones detalladas son complejas, pero los óxidos de hierro hidratados, los carbonatos y los sulfatos son algunos de los productos. Todas estas reacciones van acompañadas de un volumen y una desintegración subsecuente de la masa de roca original. Finalmente hay que considerar la acción del agua pluvial como un solvente; en algunas localidades este es el más poderoso de todos los aspectos del intemperismo. La acción se relaciona con calizas, pero muchos otros tipos de roca también son afectados en menor grado. Aunque el agua pura es un solvente débil en los minerales más comunes, el agua de lluvia contiene una cantidad considerable de ácido carbónico, que con el tiempo descompondrá casi todos los minerales formadores de la roca. Por "tiempo" entendemos el tiempo geológico.

Existen pocos agentes secundarios de intemperismo. Posiblemente los más interesantes son los animales y las plantas. La acción de las bacterias es de gran importancia en relación con el intemperismo de la roca, un tema que ya se investiga. Las hormigas e insectos similares ayudan al proceso de intemperismo por el acarreo de las partículas de los suelos húmedos a profundidad; en esta forma la acción química del agua empezara a afectar la masa de roca. Finalmente, el efecto que el crecimiento de la planta, en especial la propagación de las raíces del árbol (sobre todo el que consiste en agrietar las masas de roca sólida y que así permite que otros agentes de intemperismo lleguen al interior de la roca), es un fenómeno que se observa a menudo.

La posible complejidad de la acción combinada de todos o de algunos de estos agentes de intemperismo se comentara ahora. Cuando el proceso general se considera en relación con la medida del tiempo geológico, la inmensidad de esta gran etapa del ciclo natural saltara a la vista. Las especulaciones en cuanto a las velocidades del intemperismo son interesantes, pero de poca importancia práctica; lo que tiene importancia para el ingeniero son las pruebas del intemperismo que se encuentran en la obra de ingeniería y la variedad de suelos producida por el en el pasado geológico inmediato. La topografía que resulta del viento quizá no este dentro de la competencia del ingeniero, pero la evidencia del poder erosivo del agua corriente será conocida por todos aquellos que trabajen en el campo. La acción glacial solo se puede observar en áreas que hayan estado cubiertas por hielo; en estas regiones se puede observar una variedad de rasgos topográficos típicos; la apariencia intemperizada en la mayoría de las superficies de la roca expuestas en regiones templadas se debe a este agente. Las observaciones de los afloramientos de roca mostraran como el intemperismo conforma los rasgos de las masas de roca (juntas y planos de estratificación), como el grado de intemperismo varia con la naturaleza de la roca, y como puede

afectar la forma original de la roca para conservarla hasta que la roca descompuesta o alterada se separe automáticamente de la masa de roca original.

### ***Tipo de roca e intemperismo***

La observación también revelara como la naturaleza y velocidad del intemperismo dependen directamente del tipo de roca expuesta. Así, por citar casos extremos, una caliza puede ser parcialmente disuelta, dejando una cavidad (como las que se ven en muchas cavernas famosas) y un residuo de arcilla ferruginosa resistente, mientras que un granito puede intemperizar únicamente en una capa superficial delgada de roca descompuesta, produciendo finalmente arena y arcilla. Entre los tipos generales de roca, muchas de las rocas sedimentarias están compuestas de productos intemperizados (la arenisca es un buen ejemplo), por lo que se puede esperar que el intemperismo adicional se deba principalmente a la acción mecánica. El otro gran grupo de rocas sedimentarias, las calizas, es susceptible de descomponerse químicamente. En el caso de las calizas puras, la descomposición puede ser completa. Con respecto a la caliza impura, existen varios registros acerca de una pérdida de peso no mayor que el 60%; el residuo es arcilla resistente.

El intemperismo de las rocas ígneas no es simple; el proceso detallado del intemperismo varía con el contenido mineralógico de la roca y, hasta cierto punto, con el grano. Los procesos son complejos, pero afortunadamente (por la repetición de algunos pocos de los tipos de minerales principales en las rocas ígneas más comunes) puede obtenerse un esquema más amplio de los procesos de intemperismo. Los minerales más duros opondrán mayor resistencia a los agentes de intemperismo mecánico que algunos de los suaves. En forma similar, a la mayor estabilidad del mineral corresponderá una resistencia mayor al cambio químico. En consecuencia, el cuarzo libre, por ser a la vez duro y químicamente estable, es el más refractario de todos los minerales comunes a la acción del intemperismo. Algunos silicatos solo son afectados muy poco, sobre todo los tipos más resistentes como turmalina y zircon. El intemperismo de la mica depende de la forma en que se presenta y de la roca de que forma parte. De los feldespatos, las variedades potásicas son más resistentes los tipos sodicocalcicos.

### **Productos de intemperismo**

Algunos de principales minerales formadores de roca

<i>Mineral*</i>	<i>Principales productos de alteración</i>
Cuarzo	conserva su identidad
Micas	variable: minerales arcillosos y silicatos
Feldespatos	material soluble y minerales arcillosos
Hornblenda	silicatos hidratados
Olivino	serpentina y óxido de hierro

**\*listados en orden descendente según su resistencia al intemperismo.**

La tabla anterior contiene los minerales representativos y los productos que resultan del intemperismo. Un esquema tan simplificado como este permite captar de inmediato que las reacciones químicas que causan los cambios señalados implican, en muchos casos, larga duración. En esencia, el efecto combinado sobre las masas de roca es un rompimiento del contenido mineral en productos relativamente estables de descomposición. El proceso de intemperismo no termina en este punto. Aun los minerales más estables son afectados con el tiempo por contacto con agua de lluvia; y si esta agua se ha lixiviado a través de un estrato superior de humus llevando consigo un pequeño porcentaje de ácidos orgánicos, su efecto como agente de intemperismo se incrementará. Debido a la acción prolongada de esta humedad sobre los minerales silicatos, poco a poco se forman ciertos productos secundarios del intemperismo; estos llegan a ser mineral coloidal y constituyen lo que se denomina minerales arcillosos. Estos se clasifican en tres grupos principales: 1) montmorillonita, 2) minerales hallosyta-caolinita y 3) óxido férrico hidratado y alúmina.

Muchas de las propiedades físicas de la arcilla se deben a estos minerales, especialmente aquellas relativas al contenido de humedad. Dichos minerales son químicamente reactivos sobre todo los grupos 1 y 3, siendo ácidos por naturaleza, y poseen la importante propiedad absorbente del intercambio iónico. Esta última puede ser de gran importancia en el tratamiento de las arcillas cuando es necesario para la ingeniería. El material amorfo también está presente en muchas arcillas, pero los minerales arcillosos y sus propiedades a menudo son de crucial importancia cuando la arcilla se emplea como material de ingeniería.

### **Suelos residuales**

La erosión y transporte de los productos del intemperismo de la roca, fenómenos muy ligados al proceso de intemperismo, no son universales. Sobre muchas partes de la superficie de la tierra donde la superficie de la roca natural es casi horizontal, el intemperismo se ha producido sin que los suelos así formados se hayan movido de su posición original. Los suelos de esta naturaleza se conocen como suelos residuales. El nombre describe con mucha precisión ya que los suelos son verdaderos residuos de la roca original; todos los materiales solubles han sido lexiviados por la continua y gran infiltración del agua subterránea. Naturalmente esta desintegración química disminuye al aumentar la profundidad; la alteración de la roca original se vuelve gradualmente menor hasta que finalmente alcanza la roca inalterada.

Los suelos residuales pueden variar. A veces conservan la estructura y aun la apariencia de la roca original hasta que se altere de alguna forma; por otro lado, algunas arcillas residuales no muestran evidencia alguna de su origen. Algunos suelos residuales son arenosos, pero las arcillas residuales son más comunes que las arenas. Otros presentan características peculiares y se les han dado nombres locales o regionales especiales. Solamente uno de ellos (laterita) merece ser mencionado en este tema. Este nombre se aplica a suelos de áreas tropicales como la india y partes de América del sur.

### **Suelos transportados**

La erosión ha sido mencionada repetidamente como una de las grandes influencias modificadoras que actúan en la superficie de la tierra. A través del tiempo, ha sido causa de la formación de la mayoría de las rocas sedimentarias que cubren las tres cuartas partes de la superficie terrestre; asimismo es incesante la obra de remoción de los productos de intemperismo de la roca y su depósito en otra parte. Así, los procesos erosivos aun ahora están formando suelos, algunos de los cuales con el tiempo se convertirán en rocas sedimentarias del futuro. Se considera que grandísimos volúmenes de la corteza terrestre se han erosionado en esta forma; los sedimentos resultantes constituyen 80% de lutita, 15% de arenisca, 5% de caliza y los materiales no consolidados correspondientes.

**Depósitos eólicos.** Aunque se piensa que la gravedad es el agente mas importante del movimiento de la roca desintegrada por procesos erosivos, la acción del viento es otro agente de importancia. Los depósitos de suelos formados

por el viento se conocen como depósitos eólicos. Las dunas de arena son un ejemplo obvio y notable de ellos; la extensión de algunos demuestra su edad. Su presencia frecuente cerca de las costas del mar pone de manifiesto que las condiciones áridas no son necesarias para la formación de depósitos eólicos, aunque la acción del viento es más fuerte allí. La arena depositada por el viento puede presentar indicios de estratificación; sus granos minerales generalmente serán recientes, ya que se han formado por un agente de intemperismo mecánico. La forma de los granos (bien redondeada y en algunos casos casi esférica) es el rasgo más notable de los depósitos eólicos que pueden presentar superficies cristalizadas.

Un tipo especial de depósito eólico ampliamente distribuido en todo el mundo es el loess. Es de grano muy fino y con frecuencia amarillo. No presenta estratificación pero ocurre en grandes estratos masivos que pueden tener cientos de metros de espesor.

**Acción de la gravedad.** El tipo más conocido de la acción erosiva gravitacional es el que origina la acumulación de los fragmentos de roca al pie de las superficies expuestas; los detritos acumulados reciben el nombre de talud. En estos casos extremos, la acción erosiva puede dar lugar a avalanchas de roca. Aquí la fuerza de gravedad actúa directamente sobre los productos del intemperismo mecánico. Estos se acumulan hasta no ser alterados de alguna manera, a menudo por la erosión que a pie del talud de detritos de roca, la masa de roca desintegrada puede alcanzar con el tiempo un estado de equilibrio inestable, y se empieza a mover por sí misma. Si el movimiento es repentino, habrá una avalancha, pero si es excesivamente lento se hará evidente solo por observaciones a largo plazo.

**Depósitos acuosos.** Los depósitos acuosos constituyen probablemente el grupo más grande de suelos transportados. Bien pueden llamarse sedimentos, ya que se han formado por depósitos de agua estancada o en movimiento de una manera similar a la de la sedimentación actual. Se agrupan dentro de dos principales divisiones: sedimentos marinos y sedimentos continentales. Los primeros fueron depositados en el mar y los últimos en agua dulce, pero en una variedad de formas: algunos por corriente fluvial, otros en lagos de agua dulce, otros como formaciones como delticas y detríticas.

**Depósitos marinos.** Generalmente se considera que los depósitos marinos se han formado en una de estas tres regiones: 1) la zona de playa, 2) la plataforma o zona de agua somera, 3) la zona de mar profundo, que se extiende más allá del borde de la plataforma continental. Es útil recordar que los

sedimentos marinos se derivaron del material transportado por los ríos y que se erosiono de las costas del mar y también de los restos orgánicos de foraminíferos y radiolarios. Por eso, excepto en la zona de la playa, se encontraran sedimentos de grano fino. El material en la zona de la playa, aunque casi siempre tenga gran importancia local, realmente es de naturaleza transitoria pues varia con los cambios en la línea de costa y esta sometido a alteraciones constantes. Predominantemente es de grano grueso y suele clasificarse en arena y grava; su irregularidad es característica.

Los depósitos de agua somera generalmente son planos y exhiben estratificación; pueden mostrar graduación desde grava hasta materiales mas finos, pero algunas veces la arcilla esta cerca de las líneas de costa originales. Aunque generalmente inorgánicos, muchos contienen organismos que secretan cal y que han sido responsables de la formación de calizas. Las marcas de oleaje se presentan a menudo en estos depósitos, y cuando son de arcilla, puede verse "grietas de lodo" causadas naturalmente por la acción del sol en la arcilla húmeda. Algunas veces los sedimentos de agua somera exhiben las huellas de animales y sus contenidos fósiles son muy importantes.

### ***Características del suelo***

En el estudio de los suelos, el geólogo y el ingeniero civil toman dos posiciones extremas: el geólogo esta interesado sobre todo en el origen de los suelos y el ingeniero civil, que solo tiene un interés indirecto en los orígenes, quiere conocer ante todo los tipos de suelos y las propiedades de cada tipo.

En general, los suelos residuales y muchos sedimentos varían desde la superficie hacia abajo. Si los últimos están estratificados, la identificación de los estratos respectivos puede ayudar a las operaciones de muestreo. Los depósitos fluviales, especialmente los de flujo variable, mostraran contenido variable como ocurre con varios tipos de depósitos glaciales. Los depósitos marinos y los sedimentos de planicies de inundación de corrientes maduras tienden a ser mas uniformes. No obstante, cualquiera que sea el origen del suelo, tendrá gran valor un estudio general de la geología local antes de tomar muestras. Todo lo que se relacione con el trazado de gráficas de secciones transversales de condiciones de suelo, como los que se derivan de la investigación del subsuelo, deberán expresarse en términos de secciones transversales de suelo.

Debe recordarse muy bien la terminología que se manejara mas adelante. Cada uno de los términos con que se designan los principales grupos (grava, arena, limo y arcilla) esta basado en el tamaño de las partículas que componen el suelo, generalmente sin referirse a su naturaleza minera lógica.

**Grava:** son acumulaciones de fragmentos de roca no consolidada, resultante de la desintegración de la roca y tienen al menos 2 mm de diam., desde este tamaño mínimo, la grava puede variar hasta bloques de roca más grande. Los nombres que se dan a los fragmentos mas grandes son matatenas (de 4 a 64 mm), guijarros (64 a 256 mm) y boleto (con un diámetro mayor que 256 mm o sea casi 10 pulg.)

Las gravas están ampliamente distribuidas pero es raro que se encuentren sin arena y posiblemente limo, a menos que estos constituyentes mas finos hayan sido arrastrados después del deposito de la grava. Son características de aguas someras o depósitos fluviales (incluyendo las corrientes fluviales de glaciares); también pueden formarse en la playa. La grava, transportada a tal grado que los fragmentos individuales están redondeados, incluirá los tipos de roca mas resistentes y en una colección valuada; pero las gravas angulosas, que son comparativamente recientes, pueden consistir en fragmentos de una roca tan suave como lutita.

**Arenas:** es el nombre que se aplica a los materiales granulares finos, derivados ya sea por intemperismo natural o por trituración artificial de rocas; la arena varia de 0.053 a 2.0 mm de diámetro se utilizan varias subdivisiones para denotar las graduaciones de tamaños de la partícula de arena; la mas usual es fijar un diámetro de 0.42 mm como línea divisoria entre la arena fina y gruesa. En la naturaleza una mezcla de suelo arenoso tendrá a menudo algo de arcilla y limo mezclado con los granos del tamaño de la arena. Si el contenido de arcilla y limo no excede del 20%, la mezcla se denomina arena.

El origen y, por tanto, la ocurrencia de arenas son similares a las de las gravas; las dos se encuentran casi siempre juntas en un depósito. Las dunas de arena, que ahora están tierra adentro como resultado de movimientos de tierra, son el tipo más homogéneo de depósito; la arena fluvial contiene relativamente grandes cantidades de grava, limo y arcilla. Los depósitos glaciales a veces contienen buenas capas de arena. Algunas veces se encuentran arenas residuales. Como las arenas se derivan casi siempre de la desintegración continua de la grava, resulta que generalmente estarán compuestas por los minerales más resistentes y más estables. Sin embargo, la creencia popular de que todas las arenas consisten de partículas de cuarzo esta muy lejos de ser

verdad. Aunque algunas consisten de casi cuarzo puro, la mayoría contienen al menos un pequeño porcentaje de otros minerales. Algunas se componen de otros minerales; las arenas calcáreas se encuentran algunas veces en distritos de caliza. Su contenido mineral es bastante estable, pero las arenas glaciales pueden contener minerales inalterados que se intemperizan al estar expuestos.

La forma de las partículas de arena incluye desde granos completamente redondeados hasta fragmentos angulares.

**Limo:** es el nombre que se le da a los suelos con partículas de tamaño intermedio entre el de las arenas y las arcillas, o sea de 0.053 a 0.002 mm de diámetro la mayoría de los limos orgánicos tienen poca o nula plasticidad, y muchos limos glaciales consisten en minerales tan recientes que bien podría llamárseles harina de roca. Los limos que observan cierta plasticidad contendrán partículas con forma de hojuelas, generalmente uno o más de los minerales arcillosos, posiblemente formados en parte. Los limos se pueden confundir con las arcillas, en ocasiones presentan el color gris típico de las arcillas y la misma consistencia aparente cuando están húmedos. Pruebas tan simples como la de frotar una pequeña porción de suelo húmedo en la mano permitirá distinguirlos; cuando una superficie de limo pierde agua, su superficie parecerá lustrosa.

**Arcillas:** los depósitos de partículas de suelo con un diámetro menor que 0.002 mm y que, exhibe plasticidad cuando están húmedas se conoce como arcilla. El término también se aplica a un suelo mixto, aunque el contenido combinado de arcilla y limo debe exceder el 50%. La mezcla probablemente siga presentando las propiedades características de una arcilla pura. Debe subrayarse el atributo esencial de la plasticidad que muestra la mezcla de suelo cuando esta húmeda; el cuarzo puede estar tan finamente molido que reúna los requisitos del tamaño de la arcilla y que sin embargo quizá carezca de las propiedades características de las arcillas. También cabe señalar que los sólidos de las arcillas contienen partículas de tamaño coloidal; este contenido de las arcillas es de gran importancia. Se sabe que generalmente son cristalinas; las formas de la partícula de los minerales arcillosos están relacionadas con sus propiedades físicas específicas.

A diferencia de otros tipos de suelo, las arcillas son susceptibles a la presión e incluyen desde las muy suaves hasta las extremadamente duras. Solía pensarse que las lutitas se producían cuando las arcillas estaban sometidas a fuertes y prolongadas presiones; pero hoy este enfoque es cuestionable. La presión pudo haberse debido a la presencia de otros depósitos a grandes

profundidades, erosionados mas tarde, o a la de un manto de hielo de cientos de metros de espesor.

### **Suelos orgánicos**

Aunque los suelos orgánicos no se encuentran a menudo en el curso normal de la obra de ingeniería civil, causan muchos problemas cuando se detectan. Consisten esencialmente de materia orgánica descompuesta derivada de la vegetación antigua, y casi siempre tienen una capa superficial de materia vegetal viva deteriorada en diferentes grados y con cantidades de agua que llegan alcanzar hasta el 1000% por peso. El origen de estos suelos es evidente por su composición. Se conocen con varios nombres: fango, turba, ciénegas y pantanos son los términos más comúnmente empleados, mientras que terreno pantanoso es el que se utiliza en otros. Es en el norte donde se han encontrado los depósitos más extensos pues un poco contrario a la creencia general, el predominio de los suelos orgánicos disminuye al acercarse a áreas tropicales. La desintegración orgánica en los climas tropicales es tan rápida que, para emplear una expresión demasiado simplificada, no hay tiempo para que se formen suelos orgánicos.

### **IV.3 Las gravas. Su tratamiento y utilización en pavimentos, concreto, filtros, etc.**

#### **Gravas**

El origen de los agregados naturales que se usan en los concretos, pavimentos o filtros, provienen de dos fuentes: de mantos de roca solida o de depósitos de arena y grava. El que se use la grava de una u otra fuente depende de la disponibilidad y de la economía. Generalmente se prefiere usar los depósitos de grava porque contienen cierta cantidad de arena y muchos usuarios prefieren usar grava gruesa que roca triturada. En algunos lugares escasean los depósitos de grava buena, haciendo necesaria la trituración de roca para la obtención de grava y arena.

Las canteras se explotan volándolas, para así producir piezas que puedan manejarse, luego se trituran y se criban. La grava obtenida es angular y tiene aristas filosas. En algunas plantas se fabrica arena, triturando y moliendo más las piedras.

Los depósitos de grava pueden originarse de distintas maneras, son depósitos de corrientes fluviales y de lagos, depósitos glaciares, abanicos aluviales, taludes detríticos y materiales arrastrados por el viento.

Los abanicos aluviales se forman en las bocas de las barrancas y de los cañones a lo largo de las montañas.

La arena y la grava son materiales que no pueden extraerse y usarse directamente en el concreto hidráulico o asfáltico.

Características que deben reunir las gravas:

- sanidad.
- estabilidad.
- limpieza.
- dureza y aspereza.
- graduación.
- forma.
- que sea inerte.

***Sanidad y estabilidad del volumen.***

Esta determinación se hace saturando y secando alternadamente una muestra de sulfato de sodio o de magnesio cinco veces. El efecto en el agregado es similar al de los ciclos de congelación y deshielo, o saturación y secado. Esta prueba identifica a las partículas de agregado que son altamente absorbentes, porosas, que pueden fracturarse fácilmente, que son débiles, o que tienden a expandirse cuando se saturan. Ciertas pizarras y esquistos son ejemplos de tipos de rocas que son propensas a cambiar su volumen cuando se saturan y secan. Los agregados de mala calidad producen concreto defectuoso, frágil, poco duradero, con agrietamientos, magulladuras, descascamientos y pobreza de apariencia.

Desgraciadamente algunos de los agregados que pasan la prueba de sanidad con los sulfatos producen concretos que presentan baja resistencia a la congelación y deshielo. Por el contrario, otros que fallan en esta prueba producen un buen concreto. Por esta razón ningún agregado debe aceptarse o rechazarse con base en una sola prueba. Deben de hacerse otros ensayos, y a la vez una revisión de la historia del material.

### ***Limpieza.***

La presencia de sustancias contaminantes puede detectarse mediante un examen visual del material, y la cantidad de estas puede determinarse mediante pruebas de laboratorio. Son varias las sustancias que se consideran como contaminantes.

Las especificaciones limitan la cantidad de sustancias deletéreas en el agregado a un total de 4 a 5% en peso, con límites particulares para cada una de las clasificadas como perjudiciales. Los fragmentos suaves y defectuosos, los terrones de arcilla, el corazón de hulla, la lignita, la calcedonia porosa las conchitas, el material que pasa la malla 200, las partículas de conglomerados y las cementadas se consideran como material deletéreo. La arcilla y el limo se determinan lavando una muestra del agregado y decantándolo sobre la malla 200. En un concreto, las cantidades excesivas de arcilla y limo forman delgados recubrimientos sobre las partículas de los agregados que impiden que la pasta se adhiera a estos, y a la vez pueden hacer que se incrementen las cantidades requeridas de agua. Los materiales orgánicos como el humus en la tierra vegetal, las raíces, el pasto, las hojas de los árboles y pequeños trozos de madera, demoran el fraguado y el endurecimiento del cemento, y en ocasiones contribuyen a deteriorar el concreto. El carbón de hulla, la lignita y otros materiales ligeros, especialmente cuando quedan expuestos en la superficie del concreto o cerca de ella, pueden desintegrarse. Los recubrimientos y las incrustaciones sobre las partículas de agregados interfieren con la adherencia. Un recubrimiento opalino puede ser reactivo con los álcalis. El caliche, que es un recubrimiento carbonatado, que se deposita en las zonas áridas. Los terrones de arcilla, las partículas suaves y las de peso ligero pueden absorber parte del agua de la mezcla, desintegrarse durante esta, o producir puntos de baja resistencia en el concreto.

Los resultados que se presentan en el concreto son baja resistencia, poca consistencia y durabilidad, apariencia desagradable, contracción excesiva, magulladuras y manchas.

### ***Dureza y aspereza.***

Esta propiedad se usa a veces como índice general de la calidad del agregado, y es especialmente importante para un concreto que se utilizara en la construcción de pavimentos y pisos. Igual que ocurre en la prueba de sanidad, hay casos en los cuales esta prueba no indica con toda precisión la calidad del material, por lo que es necesario efectuar varias y diversas con los agregados que

están puestos a determinadas acciones. La dureza y la aspereza se determinan conociéndose la resistencia a la abrasión de los agregados mediante el ensaye denominado prueba del tambor giratorio de los ángeles, que consiste en una prueba de molido estándar en un pequeño molino de bolas. Una pérdida elevada a la abrasión indica un probable concreto de baja resistencia, al efecto del tránsito.

### ***Granulometría***

La propiedad que tiende a cambiar en los agregados constantemente es la granulometría o sea la distribución de las partículas en relación con los diversos tamaños especificados de mallas. La prueba para determinar la granulometría de los agregados se conoce como análisis por tamices, análisis de clasificación de tamaños, análisis mecánico, graduación o simplemente granulometría.

Los análisis en las mallas se basan en los porcentajes de material retenidos o que pasan por ellas. El material puede cernirse a través de cada malla en particular, o, más comúnmente, agrupando las mallas especificadas sobre un agitador mecánico y haciéndolo todo en una sola operación.

Para la elaboración satisfactoria de un concreto se requiere de un agregado con granulometría de todos los tamaños.

### ***Forma de la partícula.***

Los agregados tienen forma redondeada, medio redondeada, subangular o angular, variando desde grava de río bien redondeada hasta piedra triturada. A veces se les encuentra en forma delgada y alargada, o plana. La influencia principal de la forma de la partícula en el concreto fresco, se manifiesta en su manejabilidad. Los agregados angulares producen un concreto ligeramente más resistente a la flexión que los redondeados, pero el concreto es áspero y a veces requiere de más arena, cemento y agua para su trabajabilidad. La forma de la partícula tiene un pequeño efecto sobre la resistencia a la compresión del concreto. Las piezas planas y alargadas dan lugar a una manejabilidad defectuosa, requiriendo de más cemento y agua para hacer un concreto trabajable; a pesar de este inconveniente, produce finalmente un buen material. Generalmente los agregados gruesos, triturados o no, dan más o menos una misma resistencia para un mismo contenido de cemento.

### ***Textura***

Algunas partículas de agregados, generalmente fragmentadas de ciertos minerales particulares, tienen superficies planas o vítreas mientras que otras son

---

ásperas y de grano grueso. No debe confundirse la textura con la forma de la partícula, ya que las mismas partículas bien redondeadas pueden tener una textura áspera. La aspereza es un factor deseable ya que proporciona una mayor adherencia con la pasta del cemento, produciendo en esa forma un concreto de mejor resistencia, comparada con la que se logra con agregados de superficie lisa.

### **Reactividad**

Un agregado que sea químicamente inerte no reaccionara con el cemento, y no se vera afectado químicamente por otras influencias dentro del concreto o causadas por este. Un análisis petrográfico o prueba de expansión de una barra de mortero, identifica los tipos de roca y descubre no solo agregados reactivos potenciales, sino también los recubrimientos, las partículas ligeras, los materiales inestables, etc. El mejor método para evaluar la reactividad potencial es el de llevar un registro de servicio en campo.

Ciertos constituyentes de algunos agregados reaccionan con los álcalis del cemento causando una expansión interna del concreto, que da por resultado la aparición de grietas y su desintegración. El uso de cementos con bajo contenido de álcalis (menos del 0.6% total) previene o reduce ampliamente la intensidad de la reacción.

Hay otras propiedades de los agregados que son indicativas de la calidad del material, y que deben conocerse a fin de poder proporcionar buenas mezclas de concreto y controlarlas en el campo.

### **Peso específico.**

Es la relación entre el peso del material y el peso del agua. El peso específico promedio de la arena y la grava y de la arena es de 2.65, lo que quiere decir que el material es 2.65 veces más pesado que el agua.

### **Absorción**

Es la propiedad que tienen las partículas del agregado de absorber agua por sus poros. Una piedra dura y densa como el granito puede tener una absorción de 0.2%, mientras que la absorción de una pizarra o pedernal poroso, puede ser hasta del 3%. Normalmente la absorción de la arena no debe exceder del 1.5% y de la grava no debe ser mayor del 1%.

### **Contenido de humedad.**

Puede existir alguna de las siguientes cuatro condiciones:

1. secado al horno, que no contenga humedad.
2. secado al aire, que contenga menos humedad que la que el agregado sea capaz de absorber.
3. saturado, pero con su superficie seca, que contenga solamente la humedad absorbida, no mas ni menos. Esta condición raramente llega a encontrarse, salvo en condiciones de laboratorio.
4. húmedo o mojado, que contenga humedad libre en la superficie además de la absorbida.

Para hacer el proporcionamiento de la mezcla, y para control de campo, es absolutamente indispensable hacer la evaluación del contenido de humedad de los agregados.

La arena casi siempre se encuentra en la condición 4 en el momento de hacerse la revoltura. La grava por lo general esta en la condición 204.

### **Peso unitario y vacíos.**

Peso unitario es el peso de un metro cubico de agregado en estado suelto y densidad es el peso del metro cubico en roca solida.

El contenido de vacíos en un material bien graduado es menor que en un material de graduación uniforme.

### **Tratamientos que se le dan a las gravas para su utilización.**

Debido a la falta de uniformidad de los bancos de materiales, a la diferencia entre la graduación del material deletéreo, es necesario efectuar algún trabajo sobre dichos agregados para obtener un producto satisfactorio en todos los aspectos, una granulometría no satisfactoria puede corregirse mediante trituración, tamizado, clasificación o recomendación; los materiales deletéreos se eliminan mediante lavado, restregado; y la segregación y la desintegración se controlan mediante un manejo cuidadoso y preventivo de la contaminación.

Para poder eliminar la arena de la grava en las plantas trituradores se hace después de triturado el material este se criba para ir seleccionando la grava por granulometría deseada.

Se usan grandes trituradoras de quijadas o giratorias para reducir inicialmente el tamaño de las piedras grandes por ser mas conveniente para los tamaños intermedios y de rodillos corrugados para la reducción final. Las mallas por lo general son de tipo vibratorio ya sea horizontales o inclinadas, de plataforma simple o múltiples; no obstante existen algunos casos en que se usan mallas cilíndricas giratorias, especialmente para separar el material de determinado tamaño excedido que requiere triturarse.

El restregado es una operación necesaria cuando, mediante los procesos de lavado y tamizado usuales no se puede eliminar de los agregados la arcilla y él limo ya que persisten adheridos.

Un lavador giratorio usado antes de la operación de cribado, es un cilindro rotatorio con espas elevadoras que voltean el material contra un chorro de agua. Generalmente tiene un tamiz interconstruido para eliminar la arena.

En un agregado grueso después que se ha eliminado la arena se utiliza un lavador de áridos. Consiste este de dos ejes ligeramente inclinados que giran en direcciones opuestas dentro de una artesa o de un tanque alargado. Estos ejes están equipados con hojas o paletas que cortan o desprenden el material, usa menos agua que un lavador giratorio, y es mas efectivo en las arcillas plásticas que tienden a formar grumos.

La grava al igual que la arena conforman los agregados pétreos en el concreto hidráulico. Su empleo es esencial ya que sin estos no se puede realizar. Estos materiales deben de cumplir con todas las características antes mencionadas.

La utilización de la grava en pavimentos asfálticos es muy importante generalmente se usa en la base en forma de grava controlada esto es grava con tepetate y en la carpeta donde se utiliza una grava de granulometría uniforme y que debe ser la indicada para trabajarse con asfalto.

La utilización como filtro de la grava; en algunas ocasiones es para la filtración de agua, esto es en los tratamientos de aguas negras o para agua potable.

#### **IV.4 Las maderas. Su clasificación, su tratamiento y utilización en obra negra y en obra definitiva. Accesorios que requiere: clavos, pernos, tornillos, pijas, pegamentos.**

##### ***Maderas***

Llamamos madera la parte sólida de los troncos de los árboles, que se halla debajo de la corteza.

De una madera general, puede afirmarse que es un material elástico, de poco peso, aislante y fácil de trabajar.

##### ***Formación de la madera***

La sección que resulta de efectuar el corte transversal al tronco de un árbol, permite distinguir en su composición diferentes capas o zonas.

- la medula, situada en el centro del tronco. Tiene una forma más o menos cilíndrica y suele ser más blanda que el resto de la madera que la circunda. De ella parten los llamados radios medulares hacia la corteza.
- el duramen, compuesto principalmente de tejido leñoso. Es de color más oscuro que el resto. Los anillos anuales de crecimiento forman en el círculos concéntricos. Es propiamente la parte del árbol empleada en construcción como madera.
- el albura, capa de color claro. Es la parte viva del árbol donde circula la savia bruta. Se trata de la madera más joven que con el tiempo se convierte en duramen.
- el cambium o capa que engendra la madera.
- el líber o capa generatriz de la corteza en la que circula la savia elaborada.
- la corteza o capa protectora de los tejidos del árbol.
- los radios leñosos, láminas radiales muertas en el duramen y vivas en la albura. Estos radios favorecen la baja raja o hendibilidad de la madera.

##### ***Clases de maderas.***

- maderas coníferas o resinosas.
- maderas frondosas.
- maderas tropicales o africanas.
- maderas exóticas.

### **Formas comerciales.**

Entre las diferentes formas en que la madera suelen encontrarse en el mercado figuran las siguientes:

- **Vigas.** Son piezas de sección rectangular y aristas vivas, de 4 a 10 mts. De longitud y sección de 15x20 cm a 25x35 cm.
- **Viguetas.** Son de menor sección y longitud que las anteriores. La sección varía entre 8x8 cm a 15x15 cm y su longitud llega hasta los 5 mts.
- **Tablones.** Son piezas de sección rectangular y aristas vivas, con un espesor de 5 a 10 cm, anchos de 10 a 30 cm y longitudes de 2 a 10 mts.
- **Listones.** De sección rectangular y aristas vivas, reciben los nombres de doble listón los de sección de 5x8 cm; listón corriente los de secciones comprendidas entre 1.5x2.5 a 4x6 cm.
- **Tablas.** Son piezas aserradas en las que predomina el ancho sobre el canto. Espesor o canto corriente de 2 a 5 cm y ancho o talla de 20 a 40 cm.
- **Chapas.** Son piezas de 0.2 a 5 hm de espesor, y de ancho y longitud variables.

### **Destrucción de la madera y medios de prevenirla.**

**Putridión:** por descomponerse los componentes albuminoides de la savia, probablemente a causa de microorganismos (hongos).

Prescindiendo de la necesidad de emplear solo madera de buena, seca y de mantenerla, en lo posible, alejada de la humedad durante su almacenaje se citan las siguientes precauciones contra la putridión.

- ✚ barnizado, con aceite de linaza, pinturas al oleo, alquitranes de madera o de hulla, con resina. Antes de aplicar cualquier barniz la madera debe estar bien seca, pues en otro caso quedaría la humedad aprisionada y la madera se ahogaría.
- ✚ impregnación, con sales metálicas, aceite de creosota y materias análogas, practicada especialmente con haya roja y pino. Se emplean como preservativos:

*Aceite de creosota.* (Aceite de alquitrán conteniendo de 6 a 10% de ácido fénico). En la madera de pino se consumen de 140 a 200 kg/m<sup>3</sup>. El creosotado se aplica mucho para durmientes de ferrocarril. El aceite se inyecta en los durmientes una vez secos y después de extraído el aire.

La impregnación hace la madera más dura y pesada.

Se puede prevenirse la pudrición de la madera eliminando la savia por lixiviación o por evaporación.

Enmohecimiento de la madera de construcción. El más peligroso de los enemigos de la madera, el moho. Tiene por resultado la completa destrucción de la madera y es tanto mas de temer por cuanto se desarrolla rápidamente y su funesta acción sigue propagándose muchas veces aunque se separen las partes atacadas.

Como medios preventivos del enmohecimiento se recomienda en primer termino evitar que en las obras pueda encontrar condiciones de vida y, en segundo lugar el empleo de maderas sanas, secas y compactas, y en ciertos casos lixiviadas o impregnadas; prevenir el contagio con maderas atacadas.

### ***Accesorios requeridos para la utilización de la madera.***

Son: clavos, pernos, tornillos, pijas y pegamentos.

Todos estos accesorios son necesarios ya que sirven para la unión de las piezas que integran; las cimbras, los muebles o los revestimientos de plafones o muros.

En la construcción de obra negra generalmente lo único que se requiere son los clavos ya que ninguna obra es definitiva, regularmente solo son cimbras, las cuales lo mas que requieren son torzales de alambre recocado para la mejor sujeción de las partes.

En obra definitiva o acabados es donde se ocupan todos los accesorios ya que los lambrines se sujetan con tornillos o pijas y en algunas ocasiones son requeridos los pernos, los pegamentos van en cada unión para evitar que las piezas mal atornilladas se deslicen. Así en cada obra o mueble requerido son utilizados algunos de estos accesorios.

**IV.5 El cemento. Su fabricación y clasificación. Propiedades físicas y químicas. Su utilización. Su resistencia a la compresión, tensión y cortante en el concreto, en el asbesto-cemento, como cementante, como material de sello en morteros. Resistencia al intemperismo, a los agentes externos como fuego, sales, ácidos, etc.**

***Fabricación del cemento portland materia prima***

La materia prima está constituida por rocas comunes, arena, limo y arcilla, cuidadosamente analizadas para que proporcionen la mezcla adecuada de sustancias químicas básicas con las que se fabrica el cemento. La cantidad de materia prima requerida en cualquier planta depende de la composición de estos materiales y de la clase de cemento que se está fabricando.

La mayor parte de la materia prima está constituida por roca caliza. Hay muchas clases de caliza, pero todas tienen una cosa en común: están constituidas principalmente por el compuesto llamado carbonato de calcio que, al calentarse, se convierte en cal. Otras fuentes de piedra carbonatada, además de la roca caliza que se han utilizado para fabricar cemento, son las conchas marinas, el coral y la creta.

El cemento contiene muchas sustancias además de la cal, y estas provienen de otras rocas o tierra. Se utilizan el esquisto, pizarra, arcilla, arena, escoria, y mineral de hierro. Estos compuestos contienen compuestos de aluminio, sílice y hierro, necesarios para elaborar el cemento.

**Elaboración del cemento**

Al proceso de fabricación del cemento se le llama piroproceso o sea un proceso que requiere de calor. Antes de que las materias primas se calienten, requieren de considerable preparación preliminar.

La primera operación en la elaboración efectiva del cemento consiste en obtener la materia prima del banco o cantera. Esto generalmente requiere de dinamitado para reducir la roca en piezas que pueden ser manejadas. Una vez que se ha recogido la roca por medio de palas mecánicas, se carga en camiones, carros de ferrocarril o bandas transportadoras que la llevan hasta la trituradora primaria, en la que se efectúa la trituración hasta dejarla de unos 15 cm de diámetro. De allí pasa a la segunda trituradora, consistente en un molino de martillos que la reduce a un tamaño de aproximadamente de 10 mm. En este

momento se mezcla la caliza con los otros materiales y el producto se transporta a un sitio donde se almacena en esas condiciones.

Allí se toman muestras que se analizan inmediatamente. En una planta moderna, este muestreo y ensaye constituyen la fuente de datos que permiten que el químico establezca la fórmula de la mezcla para el determinado tipo de cemento que se está produciendo. La mezcla consiste en cuatro o cinco partes de piedra caliza por una parte de los otros materiales (arcilla, arena, etc.). El material ya mezclado se almacena luego en pilas mediante bandas transportadoras, grúas o maquinaria especial de afilamiento, y más tarde se recoge usando la misma maquinaria. Al llegar a este punto en el proceso de elaboración, hay una divergencia temporal, dependiendo del proceso que se está utilizando ya sea el seco o húmedo. Hay más o menos la misma cantidad de plantas trabajando en uno y otro proceso.

### ***Composición***

Para los simples usuarios del cemento, su composición química no tiene mayor importancia y sin embargo, debemos tener una idea general de su composición.

El cemento está constituido por varios compuestos a los que el químico llama óxidos. Algunos de estos compuestos ya existían en el material base y otros se formaron por una reacción dentro del horno. Al ensayar el cemento, el analista debe determinar el porcentaje de estos óxidos en una muestra de cemento, y a partir del análisis de óxidos, calcular el porcentaje de cuatro componentes que comparten casi todos los cementos:  $C_3S$ ,  $C_2S$ ,  $C_3A$ , y  $C_4Af$ . Hay otros componentes, en menores proporciones que ejercen un importante efecto en el concreto. Entre estos se encuentran el óxido de sodio y de potasio, llamados álcalis, que pueden ocasionar un deterioro expansivo rápido en el concreto cuando se emplean ciertos tipos de agregados reactivos. Por esta razón en las áreas donde existen agregados reactivos, se especifica el uso de un cemento con bajo contenido de álcalis no mayor de 0.6%.

Además de los ensayos químicos, el analista realiza varias pruebas físicas, incluyendo las de finura, resistencia y tiempo de fraguado.

Las partículas de cemento, debido a su pequeñísimo tamaño, no pueden separarse por medio de mallas, por lo que se emplean otros medios para medir su tamaño. Los métodos empleados se basan en la suposición de que dichas partículas son esferas, y podemos calcular la superficie específica de las mismas

en una proporción medida de cemento. El tamaño de la partícula, o mediante el método blaine de permeabilidad del aire.

***Tipos De Cemento.***

En México la clasificación de los tipos de cemento esta proporcionada por la norma NMX-C-414-ONNCCE-1999, la cual establece lo siguiente:

De acuerdo a su composición, éstos pueden ser:

<b>TIPO</b>	<b>DENOMINACION</b>
CPO	Cemento Portland Ordinario
CPP	Cemento Portland Ordinario
CPP	Cemento Portland Puzolánico
TPEG	Cemento Portland con Escoria Granulada de alto horno
CPC	Cemento Portland Compuesto
CPS	Cemento Portland con humo de Sílice
CEG	Cemento con Escoria Granulada de alto horno

*De acuerdo a sus características especiales, éstos pueden ser:*

<b>NOMENCLATURA</b>	<b>CARACTERISTICAS ESPECIALES DE LOS CEMENTOS</b>
RS	Resistente a los sulfatos
BRA	Baja reactividad alcalina agregado
BCH	Bajo calor de hidratación
B	Blanco

## INFORMACIÓN TÉCNICA DEL CEMENTO

Producto	Normas de Calidad	Características y campos de aplicación
<b>Cemento Portland Ordinario</b>	NMX-C-414-ONNCCE-1999	<p>El Cemento Portland Ordinario es excelente para construcciones en general, zapatas, columnas, travesaños, castillos, dadas, muros, losas, pisos, pavimentos, guarniciones, banquetas, muebles municipales (Bancas, mesas, fuentes, escaleras), etc.</p> <p>Ideal para la elaboración de productos prefabricados (Tabicónes, adoquines, bloques, postes de luz, lavaderos, balaustradas, piletas etc.</p>
<b>Cemento Portland Compuesto</b>	NMX-C-414-ONNCCE-1999	<p>Presenta excelente durabilidad en prefabricados para alcantarillados y a los concretos les proporciona una mayor resistencia química y menor desprendimiento de calor.</p> <p>Este cemento es compatible con todos los materiales de construcción convencionales como arenas, gravas, piedras, cantera, mármol, etc.; así como con los pigmentos (preferentemente los que resisten la acción solar) y aditivos, siempre que se usen con los cuidados y dosificaciones que recomienden sus fabricantes.</p>
<b>Cemento Portland Puzolánico</b>	NMX-C-414-ONNCCE-1999	<p>Ideal para la construcción de zapatas, pisos, columnas, castillos, dadas, muros, losas, pavimentos, guarniciones, banquetas, muebles municipales (Bancas, mesas, fuentes, escaleras), etc.</p> <p>Especialmente diseñado para la construcción sobre suelos salinos. El mejor para obras expuestas a ambientes químicamente agresivos.</p> <p>Alta durabilidad en prefabricados para alcantarillados como brocales para pozos de visita, coladeras pluviales, registros y tubería para drenaje.</p>

<b>Cemento Portland Ordinario Blanco</b>	NMX-C-414-ONNCCE-1999	<p>Excelente para obras ornamentales o arquitectónicas como fachadas, monumentos, lápidas, barandales, escaleras, etc.</p> <p>Gran rendimiento en la producción de mosaicos, terrazos, balaustradas, lavaderos, W.C. rurales, tiroles, pegazulejos, junteadores, etc.</p> <p>En fachadas y recubrimiento de muros, ahorra gastos de repintado. Este producto puede pigmentarse con facilidad; para obtener el color deseado se puede mezclar con los materiales de construcción convencionales, siempre y cuando estén libres de impurezas. Por su alta resistencia a la compresión tiene los mismos usos estructurales que el cemento gris.</p>
<b>Cemento Portland Ordinario Resistente a los Sulfatos</b>	NMX-C-414-ONNCCE-1999	<p>El Cemento Portland Ordinario Resistente a los sulfatos proporciona mayor resistencia química para concretos en contacto con aguas o suelos agresivos ( aguas narias, suelos con alto contenido de sulfatos o sales), recomendable para la construcción de presas, drenajes municipales y todo tipo de obras subterráneas.</p>
<b>Mortero</b>	NMX-C-414-ONNCCE-1999	<p>Diseñado especialmente para trabajos de albañilería: junteo o pegado de bloques, tabiques, ladrillos, piedra y mampostería; aplanados, entortados, enjarres, repellados y resanes; firmes, plantillas y banquetas. No debe utilizarse en la construcción de elementos estructurales.</p>

**De acuerdo a su resistencia, estos pueden ser:**

La resistencia normal de un cemento es la resistencia mínima mecánica a la compresión a los 28 días y se indica como 20, 30 ó 40 en Newtons por milímetro cuadrado (N/mm<sup>2</sup>).

*Cementos de Resistencia Normal o Resistencia Mecánica a la compresión a 28 días*

20	
Resistencia a 28 días	
Mín.	Max.
Más de	Más de
204 Kg/cm <sup>2</sup>	408 Kg/cm <sup>2</sup>

30	
Resistencia a 28 días	
Mín.	Max.
Más de	Más de
306 Kg/cm <sup>2</sup>	510 Kg/cm <sup>2</sup>

40
28 días
Mín.
Más de
408 Kg/cm <sup>2</sup>

*Cementos de Resistencia Inicial o Temprana o resistencia mecánica a la compresión desarrollada a 3 días*

30R		
Resistencia a		
3 días	28 días	
Mín.	Mín.	Max.
Más de	Más de	Más de
204 Kg/cm <sup>2</sup>	306 Kg/cm <sup>2</sup>	510 Kg/cm <sup>2</sup>

**En un saco de cemento, la clasificación del cemento estará integrada por lo siguiente:**

Composición + Resistencia + Característica especial

***Ejemplo: Cemento CPO 40 R***

Esta clasificación indica que se trata de un cemento portland ordinario, con alta resistencia inicial.

***Cemento TPEG 30 RS***

Esta clasificación indica un cemento con adición de escoria, con una resistencia normal y resistente a los sulfatos.

***Cemento CPP 30 BRA / BCH***

Esta clasificación indica un cemento portland puzolánico, con una resistencia normal, de baja reactividad alcalina agregado y de bajo calor de hidratación.

## **Propiedades y características**

### **Color**

El color del cemento no es un indicador de su calidad, este depende de las materias primas y un cemento finamente molido normalmente es mas claro que el cemento grueso de la misma composición química.

### **Finura**

Una mayor finura en el cemento hace que se incremente la velocidad de hidratación, y acelera el desarrollo de la resistencia. Esto contribuye a que el cemento portland tipo III tenga una resistencia temprana mas elevada. Un cemento más fino se expande mas y un concreto elaborado con cemento fino puede tener mayor contracción por secado.

### **Sanidad**

La consistencia de una pasta de cemento endurecida es la capacidad para conservar su volumen después de haber fraguado. La falta de consistencia en el cemento tiene como origen la presencia de cal libre o de excesivas proporciones de magnesia. La mayoría de las especificaciones para cemento limitan el contenido de magnesia y la expansión en autoclave.

### **Tiempo de fraguado**

Las pruebas del tiempo de fraguado se ejecutan para determinar si una pasta de cemento permanece en estado plástico el tiempo suficiente para permitir un colado normal del concreto sin poner en peligro las operaciones de acabado. El periodo de tiempo que una mezcla de concreto permanece en estado plástico depende por lo general de la temperatura y del contenido de agua de la pasta y no del tiempo de fraguado del cemento.

### **Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión del cemento portland es la resistencia de unos cubos de mortero (cubos estándar) de 5 cm. Estos cubos se fabrican y se curan de una manera precisa, empleando una "arena común". La resistencia a diversas edades indica las características de la resistencia del cemento, pero no pueden utilizarse para predecir con toda precisión la resistencia del concreto, debido a las diversas variables en las mezclas de concreto. En la tabla siguiente se comparan las resistencias de los cinco tipos estándar.

**Valores relativos compresión-resistencia**

Tipo de cemento	edad de los especímenes			
	1 día	7 días	28 días	3 meses
I Común regular	100%	100%	100%	100%
II Modificado	75	85	90	100
III Alta resistencia a la temp.	190	120	110	100
IV Calor bajo	55	55	75	100
V Resistencia a sulfatos	65	75	85	100

Si a la resistencia del cemento regular a cualquier edad le damos un valor de 100%, los otros cementos tendrán los porcentajes mostrados. Por ejemplo, si el cemento regular tiene  $281 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, el tipo IV tendrá el 75% de 281 o sean  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Calor de hidratación.**

Es el que se genera cuando hay una reacción entre cemento y agua. En ciertas estructuras, como en las grandes presas, la velocidad y la proporción del calor generado son muy importantes. Si el calor no se disipa rápidamente, se registra una elevación significativa de la temperatura. En el concreto masivo, una importante elevación de la temperatura puede ser indeseable, ya que va acompañada de una dilatación térmica. El enfriamiento subsecuente del concreto endurecido, a la temperatura ambiental, produce esfuerzos y agrietamientos indeseables. Por otra parte, un aumento en la temperatura del concreto, como consecuencia del calor de hidratación, a menudo resulta benéfico en tiempo de frío, ya que ayuda a mantener temperaturas favorables para el curado.

**Perdida por ignición**

Se determina calentando nuestra muestra de cemento de determinado peso hasta el rojo vivo, posteriormente se determina la pérdida de peso de dicha muestra. Normalmente este valor no excede de 2%. Los valores mas elevados generalmente indicaran que el cemento se ha hidratado previamente debido a un almacenamiento inadecuado o prolongado.

### **Gravedad específica**

El peso específico del cemento portland generalmente es de 3.15 y el cemento portland de escoria de altos hornos, y el de puzolana, tienen un peso específico de aproximadamente 2.9. La gravedad específica de un cemento no es indicador de su calidad; es simplemente un valor necesario para hacer los cálculos del proyecto de la mezcla.

### **Resistencias del cemento en el concreto**

#### **Resistencia a la compresión**

Siendo el concreto un material excelente para resistir cargas a la compresión, se le utiliza en la construcción de presas, cimientos, columnas, arcos y revestimientos de túneles, donde la carga principal es de compresión.

La resistencia se determina generalmente mediante cilindros de (6" x 12") 15.2 x 30.5 cm elaborados con el concreto fresco en la obra, mismos que se prueban a la compresión a diversas edades. Se exige que tenga una cierta resistencia a los 28 días, o una edad menor cuando el concreto va a ser sometido a la carga total de servicio o al esfuerzo máximo. Cuando se han establecido relaciones edad-resistencia para los materiales y proporciones utilizados, frecuentemente se hacen pruebas adicionales a edades más tempranas con objeto de obtener información anticipada sobre la forma como se va desarrollando la resistencia indicada. Suponiendo que el 100 por ciento representa la resistencia a la compresión de un cilindro estándar de 15.2 x 30.5 cm con una relación de 2.0 entre su longitud y su diámetro, un espécimen con diámetro de 15.2 cm, pero de 45.7 cm de largo, tendrá el 94 por ciento de la resistencia del cilindro estándar, y uno de 15.2 cm de largo tendría el 115 por ciento con relación al mismo. Para cilindros de diferentes dimensiones, pero todos con la misma relación l/d, se muestra en pruebas ejecutadas por el U.S. Bureau Of Reclamación que la resistencia manifiesta disminuye conforme aumenta el diámetro.

L/D	Factor de Corrección
2.0	Ninguno
1.75	0.98
1.5	0.96
1.25	0.94
1.0	0.89

**Ejemplo:** Un cilindro de 15.2 x 21.0 cm se rompió a  $281 \text{ kg/cm}^2$ ,

$$L/D = 21.0/15.2 = \underline{1.375}$$

Para una relación L/D de 1.375, el factor es de 0.95, Por lo tanto,

$$\text{la resistencia corregida es de } 281 \times 0.95 = 267 \text{ kg/cm}^2$$

### ***Resistencia de flexión***

Muchos elementos estructurales están sujetos a flexión. Los pavimentos, las losas y las vigas son ejemplos de elementos que trabajan a flexión. Un ejemplo elemental lo constituye una viga libremente apoyada en sus extremos y cargada al centro. Cuando esta viga se carga, las fibras inferiores (bajo el eje neutro) trabajan a la tensión y las superiores a la compresión. La falla de la viga, si esta es de concreto, será a la tensión en las fibras inferiores, ya que el concreto es mucho más débil a la tensión que a la compresión. Por otra parte, si en la parte inferior de la viga se colocan varillas de acero, dicha viga podrá soportar una carga mucho mayor debido a que el acero de refuerzo, tiene una elevada resistencia a la tensión, llevando esto un paso más adelante, si las varillas de acero se preesfuerzan a la tensión, la viga puede soportar una carga todavía mayor.

El módulo de ruptura es una medida de la resistencia a la flexión, y se determina probando a la flexión una viga pequeña, generalmente con una sección transversal de 15.2 x 15.2 cm. La práctica común consiste en ensayar una viga libremente apoyada aplicando una carga concentrada en cada uno de los tercios del claro. Algunas dependencias prueban las vigas aplicando una carga en el centro del claro, con lo cual generalmente se obtiene una resistencia mayor que cargando en los puntos tercios. La carga sobre el punto medio generalmente no se aplica en las vigas de 15.2 cm, sino en especímenes más pequeños.

### ***Resistencia a la tensión***

No existe ninguna prueba de campo para hacer una determinación directa de tensión bajo carga axial. Es una prueba de difícil ejecución, y los resultados no son confiables. Existe, sin embargo, un método indirecto llamado prueba de tensión por compresión (prueba brasileña), en la cual se carga a la compresión, por un lado, un cilindro estándar de prueba. Mediante una ecuación se puede calcular la resistencia a la tensión. Las comparaciones de laboratorio muestran que la resistencia a la tensión determinada por esta prueba puede ser hasta 150% mayor que la resistencia directa.

En la estructura es raro que un concreto este sujeto a tensión pura; los esfuerzos de tensión están vinculados a los de flexión, torsión o a una combinación de cargas.

No obstante ha aumentado la importancia de la resistencia a la tensión, considerando la significación que tiene dicha resistencia en el control del agrietamiento.

Los estudios realizados indican que la resistencia promedio a la tensión directa de un concreto es aproximadamente el 10% de su resistencia a la compresión, variando de un 7 a 8% para los concretos de alta resistencia (562 a 703 kg/cm<sup>2</sup> a la compresión), hasta un 11 o 12% en los concretos de baja resistencia (aproximadamente 70 kg/cm<sup>2</sup> a la compresión).

### ***Esfuerzo cortante, torsión y esfuerzos combinados***

Fuerza cortante es una carga en la cual una parte de un miembro intenta deslizarse o cortarse a lo largo de otra parte. Considerando lo complejo de la acción de las fuerzas en el concreto, no es posible hacer una determinación directa del esfuerzo cortante. La torsión, que es un torcimiento es también compleja y difícil de evaluar. Cuando un concreto falla, la causa es una combinación de esfuerzos. Si a un cilindro estándar de prueba, se le aplica una carga axial de compresión, esta carga genera entonces, en algunas zonas del espécimen, esfuerzos de corte y de tensión. El concreto en una estructura por lo regular siempre esta sujeto a más de un tipo de esfuerzos (de compresión, de tensión, cortante) que resultan de la aplicación de diversas cargas y momentos sobre los miembros.

Se han establecido relaciones tanto teóricas como experimentales que permiten al ingeniero relacionar las fuerzas y las cargas que actúan sobre los miembros, con los valores de la compresión, flexión y tracción. Aplicando un factor de seguridad adecuado es factible especificar los requerimientos de resistencia para la construcción.

## IV.6 Cal, yesos, aditivos y puzolanas.

### Cales

El carbonato de calcio, en las distintas formas en que lo presenta la naturaleza (la piedra caliza), una vez calcinado, da lugar al óxido de calcio, que es el nombre químico de la cal.

### **Obtención de la cal**

La calcinación se hace en hornos con forma de tronco de cono invertido. La carga de estos hornos se hace por arriba en capas sucesivas de piedra caliza y carbón a medida que se saca la cal por debajo. La primera carga de caliza se dispone en forma de bóveda sobre las barras de hierro o parrilla y en el hogar que forma esta bóveda se hace lumbre de leña que enciende una primera capa de carbón de 5 a 7 cm de espesor, la cual es cubierta con una capa caliza de 20 a 22 cm, y así sucesivamente echando nuevas capas hasta que no se eleve el fuego.

### **Clases**

Las clases de cales dependen de la mayor o menor cantidad de arcilla, siendo las denominaciones típicas: cal hidráulica, cal grasa, cal viva.

*Cal hidráulica:* el valor de cal hidráulica depende de la cantidad de arcilla con que esta mezclada la caliza, clasificándose en:

- cales poco hidráulicas si contienen un 10% de arcilla
- cales hidráulicas ordinarias si contienen de un 25 a 30% de arcilla
- cales muy hidráulicas si contienen de un 30 a 35% de arcilla
- cales límites si contienen un 35% de arcilla ya que si aumenta la proporción de arcilla se transforman en cementos. (El cemento ordinario tiene un 36% de arcilla.)

### **Índice de hidraulicidad**

Se llama índice de hidraulicidad al cociente de dividir la arcilla por la cal, o sea:

$$\text{Índice de hidraulicidad} = \text{arcilla/cal.}$$

El valor de este índice debe fluctuar entre 0.12 a 0.55 para la cal. El índice de hidraulicidad de una cal ordinaria será de 0.25.

Las cales que hemos llamado limites, o sea, que contienen 35% de arcilla y 65% de cal, debido a su composición mixta entre cal y cemento de origen volcánico, tienen una singular propiedad: están formadas por partículas de cal hidráulica, partículas de cemento volcánico y partículas que no funden o endurecen hasta dentro de mucho tiempo. El cemento volcánico es una arcilla, la cantidad de agua de la mezcla requerida para producir un concreto de determinada consistencia, y que aceleran el fraguado y la formación temprana de la resistencia del mismo.

El efecto de un aditivo puede ser variable, dependiendo de la marca, del tipo y de la cantidad de cemento que haya en la mezcla, del revenimiento, o del contenido de agua en el concreto, de la granulometría de los agregados, del tiempo que se necesite para hacer la mezcla, del tipo de la mezcladora, de la temperatura, y de como y cuando se introduce en la mezcla.

Algunos aditivos afectan más de una propiedad del concreto, a veces adversamente. Es por esta razón que cualquier aditivo debe tener antecedentes de uso satisfactorio con los materiales propuestos, bajo las condiciones propuestas, o si no debe ensayarse bajo estas condiciones.

La necesidad de los aditivos. La razón que existe para utilizar un aditivo es la de querer modificar las propiedades del concreto, de tal manera que sea mas apropiado para determinado uso. La modificación podría alterar ya sea al concreto fresco o al endurecido, o bien afectarlo en ambos estados. Algunos de los efectos que se buscan con el uso de aditivos son principalmente: la aceleración o retardo del tiempo de fraguado, el desarrollo de la resistencia temprana, la reducción en la cantidad de agua requerida, el mejoramiento de la resistencia al ataque químico y al intemperismo, el control de la expansión producida por los alcalinos y sílice, la producción de concreto y la mejoría en la maniabilidad.

**Acelerantes.** Un acelerante agregado al concreto ocasiona que el tiempo de fraguado sea menor, o aumente la velocidad con que el producto desarrolla su resistencia. También puede realizar las dos cosas a la vez.

**Reductores de agua.** Un aditivo de esta clase, como su nombre lo indica, es una sustancia que se utiliza con el objeto de disminuir los requerimientos del agua en la mezcla, proporcionando al mismo tiempo maniabilidad igual o superior. Muchos de los aditivos retardadores reducen de igual manera la cantidad de agua

requerida para el mismo revenimiento, y algunos incluyen una pequeña cantidad de aire.

**Retardadores.** Un retardador es un aditivo que retrasa el proceso químico de la hidratación, de tal forma que el concreto permanece plástico y manuable durante más tiempo que un concreto que no lo tiene. Sin embargo una vez que el cemento empieza a fraguar, la obtención de la resistencia debe ser a ritmo normal.

**Agentes inclusores de aire.** Los aditivos de este tipo generalmente son aceptados actualmente para usarse en casi todo tipo de concreto, especialmente en lugares en los que este va a ser expuesto a los ciclos de congelación y descongelación. Se recomienda su uso para todo el concreto que va a ser expuesto al aire libre.

**Ferruginosa calcinada por un volcán.** Al efectuarse el apagado las partículas que se endurecen son suficientes para que el mortero sea capaz de endurecerse muy rápidamente con el agua; pero las que no se han fundido van apagándose con el tiempo con gran aumento de volumen y deshacen el mortero.

**Cal hidráulica artificial.** Se llama artificial aquella cal en que la piedra caliza que se va a tratar no contiene en si los elementos necesarios de caliza y arcilla en las proporciones debidas y debe añadirse, generalmente, en la proporción suficiente para lograr el grado de hidraulicidad que se necesite.

**Cal grasa.** El origen de la cal grasa esta en la piedra caliza casi pura (1 al 2% de arcilla) calcinada.

Con un tercio de su peso de agua experimenta un gran aumento de volumen y de temperatura y la pasta formada se endurece al aire tomando los nombres comerciales de cal en polvo, cal en terrón (hidróxido cálcico). El calor que se produce en esta operación es tal, que parte del agua que se vierte se transforma en vapor.

**Cal viva.** Se llama cal viva a la piedra caliza totalmente pura calcinada (hidróxido de calcio). La cal grasa, que al mezclarse con un tercio de peso de agua se transforma en cal en polvo o cal terrón, lo que hace en definitiva es transformarse en cal viva. Por lo tanto, a la cal viva se le llama también cal en terrón y cal en polvo, y con ello se verifican idénticas operaciones que en el producto logrado con la cal grasa para lograr su apagado.

### **Aplicaciones de la cal**

Su mayor aplicación es para la formación de morteros para obra. Se usa en junteados de tabique, aplanados de muros y plafones.

### **Yesos**

El yeso tal como se emplea en construcción, procede de la piedra de yeso (sulfato de cal hidratado) cocida a una temperatura de 110° a 120°C y luego molida.

Cuando se amasa con agua, forma otra vez una piedra de yeso medianamente dura, que presenta el inconveniente que no es resistente a los agentes atmosféricos.

El yeso fragua con mucha rapidez y en la primera hora, una vez empleado puede tallarse.

#### *Procedimiento para la fabricación del yeso*

- 1.- Se parte la piedra yesosa en trozos, mas o menos grandes, se cuece y se pulveriza después
- 2.- Se reduce la piedra a polvo finísimo y se cuece
- 3.- Se reduce el yeso a polvo grueso, luego se cuece y después se pulveriza
- 4.- Se deseca la piedra cociéndola a medias, se pulveriza después, se cuece nuevamente hasta el grado preciso y se muele otra vez con la finura que se desea

### **Clases de yeso**

*Yeso de cesto:* el obtenido sin efectuar ningún cribado.

*Yeso tamizado:* es el yeso blanco pasado por el tamiz de seda.

*Yeso alúmbrico:* es más duro y menos mate que el ordinario, se prepara amasando el yeso duro con agua saturada de sulfato de aluminio y potasio, dejándolo secar y sometiendo a una segunda cocción en que se eleva la temperatura al rojo pardo. Luego se pulveriza y generalmente se le amasa con alumbre en vez de agua. Sirve como sustituto del estuco.

### **Aplicaciones del yeso**

Se usa en acabados de interiores, aplanados de muros, plafones y tablaroca, entre otros.

### **Aditivos**

Un aditivo puede definirse como cualquier sustancia que no sea cemento, agregado o agua, que se agrega a una mezcla de concreto fresco con el fin de modificar alguna de las propiedades de este, ya sea estando fresco o endurecido.

**Aditivos reductores de agua.** Son aditivos que reducen la cantidad de agua de mezcla necesaria para producir concreto de alguna consistencia determinada.

**Aditivos retardantes.** Son aditivos que retardan el fraguado del concreto.

**Aditivos acelerantes.** Son sustancias que aceleran el fraguado y la resistencia temprana del concreto.

Aditivos reductores y acelerantes. Son aditivos que reducen para calor moderado de hidratación (mh), para resistencia moderada a los sulfatos (ms), o para ambos. Si se desea, puede agregarse el sufijo apropiado para el tipo escogido. En estos cementos la escoria granulada de altos hornos de calidad seleccionada, se muele junto con la escoria del cemento portland.

El cemento portland tipo IS desarrolla su resistencia más lentamente a edad temprana que el cemento portland del tipo I de una finura comparable. Sin embargo, las resistencias promedio a los 28 días de los concretos hechos con cemento tipo IS y tipo I, son aproximadamente iguales.

### **Cemento portland con puzolana**

Se especifican los requisitos de dos tipos tipo IP, cemento portland con puzolana, y tipo IP-A, del mismo tipo pero con aire incluido. Estos se fabrican moliendo o mezclando el clinker con una puzolana adecuada. Este cemento se usa principalmente en las grandes estructuras hidráulicas como son pilas de puentes y presas. En algunos aspectos es comparable al cemento tipo IV.

### **Cemento blanco**

No contiene fierro y se ajusta a todas las disposiciones de las especificaciones para el cemento del tipo I. Es de color blanco puro, y a diferencia del cemento gris, su uso permite obtener una variedad infinita de concretos de diferentes tintes y colores. Estructuralmente puede usarse exactamente de la misma manera que el cemento gris.

Con la aparición de algunas modernas técnicas de moldeo, los arquitectos y los proyectistas en muchos casos pueden satisfacer sus necesidades tanto estructurales como estéticas en una sola operación de moldeo. El cemento blanco puede usarse para cualquier aplicación donde se desee tener una superficie blanca o de determinado color. Cuando así lo requiera la economía, este cemento puede usarse como recubrimiento integral junto con el gris. Se utiliza en pisos de terrazo, en lucido de piscinas, fabricación de estucados exteriores, productos de concreto precolado, muros aparentes, aplicaciones de agregado expuesto, y algunos aparentes, aplicaciones de agregado expuesto, y muchos otros tratamientos mas, decorativos y estructurales. Es muy importante seleccionar los agregados adecuados, para el cemento blanco, especialmente las arenas de color claro. Es necesario que los moldes sean herméticos y que el colado se haga con cuidado.

### **Propiedades y características**

#### **Color**

El color del cemento no es un indicador de su calidad, este depende de las materias primas y un cemento finamente molido normalmente es más claro que el cemento grueso de la misma composición química.

#### **Puzolanas**

Una puzolana es un material silíceo o silicoso y aluminoso, que posee poco o ningún valor cementante, pero que en forma finamente dividida y en presencia

---

de humedad reacciona químicamente con el hidróxido de calcio a temperaturas ordinarias para formar compuestos que si poseen propiedades cementantes.

Las puzolanas pueden ser naturales o manufacturadas; algunas puzolanas naturales son improcesables, mientras otras si lo son en algunas formas.

**Puzolanas naturales.** El tepetate volcánico, las cenizas también volcánicas, la pumicita y la obsidiana son algunas de las puzolanas naturales comunes. La piedra pómez por lo general no tiene necesidad de procesamiento alguno para utilizarla. Otras puzolanas naturales son rocas sedimentarias silicosas, como la calcedonia opalina y la tierra de diatomeas; la ultima a veces se usa sin procesar. Las otras puzolanas naturales requieren de trituración y clasificación por tamaños para reducir el material al polvo fino aconsejable para usarse.

**Puzolanas naturales procesadas.** Las pizarras y las arcillas calcinadas o quemadas, calentadas en hornos giratorios, y después de enfriadas, trituradas y molidas, son una fuente de puzolanas si se ajustan a la finura requerida.

**Las puzolanas manufacturadas.** Consisten de escoria de altos hornos triturada y molida, y de cenizas muy finas. Estas, llamadas a veces cenizas precipitantes, son el producto fino de la combustión que resulta de quemar ciertos tipos de carbón pulverizado en hornos industriales. Las principales fuentes son las plantas termoeléctricas. Las cenizas finas consisten de partículas esféricas muy finas que salen del horno, en el gas que sale por el conducto del humo, que posteriormente se recogen en precipitadores.

**Uso de las puzolanas.** Las puzolanas se utilizan en estructuras masivas grandes, como por ejemplo en las presas, donde se desea mantener lo mas bajo posible el calor de la hidratación; en concretos expuestos a las aguas marinas o al ataque de sulfatos, y como inhibidores de los agregados que contienen álcalis. En las áreas en las que el costo de una puzolana es notablemente menor que el del cemento portland, el uso adecuado de ella como reemplazo de parte del cemento tiene como resultado el ahorro en el costo por metro cubico de concreto. No obstante, ninguna puzolana debe usarse sin que se tenga un conocimiento de su carácter, ni sin que se hagan pruebas con los materiales propuestos para el proyecto, incluyendo las de resistencia y durabilidad del concreto. La cantidad que debe usarse varia según el tipo de la puzolana, la mezcla, la exposición, y otros factores; variando de un 10 a un 30% cuando se va a usar en lugar de cemento.

Por lo general una puzolana se agrega a una mezcla como reemplazo por parte de cemento. Cuando se usa de esta manera reduce la permeabilidad del agua, especialmente en las mezclas pobres, y mejora la resistencia a las soluciones que lo atacan, como por ejemplo al agua de mar y las aguas sulfatadas o acidas.

#### **IV.7 Los asfaltos y las emulsiones asfálticas. Su obtención, clasificación y utilización en pavimentos, impermeabilizantes como selladores. Resistencia al intemperismo y a los agentes externos.**

##### ***Asfaltos***

Se conocen con el nombre de asfaltos, productos naturales de variadas formas y composiciones, generalmente de color negro brillante, distinguiéndose el betún natural, blando y plástico, y la piedra asfáltica, constituida por la mezcla íntima del primero con rocas calcareo-areniscas o pizarras. El componente mas importante del asfalto es el betún, compuesto hidrocarburado, cuya riqueza determina la calidad del material, acompañado a menudo de azufre. Mezcla natural en la que el betún asfáltico esta asociado a una materia mineral inerte, esto es, que no reacciona químicamente, podríamos decir que se mantiene inalterable, sin transformarse ni cambiar.

Para que el asfalto sea utilizable, la materia inerte no debe exceder de un 35% del peso total.

A las altas temperaturas, o bajo presión prolongada, el asfalto se convierte en un líquido viscoso, mientras que a temperaturas bajas o presiones de poca duración se convierte en un cuerpo elástico.

En la construcción de pavimentos para grandes carreteras y pistas de aeropuertos se mezcla asfalto caliente con un agregado especial y caliente de grava.

La mezcla de asfalto y grava se extiende sobre un firme de piedra compuesta y se allana, mientras esta todavía caliente para formar una superficie uniforme y suave. En las carreteras de poco tráfico se realiza la operación con mayor economía esparciendo una capa delgada y poco costosa de asfalto líquido sobre la base y se cubre inmediatamente con gravilla.

**Betún asfáltico.** Se denomina así el betún refinado, sólido o semisólido, con un contenido muy reducido de productos volátiles, esto es, productos fácilmente evaporables.

Se obtienen cantidades comerciales de betún asfáltico del petróleo al separar de él los componentes volátiles.

#### **Clasificación del betún asfáltico**

- betún asfáltico natural
- betún asfáltico de penetración
- betún asfáltico oxidado
- betún asfáltico duro

**Betún asfáltico natural.** Es el betún que se encuentra en la naturaleza, ya sea en yacimientos, impregnado en rocas calizas o areniscas, y el que se ha producido a partir del petróleo por un proceso natural de evaporación de las fracciones volátiles dejando las asfálticas.

**Betún asfáltico de penetración.** Es obtenido como residuo en un proceso, partiendo de crudo de petróleo de base asfáltica o semiasfáltica.

**Betún asfáltico oxidado.** Llamado también oxiasfalto, es el obtenido a partir de ciertos productos bituminosos, cuyas características físicas y químicas han sido transformadas o modificadas al hacer pasar a través de su masa a elevada temperatura una corriente de aire.

**Betún asfáltico duro.** Es el betún asfáltico obtenido por una destilación prolongada o bien un proceso combinado de destilación y oxidación.

**Emulsión bituminosa.** Se llama emulsión al líquido en el que se mantienen en suspensión pequeñas gotas o partículas de una sustancia insoluble en él.

Las emulsiones bituminosas son productos obtenidos por la dispersión de las pequeñas partículas en un producto bituminoso en agua o en una solución acuosa con un elemento o agente que facilita la emulsión.

Además de estos productos la emulsión bituminosa puede contener otros, tales como amianto, caucho. Etc.

Se distinguen las siguientes clases de emulsiones asfálticas:

- Emulsiones para recubrimientos impermeabilizantes. Se utilizan para la construcción en el lugar de la obra de recubrimientos protectores contra humedades. Pueden utilizarse como protectores o regeneradores otras capas impermeabilizantes.
- Emulsiones para imprimación y preparación de superficies. Son aquellas que se utilizan para dar una primera capa en las impermeabilizaciones que exigen su empleo.

**Másticos bituminosos.** Son aquellos materiales elaborados, de consistencia más o menos pastosa, que tienen en su composición asfaltos naturales, betunes asfálticos o derivados de alquitrán de hulla, con materia fina o fibrosa. Tienen su empleo en el relleno de juntas y preparación de superficies y pueden ser másticos para aplicación en frío o caliente.

**Materiales para juntas de cubierta.** Son materiales que se emplean en el relleno y sellado de juntas, con objeto de lograr la estanqueidad de las mismas.

Se clasifican en:

- materiales de relleno
- materiales de sellado
- materiales laminares de soporte

**IV.8 El acero y sus aleaciones. El aluminio, los metales en general. Su fabricación. Propiedades físicas y químicas. Su utilización. Sus resistencias a la compresión, tensión y cortante. Resistencia a los agentes externos como fuego, sales, etc. Formas comerciales.**

### **Metales**

**Hierro.** Es el mas conocido y extensamente utilizado de los metales. En estado de hierro puro tiene pocas aplicaciones industriales. Corrientemente se emplea aleado con el carbono en forma de aceros o con el carbono y el silicio en formas de fundiciones o hierro colado.

Por lo general, estas formas comerciales contienen en mayor o menor cantidad, como impurezas, otros elementos, principalmente manganeso, fosforo y azufre.

**Obtención industrial.** El hierro no se encuentra en la superficie terrestre en estado puro. Por consiguiente, para su obtención es necesario transformar los materiales que lo contienen hasta convertirlos en productos directamente utilizables para la industria.

Aunque hay procedimientos para obtener hierro y acero directamente a partir de los minerales, el proceso más corriente utilizado consiste en obtener primeramente hierro colado en los llamados altos hornos.

Este material de primera fusión se transforma convirtiéndose en gran parte, en acero. Esto se logra eliminando el exceso de carbono, fósforo y azufre que contiene, según diferentes procedimientos.

**Solidificación del acero.** En cualquiera de los procedimientos se obtiene acero líquido que debe solidificarse y transformarse para su utilización.

La primera fase de esta transformación es la colada o moldeo del acero en lingotes. Estos tienen la forma de tronco de pirámide de sección generalmente cuadrada y son de grandes dimensiones.

**Laminación.** Los lingotes son transformados en barras en los llamados laminadores, consistentes en unos pares de rodillos de fundición de grandes dimensiones, cuya cara exterior está endurecida.

El lingote es aplastado y alargado al pasar por los laminadores, reduciendo cada vez su sección y dándole la forma requerida según el perfil que en forma de canal haya grabado en los rodillos o cilindros del laminador.

### **Productos laminados**

**Varilla.** Se fabrican las varillas de acero de refuerzo en la planta de laminación, normalmente se cortan de una longitud de 18 m. Algunas laminadoras surten varillas de más longitud cuando así se solicita, pero las de 18 m son las más largas que pueden ser transportadas por camión, las de mayor longitud deben ser transportadas por ferrocarril o en barcasas.

**Perfil I.** Su sección tiene forma de I y su altura es mayor que la anchura de las alas. Las caras interiores de las alas forman una pendiente de 14% respecto a la perpendicular al alma. Las uniones de dichas caras con las del alma son redondeadas, asimismo, las alas tienen el borde con arista exterior y redondeo interior.

**Perfil IB.** Difiere del anterior en su sección que es de una altura igual a la anchura de las alas. Las uniones entre las caras del alma y las caras interiores de las alas, inclinadas 9% respecto a la normal del alma.

**Perfil HEB.** La sección de este perfil tiene la forma de doble T, de altura igual a la anchura de las alas. Las uniones entre las caras del alma, son redondeadas, y las alas tienen los bordes con aristas exteriores e interiores vivas y son de espesor constante.

**Perfil U.** Su sección tiene forma de U. Las uniones entre la cara interior del alma y las caras interiores de las alas, que están inclinadas un 8% respecto a la normal del alma, son redondeadas. Las alas tienen el borde con arista exterior y redondeo interior.

**Perfil L.** La sección de este perfil tiene la forma de ángulo recto, con alas de igual dimensión. Las caras de las alas son paralelas, y la unión entre sus caras interiores es redondeada. Las alas tienen el borde con arista exterior y redondeo interior.

**Perfil LD.** Su sección tiene forma de ángulo recto, con las alas de distinta dimensión. Las caras de las alas son paralelas, y la unión entre sus caras interiores es redondeada. Las alas tienen el borde con arista exterior y redondeo interior.

**Perfil T.** Su sección tiene forma de T, con una altura igual a la anchura de las alas. Las caras interiores de las alas tienen una pendiente del 2% respecto de las exteriores y las del alma una pendiente del 4% respecto a su eje. La unión entre ellas es redondeada. Las alas tienen el borde con arista exterior y redondeo interior, y el alma con borde redondeado.

**Redondo.** Su sección es circular, de un diámetro comprendido entre 5 mm y 200 mm. Los elementos de mayor diámetro suelen obtenerse por forja.

**Cuadrado.** Su sección es cuadrada, de lado comprendido entre 8 mm y 100 mm. Los cuadrados de mayor diámetro se obtienen por forja.

**Rectangular.** Es un producto laminado plano de sección rectangular, de ancho no superior a 150 mm.

**Chapa.** Producto laminado plano, de ancho superior a 400 mm, y según el espesor se clasifican en:

- chapa fina. La de menos de 3mm
- chapa mediana. La de 3 mm a 4.75 mm
- chapa gruesa. La de 5 mm en adelante

**Aluminio.** El aluminio como metal industrial tiene corta vida y, en consecuencia, escasa tradición. Las primeras aplicaciones de este metal en la construcción datan de finales hace dos siglos.

Las sucesivas mejoras en los medios de producción y el consiguiente abaratamiento en el costo del metal, complementados con los avances técnicos en su obtención, transformación y empleo, determinaron cada vez mayor uso del aluminio durante el primer cuarto del siglo pasado.

De todas maneras, puede decirse que no existió un verdadero mercado para el aluminio en el campo de la construcción hasta 1930. En dicho año comenzó a extenderse en los estados unidos, donde paso a Europa en la última postguerra europea.

El empleo del aluminio como material de construcción se debe fundamentalmente a tres propiedades metálicas:

- su agradable aspecto
- su buen comportamiento frente a los agentes atmosféricos
- su facilidad de hechura

Como contrapartida el aluminio presenta el inconveniente de ser más caro a otros materiales tradicionales. En cada caso particular se considerara que el eventual mayor costo del aluminio queda o no compensado con las ventajas que reporta su empleo.

**Características físicas.** El peso del aluminio es aproximadamente una tercera parte del peso del acero. Esta propiedad es de gran interés en la construcción de fachadas ligeras por la economía que supone en la fabricación de la obra gruesa resistente.

En todo caso la ligereza proporciona ventajas en cualquier construcción durante el transporte y montaje de los materiales, reduciendo sus costos.

### **Características mecánicas**

**Resistencia.** El aluminio puro tiene bajas características mecánicas: su carga de rotura esta entre 5 y 6 kg/mm<sup>2</sup>.

Los aluminios comerciales tienen una pequeña proporción de impurezas que mejoran estas características. Así, por ejemplo, la aleación L-114, con 0.5% de impurezas, ya tiene una carga a la rotura de 7 a 8 kg/mm<sup>2</sup>, con lo que puede emplearse en revestimientos, cubiertas, etc., que no estén sometidos a esfuerzos considerables.

Por adición de diversos elementos aleantes y aplicación de adecuados tratamientos se elevan notablemente las características del aluminio.

A este respecto diremos que normalmente se utilizan aleaciones con carga a la rotura comprendidas entre 20 y 30 kg/mm<sup>2</sup>. Existen otras aleaciones de aluminio con cargas de rotura muy superiores, aunque con inferior comportamiento frente a la corrosión.

**Rigidez mecánica.** El modulo de elasticidad de las aleaciones de aluminio es del orden de los 7000 kg/mm<sup>2</sup>, es decir, una tercera parte del modulo del acero. Por tanto, los elementos de construcción fabricados de aluminio tendrán la tercera parte de rigidez que los construidos con acero.

Se advierte que en todo proyecto de estructuras resistentes fabricadas con aluminio es preciso comprobar el comportamiento frente al pandeo de todos sus elementos.

**Mecanizado.** El aluminio es un metal que se trabaja fácilmente y a velocidades mucho mayores que el acero. Por otra parte, el proceso de extrusión conduce a formas que precisan muy poco mecanizado posterior.

De aquí resulta que las ventajas que el aluminio presenta como material de construcción se ven incrementadas con la facilidad de mecanizado. Es una condición de gran utilidad en el caso de construcciones prefabricadas, en las que la reducción de la mano de obra necesaria puede compensar en gran parte el precio de la materia prima.

### **Características químicas**

El aluminio y sus aleaciones sufren en contacto con la atmósfera un proceso de oxidación que da paso a una capa de óxido de aluminio que protege al resto del aluminio contra la corrosión.

En las construcciones en que las condiciones ambientales no sean excesivas y el aspecto estético no sea fundamental, no es preciso dar al material ningún tratamiento superficial de acabado, ya que la superficie de aluminio adquiere con el tiempo una patina grisácea bajo la cual el metal se mantiene intacto.

Cuando las condiciones del medio ambiente exijan una condición especial o cuando se requiera un inalterable aspecto de la superficie, como es normalmente el caso de los materiales utilizados en la construcción, debe protegerse el aluminio adecuadamente.

De los diferentes procedimientos citaremos el anodizado. Es un tratamiento fundamentalmente importante para la buena presencia de la cancelería de aluminio, por lo que se señala que esta debe servirse anodizada.

El aluminio es químicamente activo frente a los metales alcalinos, lo que hace que el cemento, el yeso y la cal ataquen al aluminio durante su fraguado, e incluso después del fraguado si estos materiales se mantienen constantemente húmedos. Por eso es conveniente proteger las superficies en contacto con pinturas adecuadas.

Asimismo se debe evitar el contacto con los compuestos de oxiclورو de magnesio, como los que se utilizan para revestimientos de suelos, así como de otros aceleradores para el fraguado del hormigón.

El agua estancada se carga progresivamente de productos corrosivos que pueden producir efectos superficiales en el aluminio. Por consiguiente, conviene evitar, tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, los depósitos de humedad sobre el aluminio, particularmente los de agua filtrada a través de productos básicos como yesos y cementos.

### **Aleaciones de uso en la edificación**

En la construcción industrial no se hace uso del aluminio puro a causa de su escasa resistencia mecánica, si no es para proteger otras aleaciones de

aluminio más resistentes a los esfuerzos mecánicos, pero menos resistentes a la corrosión.

Las propiedades de la aleación, que dependen de la naturaleza y cantidad de elementos de adición incorporados, permitirán trabajar el metal según determinados procesos.

Los principales procesos de fabricación para elementos constructivos son la laminación, la extrusión y la fundición. A continuación relacionamos las adiciones aconsejables.

Para elementos laminados o chapas. Para la confección de chapas destinadas a revestimientos u otras construcciones que no precisen elevadas características mecánicas se emplean preferentemente las aleaciones L-114 y L-115, que corresponden al aluminio comercial.

Ambas aleaciones son muy maleables y presentan buen comportamiento frente a la corrosión. Se utilizan ampliamente como material para accesorios de cubiertas: desagües, juntas, cornisas. Etc.

La adición de magnesio conduce al grupo de aleaciones L-330, con buenas características mecánicas y buen comportamiento frente a la corrosión, particularmente en ambientes marinos.

La aleación L-339 con 3% de magnesio tiene una carga de rotura de 28 kg/mm<sup>2</sup> en estado semiduro y se emplea en la prefabricación de paneles de fachada.

El manganeso da lugar a las aleaciones L-380 de buenas características frente a la corrosión, y características mecánicas medias.

De ellas, la L-381, con un 1.2% de manganeso, proporciona 16 kg/mm<sup>2</sup> en estado semiduro. Es una aleación muy utilizada en la construcción de chapas onduladas o trapezoidales para cubiertas y cerramientos.

Para elementos extruidos o perfiles. En la fabricación de perfiles de extrusión se emplean universalmente aleaciones que incorporan magnesio y silicio. Con 7% del primero y 0.4% del segundo se obtiene la aleación L-337, típica de extrusiones, con una carga de rotura del orden de los 24 kg/mm<sup>2</sup>.

Modernamente se emplean también aleaciones con un contenido en sílico próximo al 6%, que en el proceso de anodización adquiere espontáneamente una agradable coloración gris.

Para elementos fundidos o quincallerías. Para la fabricación de piezas que no exijan un aspecto decorativo suelen utilizarse aleaciones ricas en silicio y, por consiguiente, de buena colabilidad aunque de deficiente aspecto después de anodizadas. Como representativas cabe citar las L-252 y L-256, con el 12 y el 9% de silicio, respectivamente.

Debe evitarse el empleo de aleación con cobre y silicio, de uso frecuente en la fundición inyectada, por su menor resistencia a la corrosión.

Para piezas que requieran un buen aspecto después de la anodización es imprescindible recurrir a las aleaciones con magnesio. Se recomiendan contenidos de magnesio entre el 2 y el 4%, como la aleación L-232.

Otro de los metales extensamente empleados en construcción es el cobre, estudiaremos seguidamente el cobre y algunas de sus aleaciones.

### **Cobre**

Se trata de un metal de color rojizo brillante, más blando y menos resistente que el hierro.

Como el herró, el cobre puede adquirir dureza por trabajo mecánico de deformación en frío, esto es, por estirado, laminado, etc.

El cobre es un material dúctil, maleable, muy buen conductor de la electricidad y del calor; de aquí su empleo para tubos y calderas y conductores eléctricos.

Se obtiene con un grado de pureza muy elevado, hasta el 99.99% en el cobre electrolítico. Esta pureza del cobre es indispensable para su utilización como conductor eléctrico.

En el comercio se encuentra en forma de planchas, tubos, barras y perfiles, así como también en forma de lingotes para la preparación de aleaciones.

## **Aleaciones del cobre**

Como el cobre mismo, las aleaciones de cobre son conocidas y utilizadas profusamente desde la antigüedad. Existe una amplia gama de variantes, como propiedades y características distintas, según el elemento o elementos con los que el cobre es aleado y las proporciones en que se encuentran en la aleación.

Los metales mas utilizados para formar aleaciones con el cobre son:

- El estaño, que da lugar a la serie de aleaciones llamadas bronce
- El aluminio, en cantidades inferiores al 12%, que da origen a los bronce de aluminio o cupro-aluminos, extensamente empleados en la actualidad
- El zinc, que forma las aleaciones que reciben el nombre de latones

Otros metales que se emplean en menores cantidades y en muchos casos como elementos de adiciones en los bronce y los latones son: el silicio, el plomo, el níquel el manganeso y el berilio.

El berilio, en proporción del 2%, forma con el cobre los bronce al berilio. Son aleaciones de gran utilidad en la moderna industria eléctrica.

### **Bronces**

Las aleaciones a base de cobre y estaño, en proporciones variables, toman el nombre de bronce.

Su empleo más general se hace en estado fundido, pero pueden utilizarse también en forma de piezas forjadas y de barras y perfiles laminados o extruidos.

De las aleaciones de cobre y estaño, solamente se emplean en la industria aquellas que tienen un contenido de estaño inferior al 32%. Las que contienen un porcentaje mayor van siendo ya tan frágiles que prácticamente no pueden considerarse aleaciones equivalentes.

### **Propiedades**

Desde el punto de vista de su aplicación, los bronce se clasifican en:

- bronce maleable, con un contenido de estaño inferior al 9%
- bronce mecánicos, con un contenido de estaño entre 9 y 25%

### ***Bronces maleables***

Estos bronce se trabajan con facilidad por deformación en frío y son blandos.

Su resistencia a la rotura varia entre 20 y 35 kg/mm<sup>2</sup>; su alargamiento, entre 60 y 20% y su dureza brinell entre 50 y 75, según el contenido de estaño.

Su empleo se limita a piezas estampadas en frío, de pequeña resistencia. Han sido ampliamente utilizados en la acuñación de monedas y medallas. A veces se han empleado en forma de piezas fundidas.

### ***Bronces al aluminio***

Se da el nombre de bronce al aluminio o bronce de aluminio a las aleaciones de cobre y aluminio en las que predomina el primero de estos elementos.

El contenido en aluminio no suele sobrepasar el 12% pues, en caso contrario, las aleaciones resultantes son muy frágiles.

Los bronce al aluminio son más duros y resistentes que los bronce ordinarios; su resistencia aumenta considerablemente con la forja.

Con un contenido menor al 8% de aluminio, se trabaja bien por deformación en frío. En este caso, pueden recocerse para destruir su acritud calentándolos a temperaturas de 750 a 800° C.

Son muy resistentes a la corrosión, especialmente por el agua de mar y bastante resistentes al desgaste y a la fatiga.

### ***Latones***

Son las aleaciones de cobre y zinc. Su empleo esta muy extendido, tanto en forma de piezas fundidas como en forma de perfiles laminados, planchas y alambres.

Se fabrican de latón la grifería, pasamanería y otros usos domésticos. Suele designarse también simplemente metal.

El color del latón es amarillo, pero de un amarillo más claro, menos rojizo que el del bronce.

El porcentaje máximo de zinc en los latones es del 45%. Si es mayor la aleación resulta frágil y no apta para construcción.

Si es menor del 36% resulta un material muy plástico en frío y se emplea en forma de barras laminadas y sobre todo de planchas para la embutición. Son latones de primera categoría.

Los latones con más de 36% y menos de 45% de zinc no se deforman fácilmente en frío, pero se pueden trabajar bien en caliente. Se emplean en forma de barras laminadas, especialmente para fabricar tornillería. Su carga de rotura varía entre 23 y 48 kg/mm<sup>2</sup>. Se les da el nombre de latones de segunda categoría por lo que, generalmente, el porcentaje de zinc en los latones es de 40% y, a veces, se les añade un 20% de plomo. Para piezas moldeadas, como grifos y llaves se emplea un 35% de zinc.

#### **IV.9 Los ladrillos y las cerámicas. Su fabricación y clasificación. Propiedades físicas y químicas. Su utilización. Sus resistencias a la compresión, tensión, cortante. Resistencia a los agentes externos. Formas comerciales.**

##### **Ladrillos o tabique rojo recocido**

Los ladrillos se clasifican entre los materiales que se obtienen mediante la cocción de arcillas naturales previamente moldeadas, o materiales cerámicos.

Las arcillas utilizadas para la fabricación de productos cerámicos pertenecen a dos grandes grupos:

- arcillas micáceas, muy abundantes y empleadas comúnmente en la fabricación de ladrillos.
- arcillas caolíticas, que son las más puras y se reservan para la fabricación de loza.

Frecuentemente se añaden a las arcillas otras materias:

- desengrasantes (arena cuarzosa, cuarcita, bauxita, aluminio, etc.)
- fundentes (aserrín, alquitrán, grafito, etc.)
- colorantes

Las operaciones que comprende la fabricación de ladrillos pueden resumirse como sigue:

- extracción y trituración de la arcilla
- preparación y amasado de la pasta
- moldeo
- desecación
- cocción

Desde la antigüedad el moldeo se hacía a mano mediante gradillas o moldes de madera reforzados con chapa de hierro. Hoy en día esta operación se efectúa con unas máquinas llamadas galleteras o con prensas. En cuanto a la cocción antes se realizaba en hormigueros, donde los ladrillos se colocaban en hiladas y en filas paralelas, separadas entre sí por un hueco igual al espesor de los ladrillos y en el que se disponía el combustible (carbón vegetal, turba, hulla, etc.). En la actualidad la cocción se lleva a cabo en hornos fijos o intermitentes, continuos.

Ladrillo o tabique es toda pieza destinada a la construcción de muros, generalmente en forma de ortoedro, fabricada por cocción con arcilla o tierra arcillosa, a veces con adición de otras materias.

### ***Ladrillo macizo.***

Se llaman así los ladrillos en forma de ortoedro compacto o bien con rebajos de profundidad no superior a 0.5 cm. Que dejan completo un canto y las dos caras.

Para aligerar su peso y facilitar el trabajo con el mortero pueden llevar unos huecos provistos en las tablas, de un volumen no superior al 10%.

### **Cualidades:**

Las cualidades que debe poseer un ladrillo macizo son:

- ✓ ser homogéneo, duro y de forma completamente regular
- ✓ estar bien moldeado teniendo las aristas vivas
- ✓ ser poroso sin exceso para poder tomar el mortero
- ✓ tener buena sonoridad al ser golpeado
- ✓ que se pueda cortar con facilidad

La prueba o ensayo en obra de ladrillo o tabique se hace frotando uno contra otro, en cuyo frotamiento los ladrillos no deberán desmoronarse y presentaran una masa homogénea.

Golpeándolo con un objeto duro debe tener un sonido metálico.

Partiendo uno de ellos, no deberá presentar esas pequeñas manchas blancas que es el caliche; actuado como expansivo dentro de la masa del ladrillo, llegando, con el tiempo a disgregar el material.

### ***Ladrillo perforado***

Recibe el nombre de ladrillo perforado aquel de forma de octaedro con huecos practicados en las tablas, de un volumen superior al 10% y las secciones A y espesores C y A de los tabiquillos según las condiciones establecidas para los macizos.

### ***Ladrillos huecos o block***

Se denominan así los ladrillos en forma de ortoedro con taladros practicados en las tablas que no cumplan las condiciones establecidas para los macizos y perforados, así como los que tengan practicados huecos en los cantos o en las testas.

#### *Ventajas de estos ladrillos:*

- ✓ menos peso a igualdad de volumen con los macizos
- ✓ se necesita menos combustible en su cocción
- ✓ en igualdad de calidad, resultan mas baratos que los macizos, ya que en su fabricación entra menos pasta
- ✓ mayor poder aislante que los macizos por las cámaras

El inconveniente es que resisten menos peso que los macizos.

### ***Ladrillos refractarios***

La finalidad del ladrillo refractario es resistir la acción de un fuego intenso. Se fabrican con arcilla pura refractaria, que se prepara realizando el desengrase de la arcilla con cemento de alfarero o con arena muy fina, desecando la masa y llevando la cocción hasta el rojo blanco.

Se usan para revestimiento interno de hogares, chimeneas, hornos, etc.

En el mercado hay mucha variedad de tipos aplicables a los distintos trabajos.

### ***Ladrillos prensados***

Los ladrillos prensados están confeccionados mecánicamente y se aplican sobre todo a trabajos aparentes o sea aquellos que van sin ningún retoque ni accesorio y que por lo tanto se necesita el uso de un ladrillo mas uniforme en cuanto al color y a las aristas que el corriente.

### ***Materias primas para ladrillos***

La buena tierra de ladrillos contiene, por termino medio, alrededor del 24% de arena graduada, y 15% de arena polvorosa; esta última no puede eliminarse, pero la primera se separa por lixiviación. Con exceso de arena, las tierras son demasiado magras y los productos resultan porosos y quebradizos. Por el contrario las tierras demasiado grasas deben mezclarse con arena o con arcilla arenosa; en otro caso la cocción resulta muy difícil, pues durante ella se producen agrietamientos, roturas, deformaciones, etc. Las arcillas magras tienen un tacto más áspero y son menos plásticas que las grasas; se contraen menos que estas, se desecan con mayor rapidez y en general funden a menor temperatura. Las arcillas grasas, en cambio, son mas suaves al tacto, se contraen mucho y presentan un alto grado de plasticidad.

Durante la desecación y cocción de los ladrillos se va eliminando el agua contenida en la pasta, casi todos por evaporación, y en parte por originarse nuevos compuestos químicos, con lo que aumenta la adherencia entre las partículas de arcilla. Esta eliminación del agua lleva consigo la contracción del material. Los coeficientes de contracción lineal se determinan prácticamente mediante ensayos de cocción; por lo general importan entre un 10 al 12.5%. Entre las substancias que acompañan la arcilla natural, tienen importancia desde el punto de vista cerámico, las que se citan.

**a) Carbonato cálcico.** Puede hallarse en forma de trozos de roca o de polvo. Durante la preparación de la arcilla es absolutamente preciso que se extraigan los fragmentos de piedra caliza que pueda contener, pues en otro caso, al cocer el material se convertirían en cal viva que luego, al mojar los ladrillos se apagaría o hidrataría, aumentando de volumen y disgregando la masa. Por el contrario, dentro de ciertos límites, trabaja favoreciendo cierta dosis de polvo calizo, toda vez que la cal constituye un excelente fundente para la arcilla. Cuanto mas rica es la tierra en carbonato cálcico, a tanto menor temperatura debe

realizarse la cocción, a fin de evitar que se formen los silicatos polibásicos fisibles. Por lo regular los ladrillos cocidos a baja temperatura resultan menos resistentes; sin embargo, al aumentar la cantidad de fundente se facilita la vitrificación de la masa, y se obtienen ladrillos más compactos y por ende menos permeables. En términos generales, las tierras que contienen más del 28% de caliza no son aprovechables. Las proporciones comprendidas entre 18 y 20% se consideran ya elevadas, estimándose como mas convenientes, las que oscilan entre 10 y 15%. En la fabricación de ladrillos vitrificados se emplean arcillas calcáreas de composición especial.

El carbonato magnésico trabaja en la arcilla de modo enteramente análogo, pero aun se intensifican la fusibilidad del material.

**b) Compuestos de hierro.** El hierro, a cuya presencia debe la arcilla su color amarillento, se encuentra de ordinario en las tierras en forma de hidrato o de óxido. Según la proporción entre el hierro y la arcilla, las tierras de tejar se clasifican en tres grupos, que se distinguen principalmente por la coloración que toman una vez cocidas.

- arcillas aluminosas con moderada proporción de hierro. Poco cocidas, dan productos de color blanquesino.
- arcillas poco aluminosas, ricas en hierro. Comprende este grupo las tierras que mayor importancia alcanzan en la industria ladrillera en la cocción toman color rojo, primero mate y después vivo.
- arcillas poco aluminosas, ricas en hierro y cal. Toman tonalidades rojo claras, blanquecinas o blanco amarillentas. Si llegan a vitrificarse el color es amarillo verdoso y cuando se funden es verde o negruzco.

**c) detritos pétreos, guijarros.** Ejercen una acción perjudicial y deben por lo tanto eliminarse.

**d) Pirita.** Este compuesto de azufre y hierro, que se encuentra en muchas arcillas, es altamente nocivo, pues se convierte en sulfato de hierro, el cual bajo la acción del anhídrido carbónico, puede transformarse en carbonato, con formación de yeso. Este último da lugar a eflorescencias en la superficie de los ladrillos, y cocido con ellos puede al hidratarse ocasionar que el ladrillo se fracture.

**e) Sales alcalinas.** Estas sales, generalmente sulfatos o cloruros, son causa de que los ladrillos produzcan eflorescencias. Proceden en parte de las tierras arcillosas, de las que pueden eliminarse por levigación, lavado, etc., y en parte de las cenizas que durante la cocción se depositan en la superficie. Las sales alcalinas, al evaporarse el agua de disolución, se transportan gradualmente

hacia la superficie de los ladrillos, y, al avanzar de poro a poro, pueden originar resquebrajaduras capaces de exfoliar y disgregar el material.

f) Entre los cuerpos áridos propios para adicionar a las arcillas demasiado grasas, cabe citar: arena de cuarzo, con granos hasta de 1 mm; chamota cocida y pulverizada; ladrillo molido; grafito; polvo de serpentina o de otras rocas; tierra de infusorios; aserrín de madera; turba; casca; ciseo de hulla.

La resistencia a la compresión de los ladrillos ordinarios, por centímetro cuadrado, no debe ser menor que 150 kg.

### **Tejas**

Las piezas cerámicas empleadas para cubrimiento de azoteas de edificios presentan muy variadas formas. Las tejas comunes son las árabes, alomadas o romanas, a modo de canal tronco cónico, tienen de ordinario longitudes comprendidas entre 44 y 47 cm., anchuras máximas entre 20 y 30 cm., y espesores que oscilan entre 1.5 y 2 cm. Modernamente se usan también bastante las llamadas tejas planas, de las que existen gran número de tipos, aunque los más vulgares son el parisiense o marsellés y el de borgoña. El tamaño de los tipos grandes se aparta poco de 42 x 25 x 1.5 cm., y el de los pequeños corresponde de ordinario a 30 x 22 x 1.5 cm. Las tejas de escamas o de cola de castor se aplican menos cada día y solo para pequeñas construcciones. En todos los tipos existen clases ordinarias y clases barnizadas o vidriadas. Asimismo se fabrican piezas accesorias especiales, tales como tejas de caballete, para tubos, de gatera o ventilación, de crestería, etc. Los pormenores son propios de los tratados de construcción.

Las tejas deben poseer la resistencia mecánica necesaria, y no ser exfoliables, siendo la impermeabilidad su carácter primordial. Las caras internas deben, presentar un buen acabado, para obtener sólidos enlaces y la adecuada unión de las tejas con la superficie de los tejados, a pesar de que el aire pueda filtrarse fácilmente entre las juntas.

Las tejas planas o de encaje, por el contrario, se colocan con un pequeño solapado, sin que se requiera ligarlas con mortero, y, en virtud de la adaptación mutua de salientes y rebajos, dificultan igualmente la penetración de la lluvia y de la nieve, siendo más ligeras que las tejas árabes.

### ***Ladrillos y placas refractarios.***

Se preparan con tierras cuidadosamente elegidas y se cuecen hasta el rojo blanco. Se distinguen dos clases de materiales: los blanquecinos y porosos, susceptibles de resistir elevadas temperaturas y rápidos cambios, y los compactos y sonoros, poco adecuados para someterlos a dichas condiciones.

### ***Azulejos y mosaicos cerámicos.***

Se obtienen cociendo hasta un principio de vitrificación, arcillas grasas, adicionadas de arcilla cocida, feldespato y materias análogas. Se moldean a elevada presión con presas de estampar. Los de variados colores se preparan a veces prensando primero la capa decorativa, de arcillas coloreadas, en un molde y uniendo a ella un fondo o carga de arcilla menos plástica, por medio de una elevada comprensión, o bien procediendo en orden inverso; en este último caso, se estampan en la capa de soporte de arcilla casi pulverulenta surcos en correspondencia con el dibujo final, los cuales se rellenan con arcillas de colores variados, igualmente secas, y se aglomera el conjunto por medio de la prensa. Estas losetas o mosaicos, de apreciado valor decorativo, se caracterizan por su limitado desgaste, la solidez de sus colores, completa inalterabilidad a la intemperie y elevada resistencia a la compresión.

### ***Terracotas ornamentales.***

Para adaptarse a los delicados relieves, se preparan con arcillas muy plásticas y homogéneas, que, una vez cocidas, presentan tintas uniformes, grises, rojas o amarillas.

### ***Baldosas para estufas.***

A modo de azulejos, generalmente con relieves decorativos, obtenidos por cocción, esmaltado y segunda cocción, que se aplican para revestir las llamadas estufas suecas, de obra de fábrica.

#### **IV.10 Las pinturas, los silicones, las resinas y las resinas epóxicas, los plásticos y los polímeros, los materiales selladores. Su utilización en recubrimientos como selladores, como impermeabilizantes y para reparación de grietas. Propiedades.**

##### ***Pinturas***

Son productos destinados a revestir superficies para protegerlas contra la acción del aire, humedades, luz solar, etc., y, al mismo tiempo, darles una determinada coloración con fines estéticos o puramente decorativos.

##### ***Pigmentos***

En la composición de toda pintura intervienen unas sustancias pulvulentas que son las que le proporcionan su capacidad de recubrimiento, a la vez que el color. Reciben estas sustancias el nombre de pigmentos.

Suelen clasificarse según el colorido en los siguientes grupos fundamentales:

- blancos: albayalde, blanco de zinc, de nevin, de españa
- amarillos: amarillos de cromo, de zinc, de cadmio
- rojos: minio de plomo, cromato de plomo, sulfato de mercurio
- marrones: ocre amarillo, rojo, tierra de siena, de cassel
- violetas: de ultramar, de nuremberg, de borgoña
- azules: de prusia, de cobalto, de ultramar
- verdes: verde de cromo, oliva, de zinc
- negros: negro de marfil, negro petróleo, de viña

A estos grupos hay que añadir el de los llamados polvos metálicos como el polvo de aluminio, el de bronce, el de acero inoxidable, etc.

##### ***Cargas***

En la elaboración industrial de una pintura raramente se utilizan, por razones técnicas y económicas, pigmentos puros. Por lo general, se recurre a la adición de cargas que dan cuerpo o aumentan el peso de la pintura y abaratan su precio. Se trata de sustancias minerales incoloras o de muy débil poder colorante y escasa opacidad.

Las cargas suelen presentarse en forma de polvo blanco. Utilizadas en cantidades moderadas, del orden del 5 al 10% del peso total, se consideran como estabilizadores y pueden ser empleados sin ningún inconveniente.

Una clasificación muy corriente de las cargas es la siguiente:

- alcalino-terrosas: sulfato de bario natural, carbonato de calcio precipitado, etc.
- aluminosas: caolín, alúmina hidratada, mica, etc.
- silicosas: blanco de sílice, sílice hidratada natural, polvo de talco, etc.

### **Disolventes**

Se da este nombre a una serie de líquidos que tienen la propiedad de disolver con facilidad a otras sustancias sin que se presente reacción química.

En la preparación de una pintura el disolvente constituye, por tanto, el vehículo para llevar a cabo la mezcla, encargándose de formar cuerpo al disolver las materias que se vayan incorporando.

La gran mayoría de las pinturas se disuelven en agua o en esencia de trementina o aguarrás. Sin embargo, deben tenerse en cuenta otros muchos disolventes que se utilizan en determinados casos, como son la gasolina, la acetona, el benceno, el alcohol etílico, el metílico y el batílico, los acetatos de etilo metilo y ahilo, el xilol, etc.

### **Diluyentes**

En pintura los diluyentes se utilizan para aclarar las mezclas ya preparadas y conseguir de ellas la fluidez más conveniente en cada caso.

La diferencia principal que puede establecerse entre un disolvente y un diluyente esta en el momento de su utilización. Un disolvente es material de fabricación, empleado en la elaboración de la pintura. El diluyente, en cambio, es un elemento que se agrega por el pintor en el momento del uso de la pintura para adecuar la mezcla a las necesidades de las superficies que se han de cubrir.

### **Adherentes**

Son materiales aglomerantes o aglutinantes que poseen un gran poder de adherencia y, por tanto, dan cohesión y resistencia a las capas de pintura.

---

Los adherentes, debidamente coloreados por los pigmentos, constituyen la parte permanente de la pintura, en tanto que los disolventes así como los diluyentes se evaporan y desaparecen al cabo de cierto tiempo de haber sido aplicada la pintura. Por el contrario, los adherentes tienen por función reaccionar en presencia del aire, forman una película resistente y duradera, con cualidades determinadas por el material empleado al efecto.

Los adherentes más utilizados son las colas vegetales, animales y minerales.

### **Secantes**

Uno de los problemas que presenta la pintura es el tiempo que necesita para secarse. Este, por lo general, suele ser bastante largo, y de ahí que se recurra a la adición de ciertos materiales que, por su especial composición, sirven para acelerar el secado.

Como secantes de uso corriente citaremos las sales de plomo, las de manganeso y las de cobalto.

### **Clases de pinturas**

**Pinturas a la cal.** El material básico de este tipo de pintura es la cal, previamente apagada y convenientemente diluida en agua.

La cal que se utiliza debe llevar cierto tiempo apagada. Por medio de la adición de colorantes adecuados puede adquirir distintas tonalidades. Para exteriores se aumenta su resistencia, añadiendo a la mezcla una pequeña proporción de sal (unos 35 grs. por cada 10 kg de pintura).

Se aplica en capas delgadas, principalmente para blanquear paredes y techos.

Es una pintura muy económica y tiene además propiedades desinfectantes por lo que es ampliamente empleada en cuadras, barracones, cuartos.

**Pintura al temple.** El color se deslió primeramente en agua hasta formar una pasta homogénea y después se templea con cola, añadiendo una carga de blanco de España, carbonato de cal o sulfato de bario.

**Pintura a la caseína.** Este tipo de pintura se halla formado por la combinación de agua y un caseinato de sal alcalina, que se convierte en un producto insoluble en el agua.

La caseína es extraída de la leche y se presenta en forma de polvo. Debe prepararse momentos antes de su utilización, adicionándole el agua precisa.

**Pintura al oleo.** Se conoce también con el nombre de pintura al aceite.

Se preparan las pinturas al oleo con aceite de linaza, que puede ser sustituido por el de madera de china, aguarrás o en su defecto "white spirit" materia colorante y una pequeña proporción de un material secante.

La película obtenida es muy resistente a la acción de toda clase de agentes climatológicos. La entonación apenas es alterada por el paso del tiempo, a excepción de los blancos, que tienden a amarillear.

**Pintura al esmalte.** Este tipo se diferencia del anterior por llevar incorporada en su masa una resina, que aumenta las condiciones de resistencia y, al propio tiempo da brillo al acabado.

Viene a ser un preparado que reúne en un solo producto una pintura al aceite y un barniz. Las resinas pueden ser naturales o sintéticas.

Las pinturas al esmalte de resinas naturales son empleadas en exteriores e interiores, como cocinas, cuartos de baño, salas de consulta y laboratorios, hospitales, etc.

Los esmaltes de resinas sintéticas tienen una amplia aplicación en el revestimiento de estructuras metálicas, de concreto, etc.

**Pinturas plásticas.** Constituyen uno de los avances más importantes conseguidos en la industria de la pintura. Se fabrican con resinas sintéticas de variada procedencia, emulsionadas con agua. Entre las principales de estas pinturas cabe citar el látex a base de resinas estireno-butadieno, y las obtenidas con acetato de polivinilo y copolímeros acrílicos.

Son pinturas fáciles de aplicar y de secado muy rápido, lo que permite dar la segunda mano a las dos o tres horas de haber efectuado la primera. La limpieza de los útiles de trabajo empleados es fácil, pues solo requiere agua. A excepción de las superficies metálicas, que deben ser tratadas previamente con una mano

de pintura antioxidante, las pinturas plásticas pueden ser aplicadas sobre cualquier material: madera nueva o vieja, ladrillo, cemento, concreto, yeso, etc.

La principal característica de todas las pinturas plásticas es que están compuestas por una mezcla de un aceite y una resina con agua, sin que el aceite y la resina se disuelvan en el agua; esto es, se trata de unas pinturas de emulsión.

**Pinturas especiales.** Damos este nombre a las pinturas que se preparan para solucionar un problema constructivo, como por ejemplo, los planteados por humedades, corrosión, falta de luz, etc.

### ***Resinas epóxicas***

En virtud de su elevada resistencia y propiedades adhesivas, la resina epóxicas sirve para hacer reparaciones satisfactorias siempre que se requiera resistencia a lo largo de la grieta. Las grietas pequeñas pueden rellenarse con este material, mediante un proceso a presión. Para este método se hacen perforaciones en el concreto, con una separación aproximada de 60 cm a lo largo de la grieta y hasta una profundidad aproximada de 2.5 cm. Se sellan dentro de dichas perforaciones unos aditamentos de presión, tipo xerk, cementados en el lugar con resina epóxica o insertándolos en un casquillo metálico blanco que se empotra golpeando el aditamento con un martillo. Luego se sella la superficie de la grieta con un adhesivo epóxico, dejando unos pequeños orificios de ventilación a cada 15 cm. Una vez que se ha curado la superficie del adhesivo, la grieta se rellena utilizando una pistola de alta presión para grasa, operada a mano, para empujar el adhesivo epóxico dentro de la grieta a través de los aditamentos. El adhesivo utilizado para esta aplicación no debe contener relleno.

Las grietas grandes pueden rellenarse con un mortero epóxico que consiste en adhesivo epóxico, mezclado con arena para mortero, en proporción de una parte de adhesivo por tres partes de arena, por volumen. Después de limpiar la grieta eliminando el concreto suelto, polvo y cualquier otro material extraño, el mortero se coloca dentro de la grieta. Con ayuda de una llana, todo el relleno se retaca trabajando el mortero dentro de la grieta con la hoja de una navaja o un instrumento semejante.

A veces se usa tolueno para rebajar la resina, aunque no se recomienda su uso debido a la tendencia de usarlo en demasía. Las sustancias epóxicas tienen una vida relativamente corta dentro de un recipiente; es decir, que se hacen duras y no trabajables en cuestión de unos cuantos minutos o a lo máximo media hora, dependiendo de la fórmula y de la temperatura. Por esta razón, cada vez deben

mezclarse pequeñas cantidades. Tanto en la mezcla como en la aplicación, deben seguirse las instrucciones del fabricante. Antes de que el material, empiece a endurecer, deben limpiarse todas las herramientas y el equipo utilizado en el mezclado, frotándolos con tolueno. Debido a su naturaleza toxica, todas las sustancias epóxicas deben usarse en un lugar ventilado, evitando el contacto con la piel.

Algunos fabricantes producen una resina epóxicas que puede utilizarse como relleno elástico para grietas y algunas de ellas pueden aplicarse en superficies húmedas.

### **Materiales impermeabilizantes**

Uno de los principales problemas planteados a la construcción de edificios es la humedad: la humedad procedente de las precipitaciones, lluvia y nieve, que caen directamente sobre la obra; la debida al agua superficial, procedente también de lluvias y nieves, y que corre y se infiltra por la superficie del terreno; la humedad de la propia obra, introducida en los elementos de la misma humedad de condensación o humedad del aire, etc.

En la actualidad, se dispone de una gran variedad de materiales destinados a la protección de las construcciones contra la humedad; es decir, a formar una barrera para impedir el paso del agua.

#### *Clases de materiales impermeabilizantes*

Los materiales impermeabilizantes se clasifican atendiendo a la forma en que se presentan, siendo los más corrientes:

- pinturas superficiales impermeabilizantes
- aditivos para impermeabilizantes
- productos para tapar escapes de agua
- pastas y mastiques impermeabilizantes
- telas y fieltros impermeabilizantes
- varios

Vamos a describir a continuación sus características, indicando para cada tipo sus características con' indicación de su fabricante. El orden de colocación de los productos no significa preferencia.

### ***Pinturas superficiales impermeabilizantes***

Se presentan en general en forma de líquido que se aplica en frío con pincel, brocha o pulverizador, dando dos o tres capas y quedando la superficie tratada impermeable.

Las que pueden aplicarse en frío, de más cómoda utilización, son por lo general, suspensiones de betún en agua (emulsiones) o soluciones de betún en disolventes orgánicos (bencina, benzol, etc.).

Existen diversidad de tipos que pueden reunirse en los siguientes grupos:

- ***para muros, concreto armado, etc.***

*Aplicaciones:* humedades en paredes, bóvedas, patios, fachadas, etc.

- ***para paredes interiores***

*Aplicaciones:* tabiques, interiores de yeso para evitar que este tome humedad, conservación del color de la pintura y del empapelado.

- ***pinturas invisibles.*** Son aquellas que no forman película, sino que se introducen algunos milímetros en el interior de la superficie tratada, realizando la impermeabilización de esta forma

*Aplicaciones:* se aplica siempre por el lado en que recibe la humedad, y en revoques, estucos, piedra natural, piedra artificial, etc., especialmente en fachadas y patios

- ***pinturas exteriores decorativas.*** A la vez que impermeabilizan ofrecen un acabado decorativo

*Aplicaciones:* fachadas.

- ***para evitar y suprimir goteras***

*Aplicaciones:* claraboyas, lucernarios, goteras y grietas en terrado, aunque corrientemente da mejor resultado la colocación de telas o fieltros asfálticos, utilizándose a veces estas pinturas como preparación a base de aquellas.

- ***para cubiertas***
- ***pinturas antioxidantes***

*Aplicaciones:* protección de superficies metálicas contra la acción de los agentes atmosféricos, agua de mar, humos, etc.

- ***pinturas ignifugas, pintura protectora contra el fuego***
- ***pinturas protectoras de la madera***

*Aplicaciones:* estructuras de madera, armaduras de cubiertas, postes, etc.

- ***impermeabilización de depósitos de agua***
- ***impermeabilización de depósitos de aceite***
- ***impermeabilización de depósitos de gas-oil***
- ***impermeabilización de depósitos de vino***
- ***impermeabilización de depósitos de alcoholes***

### ***Aditivos para impermeabilizar morteros y concretos***

Se presentan en forma de líquido o de polvo para añadir al agua de amasado o mezclar con el cemento, resultando un mortero o concreto impermeabilizante totalmente. Existe alguno que se presenta en pasta. Los tipos mas utilizados actualmente son:

-  para impermeabilizar mortero de cal. Se mezclan con el agua de amasado
-  para impermeabilizar morteros y concretos de cemento portland

*Aplicaciones:* confección de morteros y concretos para depósitos o lugares que se presuma la posible existencia de filtraciones, humedades, etc., como sótanos, túneles, revoque, impermeables, etc.

-  anticongelantes

*Aplicaciones:* se adicionan al mortero y concretos cuando se prevén heladas.

### ***Productos para tapar escapes de agua***

Cuando por una hendidura, grietas, etc., se produce un escape de agua, aun cuando salga a presión puede taparse utilizando algún producto de fraguado rápido que obtura la grieta pudiéndose terminar después la impermeabilización con pinturas o revoques impermeabilizantes adecuados. Corrientemente los productos para esta finalidad son líquidos con los que se mezclan cementos

portland hasta formar una pasta que se coloca con las manos en el escape de agua, apretándola durante unos minutos para dar tiempo a que fragüe.

### ***Pastas, masillas y mastiques impermeabilizantes***

Son pastas o mastiques de tipo asfáltico y bituminoso que se aplican en frío o caliente (fundidos) directamente sobre la superficie a impermeabilizar, o alternando capas de impermeabilizante con soportes de tejidos. Sirven para cubrir grandes extensiones y también para tapar goteras, obturar grietas de terrados, juntas de dilatación de terrazas y claraboyas, etc.

### ***Planchas, laminas, telas y fieltros impermeabilizantes***

Fieltros bituminosos o asfálticos que se presentan con anchos de 0.80 a 1 metros y espesores de 3 a 12 milímetros para extender entre solados de las terrazas (impermeabilización y reparación de goteras), etc., para impermeabilizar muros, cimientos, piscinas, depósitos, aun cuando estén construidos en obras sometidas a movimiento por la elasticidad que poseen estos productos.

## **IV.11 Materiales industrializados: plásticos, vítreos, aglomerados de madera, etc.**

### ***Materiales plásticos***

La palabra plástico venía aplicándose a los materiales dúctiles y susceptibles de ser moldeados, como el hierro, el vidrio, etc. En nuestros días ha pasado a designar distintos materiales, productos de la llamada química orgánica, que presentan una fácil moldeabilidad gracias al calor.

Estos materiales se obtienen mediante un proceso al que se le conoce con el nombre de polimerización; consiste en la transformación de resinas y gomas naturales o de otras resinas sintéticas, esto es, artificiales, a partir de ciertas primeras materias como la caseína, la celulosa, el aceite de ricino o de soya, y derivadas del petróleo y de la hulla.

### ***Elaboración de productos de plástico***

Las técnicas de transformación de los materiales plásticos son en la mayoría de los casos las mismas que se aplican a los materiales tradicionales

---

tratados en estado pastoso (hierro, vidrio, cerámica, etc.), para obtener diversos prefabricados o formas definitivas.

### ***Clasificación de los plásticos***

En un primer momento, cabe clasificar los materiales plásticos en dos grandes grupos: los termoendurecibles y los termoplásticos.

Los termoendurecibles son todos aquellos que una vez transformados, esto es, elaborados a partir de la primera materia, proporcionan un cuerpo sólido, estable, que no puede ser objeto de posterior transformación por calor, ni se puede recuperar para volver a ser transformado.

En cambio, los termoplásticos una vez transformados pueden ser reelaborados o conformados para obtener un producto distinto con ayuda de calor e incluso se puede volver a utilizar el material, convenientemente triturado o disuelto, para otra transformación.

Independientemente de esos dos grandes grupos, los plásticos se clasifican por la primera materia química que sirve para su transformación en un material utilizable.

Ahora bien, el hecho de emplear una misma primera materia básica no significa que los plásticos tengan que ser elaborados según un mismo sistema y que sus calidades finales sean iguales.

Además, dos o más plásticos pueden mezclarse entre sí para cambiar diversas cualidades inherentes a cada uno de ellos.

De todo esto resulta que la variedad de plásticos que cabe obtener es prácticamente ilimitada.

Sin embargo, las ventajas comprobadas en aplicaciones muy concretas han dado ya un carácter individual a muchos plásticos. Reseñamos a continuación varias familias de ellos, de más aplicaciones en la actualidad dentro de la construcción. Lo hacemos agrupándolos por su calidad de termoplásticos o termoendurecibles. En la mayoría de los casos al nombre de plástico añadimos una sigla formada por dos o más letras mayúsculas; esta es la designación internacional convenida para el mismo.

### **Termoplásticos vinilos**

Constituyen una de las familias de plásticos más divulgadas por sus múltiples presentaciones y aplicaciones.

Los vinilos se encuentran en objetos de uso corriente como tuberías, cubos, telas y asimismo, en líquidos y dispersiones acuosas para ser utilizados como pinturas, aprestos, etc.

#### **Cloruro de polivinilo (PVC)**

En su estado natural es un polvo blanco, fisiológicamente inocuo (no perjudicial al ser humano), prácticamente insensible al agua, al vapor de agua, a los aceites y a los ácidos y bases diluidas, así como a los alcoholes:

Combinado con diversos aditivos puede presentar aspectos muy diversos, que cabe concretar en dos variantes elementales: el PVC duro o rígido y el PVC blando.

El PVC duro es el resultado de la fusión y el moldeo del PVC y aditivos, con exclusión de plastificantes.

Gracias a su buena resistencia a la intemperie y a las demás cualidades generales antes mencionadas, es un material idóneo para tuberías sanitarias e instalaciones eléctricas de baja tensión.

Las tuberías de PVC son fáciles de transportar e instalar por su reducido peso; también son fáciles de empalmar y encolar mediante un adhesivo especial.

Sometidos a calor bajo, los tubos son susceptibles de ser conformados y curvados, aunque existe una diversidad de accesorios, como codos, tes, sifones, etc., que contribuyen a su eficaz y rápida instalación en edificios urbanos o rurales.

El PVC duro, si se le acerca una llama tarda en prender, y al hacerlo produce un olor característico que recuerda al antiguo de los velones grasos al ser apagados.

Al quemarse el material provoca un humo negro y unos goteros espesos grasos, si se aparta la llama, el fuego se extingue por si mismo. Se trata de un material autoextinguible.

El PVC duro también es utilizado en la conducción del agua potable.

El PVC blando se presenta en formas muy variadas, según sea el plastificante empleado para su transformación, por su aspecto y tacto recuerda a una goma. Se reblandece fácilmente con el calor y pierde con el tiempo el plastificante, motivo por el que no es un material muy apto para resistir a la intemperie. El acercarle una llama prende más fácilmente que el duro y el olor desprendido es más fuerte.

Las uniones o empalmes se logran mediante disolventes o adhesivos que contienen dichos disolventes. Puede soldarse también por varios procedimientos industriales. Como ejemplos de la aplicación del PVC blando figuran todas las telas plásticas que actualmente sustituyen al cuero en el tapizado, tuberías blandas, recubrimientos aislantes de conductores eléctricos, recipientes domésticos, etc.

Por su carácter imputrescible, estable e inalterable y sus condiciones aislantes, es uno de los plásticos que más aplicaciones ha encontrado.

### ***Acetato de polivinilo (PVA)***

Se emplea en dispersiones o emulsiones generalmente acuosas, constituyendo la base de barnices, pinturas y aprestos. Al secarse el agua, forma como una película continua protectora del soporte.

A la rápida divulgación de las pinturas a base de PVA se debe el que se hable de pinturas plásticas y que por tales se entiendan que solo se emplean dicha resina, a pesar de que en la actualidad existen muchas otras pinturas plásticas con productos de otras familias (pinturas acrílicas, de caucho clorado, etc.).

La resina puede venderse como pintura ya preparada y lista para el uso, o bien como base capaz de poder ser coloreada con disoluciones de pigmentos apropiados para ella. Proporciona un tono sedoso, como clara de huevo, ni muy brillante ni muy mate.

Otro gran campo de aplicación de esta misma resina es como adhesivo. Conocida como cola blanca, se emplea en carpintería, ebanistería en sustitución, en todas sus aplicaciones, a la vieja cola de pastilla. Mientras esta se tenía que usar tibia y mantener constantemente a baño maría, la cola blanca o pegamento blanco puede usarse directamente en frío con excelentes resultados.

### **Estírenos.**

El poliestireno (PS) es obtenido por polimerización del estireno. Este plástico recibe diversas cualidades según los aditivos que se le incorporan.

Normalmente se fabrica el poliestireno normal, quebradizo y astillable, en formas transparentes, opacas y coloreadas para estuchería, recipientes domésticos, artículos de escritorio, etc., se deforma con el agua hirviendo y con el calor.

En su estado natural es rígido, rompedizo e incoloro, y posee excelentes cualidades aislantes eléctricas si se emplea puro y compacto.

Como aislante térmico se utiliza expandido, con un contenido de numerosas celdillas de aire. En este estado pierde sus condiciones de aislante eléctrico y es bastante inflamable, aunque se le hayan añadido aditivos ignífugos.

El poliestireno expandido, constituido por perlas o amalgamado de las mismas, en cuyo interior hay aire, sirve para hacer estuches de empaquetado, boyas de descarga de inodoros, etc. Y como aislante térmico, ya sea a partir de plancha o moldeado expresamente.

Otro derivado del estireno es el ABS, logrado en copolimerización del acrilonitrilo y del butadieno al mismo tiempo. Es un material amorfo, opaco, muy duro y resistente al rayado y con excelentes cualidades para sufrir la intemperie y los agentes químicos normales.

Entre sus múltiples aplicaciones es la construcción de marcos y estructuras de plástico, tuberías, accesorios diversos en el campo de la construcción y de la electricidad.

El ABS es de fácil coloración y susceptible de ser tratado electrolíticamente, esto es, cromado. Los estírenos en general se pueden encolar recurriendo a los disolventes como acetona, tricoretileno, benceno, etc. Y con algunas colas DH, reacción. Mediante reblandecimiento por calor, pueden conformarse y embutirse.

### **Acrílicos**

Los acrílicos constituyen una familia que guarda una cierta relación con la de los estírenos. Sin embargo, el material acrílico es mucho más resistente, tenaz y con cualidades ópticas excepcionales.

**El polimetacrilato de metilo (PMM).** Denominado también vidrio sintético u orgánico, además de ser utilizado como sustitutivo del vidrio y del cristal, sirve para realizar objetos decorativos y lujosos, puede conformarse con calor, encolarse con ayuda de cloroformo y su pulido con abrasivos. Fríos y acabados con un pulimentador.

### ***Poliámidas***

Se obtienen a partir de poliácidos y poliaminas sintéticas procedentes de la petroquímica, como el clásico nylon y materias primas similares de origen vegetal. (PA)

Presenta un aspecto lechoso algo amarillento u opalescente a mucho calor o a las llamas, funden sin encenderse y desprenden un olor característico.

Son muy resistentes a los esfuerzos mecánicos y a las tracciones, a la flexión y a la compresión, tienen muy buena resistencia al calor y son muy elásticos. Como inconveniente, son sensibles a la humedad del ambiente que las rodea.

Se aplica en la ingeniería para construir ruedas dentadas, cojinetes, etc., para la elaboración de fibras e hilos, etc.

### ***Poliacetil***

Bajo la sigla POM se designa este material mucho más resistente que las poliámidas en su aplicación. Se utiliza en la fabricación de los ganchos y guías para cortinas, algunos mecanismos de ventanas o de elementos de construcción.

### ***Poliétilenos***

Los polietilenos se funden fácilmente y esta propiedad les ha valido ser utilizados como tiras de adhesión entre tejidos para la formación de maquetas, puesto que al volver a enfriarse, el material queda perfectamente unido en las fibras y tejidos del envés.

### ***Polipropileno (pp)***

Es muy cristalino, opaco, translucido. Resiste poco las bajas temperaturas. A temperaturas moderadas es mucho más resistente a los agentes físicos, especialmente a los mecánicos.

Se utiliza para objetos sometidos a altas temperaturas, como tuberías para agua caliente, aspas de ventiladores, portalámparas, etc.

### **Termoendurecibles**

#### **Fenolicos**

Constituyen la familia de plásticos más antigua, ya que una resina fenolica, la bakelita, fue la primera en ser registrada ya en los primeros años del siglo.

Pese a su antigüedad, siguen utilizándose, con todo y su débil resistencia a la luz natural e intemperie y a la dificultad de coloración clara o definida en tonos vivos. Otro de sus inconvenientes, cuando se utiliza para la elaboración de accesorios de electricidad, es su escasa resistencia superficial, siempre que se halla inmerso en ambientes húmedos.

Su mayor aplicación actual es en la fabricación de tableros estratificados. Su función consiste en reforzar el papel kraft impreso con diversos dibujos y motivos, imitando texturas naturales, como las de madera, mármol, tejidos, etc., o simplemente lisos en tonos brillantes o satinados.

#### **Ureas**

Aparecidas en los años veinte, las resinas ureas tuvieron en un principio una gran aceptación, ya que con ellas se podían hacer lo mismo que con las fenolicas, pero son colores blancos o de tono pastel.

Son, con respecto a las anteriores, algo menos resistentes al calor y, en contrapartida, mejores en cuanto a propiedades eléctricas.

Encuentran también aplicación como adhesivos para tableros aglomerados o los que tengan que ir conglomerados, ya que la urea tiene poca resistencia a la intemperie, a diferencia del fenol.

Los barnices urea secados al horno son de gran dureza y flexibilidad, resisten al rayado y los golpes sin deteriorarse.

#### **Melaminas**

Son las resinas mas recientes de todo el grupo que venimos estudiando. Muy semejantes a las de urea, con las que se suelen combinar, presentan, sin embargo, otras ventajas: más resistencia al calor, menos absorción de agua, casi

insensibles a los ácidos y grasas orgánicas de frutas, vegetales y viandas y asimismo a los álcalis y ácidos diluidos. Esta serie de ventajas hace que los plásticos de melamina sean especialmente idóneos para la fabricación de laminados decorativos para muebles de cocina, vajilla en general, ceniceros, etc.

También se utilizan como adhesivos. Las melaminas son, al igual que los fenoles y las ureas, altamente mecanizables. Se pueden serrar, taladrar y cortar.

### ***Poliéster***

Se trata de un plástico relativamente reciente, con un campo amplísimo de aplicaciones en su versión termoestable, después de haberse utilizado para pinturas y en la industria textil como termoplástico.

Las resinas de poliésteres no saturadas presentan una gran gama de aplicaciones según la proporción de estireno o de otros elementos que incorporan.

Reúnen excelentes propiedades eléctricas y gran resistencia al calor, si bien son propensas a la combustión, a menos que no se les añada un aditivo ignífugo. Su principal aplicación la encuentran como armazón mediante fibra de vidrio, con lo que se consigue una resistencia al choque y otras propiedades mecánicas. Se emplea para la fabricación de muebles, como mesas, sillas, estantes, etc., y piezas de aislamiento eléctrico de altas tensiones, pinturas y barnices.

### ***Poliuretanos***

Este material permite fabricar espumas extraordinariamente resistentes, es decir, capaces de recuperar su primitiva forma después de haber sido comprimidas.

Debido a su diversa rigidez o blandura ofrecen muchos productos diferentes: estructuras continuas para sillas (asiento y respaldo de una sola pieza rígida la exterior y blanda la interior), imitaciones de madera con escaso peso (falsas vigas, tallas, esculturas), cojines y material de relleno para tapizado.

Por su gran contenido de aire en su interior, las espumas de poliuretano constituyen un excelente aislante térmico.

### **Silicones**

Material también irrecuperable en su forma definitiva, y por lo tanto agrupado dentro de los termoestables, las resinas de silicones se caracterizan por ser compactas y, al propio tiempo, blandas y elásticas.

Poseen una gran resistencia a temperaturas elevadas, total insensibilidad al agua y gran aislamiento eléctrico.

Se aplican para tratamientos hidrofugantes, aislamientos eléctricos de cables sumergidos, juntas de estanqueidad, etc.

Se incorporan a muchos barnices y pinturas, así como a productos domésticos de tratamiento superficial como ceras, restauradores, etc.

### **Resinas epoxídicas**

Son otras resinas que se forman con la condensación de epiclorhidrina y polialcohol, en presencia de un catalizador o endurecedor.

Si bien tiene grandes aplicaciones en la industria, por sus excelentes cualidades aislantes, de dureza y de mecanización, la más extensa utilidad se debe a su eficaz acción de adhesión entre todos los materiales, sea cual sea su clase y por muy diferentes que sean sus características: madera con madera, hierro con vidrio, aluminio con porcelana.

### **Vidrio**

Puede definirse el vidrio como una sustancia dura, amorfa, esto es, sin una forma regular determinada, quebradiza y fabricada mediante la fusión de una mezcla de uno o más óxidos de sílice, boro o fósforo con otros óxidos básicos.

Sometida la masa de vidrio en fusión a unos procesos adecuados se obtienen diferentes productos.

### **Vidrio común**

Es el utilizado en las ventanas. Se trata de un vidrio plano transparente e incoloro en cierto grado, se consigue generalmente por un procedimiento mecánico de estirado y presenta una superficie natural, tal y como se obtiene de la fabricación. Como quiera que sus dos caras no son nunca perfectamente lisas ni paralelas, existe siempre cierto grado de distorsión o deformación en la visión.

### ***Vidrios impresos***

A diferencia de los estirados no son vidrios transparentes, sino traslucidos; esto es, dejan pasar la luz con difusión variable, de forma que la visión no es clara, sino parcial y a veces totalmente borrosa.

Se obtiene por colada continua y laminación de la masa de vidrio en fusión. Una de sus caras, en algunos casos las dos, en vez de ser lisas llevan un dibujo impreso por uno o dos rodillos. De este modo desaparece su transparencia, quedando la visión del objeto muy atenuada o desfigurada en grado variable, según la clase del dibujo.

Se fabrican vidrios de color. Estos se obtienen siguiendo el mismo proceso de los incoloros, diferenciándose únicamente la composición por la adición de óxidos metálicos estables que producen la coloración. Este se mantiene inalterable ante el ataque de los agentes atmosféricos.

### ***Cristal flotado.***

Es una variedad de vidrio transparente que se obtiene por laminación o flotado, y ha sido sometido a la operación de recocido. Sus dos caras son posteriormente desbastadas y pulidas, con lo que se logra que se tenga sus dos superficies lisas y paralelas, asegurando una visión clara y sin deformación alguna.

Al igual que los vidrios impresos se fabrica cristal flotado de color. La coloración se obtiene también mediante la adición de óxidos metálicos estables.

### ***Cristal templado***

Es cristal flotado, una vez manufacturado, es colgado de un soporte por uno de sus lados, mediante unas pinzas situadas en el mismo.

Una vez suspendido, el cristal es introducido en un horno eléctrico que eleva la temperatura a unos 700° C aprox.

A continuación el cristal es sacado del horno y enfriado bruscamente por medio de aire dirigido a las superficies del volumen.

Este tratamiento, conocido con el nombre de templado, transforma el cristal flotado en un producto distinto, al proporcionar características totalmente nuevas.

Por la acumulación de tensiones controladas y equilibradas en su masa aumenta considerablemente la resistencia mecánica a compresión, flexión y torsión.

Como consecuencia de estas cualidades, en el caso de que la luna llegue a romperse lo hace en pequeñísimas partículas desprovistas de ángulos cortantes, de manera que se evita toda posibilidad de peligro para las personas que se hallen cerca.

Esto da motivo a calificar este producto como inastillable y a considerarle un vidrio de seguridad.

El cristal templado sustituye a materiales como la madera, acero, ladrillo, etc., para cubrir grandes huecos en forma de tabiques, puertas, etc.

### ***Vidrios armados***

Son vidrios impresos que tienen la particularidad de llevar incorporada en su masa una malla metálica soldada de retícula cuadrada. Esta es introducida en la hoja de vidrio durante el proceso de laminación.

En el caso de romperse, los trozos resultantes quedan unidos a la malla, razón por la que se consideran también como vidrios de seguridad. Se utilizan en los casos en que hay posibilidad de una fácil rotura que puede ser peligrosa, por ejemplo, en antepechos.

### ***Vidrios moldeados***

Se denominan vidrios moldeados a las piezas obtenidas por el prensado de una masa fundida de dicho material en unos moldes especiales de los que toma su forma.

Por su fabricación, los vidrios moldeados, o dicho de otro forma, los moldeados de vidrio, forman dos grupos:

-  moldeados dobles
-  moldeados sencillos

Los primeros están formados por dos elementos independientes que, soldados entre sí en el proceso de fabricación, originan una sola pieza.

Los moldeados sencillos constan de un solo elemento, no produciéndose, originan una sola pieza.

Se fabrican moldeados para la formación de tabiques, cubiertas, lucernarios, pisos, etc.

Se dispone también de moldeados de color. Estos se obtienen aplicando un esmalte vitrificable por una de las caras de los moldeados incoloros. Una vez esmaltados, son sometidos a un tratamiento térmico con el objeto de hacerlos inalterables y resistentes a la intemperie y a los agentes atmosféricos.

### ***Vidrios especiales***

Nos limitaremos a reseñar, como vidrios especiales las unidades de acristalamiento formadas por dos, tres, e incluso más lunas pulidas, formando respectivamente una, dos o más cámaras de aire. Las lunas pulidas están soldadas entre si mediante una junta metálica de aleación especial.

Los acristalamientos dobles resultan especialmente indicados en edificios comerciales, chalets, hospitales, etc., y en general en todos los edificios con aire acondicionado que, sin estar situados en climas rigurosos, requieren un acristalamiento especial por razones de temperatura, luz y visión perfecta.

Los acristalamientos de tres o más lunas pulidas se recomiendan para regiones de clima extremado, temperaturas y grados de humedad muy duros, y siempre que se precise luz y visibilidad al mismo tiempo que un buen aislamiento térmico, como por ejemplo, piscinas cubiertas, escaparates frigoríficos, etc.

### ***Materiales derivados de la madera (conglomerado de madera)***

#### ***Madera mejorada***

Son maderas que han sido sometidas a un tratamiento especial capaz de convertirlas en más duras, más resistentes a los productos químicos.

Entre estas maderas figuran los tableros contrachapados, la madera laminada (triplay) y la madera comprimida (novopan).

### **Tableros contrachapados**

Están constituidos por chapas u hojas de madera, siempre en número impar, adheridas íntimamente entre sí por medio de un pegamento especial y dispuestas de forma que las fibras de cada hoja quedan en posición perpendicular o cruzada con respecto a la inferior. Se fabrican con haya, álamo, nogal, cedro, caoba.

### **Madera laminada (triplay)**

Se componen de chapas superpuestas y pegadas con un compuesto sintético y posteriormente prensadas. Es un material que puede curvarse con radios relativamente pequeños. Se puede utilizar para cimbra en la construcción o en carpintería y ebanistería en acabados de interiores.

### **Madera comprimida (novopan)**

Se fabrican en seco con partículas y resinas. Tiene especial aplicación en el acondicionamiento de locales: en puertas, tabiques, cielos rasos. Se componen de tres capas superpuestas y armadas. Las dos capas exteriores son muy delgadas y de extraordinaria compacidad, formadas por virutas de pino especialmente preparadas para el efecto, mientras que la capa intermedia está compuesta por pequeños trozos de madera triturada aglomerados con resina sintética. Es un material duro, de volumen constante de menor peso que la madera natural, buen aislante térmico y acústico, indeformable e incombustible.

## **IV.12 Procedimiento de cálculo de costos a pie de obra.**

Los planos y especificaciones exactas son esenciales cuando se estiman los costos de material, lo que permite establecer datos firmes sobre la calidad y cantidad en los cuales basar la estimación. Deben pedirse cotizaciones a proveedores confiables y confirmar el programa cronológico de las entregas. Habrán de sumarse los costos indirectos del lugar para establecer los costos en el mismo. Los siguientes conceptos pueden afectar el costo final de los materiales:

- ✚ Costos por flete.
- ✚ Derechos de importación.
- ✚ Impuestos.
- ✚ Seguros.
- ✚ Regalías.
- ✚ Material de desecho y excedente.



## CAPITULO V.

### PRESUPUESTOS

#### V.1 Costos directos. Integración de costos de recursos.

Se define como **Costo Directo** a "La suma de materiales, mano de obra y equipo necesarios para la realización de un proceso productivo". El Costo Directo puede representarse matemáticamente, mediante una ecuación del tipo siguiente:

$$[ax + by + cz + \dots + \lambda\delta] = C.D.$$

Considerando variables:  $x, y, z, \dots, \delta$   
y variables condicionadas  $a, b, c, \dots, \lambda$

Como variables podemos considerar el valor de los materiales, el valor de la mano de obra, y el valor del equipo; como variables condicionadas podemos considerar las cantidades consumidas de cada uno de estos integrantes, es decir, la parte que representará dentro de un Costo Directo.

Podremos aceptar también que, las variables condicionadas pueden convertirse en constantes para una obra específica, o para un rango de obras promedio. Ahora bien, las variables de cantidades de materiales, de mano de obra y de equipo, también pueden ser constantes para un tiempo determinado. Resumiendo: "Las variables lo serán en función del tiempo de aplicación", y "Las variables condicionadas, lo serán en función del Método Constructivo, tipo de edificación y de la Tendencia Estadística."

Si en un costo determinado llegásemos a convertir: "a", "b", "c", etc., en constantes determinadas por valores promedio estadísticos, tendríamos controlado una gran parte del proceso productivo y podríamos con mayor seguridad presuponer Costos a Tiempo Inmediato y Mediato, ya que, como su nombre lo indica, "Presupuesto" no es otra cosa que anticipar una serie de suposiciones con tendencias controladas a un Tiempo Inmediato. Cuando usamos la palabra "Antepresupuesto" estamos queriendo decir con este, que nuestras suposiciones son a un Tiempo Mediato y que necesitaremos revisarlas cuando sea necesario aplicarlas a un problema Inmediato. Por lo tanto, el presupuesto

ideal sería aquel que estuviere integrado por variables "Controladas", que al serlo se convertirán en constantes

### ***Costos base materiales***

Al realizar un proceso productivo, integramos materiales, semielaborados, elaborados, mano de obra y equipo para obtener un producto; por lo tanto, los precios base de los materiales, serán componentes de un costo unitario con valores en función del tiempo y el lugar de aplicación.

A continuación se detalla una relación de costos Base de Materiales (Precios de adquisición), la cual debe ser actualizada de acuerdo a las condiciones existentes en la zona y al tiempo de aplicación.

Es muy probable que en el transcurso de ejecución de una obra, los materiales que la integren sufran variaciones en el precio de compra, el cual, en caso de ser significativo, deberá provocar un nuevo análisis y valorar su consecuencia.

Es de nuestra opinión que los costos, base materiales, deberán considerarse "Puestos en obra", es decir, tendrán incluidos en su costo, los fletes y alijos necesarios, esto nos permite, no repetir continuamente dichos conceptos en cada análisis.

### ***Costos Base De Mano De Obra***

La valuación del costo de la mano de obra en edificación es, a nuestro juicio, un problema dinámico y bastante complejo. Creemos que su carácter dinámico lo determina el costo de la vida, así como el desarrollo de procedimientos de construcción diferentes debido a nuevos materiales, herramientas, tecnologías, etc. Creemos también que su complejidad, varía conforme a la dificultad o facilidad de realización, la magnitud de la obra a ejecutar, el riesgo o la seguridad en el proceso, el sistema de pago, las relaciones de trabajo, etc. Más aún, las condiciones climáticas, las costumbres locales y, en general todas las características que definen una forma de vida, afectan directa o indirectamente el valor de la mano de obra.

La Industria de la Construcción, emplea poco personal altamente calificado, y un gran porcentaje de sus obreros pertenecen al grupo de Salario mínimo.

En cuanto a las condiciones específicas de un proceso productivo, su facilidad o dificultad se reflejarán en un mayor o menor rendimiento del trabajador.

---

El sistema de pago de la mano de obra en edificación, según lo establece la costumbre, abarca dos métodos:

***Lista De Raya:***

Considera: Jornadas de trabajo a un precio acordado anteriormente, nunca menor que el salario mínimo.

*Ventajas:*

- a) Facilidad de control.
- b) Asegura la percepción del trabajador.

*Desventajas:*

- a) Necesidad de sobrevigilancia
- b) Dificultad de valuación unitaria
- c) Propicia tiempos perdidos
- d) Hace difícil la valuación del trabajo personal

***Destajo:***

Considera: La cantidad de obra realizada por cada trabajador o grupo de trabajadores, a un precio unitario acordado anteriormente, de tal forma que, el pago por la jornada de trabajo no sea menor que el salario mínimo.

*Ventajas:*

- a) Suprime una parte de la sobrevigilancia
- b) Facilita la valuación unitaria
- c) Confina al valor unitario a rangos de variación mínimos
- d) Evita tiempos perdidos
- e) Selecciona el personal apto para cada actividad
- f) Permite que: "a mayor trabajo, mayor percepción" y "a menor trabajo, menor percepción"

*Desventajas:*

- a) Representa dificultades para su control
- b) Puede ser injusto
- c) Puede reducir la calidad

### **Costo Unitario Del Trabajo.**

Nuestro deseo es exponer un sistema de valuación que permita, a partir de rendimientos, obtener costos unitarios del trabajo a realizar.

Cualquier sistema de valuación unitaria, debe basarse en rendimientos promedio, resultado de un análisis estadístico que no considere casos excepcionales y que represente las condiciones repetitivas normales de cada proceso productivo.

Por otra parte hace falta encontrar un factor de corrección (factor de zona) que considere las condiciones aleatorias que circunscriben cada actividad, así como el factor de herramienta menor que deberá retribuirse a la empresa o al trabajador (según el caso) a más del factor que tome en cuenta la productividad del maestro que toma el riesgo de la misma. Y, por último, se requiere investigar el salario diario total, por trabajador o grupo de trabajadores, para poder realizar cada proceso productivo.

Considerado lo anterior, podremos plantear la siguiente igualdad.

$$\text{Costo unitario del trabajo} = \frac{\text{Salario diario total}}{\text{Rendimiento promedio diario}} \times$$

Factor de zona  $\times$  Factor de herramienta menor  $\times$  Factor de maestro.

$$\text{Es decir: } \quad \mathbf{CUT = \frac{SDT}{RPD} \times FZ \times FHM \times FM}$$

### **Costo Por Maquinaria y Equipo**

Este integrante del costo directo, es un elemento importantísimo en empresas dedicadas a movimiento de tierras, y por tanto, su estudio para esta aplicación requerirá amplios tratados al respecto.

Para el caso de edificaciones, trataremos de simplificar y compendiar los cargos que determinan el costo horario promedio.

La vida útil del equipo, el efecto inflacionario en su valor de adquisición, su obsolescencia y el tiempo real de utilización, han provocado diversos criterios. Se sugiere de acuerdo a la legislación fiscal de la República Mexicana depreciar el equipo en un 20% anual (Artículo 27 de la Ley del Impuesto sobre la Renta), es decir considerar la depreciación total del equipo en 5 años, generalizando esta vida útil para todo tipo de equipo.

En relación al efecto inflacionario aceptamos que en el fin de la vida fiscal (útil en nuestro caso también) donde se debe reponer el equipo, encontramos que el valor de éste ha sufrido un incremento que nos impide adquirirlo con la provisión considerada.

Por otra parte, cuando en el transcurso de la vida fiscal de un equipo aparece otro de eficiencia superior, el nuestro sufre una depreciación automática que en función de su eficiencia hace anti-económica su continuidad de operación.

El equipo debe encontrarse siempre disponible y asignado a una obra específica, y no por esto su uso es continuo, a más del paro forzoso por lluvias en equipo mayor y por descomposturas en equipo menor, por lo tanto y complementando la sugerencia de proporcionar en forma lineal y uniforme el valor de equipo, según la acepta nuestra legislación fiscal, sugerimos dividir el análisis de cargos en gastos fijos y de operación, obteniendo una suma de los primeros, que representará el costo de la maquinaria inactiva, para afectarla con posterioridad a través de un "Factor de Utilización" que propondremos sea el cociente de los meses comprendidos en un año fiscal, entre el número de meses que el equipo realmente trabaja.

Para cubrir el efecto inflacionario y la obsolescencia de un equipo, se somete a su consideración el aceptar el criterio oficial impositivo al no considerar ningún valor de rescate del equipo al término de su vida útil.

De acuerdo a los lineamientos anteriores, se desglosan de cargos que integran el costo horario de la maquinaria y equipo, con el formato que se presento en el capítulo IV.

### **Costos Preliminares**

Se define como "costo preliminar" a la suma de materiales, mano de obra y equipo para obtener un subproducto. Su clasificación como preliminares tiene como objeto principal integrar bajo un mismo rango los elementos que forman parte de un gran número de productos, por así decirlo, estamos agrupando en

esta clasificación los costos que intervienen en una gran mayoría de costos finales.

Cabe aclarar que en los análisis de costos preliminares, se refleja la política de la empresa, en relación a consumos de materiales base, usos de cimbra, desperdicios de la misma, etc., por lo cual y debido a su condición de repetitivos, será motivo de especial cuidado y actualización constante para cada obra y para cada condición de la misma.

### **Costos Finales**

Se define como costo final, a la "Suma de gastos de material, mano de obra, equipo y subproductos para la realización de un producto", es decir, podrá tener como integrantes uno o varios "costos preliminares".

Un costo final puede constar de un gran número de conceptos que pueden reducirse según su importancia en el costo en cuestión, mas, recomendamos que, en principio se apliquen todos o casi todos ellos, para conocer su rango de variación en cada costo estudiado. Para ejemplificar, diremos que en cimbras, se consideran de 50 a 300 gr de clavo por metro cuadrado de cimbra, pero necesitaremos analizar (contando cada uno de los clavos empleados) cuándo podemos usar 50 gr/m<sup>2</sup> y cuándo 300 gr/m<sup>2</sup> y hasta después de realizado lo anterior estaremos en condición de aproximar por experiencia.

Otra recomendación, a nuestro parecer muy importante, es considerar el costo final como representante del máximo de conceptos comunes. Por así decirlo, si deseáramos analizar el costo de una trabe, por ejemplo, no recomendamos utilizar como unidad de análisis el metro lineal, ya que, al hacerlo, cualquier modificación en el armado o las dimensiones de la sección, anularía dicho costo, sino desglosarlo en tres costos finales; *concreto* en metros cúbicos, *acero de refuerzo* en toneladas y *cimbra* en metros cuadrados, con esto, cualquier variación en sus tres integrantes, sólo modificaría la cantidad de obra y no afectaría al costo unitario.

## **V.2 Costos indirectos.**

**Costo Indirecto.** Es la suma de los gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso productivo.

### **Costo Indirecto De Operación.**

Es la suma de gastos que, por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todas las obras efectuadas en un tiempo determinado. (Año fiscal, año calendario, ejercicio, etc.)

#### **La Organización Central.**

Si la organización central de una empresa constructora nos proporciona el soporte técnico necesario para ejecutar obras de índole diversa, en forma eficiente, éstas deberán absorber un cargo por este concepto, sugiriendo a ustedes el realizarlo en forma porcentual, con base a tiempo y costo, es decir, obtengamos el costo de nuestra organización central para un período de tiempo y para este mismo período, estimemos el probable volumen de ventas a costo directo que en forma realista pueda contratar nuestra empresa, para que con estos argumentos determinemos de cada peso contratado a costo directo, cuanto debe incrementarse para cubrir los gastos de la oficina central.

Como excepción debemos mencionar la existencia de obras que por su importancia y localización, hacen necesaria la concentración de todo el personal y recursos de la empresa en la obra misma, anulando por tanto el cargo de oficinas centrales y reduciéndolo al de la obra.

La estructura organizacional de una empresa constructora, varía, dependiendo de su localización, volumen, tipo y continuidad de ventas, empero creemos, en cualquier caso, poder distinguir tres áreas básicas.

*Área de producción:* Aquella que realiza las obras.

*Área de control producción:* Aquella que controla resultados y cumple requerimientos

*Área de producción futura:* Aquella que genera ventas y extrapola resultados.

Cabe dada la demanda cíclica de los servicios de una empresa constructora, se hace recomendable que la organización, contemple la posibilidad de ser *colapsible*, es decir, crecer al crecer la demanda y disminuir cuando ésta disminuya hasta un límite mínimo de eficiencia.

## **El Costo De La Oficina Central**

Para la valuación del costo de una organización central, pensamos que independientemente de su organigrama, sus gastos se pueden agrupar en cinco rubros principales, que en forma enunciativa y no limitativa, pueden ser:

### ***Gastos técnicos y administrativos.***

Son aquellos que representan la estructura ejecutiva, técnica, administrativa y de staff de una empresa, tales como:

Honorarios o sueldos de ejecutivos, consultores, auditores, contadores, técnicos, secretarias, recepcionistas, jefes de compras, almacenistas, choferes, mecánicos, veladores, dibujantes, ayudantes, mozos para limpieza y envíos, igualas por asuntos jurídicos, fiscales, etc.

### ***Alquileres y /o depreciaciones.***

Son aquellos gastos por concepto de bienes, inmuebles, muebles y servicios necesarios para el buen desempeño de las funciones ejecutivas, técnicas, administrativas y de staff de una empresa tales como:

Rentas de oficinas y almacenes, servicios de teléfonos, luz eléctrica, correos y telégrafos, gastos de mantenimiento (para tener en condiciones inmediatas de operación), del equipo de almacén, de oficina y de vehículos asignados a la oficina central, así como también, depreciaciones (que deberán apartarse para la reposición oportuna de los equipos antes mencionados), al igual que la absorción de gastos efectuados por anticipado, tales como: gastos de organización y gastos de instalación.

### ***Obligaciones y seguros.***

Son aquellos gastos obligatorios para la operación de la empresa y convenientes para la dilución de riesgos a través de seguros que impidan una súbita descapitalización por siniestros. Entre estos podemos enumerar:

Inscripción a la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, registro ante la Secretaría del Patrimonio Nacional y Cuotas de Colegios y Asociaciones Profesionales, Seguros de vida, de accidentes, automóvil, camionetas, de robo, de incendio, etc.

Algunas empresas de construcción, consideran en el capítulo de gastos técnicos y administrativos, sueldos, sin incluir obligaciones prestaciones ni derechos, y por tanto en este rubro incluyen para su mejor control, las cuotas patronales del Seguro Social, Infonavit, Guarderías, etc. del personal de oficina central. En los ejemplos expuestos a continuación los sueldos consignados en los gastos técnicos y administrativos, incluyen prima vacacional, aguinaldo, cuota patronal al Instituto Mexicano del Seguro Social e Impuesto Sobre Remuneraciones Pagadas, Guarderías e Infonavit, para el año en curso.

***Materiales de consumo.***

Son aquellos gastos en artículos de consumo, necesarios para el funcionamiento de la empresa, tales como:

Combustibles y lubricantes de automóviles y camionetas al servicio de la oficina central, gastos de papelería impresa, artículos de oficina, copias heliográficas y xerográficas, artículos de limpieza, pasajes, azúcar, café y gastos del personal técnico administrativo, que para trabajos urgentes sacrifica el tiempo de comida con su familia y recurre a enviar por alimentos ó bien usar un restaurant cercano, para satisfacer esa necesidad.

Indudablemente el gasto anterior no es de ninguna manera Gasto de Representación, dado que éste se define como: "Asignación suplementaria anexa a ciertos cargos del Estado, para su más decoroso desempeño".

Por otra parte tampoco es un viático como lo define el artículo 27, inciso XIV, de la Ley Federal del Impuesto Sobre la Renta, donde acepta únicamente como gastos deducibles los de hospedaje, alimentación, transporte, uso de automóviles y pago de kilometraje, siempre que se demuestre que se aplicaron fuera de una faja de 50 kilómetros que circunde el establecimiento de la empresa, a más de demostrar una relación de negocios en el lugar en que se trate, así como que, las personas a favor de las cuales se realice la erogación, tengan relación de trabajo con la empresa en los términos de la Fracción 1 del artículo 49 de esta ley.

Por tanto, este tipo de gasto debe considerarse como consumo necesario y asimilarlo en este rubro.

### **Capacitación y promoción.**

Creemos insoslayable el derecho de todo colaborador a capacitarse y pensamos que en tanto éste lo haga, en esa misma medida o mayor aún, la empresa mejorará su productividad.

En la empresa constructora media y pequeña (que aceptamos sea la que más requiere de capacitación), su personal mínimo, tiene una carga de trabajo múltiple y es de difícil sustitución, por tanto esta capacitación debe buscarse aún invirtiendo el tiempo de descanso del capacitado.

Por otra parte en la empresa constructora el capítulo promoción, no es asemejable al de otras empresas y sólo a través de una continua seriedad en compromisos de tiempo, costo y calidad pactados, podrán incrementarse la venta de los servicios de la empresa, por canto el capítulo propaganda y relaciones debiera ser en primera instancia con los obreros, empleados y ejecutivos de la misma, dado que éstos son la base de las ventas.

Otro gasto promocional a nuestro juicio importante es el de concursos que en un porcentaje muy alto no son ganados por la empresa ponente, a más de los gastos de proyectos que después de fuertes erogaciones no son realizados.

Entre los gastos de capacitación y promoción, podemos enlistar:

Cursos a obreros y empleados, cursos y gastos de congreso a funcionarios, gastos de actividades deportivas, de celebraciones de oficinas, de honorarios extraordinarios con *base a la productividad*, regalos anuales a clientes y empleados, atenciones a clientes, gastos de concursos no obtenidos y gastos de proyectos no realizados.

### **Costos Indirectos De Obra.**

#### **La Organización De Obra**

Contando con el soporte técnico de la oficina central, el cual gravará a todas las obras de la empresa en un período determinado y considerando que cada obra tiene diferentes importes, tiempos de ejecución, localización, accesos, riesgos, personal técnico, personal administrativo, comunicaciones, fletes, oficinas de campo, almacenes, consumos, etc., además de otros conceptos fuera del control de la empresa constructora y también variables tales como; gastos

---

financieros por retraso en la tramitación y cobro de las estimaciones, escasez de materias primas imposibles de almacenar, retrasos por mal tiempo, etc., consideramos injusto proponer condiciones "promedio" para todas las obras, por tanto sugerimos a ustedes analizar cada obra a la luz de sus muy particulares condiciones, para reflejar también en cada caso los impones que dichas condiciones generen.

Siendo la organización de obra semejante en su función a la organización central, solo que orientada hacia una obra específica, proponemos a ustedes realizar su evaluación en forma también porcentual con base a tiempo y costo, es decir, obtengamos el costo de nuestra organización de obra, durante el tiempo de ejecución planeado, él cual dividido entre el costo directo de la misma, determinará de cada peso erogado en la obra, cuanto debe de incrementarse para cubrir los gastos de la oficina de campo.

La estructura organizacional de la obra, también es variable empero creemos en cualquier caso distinguir su *Área de producción* y su *Área de control*.

### **El Costo De La Oficina De Obra**

Para la valuación del costo de una organización de obra, pensamos que independientemente también de su organigrama, sus gastos se pueden agrupar en 5 rubros principales, que en forma enunciativa y no limitativa pueden ser:

#### ***Gastos técnicos y/o administrativos***

Son aquellos que representan la estructura ejecutiva, técnica, administrativa y de staff de una obra, tales como:

Honorarios, sueldos y viáticos (en su caso), de jefes de obra, residentes, ayudantes residente, topógrafos, cadeneros, estadaleros, laboratoristas y ayudantes, jefes administrativos, contadores, almacenistas, mecánicos, electricistas, mozos, veladores, secretarias, personal de limpieza, choferes, etc.

#### ***Traslado de personal***

Son aquellos gastos para obras foráneas por concepto de traslados de personal técnico u administrativo, de su lugar de residencia permanente a la obra y viceversa, (a más de los realizados en forma periódica o en fechas conmemorativas) como:

Pasajes de transportes aéreos, terrestres o marítimos, pago de mudanzas, peajes, gasolineras, lubricantes, servicios, etc.

### ***Comunicaciones y fletes***

Son aquellos gastos que tienen por objeto, establecer un vínculo constante entre la oficina central y la obra, así como también el abasto de equipo idóneo de la bodega central a la obra y viceversa incluyendo mantenimientos y depreciaciones de vehículos de uso exclusivo de la obra.

Entre estos gastos podemos mencionar a guisa de ejemplo:

Gastos de teléfono local, larga distancia, radio, telex, correos, telégrafos, giros, situaciones bancarias, express, transporte de equipo mayor, de equipo menor, mantenimiento, combustibles, lubricantes, depreciaciones de automóviles, camionetas y camiones, etc.

### ***Construcciones provisionales***

Para proteger los intereses del cliente y de la empresa constructora, así como también para mejorar la productividad de la obra, se hacen necesarios gastos de instalaciones provisionales, tales como:

Cerca perimetral y puertas, caseta de veladores, oficinas, bodegas cubiertas y descubiertas, dormitorios, sanitarios, comedores, cocinas, instalaciones hidráulico-sanitarias eléctricas, caminos de acceso, etc.

### ***Consumos y varios***

En la etapa constructiva, se requieren en mayor o menor escala energéticos, equipos especiales y requerimientos locales que en forma indispensable necesita una obra tales como:

Consumos eléctricos, de agua, de fotografía, de papelería, de copias, etc. alquileres o depreciaciones de transformadores provisionales, equipo de laboratorio, de oficina, de campamento, cuotas sindicales, señalizaciones, letreros, etc.

### ***Imprevistos De Construcción***

Consideramos indispensable precisar, que a cada nivel o etapa de un planteamiento económico, corresponde un imprevisto, cuando

---

desafortunadamente se contrata un precio alzado sobre un "anteproyecto", se confunde la "indeterminación" con los "imprevistos de construcción".

En otras palabras, creemos que los "imprevistos de construcción" deben *confinarse* a aquellas acciones que quedan *bajo el control* y responsabilidad del constructor y que la "provisión por indeterminaciones" debe considerarse contingencia previsible y manejarse fuera del imprevisto y de la suma alzada.

Para aclaración de conceptos sugerimos al lector analizar los diferentes tipos de contingencias que se pueden presentar en una edificación para localizarlas dentro o fuera del concepto imprevistos.

### ***Contingencias imprevistas de fuerza mayor***

Este tipo de eventos sugerimos no incluirlos en imprevistos y sí detallarlos en todo tipo de contratos.

*Naturales.* Terremotos, maremotos, inundaciones, rayos y sus consecuencias.

*Económicas:* Salarios oficiales de emergencia, cambios de jornadas oficiales de trabajo, cambio o implantación de nuevas prestaciones laborales, cargos impositivos y devaluaciones.

*Humanas:* Guerra, revoluciones, motines, golpes de estado, colisiones, incendio, explosión, huelgas a fabricantes y proveedores de artículos únicos.

### ***Contingencias previsibles***

Las cuales sugerimos también no incluirlas en imprevistos y considerarlas en el análisis de costo respectivo y/o limitar responsabilidades en el contrato a acordar.

*Naturales:* Avenidas pluviales cíclicas, períodos de lluvia.

*Económicas:* Continuación de inflación y recesión, atraso en pagos a la contratista.

*Humanas:* Faltantes al proyecto, cambios al proyecto, adiciones al proyecto mutilaciones al proyecto, suspensiones de obra o insolvencia del cliente, errores en el proyecto, omisiones en el proyecto, errores en las especificaciones, omisiones en la especificaciones, estudios de mecánica de suelos inexactos.

### **Contingencias imprevistas**

Las cuales sugerimos considerarlas en imprevistos, en forma de "provisión" en el presupuesto respectivo y/o limitar responsabilidades en el contrato a acordar.

*Naturales:* Prolongación de épocas de lluvia

*Económicas:* Variaciones menores al 5% en precios de adquisición de:

- Materiales
- Mano de obra
- Equipos
- Subcontratos

*Humanas:* Por parte del personal y de subcontratos en relación a:

- Errores de cuantificación
- Omisión de conceptos de presupuesto
- Errores en la investigación de costos de materiales
- Errores en la investigación de costo de mano de obra
- Errores en la investigación de costo de equipos
- Errores en la investigación de costo de subcontratos
- Errores de integración de análisis de costos
- Errores de estimación de tiempo de construcción
- Ineficiencia en obra
- Ineficiencia en oficina central
- Renuncias del personal
- Enfermedades del personal
- Incomprensión de especificaciones
- Omisión de detalles
- Errores de estimación de rendimientos
- Errores de mecanografía de presupuesto

Cabe hacer notar que el costo final de una obra, debería ser, en esencia el mismo, en todos los tipos de contrato, cumpliendo el principio de que un "buen negocio" sólo lo es, si produce beneficios igualmente buenos a las partes que lo integran. Por lo cual los posibles conceptos de desajuste tanto previstos como imprevistos, deberán ser considerados por alguna de las partes, según la forma de contratación elegida.

## **Impuestos Y Derechos Reflejables**

En esta parte consideraremos aquellos impuestos que la ley permite incluir en el costo.

### ***Federales***

*Ingresos mercantiles, tasa general para constructoras.* Este impuesto, la ley permite no sólo reflejarlo, sino también repercutirlo, es decir considerarlo como un porcentaje (4% actual) que afecte el importe de la factura o del recibo.

En la industria de la construcción la costumbre es, incluir y no repercutir este impuesto en la determinación del costo (para el caso de obras particulares).

Para la construcción de obras públicas, derivadas, de contratos con la Federación, Estados, Distrito Federal, municipios y organismos descentralizados, la ley de ingresos mercantiles exime al contratista de este impuesto y por tanto no debe considerarse en el precio de venta. Para el caso de empresas de participación estatal, universidades, institutos técnicos, etc., la ley otorga exenciones "particulares", por lo cual, consideramos indispensable la certificación de esta exención en su caso.

Los servicios técnicos y subcontratos aunque se deriven de contrataciones con los organismos mencionados, no están exentos y por tanto deberán incluirlo en su costo.

*Prestaciones, derechos e impuestos sobre la mano de obra.* En el capítulo III, se detallan estas prestaciones y derechos que deben de adicionarse al costo de la mano de obra.

### ***Estatales y municipales***

*Tasa general para constructoras de ingresos mercantiles.* Para estados coordinados a la federación el 45% de este impuesto (1.8%) corresponde al estado donde se realiza la operación mercantil.

La exención para inmuebles destinados a obras públicas, es vigente también para los idos, no importando su consideración de coordinado o no coordinado.

*Otros impuestos.* Teóricamente no debería existir otro impuesto que el ingreso mercantil, ya fuera que el estado cobrara íntegramente el 4% y enviara el

55% de este a la federación o bien que la federación enviara al estado el 45% del mismo.

Dada la autonomía estatal existen una serie de impuestos que de hecho se apliquen algunos estados y que a nuestro juicio se deben investigar y reflejar en el costo como:

- ✚ 15% sobre los impuestos, multas y recargos en el estado de México.
- ✚ 1.0% adicional (educación) sobre nóminas y honorarios pagados en el estado de México.
- ✚ 0.10% sobre el importe del contrato, en obras en administración y 1.00% sobre contra-a precio alzado, también en el estado de México (por impuesto al director responsable la obra).
- ✚ 1% sobre operaciones contractuales en el estado de Jalisco (el cual en algunos casos es condonado en un 40%).
- ✚ Derechos de licencias, etc., etc.

### ***Impuestos especiales***

*Secretaría del patrimonio nacional.* Este impuesto se aplica a obras bajo la supervisión directa de SEP ANAL, el cual corresponde actualmente al 0.5% sobre el importe de cada estimación.

*Obras y servicios de beneficio regional.* En las obras que concurra la Secretaría de Obras Públicas, se puede incluir en el factor de sobre costo un 1% (actual) para "OSBR" (Obras y servicios de beneficio regional).

**Ejemplo del desglose de costos indirecto del presupuesto de una casa habitación:**

<b>DESGLOSE DE COSTOS INDIRECTOS</b>				
MONTO DE LA OBRA A C.D. = \$ 4,035,090.79				
CONCEPTO	TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			
	ADMINISTRACIÓN OFICINA CENTRAL		ADMINISTRACION OBRA	
	MONTO	PORCENTAJE	MONTO	PORCENTAJE
<b>I. HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES</b>				
a. Personal directivo incluye: Prestaciones	19,299.84	0.4783%		
b. Personal técnico incluye: Prestaciones			371,179.93	9.1988%
c. Personal administrativo incluye: Prestaciones	71,267.77	1.7662%	112,837.28	2.7964%
d. Cuota Patronal del Seguro Social del inciso a, b y c (consideradas)				
e. Prestaciones de la LFT del inciso a, b y c (consideradas)				
f. Pasajes y viáticos (consideradas)				
g. Los que deriven de suscripción de contratos de traajo del inciso a, b y c				
<b>SUBTOTALES</b>	<b>90,567.61</b>		<b>484,017.21</b>	
<b>II. DEPRECIACIÓN, MANTENIMIENTO Y RENTAS</b>				
a. Edificios y Locales	8,070.18	0.2000%	4,035.09	0.1000%
b. Locales de Mantenimiento y Guarda	4,035.09	0.1000%	6,052.64	0.1500%
c. Bodegas	3,026.32	0.0750%	8,070.18	0.2000%
d. Instalaciones provisionales	3,429.83	0.0850%	6,052.64	0.1500%
e. Muebles y enseres	1,614.04	0.0400%	2,017.55	0.0500%
f. Depreciación o Renta, y Operación de Vehiculos	3,833.34	0.0950%	14,122.82	0.3500%
g. Campamentos			4,035.09	0.1000%
<b>SUBTOTALES</b>	<b>24,008.79</b>		<b>44,386.00</b>	
<b>III. SERVICIOS</b>				
a. Consultores, Asesores, Servicio y Laboratorios			8,070.18	0.2000%
b. Estudios e Investigación	8,070.18	0.2000%	6,052.64	0.1500%
<b>SUBTOTALES</b>	<b>8,070.18</b>		<b>14,122.82</b>	
<b>IV. FLETES Y ACARREO</b>				
a. De Campamentos			3,026.32	0.0750%
b. De Equipo de Construcción				
c. De plantas y Elementos para Instalaciones				
d. De Mobiliario			10,087.73	0.2500%
<b>SUBTOTALES</b>			<b>13,114.05</b>	

<b>V. GASTOS DE OFICINA</b>				
a. Papelería y útiles de escritorio			18,157.91	0.4500%
b. Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio			4,035.09	0.1000%
c. Equipo de computación				
d. Situación de fondos				
e. Copias y Duplicados	1,008.77	0.0250%		
f. Luz, gas y otros consumos	1,614.04	0.0400%	6,052.64	0.1500%
g. Gastos de Licitación	3,026.32	0.0750%		
<b>SUBTOTALES</b>	<b>5,649.13</b>		<b>28,245.64</b>	
<b>VI. CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO</b>	<b>3,429.83</b>	0.0850%	<b>403.51</b>	0.0100%
<b>VII. SEGURIDAD E HIGIENE</b>	<b>3,429.83</b>	0.0850%	<b>403.51</b>	0.0100%
<b>VIII. SEGUROS Y FIANZAS</b>				
a. Primas por Seguro	12,912.29	0.3200%		
b. Primas por Fianza	18,157.91	0.4500%	13,315.80	0.3300%
<b>SUBTOTALES</b>	<b>31,070.20</b>		<b>14,122.82</b>	
<b>IX. TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES</b>				
a. Construcción y conservación de los caminos de acceso			10,087.73	0.2500%
b. Montaje y desmantelamiento de equipo			8,070.18	0.2000%
c. Construcción de Instalaciones Generales				
1. De Campamentos			3,429.83	0.0850%
2. De equipo de construcción			3,429.83	0.0850%
3. De plantas y elementos para instalaciones			3,429.83	0.0850%
4. Letrero nominativo de obra			3,228.07	0.0800%
<b>SUBTOTALES</b>			<b>31,675.46</b>	
<b>T O T A L E S</b>	<b>166,225.57</b>	<b>4.1195%</b>	<b>629,683.99</b>	<b>15.6052%</b>
	TOTALES \$ 795,909.55 % INDIRECTO			19.7247%

**RESUMEN**

	CONCEPTO	IMPORTE	%
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>4,035,090.79</b>	
	ADMINISTRACION CENTRAL	166,225.57	4.1195%
	OFICINA CENTRAL	629,683.99	15.6052%
	OFICINA DE CAMPO	795,909.55	19.7247%
	TOTAL DE INDIRECTOS		19.7247%
	<b>FINANCIAMIENTO</b>	<b>68,479.53</b>	<b>1.6971%</b>
	<b>UTILIDAD</b>		<b>10.0000%</b>
	FACTOR DE SOBRE COSTO		1.3503

**V.3 Costo financiero.**

***Financiamiento***

Antes y durante la ejecución de los trabajos de construcción, se efectúan fuertes erogaciones, es decir, cuando se excava el primer metro cúbico se ha hecho ya, una erogación considerable. La estricta vigilancia y supervisión de las inversiones en las obras, es, también requerimiento indispensable que obliga a esperar un lapso para cobrar la obra ejecutada, lo que convierte a la empresa en un financiero a corto plazo que forzosamente devenga intereses.

Al ser el financiamiento un gasto originado por un programa de obra y pagos fijados al contratista, deberemos evaluarlo de la manera más justa y para esto sugerimos a ustedes analizar los egresos, y los ingresos de una empresa constructora.

## **Prestamos A Largo Plazo**

Hay cierto número de formas en las cuales las compañías pueden obtener préstamos para realizar un trabajo de construcción para periodos de varios años. Acciones sobre préstamos, acciones sobre obligaciones y pagarés son los más comunes. Cuando se emiten acciones o pagarés para recabar tales préstamos, los términos de la emisión deben declarar la tasa de interés y la fecha en que se pagarán los préstamos.

Las acciones sobre préstamos, que es el término utilizado que se utilizará de aquí en adelante para los 3 tipos de documentos comerciales utilizados para obtener préstamos, normalmente se emiten en unidades que tengan un valor nominal a la par (tal como \$1 ó \$100) y pueden transferirse individualmente. El interés se paga por lo regular a intervalos de medio año basándose en el valor nominal. Las acciones sobre préstamos se emiten y se vuelven a pagar a la par, a una prima, o a descuento; esto es, a un valor nominal, por ejemplo, comprando a \$1 y teniendo derecho a un pago de \$1; a una cifra arriba del valor nominal amortizable al precio más alto; o a una cifra abajo del valor nominal amortizable al precio más bajo.

Cuando las disposiciones permiten una prima o descuento sobre la compra y la amortización, el interés efectivo pagadero sobre los préstamos varía. Por ejemplo, si se emite una acción unitaria de \$100 a razón de \$90, tiene un descuento del 10% y se puede volver a pagar en 20 años a la par con una tasa de interés nominal de 16% anual aunque la tasa verdadera de interés es de 16.61%. Esto se calcula mediante las siguientes fórmulas.

$$F = N(1 + i_n)^x$$

en donde  $F$  = Valor en  $x$  años  
 $x$  = Periodo del préstamo  
 $i_n$  = Tasa de interés nominal  
 $N$  = Importe nominal del préstamo

$$P = \frac{F}{(1 + i_t)^x}$$

en donde  $F$  = Valor en  $x$  años  
 $x$  = Periodo del préstamo  
 $P$  = Valor verdadero del préstamo  
 $i_t$  = Tasa de interés verdadera

Emitiendo acciones a prima o a descuento, se puede alterar la tasa efectiva de interés para que caiga en línea con las condiciones prevalecientes en el mercado. Por razones de impuestos y planeación financiera, el emitir acciones de esta forma puede ser más conveniente que alterar la tasa nominal del interés.

Las acciones no se ven afectadas por el rendimiento de la compañía, y los términos de la emisión constituyen un contrato legal. Normalmente el prestamista requiere garantías, tales como hipotecas sobre los activos de la compañía, antes de la inversión; por tanto, si el pago no se hace de acuerdo con los términos de la emisión, se puede disponer de los activos con el fin de asegurar el pago o parte del mismo. Un pago parcial de una garantía no perjudica los derechos sobre el saldo no pagado en contra de los activos restantes de la compañía. Este no puede disponer o alterar materialmente de las garantías que se obtienen en contra de sus acciones sin el permiso del prestamista. El tipo de garantía tenido por el prestamista reflejará la cantidad de riesgo que acepta al prestar los fondos a una compañía. Por ejemplo, un préstamo garantizado por una hipoteca sobre el terreno o sobre los edificios es poco probable que pierda valor, mientras que los valores o garantías intangibles estarán sujetos a un riesgo mayor. Mientras mayor sea el riesgo, mayor será la tasa de interés ofrecida para la inversión. Como la tasa de interés sobre las acciones de préstamo es fija, está sujeta a devaluación por la inflación, la cual se refleja en un costo menor del interés para el propietario. Sin embargo, si una organización espera una tasa más alta de inflación que los prestamistas en el mercado, la emisión de acciones puede ser un medio para comprar capital al costo real del interés más bajo.

En efecto, el costo del interés sobre las acciones del capital con respecto a una compañía se ve reducido sustancialmente ya que el interés pagadero se deduce en contra de los impuestos empresariales. En casos excepcionales este hecho junto con los efectos inflacionarios pueden reducir el costo real del préstamo a cero. Sin embargo, en periodos en que las operaciones de la compañía sean malas, ésta puede tener dificultades en cumplir con sus obligaciones con respecto a las acciones, y así arriesga la liquidación. Los prestamistas también corren el riesgo de invertir en una organización con grandes préstamos pendientes de pago; por tanto, hay limitaciones legales a la cantidad de acciones que se pueden emitir.

El mercado general del dinero y las tasas de interés tienen un efecto diverso sobre la compra y la venta de una emisión de acciones.

### ***Financiamiento A Plazos***

Una buena fuente de financiamiento a largo y mediano plazo es el financiamiento a plazos. Aunque esta forma de pedir prestado es sinónima con compra doméstica, proporciona un buen trato o una buena oportunidad de financiamiento para las organizaciones involucradas en la compra de construcciones y equipo de planta.

### ***Financiamiento A Corto Plazo***

Se puede considerar el financiamiento a corto plazo como un medio completo de financiar proyectos o como un medio de ayudar el financiamiento a largo plazo por periodos cortos. La forma más importante de financiamiento a corto plazo en la industria de la construcción es indudablemente mediante un arreglo bancario o de sobregiro. El interés acumulado en este convenio es normalmente del 3 al 4% arriba de la tasa prevaleciente de interés sobre los préstamos. En general, los bancos proporcionan financiamiento a largo plazo a los negocios de reputación, aunque se pueden buscar anticipos a corto plazo sobre una base competitiva en cierto número de instituciones bancarias.

El crédito comercial es una de las fuentes principales de financiamiento a corto plazo dentro de la industria de la construcción. Esto lo proporciona el proveedor de artículos o bienes o servicios que tiene que esperar cierto tiempo antes de que se haga el pago de tales bienes o servicios. Sin embargo, esta forma de financiamiento puede demostrar ser costosa ya que el beneficiario, normalmente tendrá que olvidar descuentos comerciales o por pronto pago; la demora en el pago también puede hacer que el dinero pendiente esté sujeto a intereses. Normalmente el periodo de pago lo determina el cliente.

### ***Financiamiento De La Propiedad, Acciones***

Hay dos tipos de acciones, las preferenciales y las ordinarias. Las acciones preferenciales tienen características comunes con los préstamos bancarios o préstamos financieros en que comportan un rendimiento garantizado al que se hace de referencia como dividendo, que es semejante a la tasa baja de interés de los bonos por préstamos. Pueden ser amortizables o no y se emiten o se vuelven a pagar al valor a la par o valor nominal o con una prima. Estas acciones normalmente son transferibles en unidades. No obstante, no se puede pagar ningún dividendo a menos que la compañía tenga la suficiente utilidad en el año de operación o haya acumulado las suficientes utilidades no distribuidas sobre las cuales girar. Los pagos por dividendos no son obligatorios y se pagan al juicio del

Consejo de Administración. Sin embargo, las acciones preferenciales reciben prioridad sobre las acciones ordinarias de cuando se pagan los dividendos. Las acciones preferentes pueden tener buena disposición para dividendos en las que se indique que éstos sean acumulativos (los dividendos a corto plazo que se hace en años posteriores), pero no siempre es éste el caso. Raramente se solicitan garantías en contra de estas acciones. Las acciones preferentes sólo se pueden pagar en las siguientes circunstancias:

1. Si se liquida la compañía.
2. Si se emite nuevo capital en el momento del pago.
3. Si se congela un importe equivalente de dinero de las utilidades acumuladas de una compañía de manera que no se pueda distribuir.

El dividendo sobre las acciones preferentes no es deducible de los impuestos, y por tanto, las acciones no son una forma popular de obtener capital.

Las acciones ordinarias, a las que se hace referencia como acciones de capital reportan un interés residual en los activos de la compañía y un mayor riesgo para el inversionista. Tienen un valor nominal y se pueden emitir con una prima pero muy rara vez un descuento. Cualquier pago que se haga del capital que se obtenga por medio de la emisión de acciones ordinarias sólo puede hacerse del valor residual cuando se liquida la compañía, y sólo se pueden pagar los dividendos de las utilidades que resten después de cobrar otros pasivos. Pero sujeto a esta última estipulación, no hay límite superior sobre los pagos por dividendos. Puesto que se les paga a los accionistas ordinarios sólo después de que se ha pagado a los préstamos garantizados, se les llama beneficiarios residuales.

Es difícil predecir los dividendos que posiblemente serán pagados a los accionistas. Los mejores pronósticos se hacen a partir del rendimiento pasado y presente de la compañía y del patrón de pagos de dividendos.

### ***Utilidades Retenidas***

Aunque la mayoría de la utilidad neta se paga en dividendos y otros pagos, una parte de ésta se retiene para reposición de activos que se deprecian en su valor o para reinvertir en la compañía para que ésta crezca. Estas utilidades retenidas proporcionan otra fuente de financiamiento que de otra manera habría de ser pagada legalmente a los accionistas ordinarios. Tal financiamiento evita gastos tales como publicidad, honorarios legales, comisiones y similares. También se paga un impuesto adicional si la utilidad se distribuye como pago de

---

dividendos. Por tanto, el valor de las utilidades retenidas es mayor que el valor del nuevo capital.

### ***Preparación De Una Solicitud De Fondos***

Como se puede ver, hay numerosos métodos para obtener fondos, pero el recibo de este dinero siempre es contingente con el hecho de que el proyecto sea viable, es decir, antes de que nadie invierta en un proyecto, se requiere la seguridad de la factibilidad del mismo. En una empresa comercial el préstamo se basará en el valor económico del proyecto, no en el edificio o en el terreno, sino en el proyecto como un negocio. Entonces, se paga el préstamo de los productos del negocio, y el prestamista sólo dará el dinero cuando pueda ver cómo se le va a devolver. Por tanto es muy importante demostrarle al prestamista el valor económico del proyecto. Esto se logra desarrollando un "enfoque del ingreso con respecto al valor", que muestra cuánto dinero ingresa y cuánto se gasta. La diferencia entre estos dos se utiliza para pagar el préstamo y obtener una utilidad y se establece como el valor económico.

#### **V.4 Criterios para la determinación de la utilidad. Impuestos.**

##### ***UTILIDAD***

La utilidad en su concepción más general, es a nuestro juicio, el objeto y la razón de toda obra ejecutada por el hombre. La obra inútil no tiene cabida en el mundo actual, donde necesitamos aprovechar al máximo todos los recursos disponibles y si en el pasado, no tuvo nunca justificación, en el presente, el desperdicio de recursos tanto materiales como humanos, es a nuestro juicio imperdonable.

Si analizamos en cualquier época las obras en la historia de la humanidad veremos que todas ellas cumplieron con un fin; desde el "monumento" cuya utilidad es esencialmente estética y para el solaz de los sentidos, hasta la primera "fundición" de acero que aún en forma rudimentaria inicia el cambio del destino del mundo, todas cumplieron con un fin determinado, que generó beneficios en algún sentido. Más aún, las obras actualmente denominadas de "Interés Social", persiguen una utilidad a largo plazo, elevando el nivel de vida de las clases menos favorecidas, para que, en un tiempo más o menos largo, se integren a la mecánica productiva de todo el país. Y si pensamos que una sociedad de progreso es aquella, en la cual, la mayoría de sus empresas de producción, generan utilidades,

podemos aceptar para un país que produce menos de lo que consume, su condición de perenne endeudamiento exterior.

El fracaso de una empresa puede tener diversos orígenes, pero su común denominador es a nuestro parecer, la falta de utilidad.

Por otra parte deseamos puntualizar que nuestro concepto de obtención de utilidad, "*No radica en el crecimiento desmedido del Precio de Venta*", porque además de que esa política induciría a una carrera inflacionaria, la empresa que la adoptara, saldría del mercado de la libre competencia, y por tanto sus ventas mínimas la llevarían también a una quiebra.

La justa valoración de los integrantes de un precio de venta, conlleva el *cumplimiento estricto de las obligaciones fiscales y sociales, indispensables para sustentar* las empresas estatales, convencidos de que, no existe diferencia entre una empresa privada y una pública, salvo en el hecho que la primera reparte utilidades entre un número *limitado de accionistas*. Y la segunda, debe distribuir beneficios a *todos* los integrantes de esa nación.

En el ámbito de una economía mixta, la supervivencia de una empresa privada, está ligada íntimamente a su productividad, dada ésta en forma de utilidad monetaria dentro de parámetros aceptados.

### ***Impuestos Y Derechos No Reflejados***

A continuación mencionaremos aquellos impuestos que la ley no permite incluir en el costo. Y por lo tanto afectarán (reduciendo) a la utilidad.

#### ***Federales***

*Impuesto sobre la renta*. Para el caso específico de la industria de la construcción existen dos opciones de pago.

El régimen especial de tributación del 3% del ingreso global, siempre y cuando, el 80% de las obras se realicen a precio alzado o a precios unitarios y el régimen general de la ley potestativo de cada empresa, pagando igualmente el 3%, pero obteniendo al final del ejercicio las diferencias a cargo o a favor, obtenidas mediante la aplicación de la tarifa del artículo 34 de la ley.

(Debido a la aplicación de una tasa fija de este impuesto sobre la utilidad, se ha prestado a incluirla en el análisis de costo respectivo, siendo en este caso considerado por la ley como no deducible, para la determinación de la utilidad fiscal)

*Aportaciones al fondo nacional de la vivienda.* La Secretaría del Patrimonio Nacional, considera como no reflejable, para determinación del costo de obras públicas, la aportación al fondo nacional de la vivienda, del 5% sobre sueldos y salarios ordinarios sin considerar prestaciones.

Para el caso de obras privadas la ley permite que este derecho sea reflejable.

*Participación de utilidades a los trabajadores.* Este derecho ó compensación igual que la cuota al Infonavit no es un impuesto, empero su importe deberá tomarse en cuenta para obtener la utilidad real de la empresa. Esta deducción se determina, para la industria de la construcción en un 8% de la utilidad que corresponde al impuesto, pagado, en caso de que ésta se esté sujeta al régimen especial de tributación, independientemente de su utilidad real, y más aún, en este régimen se pagará participación de utilidades a los trabajadores aún en caso de pérdida. En la opción de régimen ordinario, es el 8% de la utilidad fiscal antes de impuestos.

*Pagos sobre dividendos.* Este impuesto tampoco es reflejable, dado que es de la persona física que recibe el dividendo, pero al ser la empresa retenedora y para averiguar la utilidad real a cada accionista, se deberá deducir un 15 ó un 21% dependiendo de su condición de acción nominal ó al portador respectivamente.

### ***Estatales y municipales***

Dado que la República Mexicana está integrada actualmente en 31 estados, 1 distrito federal y un gran número de municipios, dependerá de la legislación impositiva local, este tipo de deducciones a la utilidad.

### ***Impuestos especiales***

*Fomento para campos deportivos ejidales.* A proposición de los contratistas de la Secretaría de Obras Públicas, se deduce de cada estimación el 0.2% para la construcción de campos deportivos ejidales, importe que afecta a la utilidad.

## V.5 Integración de precios unitarios.

A continuación se presentan algunos ejemplos de análisis de precios unitarios de algunas de las actividades que se realizan en la construcción de una casa habitación.

Clave	Concepto	Unidad
1.1	Trazo y nivelación en terreno plano, por medios manuales para desplante de estructuras, estableciendo ejes auxiliares, pasos y referencias.	M <sup>2</sup>

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

MAT-004	Calhidra	0.2500	Kg	\$0.87	\$0.22
MAT-080	Barrote 1 1/2"x4"x8'	0.0270	Pt	\$11.32	\$0.31
MAT-084	Duela 3/4" x 4" x 8 1/4'	0.0180	Pt	\$13.17	\$0.24
MAT-096	Hilo plástico	0.3500	m	\$0.14	\$0.05
MAT-018	Varilla #4	0.0002	Ton	\$4,255.00	\$0.85
<b>Total Materiales</b>					<b>\$1.66</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-003	1 Albañil + 1 Peón	0.0012	M2	\$509.79	\$0.61
	Rendimiento = 833.33 M2/Jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$0.61</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

	Herramienta menor 3% de MO.	0.0300	%	\$0.61	\$0.02
<b>Total Equipo</b>					<b>\$0.02</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$2.29</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$2.74</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$2.79</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$3.07</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$3.07</b>

Clave	Concepto	Unidad
2.1	Excavación a mano material "B" seco. incluye: afloje, extracción, amacice, limpieza de plantilla y taludes, medida en banco	M <sup>3</sup>

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

<b>Total Materiales</b>					<b>\$0.00</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-001	1 Peón	0.4000	M2	\$233.48	\$93.39
	Rendimiento = 2.50 M2/Jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$93.39</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

	Herramienta menor 3% de MO.	0.0300	%	\$93.39	\$2.80
<b>Total Equipo</b>					<b>\$2.80</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$96.19</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$115.17</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$117.13</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$128.84</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$128.84</b>

Clave	Concepto	Unidad
2.3	Plantilla concreto f'c=100 kg/cm2, de 3/4" de diámetro, R.N. hecho en obra, de 5 cm. Incluye: acarreo a 1a. estación a 20.00m.	M <sup>2</sup>

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

CB-003	Concreto f'c=100kg/cm2, RN, TMA 3/4".	0.0510	M3	\$647.74	\$33.03
<b>Total Materiales</b>					<b>\$33.03</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-003	1 Albañil + 1 Peón	0.0320	M2	\$509.79	\$16.31
	Rendimiento = 31.25 M2/Jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$16.31</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

	Herramienta menor 3% de MO.	0.0300	%	\$16.31	\$0.49
<b>Total Equipo</b>					<b>\$0.49</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$49.84</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$59.67</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$60.68</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$66.75</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$66.75</b>

Clave	Concepto	Unidad
2.4	Zapata corrida de concreto f'c=200 kg/cm2, 90 cm de ancho, 10-15 cm de peralte, incluye cimbra, acero de refuerzo y mano de obra.	ML

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

CB-005	Cimbra de madera en zapatas (0.12x1.0)x2 caras + 10% desp.	0.264	M2	\$106.27	\$28.06
MAT-018	Acero #4 (4 pzas. X 1 ml)x0.993 kg/ml + 7% desp.	0.0043	Ton	\$4,255.00	\$18.08
MAT-018	Acero #3 (5 pzas. x 0.9 ml)x0.559 kg/ml + 7% desp.	0.0027	Ton	\$4,255.00	\$11.45
MAT-001	Alambre recocido calibre 16 35.5 kg/ ton + 5% desp.	0.26	Kg	\$6.50	\$1.68
CB-004	Concreto f'c=200kg/cm2, RN, TMA 3/4", hecho en obra con revolvedora; incluye acarreo a 1a. estacion a 20.00m. 0.1245 m3/ml + 10 % desp.	0.1370	M3	\$779.31	\$106.73
<b>Total Materiales</b>					<b>\$166.00</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-003	1 Albañil + 1 Peón	0.2000	Jor	\$509.79	\$101.96
	Rendimiento 5 ml/jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$101.96</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

	Herramienta menor 3% de MO.	0.0300	%	\$101.96	\$3.06
<b>Total Equipo</b>					<b>\$3.06</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$271.02</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$324.47</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$329.99</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$362.99</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$362.99</b>

Clave	Concepto	Unidad
3.1	Muro de tabicon concreto ligero 6x12x24 que, acabado común, asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye acarreos, andamios y elevaciones.	M <sup>2</sup>

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

MAT-016	Tabique concreto ligero 7x12x24 cm	0.0460	Mill	\$1,190.90	\$54.78
CB-002	Mezcla de cemento-arena 1:5.	0.0187	M3	\$758.96	\$14.19
<b>Total Materiales</b>					<b>\$68.97</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-003	1 albañil + 1 peón	0.0708	Jor.	\$509.79	\$36.09
	Rendimiento = 11 m2/Jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$36.09</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

CB-009	Andamio.	0.0354	Uso	\$10.25	\$0.36
<b>Total Equipo</b>					<b>\$0.36</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$69.34</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$83.01</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$84.42</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$92.87</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$92.87</b>

Clave	Concepto	Unidad
4.1	Castillos de 15 x 20 cm, concreto f'c=200 kg2, 4#3, estribos del #2@20 cm, incluye cimbra.	ML

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

MAT-018	Acero #3, fy = 4200 kg/cm2.	0.0060	Ton	\$4,255.00	\$25.45
	((4 pzas x 2.5) x 0.559 kg/ml) + 7% desp.				
MAT-002	Alambrón 1/4"	2.38	Kg	\$5.00	\$11.89
	(14 pzas x 0.64 m x 0.248 kg/ml) + 7% desp.				
CB-007	Cimbra de madera en dalas y castillos.	1.500	M2	\$56.02	\$84.03
	(0.30 x 2.5) x 2 caras				
MAT-001	Alambre recocido calibre 16	0.21	Kg	\$6.50	\$1.38
	35.5 kg/ton				
CB-004	Concreto f'c=200kg/cm2, RN, TMA 3/4", hecho en obra con revolvedora; incluye acarreo a 1a. estacion a 20.00m.	0.0825	M3	\$779.31	\$64.29
	(0.15 x 0.20 x 2.50) + 10% desp.				
<b>Total Materiales</b>					<b>\$187.04</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-003	1 Albañil + 1 Peón	0.2632	Jor	\$509.79	\$134.16
	Rendimiento 9.5 ml/jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$134.16</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

	Herramienta menor 3% de MO.	0.0300	%	\$134.16	\$4.02
<b>Total Equipo</b>					<b>\$4.02</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$325.22</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$389.37</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$395.99</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$435.59</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$435.59</b>

Clave	Concepto	Unidad
5.1	Trabe T-1, de 0.20 x 0.35 x 3.5 m, concreto f'c=200 kg/cm2, acero #3 y #4, estribos del #3 @20, incluye cimbra.	PZA

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

MAT-018	Acero #3, fy = 4200 kg/cm2. (2 x 3.5) x 0.559 kg/ml + 7% desp.	0.0042	Ton	\$4,255.00	\$17.82
MAT-018	Acero #4, fy = 4200 kg/cm2. ((4 x 3.5) + (2 x 2)) x .993 kg/ml + 7% desp.	0.0179	Ton	\$4,255.00	\$76.05
MAT-018	Acero #3, fy = 4200 kg/cm2. (estribos) (19 pzas x 1.04 m/pza x 0.559 kg/ml) + 7% desp.	0.0118	Ton	\$4,255.00	\$50.29
CB-008	Cimbra de madera en traves. (0.35 x 3.5) x 2 caras + 0.2 x 3.5	3.150	M2	\$137.48	\$433.06
MAT-001	Alambre recocido calibre 16 35.5 kg/ton	0.78	Kg	\$6.50	\$5.09
CB-004	Concreto f'c=200kg/cm2, RN, TMA 3/4", hecho en obra con revolvedora; incluye acarreos a 1a. estacion a 20.00m. (0.20 x 0.35 x 3.50) + 10% desp.	0.2695	M3	\$779.31	\$210.02
<b>Total Materiales</b>					<b>\$792.34</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-003	1 Albañil + 1 Peón	0.5000	Jor	\$509.79	\$254.90
	Rendimiento 7 ml/jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$254.90</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

	Herramienta menor 3% de MO.	0.0300	%	\$254.90	\$7.65
<b>Total Equipo</b>					<b>\$7.65</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$1,054.88</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$1,262.95</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$1,284.42</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$1,412.86</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$1,412.86</b>

Clave	Concepto	Unidad
7.1	Losa, concreto f'c=200 kg/cm2, con acero del #3@20 en ambos sentidos, incluye cimbra.	M2

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

MAT-018	Acero #3, fy = 4200 kg/cm2. (12 ml/m2) x 0.559 kg/ml + 7% desp.	0.0072	Ton	\$4,255.00	\$30.54
MAT-075	Cimbra de madera con tarimas de .5x1 m	1.000	M2	\$25.00	\$25.00
	1 m2				
CB-004	Concreto f'c=200kg/cm2, RN, TMA 3/4", hecho en obra con revolvedora; incluye acarreo a 1a. estacion a 20.00m.	0.1000	M3	\$779.31	\$77.93
	1.0 x 1.0 x 0.1				
<b>Total Materiales</b>					<b>\$133.47</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-003	1 Albañil + 1 Peón (cimbrado)	0.1000	Jor	\$509.79	\$50.98
	Rendimiento 10 m2/jor				
C-007	1 Fierro + 1 ayudante	0.0449	Jor	\$532.50	\$23.89
	0.16 ton/jor				
C-003	1 Albañil + 1 Peón (colado)	0.1250	Jor	\$509.79	\$63.72
	Rendimiento 0.80 m3/jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$138.59</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

	Herramienta menor 3% de MO.	0.0300	%	\$138.59	\$4.16
<b>Total Equipo</b>					<b>\$4.16</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$142.75</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$170.90</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$173.81</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$191.19</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$191.19</b>

Clave	Concepto	Unidad
8.3	Piso de loseta, asentado con mortero cemento-arena 1:4, lechadeado con cemento blanco-agua, incluye: acarreo a 1a. estación a 20.00 m.	M2

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

**\*\*\* Materiales \*\*\***

MAT-097	Piso 33x33. Marca Porcelanite. Modelo Saturno.	1.050	M2	\$57.68	\$60.56
CB-001	Lechada de cemento blanco.	0.001	M3	\$3,914.16	\$2.57
CB-002	Mortero 1:4	0.031	M3	\$758.96	\$23.53
<b>Total Materiales</b>					<b>\$86.66</b>

**\*\*\* Mano de Obra \*\*\***

C-008	1 Azulejero + 1 Ayudante	0.0833	Jor.	\$532.50	\$44.38
	Rendimiento = 12 m2/Jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$44.38</b>

**\*\*\* Equipo \*\*\***

	Herramienta menor 3% de MO.	0.0300	%	\$44.38	\$1.33
<b>Total Equipo</b>					<b>\$1.33</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$132.37</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$158.48</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$161.17</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$177.29</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$177.29</b>

Clave	Concepto	Unidad
9.1	Repellado en muros a regla, nivel y plomo, con mortero cemento-arena 1:4 con espesor promedio de 2 cm, incluye acarreo de materiales.	M <sup>2</sup>

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

CB-002	Mortero 1:4	0.025	M3	\$758.96	\$18.97
<b>Total Materiales</b>					<b>\$18.97</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-003	1 oficial albañil + 1 peón	0.0714	Jor.	\$509.79	\$36.41
	Rendimiento = 14 m2/Jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$36.41</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

CB-009	Andamio.	0.0335	M2	\$10.25	\$0.34
	15 usos				
<b>Total Equipo</b>					<b>\$0.34</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$55.73</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$66.72</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$67.86</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$74.64</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$74.64</b>

Clave	Concepto	Unidad
9.2	Pintura vinilica Vinimex 700 en muros con concreto aparente, incluye: una mano de sellador, dos de pintura y acarreos.	M <sup>2</sup>

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

MAT-091	Sellador vinilico 5x1.	0.003	Lto.	\$16.12	\$0.05
MAT-090	Pintura Vinimex	0.017	Lto.	\$33.61	\$0.55
<b>Total Materiales</b>					<b>\$0.60</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-009	1 Pintor + 1 Ayudante	0.0450	Jor.	\$532.50	\$23.96
	Rendimiento = 22.22 m2/Jor				
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$23.96</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

CB-009	Andamio.	1.0000	M2	\$10.25	\$10.25
<b>Total Equipo</b>					<b>\$10.25</b>

Costo Directo	\$10.80
Indirectos ( 19.7247 %)	\$12.94
Financiamiento ( 1.70 %)	\$13.16
Utilidad ( 10.0%)	\$14.47
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$14.47</b>

Clave	Concepto	Unidad
11.1	Colocación de accesorios para baño, con pasta de cemento blanco. Incluye mano de obra.	Jgo.

Clave	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo	Importe
-------	-------------	----------	--------	-------	---------

\*\*\* Materiales \*\*\*

CB-001	Lechada cemento blanco.	0.030	M3	\$3,914.16	\$117.42
INS-001	Jgo. Ensamble p/empotrar	1.000	Jgo.	\$255.04	\$255.04
<b>Total Materiales</b>					<b>\$372.46</b>

\*\*\* Mano de Obra \*\*\*

C-003	1 oficial albañil + 1 peón	0.2000	Jor.	\$509.79	\$101.96
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$101.96</b>

\*\*\* Equipo \*\*\*

	Herramienta menor 3% de MO.	0.0300	%	\$101.96	\$3.06
<b>Total Equipo</b>					<b>\$3.06</b>

<b>Costo Directo</b>	<b>\$360.06</b>
<b>Indirectos ( 19.7247 %)</b>	<b>\$431.08</b>
<b>Financiamiento ( 1.70 %)</b>	<b>\$438.41</b>
<b>Utilidad ( 10.0%)</b>	<b>\$482.25</b>
<b>Precio Unitario</b>	<b>\$482.25</b>

## V.6 Identificación de conceptos de obra y su unidad de medición, en función de las especificaciones.

### Ejemplo de especificaciones de una Casa Habitación:

#### I. TRABAJOS PRELIMINARES

##### **Trazo General y de Ejes Interiores. UNIDAD M<sup>2</sup>**

El trazo se efectuará en dos etapas:

- 1.- Ubicación de la obra y trazo de losa de cimentación.
- 2.- Trazo general de ejes para desplante de muros y castillos.

#### II. CIMENTACIONES

##### **II-1. Excavación a mano UNIDAD M<sup>3</sup>**

Las excavaciones a mano se llevarán a cabo en material (100-0-0) en cimentaciones, ductos, drenajes ó cualquier otro concepto cuya sección no permita el uso de máquina, cuidando que la superficie del hecho inferior quede afinada y limpia de raíces o cualquier material suelto.

##### **II-2. Plantilla en cimentación UNIDAD M<sup>2</sup>**

Las plantillas para recibir las cimentaciones se desplantarán del nivel de afina de las excavaciones, serán de concreto simple de  $F_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ , y de 5.0 cm., de espesor. Previamente al vaciado del concreto, deberá humedecerse el terreno para evitar pérdidas de agua del hormigón. Para lograr la compactación del concreto podrá utilizarse cualquier procedimiento, siempre que se evite la mezcla del mismo con el material del suelo.

##### **II-3. Rellenos compactados en cimentación UNIDAD M<sup>3</sup> (MEDIDOS COMPACTOS)**

Las cepas de cimentación se rellenarán con tepetate material producto de la excavación, en capas, con un espesor no mayor de 20 cm., con humedad óptima y con medios manuales ó mecánicos (compactador de placa, bailarina, etc.) a 85% proctor hasta la base del firme o losa de cimentación.

**II-4. Acarreos de tierra sobrante UNIDAD M<sup>3</sup> (MEDIDOS EN BANCO)**

La tierra sobrante de las excavaciones después de haber ejecutado los rellenos se removerá según lo indique el Residente General y fuera de la zona de trabajo.

**II-5. Concretos UNIDAD M<sup>3</sup> (MEDIDOS COMPACTOS)**

Estos deberán ser premezclados, de plantas de reconocido prestigio, permitiéndose también emplear concreto preparado en revolvedora cuando los volúmenes a usar no permitan el empleo de premezclado. Las fatigas del concreto serán las que especifiquen los planos. Todo el cemento será Portland Tipo I (Normal) ó III (Fraguado rápido). El proporcionamiento y agregados quedan a criterio del Contratista siempre que cuente con la aprobación de la Supervisión y cumpla con las especificaciones mencionadas.

**a) RESISTENCIA Y CONTROL**

Cuando se emplee cemento normal, se refiere a la resistencia a la compresión simple, a los 28 días en cilindros estándar de 15 x 30 cm.

Cuando se emplee cemento de fraguado rápido, deberá alcanzar la resistencia a los 14 días.

El Contratista deberá llevar un control de la resistencia que arrojen los ensayos de los cilindros en cada tipo de concreto usado, los resultados de dichos ensayos serán entregados directamente a la Supervisión.

**b) TRANSPORTE Y COLOCACIÓN**

El concreto se manejará y colocará en los moldes, con métodos que eviten la segregación ó pérdida de los ingredientes y con la máxima rapidez posible, no se permitirá dejarlo caer libremente desde una altura mayor de 1.20 m.

**c) INICIACIÓN DE COLADO**

No se permitirá la iniciación de un colado si no se satisfacen todos los requisitos anteriores, tampoco si el apoyo de la cimbra o el apoyo de la Obra falsa no se encuentra en forma tal que impida deformaciones apreciables o no se cuente con los vibradores adecuados.

**FORMA DE PAGO M<sup>3</sup>**

## **II-6. Cimbras**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

Los moldes y formas deberán sujetarse a la configuración, líneas, elevación y dimensiones que vaya a tener el concreto y según lo indiquen los planos respectivos.

Salvo que los planos indiquen otra disposición (donde se especifique concrete aparente), la cimbra podrá ser metálica, de duela cepillada ó de triplay impermeable 16 mm.

Como norma general los pies derechos irán sobre rastras y estarán colocados sobre dos cuñas de madera con las cuales se podrá controlar cualquier asentamiento.

La cimbra deberá contar con el debido apoyo, tanto para la cimbra directamente como para la Obra falsa de forma tal que impida deformaciones en los moldes.

Previamente al proceso de cimbrado deberá ser tratada con un desmoldante adecuado que no manche la superficie del concreto (Diesel, Molduceto etc.), para lograr facilidad en el descimbrado.

## **II-7. Acero de refuerzo**

**UNIDAD TON.**

El acero de refuerzo deberá satisfacer todos los requisitos especificados en los Planos Estructurales, así como las especificaciones del Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI-318-71).

### **a) PRUEBAS DE LABORATORIO**

La Supervisión tendrá la opción de ordenar pruebas de tensión y doblado por cada lote ó por cada 20 tons., de varilla, para la aceptación ó rechazo de dicho material.

### **b) CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE REFUERZO**

En el momento de colocar el concreto, el acero de refuerzo debe de estar libre de lodo, aceite u otros recubrimientos no metálicos, que puedan afectar adversamente al desarrollo de la adherencia.

### c) GANCHOS Y DOBLECES

Los gáneos permitidos serán: 1).- Una vuelta semicircular más una extensión no menor de 4 diámetros de la varilla ni menor a 65 mm., en el extremo libre, 2).- Una vuelta de 90° más una extensión no menor de 12 diámetros de la varilla en el extremo libre ó para anclaje de estribos y anillos será una vuelta de 90° ó de 135° más una extensión no menor de 6 diámetros de la varilla ni menor de 65 mm., en el extremo libre.

El diámetro mínimo del dobléz será:

<i>No.de Varilla</i>	<i>Diámetro mínimo</i>
3 a 8	6 diámetros de la varilla
9,10 y 11	8 diámetros de la varilla
14 y 18	10 diámetros de la varilla

#### *Diámetro mínimo de dobleces para estribos y anillos*

<i>No. de Varilla</i>	<i>Diámetro Mínimo</i>
3	No menor de 40 mm.
4	No menor de 50 mm.
5	No menor de 65 mm.

## **III. DRENAJES**

### **III-I. Albañales**

### **UNIDAD ML**

Los albañales se dispondrán según se indique en los planos de instalación sanitaria con las pendientes y los diámetros marcados en los mismos.

El tubo de PVC, será marca Duralón de tipo sanitario en los diámetros indicados en los planos y se unirán entre sí mediante (las piezas que requiera dicha unión) copias, codos, tees, etc. Y según el tipo y uso serán cementadas ó con campana siguiendo para el efecto las especificaciones del fabricante.

El tubo de concreto estará revestido interiormente con emulsión asfáltica y se juntará con mortero cemento arena proporción 1:4 cuidando de limpiar del interior de los tubos el mortero sobrante de la junta de los tubos.

No se permitirá cubrir ningún albañal sin la inspección y aceptación por parte de la Supervisión.

### **III-2. Registros**

### **UNIDAD PZA**

Los registros se harán con muros de tabique recocido de 13 cm. de espese: junteados con mortero cemento arena 1:5, desplantados sobre una plantilla de concrete pobre de espesor no menor de 8 cm., en el fondo del registro se colocará medio tubo de concreto unido al resto de la tubería en forma de "Media Caña".

Las paredes interiores del registro se terminarán con un aplanado pulido con mortero cemento arena 1:4.

## **IV. ESTRUCTURAS**

### **IV-1. Acero de refuerzo en estructura**

### **UNIDAD TON**

Son válidas las mismas especificaciones de acero de refuerzo en cimentación (Inciso II-4).

### **IV-2. Concreto en estructura**

### **UNIDAD M**

Son válidas las mismas especificaciones de concreto en cimentación (Inciso II-3), m. las que a continuación se detallan.

#### **a) MANEJO DEL CONCRETO**

No se permitirá el traspaleo del concreto dentro de los moldes. Los moldes par muros y columnas de altura considerable deberán ir provistos de aberturas o medios adecuados que permitan depositar el concreto sin temor a que sufra segregación de sus componentes.

En el caso de transportarse el concreto por medio de canalones ó de bombeo se aplicarán las especificaciones 4105 y 4125 del JOINT, COMMITTEE.

El concreto deberá ser compactado durante el colado utilizando vibradores mecanice para lograr que el concreto penetre a todos los rincones del molde y cubra perfectamente: el refuerzo metálico.

*b) JUNTAS DE COLADOS*

En caso de ser indispensables éstas, antes de depositar el concreto fresco sobre el concreto ya endurecido es necesario revisar y apretar los moldes nuevamente, además se deberá picar la superficie ya endurecida y limpiarla de toda partícula suelta, una vez limpia y libre de toda partícula ajena, la superficie de la junta deberá mojarse mediante riego de agua hasta lograr su saturación cubriendo toda la superficie de la junta con una lechada de cemento debiendo iniciarse el colado antes de que la capa de lechada haya alcanzado su fraguado inicial.

**IV-3. Cimbras en estructura**

**UNIDAD ML**

Para las cimbras en estructura son válidas las mismas especificaciones de cimbras de cimentación (Inciso II-6).

**V. MUROS, DALS Y CASTILLOS**

**V-I Muros de tabique recocido**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

*a) PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.*

Se usará tabique con dimensiones aproximadas de 6 x 13 x 26 cm., de barro recocido, sin que presente imperfecciones que comprometan su resistencia, duración y aspecto. A la percusión deberá producir un sonido metálico.

El tabique se asentará con mortero cemento, arena en proporción 1:6 y de manera que sus caras queden bien adheridas por el mortero.

El tabique se saturará con agua antes de asentarse. La distribución de los tabiques será tal que las juntas verticales queden cuatrapeadas. La junta del mortero no tendrá un espesor menor de 1/2 cm., ni mayor de 1.5 cm.

*b) TIPO, DISPOSICIÓN Y TOLERANCIAS*

Los muros de tabique recocido se dispondrán según se indique en los Planos Arquitectónicos en dimensión, altura y espesor marcados en los mismos, que podrán ser de 6, 13, 19 y 26 cm. de espesor.

Las tolerancias permisibles en desplomes será del 1% de la altura total del muro ó 2 cm., como máximo. Se checará el plano horizontal con un "Reventón", a cada 5 hiladas ó 75 cm., como máximo.

*c) ACABADO APARENTE EN MUROS*

Dicho acabado se dejará en las zonas indicadas en los planos arquitectónicos, siguiendo las especificaciones anteriores y colocando "Reventón", a no más de 3 hiladas. El paramento aparente de estos muros deberá trabajarse de manera que resulte una superficie vertical, lo más tersa posible, plana y con junta de mortero remetida.

**V-2. Dalas y Castillos**

**UNIDAD ML**

Serán de concreto armado, localización y dimensiones marcados en los planos estructurales.

Para las especificaciones de concreto, fierro y cimbra serán válidas las mencionadas en sus capítulos correspondientes.

**VI. PISOS**

**VI-1. Firmes**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

Sobre el relleno compactado con humedad óptima se procederá al colado de firmes de 10 cm., espesor, compactado con pisón de madera debiendo quedar la superficie sin protuberancias ni depresiones mayores de medio cm.

El concreto será de la resistencia y características que marquen los Planos Estructurales.

**VI-2. Piso escobillado no integral**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

Sobre el firme de concreto ó la losa se procederá a limpiar la superficie hasta que quede libre de toda partícula suelta ó agregado de concreto, después de la cual se aplicará sobre la misma, agua hasta saturar, a continuación una lechada de cemento. Posteriormente se colocará una capa de mortero cemento arena 1:5 con un espesor aproximado de 5 cm., procediéndose a afinarlo y terminándose con una pasta de cemento, arena cernida, con llana metálica para proceder con una escoba de raíz mojada, a darle el acabado indicado.

### **VI-3. Piso semipulido integral**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

Sobre el firme de concreto ó la losa y antes de que transcurran 3 horas desde su colado, se colocará una capa de mortero cemento, arena en proporción 1:5 con un espesor aproximado de 1 cm., procediéndose a afinarlo con plana de madera a fin de darle el acabado indicado.

### **VI-4. Piso de parquet de mármol**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

Será a base de placas de mármol con medidas de 10 x 10 x 1 cm., y estará integrado con 30% mármol Sto. Tomás y 70% mármol blanco Durango dispuestas de tal forma, que presenten un aspecto variado es decir no agrupando las piezas oscuras.

Las piezas de mármol se colocarán sobre una capa de mortero cemento arena 1:4 con espesor aproximado de 3.5 cm., procediendo a lechadear con cemento blanco con objeto de tapar las juntas entre piezas.

Posteriormente a su colocación se realizará la operación de pulido y brillo a máquina.

Los pisos quedarán con su superficie perfectamente horizontal de manera que colocando una regla en cualquier dirección todos los puntos de su canto se apoyen en el piso.

### **VI-5. Piso de alfombra**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

Será de lana/vislan en proporción aproximada de 20% de lana y 80% vislan, en un solo color incluyendo bajo alfombra, tira de púas y moldura de aluminio en puertas así como colocación por personal especializado.

## **VII. RECUBRIMIENTOS**

### **VII-1. Aplanado fino de mortero**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

Sobre las superficies a aplanar, libres de partículas extrañas o agregados de concreto, se aplicará una capa de mortero cemento, cal, arena en proporción 1:1:10 de 2 cm., de espesor, aproximadamente, teniendo especial cuidado de humedecer los muros y plafones antes de aplanar. Procediendo después a afinar

la superficie aplicando una capa delgada de mortero de arena cernida con una plana de madera para dar la textura final conveniente.

Las superficies aplanadas deberán quedar a plomo si son verticales y a nivel si son horizontales.

### **VII-2. Recubrimiento de azulejo**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

En los lugares que marcan los planos arquitectónicos se colocará recubrimiento de azulejo de calidad única (Primera) de 11 x 11 cm., y en los colores escogidos por la Dirección de obra, asentado con mortero cemento, arena 1:4, debiendo lechadearse finalmente con cemento blanco y cuidando de humedecer el azulejo un mínimo de 24 horas antes de colocarse, (se recomienda hacer el humedecimiento por saturación). Las esquinas del lambrín de azulejo se rematarán con cortes a 45°.

Los paños verticales deberán estar a plomo y los horizontales a nivel excepto, en donde los planos indiquen pendiente y su distribución será de manera que coincidan las juntas tanto verticales como horizontales.

### **VII-3. Aplanado de pasta de grano de mármol**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

Las superficies en que se especifique este recubrimiento previamente se repellarán con mortero cemento arena 1:6 para proceder un día después a aplicar una pasta de cemento, cal y grano de mármol en proporción 1:1:6, la cual tendrá un espesor aproximado de 6 mm.

### **VII-4. Recubrimiento de cintilla**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

En los lugares indicados en los planos se colocará cintilla marca Santa Julia con medidas de 20 x 6 x 1.5 cm., tipo natural o texturizada, asentada con mortero cemento arena en proporción 1:4.

Los paños deberán estar a plomo y se cuidará que las juntas tanto verticales como horizontales estén a plomo y a nivel respectivamente.

### **VII-5. Recubrimiento de piedra América**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

En los sitios indicados en los planos de acabados, se colocará un recubrimiento de piedra América negra ó similar con medidas aproximadas de 20 x 40 cm., y se asentará con mortero cemento arena 1:4 previa preparación del paño con taquetes, clavos y grapas o alambre recocado considerando aproximadamente

---

15 pzas/m<sup>2</sup>. Los paños deberán quedar a plomo con junta a hueso cuidando que queden a plomo las juntas verticales y a nivel las horizontales.

## **VIII. COLOCACIONES**

### **VIII-1. Generalidades**

El detalle de colocación de cualquier elemento ó pieza, en cuanto a localización, altura, nivel, paños, etc., deberá ser definido y aprobado a través de muestra física, por la Dirección de Obra.

### **VIII-2. Colocación tina para baño**

**UNIDAD PZA.**

Incluye colocación y nivelación de la tina, tres apoyos de tabique recocido asentado con mortero C:A 1 a 6, relleno con arena de mina y muro de tabique recocido de 6 cm, de espesor en el lateral por recubrir. La tina deberá protegerse adecuadamente, para evitar ralladuras y/o desportilladuras durante el proceso de Obra y hasta la entrega de la misma.

### **VIII-3. Colocación de accesorios para baño y botiquín UNIDAD PZA.**

Deberán ser colocados perfectamente a plomo y nivel según se indica en planos de detalle, amacizando invariablemente con pasta de cemento blanco. Las partes removibles de accesorios y botiquín se entregarán a la Dirección de Obra para evitar pérdida.

### **VIII-4. Colocación lavadero con pileta**

**UNIDAD PZA.**

Se amacizarán los apoyos de lavadero con mortero de C:A 1 a 5 y gravilla haciendo caja mínima de 10 x 15 x 15 cm.; incluye caja de desagüe en el piso, a base de tabique recocido y acabado pulido, así como colocación de coladera de fierro fundido de 20 x 20 cm., y amacizado de tubos de desagüe de lavadero y pileta. No incluye respaldo de material vitrificado.

### **VIII-5. Colocación de extractores de aire**

**UNIDAD PZA.**

Incluye hacer vano, emboquillado y perfilado de vano a base de mortero C:A 1 a 5 e instalación del extractor a plomo y nivel. La rejilla de persiana deberá quedar invariablemente hacia el exterior.

**VIII-6. Colocación tablero para interruptor y medidor UNIDAD PZA**

El tablero se colocará a base de 4 juegos de canes de madera y tornillos.

**VIII-7. Colocación topes para puertas UNIDAD PZA.**

El tope se fijará al piso a base de taquete de plomo blanco (previo taladro), previendo que el plomo ó manija de la chapa no golpee contra la pared.

**VIII-8. Colocación números de casa UNIDAD PZA.**

Los números se fijarán sobre castillos de concreto a base de taquetes de plomo blanco previo taladro.

**VIII-9. Colocación tanque de gas estacionario UNIDAD PZA.**

Para la instalación del tanque de gas estacionario, se construirán dos bases de concrete armado con sección de 0.40 x 1.00 m y 0.20 mts., de peralte, con  $f_c=150 \text{ kg/cm}^2$ , 3 varillas longitudinales No. 2.5. 5 varillas transversales No. 2.5. Se incluye pulido de bases, maniobras de tanque y nivelación sobre las mismas.

**VIII-10. Colocación de herrería tubular UNIDAD M<sup>2</sup>**

La colocación de herrería será a plomo y nivel, debiéndose checar las escuadras entre perfiles, deberá respetarse el paño de colocación respecto a acabados exteriores que autorice la Dirección de Obra.

La holgura máxima aceptable será de 10 mm., por lado. Los arrastres de puertas no serán mayores de 5 mm. Todos los zancos serán amacizados con mortero de C: A 1 a 5 y gravilla, ó taquetes y tornillos en lados de concreto.

**VIII-11. Colocación marcos metálicos para puertas de acceso. UNIDAD PZA**

Los marcos para puertas constarán sólo de dos piernas, su colocación se regirá por la altura de la chapa a través de la contra de la misma. Los zancos y el espacio entre cabecera de muro y marco, se amacizarán y rellenará respectivamente con mortero de C:A 1:5 y gravilla.

**VIII-12, Colocación de barandal tubular UNIDAD ML**

Primeramente se dejarán ahogadas en el concreto de la rampa de escalera, las soleras de fijación, precisamente a paño, debidamente alineadas, centradas y

a nivel; posteriormente el barandal tubular se soldará a las soleras, con electrodos de 3.2 mm., tipo E-7010 y cordón de vista.

La solera pasamano deberá ser paralela a un reventón que ligue las narices de los escalones.

### **VIII-13. Colocación soportes y meseta de mármol para lavabo UNIDAD PZA.**

Este concepto incluye el suministro de dos tubulares calibre No. 18 de 2 1/4" x 1 1/4" y 1.10 mts., de largo, para apoyo de la meseta, así como resina epóxica para pegar meseta a tubulares y muros. Los tubulares se colocarán: uno adosado al muro y otro adosado a paño interior de faldón, empotrándose ambos un mínimo de 10 cm., en los muros laterales, amacizándose con mortero de C:A 1:5

## **IX. AZOTEAS**

### **IX-1. Rellenos en azotea y entrepisos**

**UNIDAD M<sup>3</sup>**

- a) Se utilizará tezontle como material de relleno el cual deberá estar seco y libre de cascajo o partículas extrañas.
- b) Se respetarán los niveles y pendientes indicados en los planos colocando antes, maestras de nivelación.
- c) Antes de iniciar los rellenos se deberá probar y revisar las tuberías que se vayan a cubrir.

La compactación deberá hacerse con pisón de mano de 20 kg y se deberán adoptar las precauciones necesarias en caso de lluvia.

### **LX-2. Entortado.**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

a) Sobre el relleno y una vez verificados los puntos del concepto anterior se procederá a colocar una capa de mortero cemento-cal-arena en proporción 1:1:10 de espesor aproximado de 2.5 cm. de manera que conserve la pendiente dada en el relleno y con una superficie plana con el objeto de que posteriormente puedan colocarse sobre ella impermeabilizantes y enladrillados.

b) Para obtener una superficie de cono y continua, en las zonas cercanas a las bajadas de agua pluvial se procederá a la colocación de "maestras" referidas con hilo en forma radial tomando como centro las bajadas de agua pluvial.

### **IX-3. Chaflanes**

**UNIDAD ML**

En las intersecciones de los planos formados por el enladrillado y los pretilos en azoteas, se construirán chaflanes de sección triangular en medidas de 10 x 10 cm., con mortero cemento-cal-arena en proporción 1:1:10.

### **IX-4. Enladrillado en azotea.**

**UNIDAD M2**

Sobre la impermeabilización se procederá a colocar el enladrillado el cual se ajustará a las siguientes especificaciones:

a) Se usará ladrillo recocido en dimensiones aproximadas de 2 x 13 x 26 cm., sin que tenga imperfecciones que comprometan su resistencia, duración y aspecto.

b) El ladrillo se asentará sobre una capa de mortero cemento, cal-arena-en proporción 1:1:10, previamente se mojará el ladrillo hasta saturar.

c) La distribución y colocación del ladrillo será la que comúnmente se conoce como de "petatillo".

### **IX-5. Impermeabilización de azoteas.**

**UNIDAD M2**

Sobre el entortado perfectamente seco se procederá a la impermeabilización de la superficie de la manera siguiente: previo al inicio de la impermeabilización se hará un riego de emulsión asfáltica en frío hasta saturar, con objeto de lograr una total adherencia del impermeabilizante. A continuación se aplicarán tendidos alternos, de asfalto oxidado No. 12 con rendimiento de 1.5 kg/m<sup>2</sup> capa y fieltro asfáltico No. 15 "Garza", en dos capas (No. 3 y No. 4 respectivamente) terminado con un riego de arena cernida con agregado máximo de 0 1/4" para recibir enladrillado.

El fieltro asfáltico deberá traslaparse en un mínimo de 5 cm siguiendo la pendiente de la losa.

## **X. INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA.**

### **X-1. Generalidades**

La instalación hidráulica y sanitaria se ejecutará según proyectos. Todo cambio en cuanto a especificaciones ó proyecto deberán ser aprobados previamente por la Dirección de Obra.

La instalación sanitaria se probará en la siguiente forma:

Prueba a tubo lleno, antes de colocación de recubrimientos, durante 30 minutos.

La instalación hidráulica se probará en la siguiente forma:

a) Prueba previa en P.B. antes y durante el colado de losa de cimentación a 100 libras por pulgada cuadrada.

b) Primera prueba a 100 libras por pulgada cuadrada durante 24 horas, antes de colocación de recubrimientos.

c) Segunda prueba, una vez instalados los muebles de baño, con carga de línea general.

d) Tercera prueba a la recepción de obra, con funcionamiento de muebles. Serán motivo de rechazo:

1. Materiales instalados fuera de especificaciones de calibre, calidad, espesor, marca, etc.

2. Instalaciones sin las conexiones correspondientes: codos, tes, cruces, tuercas unión, etc.

3. Descarga o desagües y cespoles que no cumplan el nivel especificado en planos.

4. Tuberías de desagüe sin la pendiente mínima necesaria, así como bajadas de aguas negras y salidas de ventilación desplomadas.

5. Materiales "usados" que sean utilizados en la instalación.

6. Toda instalación, parcial o total, que no cumpla las pruebas indicadas anteriormente

Los trabajos de albañilería necesarios para la instalación hidráulica y sanitaria como: ranuras en muros, ranuras en pisos, pasos en losas y traveses, etc.; deberán considerarse en el costo de instalaciones.

Todo trabajo de albañilería y/o acabados consecuencia de arreglos a instalación hidráulica y sanitaria, por cualquier causa de rechazo, serán por cuenta de "El Contratista"

**X-2. Alimentación exterior y cuadro de toma**

**UNIDAD PZA.**

Alimentación a base de tubo galvanizado célula 40, de 25.4 mm., de diámetro. El cuadro del medidor será de tubo galvanizado de 12.7 mm., y cédula 40. Tubo galvanizado marca Cía. Mexicana de Tubos, S. A., ó Tubería Nacional, S. A.

**X-3. Alimentaciones interiores**

**UNIDAD ML**

Todas las alimentaciones de agua fría y caliente, a partir del cuadro del medidor, serán de tubería de cobre tipo "M", en diámetros de 12.7, 19.05 y 25.4 mm., según Proyecto.

Tubo de cobre tipo "M" marca ANACONDA NACIONAL, ó I.U.S.A., conexiones marca NIBCO, soldadura No. 50 en líneas de agua fría y No. 95, en líneas de agua caliente.

**X-4. Accesorios de alimentaciones**

**UNIDAD PZA.**

La válvula de cierre será de tipo globo, las llaves de manguera serán tipo King; ambas marca NIBCO. Se incluye válvula de alivio de presión en los calentadores. Se instalarán llaves de manguera en cuadro de toma y lavadora, y llave de nariz en lavadero (acabado pulido).

**X-5. Desagües, bajadas de aguas negras y ventilaciones**

**UNIDAD ML**

Los desagües de muebles, las bajadas de aguas negras y las ventilaciones, serán de 38, 50 y 100 mm., de acuerdo en el proyecto. Utilizándose cespoles de bote con trampa, conexiones y tubo POLYDUCTO P.V.C.

Los cespoles serán con doble arillo y con plato para humedades.

## **XI. MUEBLES DE BAÑO**

### **XI-1. Generalidades.**

Todos los muebles de baño serán de fabricación Nacional, de primera clase, en los colores, modelos y marcas que se indican a continuación.

Cada uno de los muebles será probado con una presión de la línea general previo a la recepción de Obra parcial o total, siendo motivo de rechazo las siguientes causas:

- a) Marca ó modelo diferente a lo especificado
- b) Muebles ó accesorios con defectos de fabricación en cuanto a acabados
- c) Muebles ó accesorios con desperfectos provocados durante el proceso de Obra: manchas indelebles, maltratos de colocaciones defectuosas, en cuanto a niveles y/o escuadrías, fijaciones defectuosas, accesorios incompletos y muebles maltratados (rotos, abollados, desportillados, etc.)
- d) Funcionamiento defectuoso con operación normal, tales como: mal funcionamiento de accesorios, desagües y sifones defectuosos, fugas en llaves por empaques defectuosos, humedades ó fugas de agua en conexiones con alimentaciones, desagües y regaderas con flujo lento, etc.

Todo mueble ó accesorio sustituido por marca ó modelo "similar", deberá ser aprobado previamente a su adquisición o colocación, por la Dirección de Obra; y deberá ser congruente a la calidad, costo y presentación de lo especificada.

La Obra de mano de Instalación y Alimentación a muebles de baño, deberá ser incluida en el Capítulo de Instalación Hidráulica y Sanitaria.

### **XI-2. Lavabos.**

### **UNIDAD PZA.**

Incluye:

Cespol con chapetón, marca RUGO, de latón, de 32 mm., de diámetro y contra fundida R-29.

Alimentadores de cobre.

- a) Baño privado planta alta

Marca Ideal Standar, modelo Ovalin, tipo chico, de porcelana de color, incluye fijación en meseta de mármol a base de sello perimetral y resina epóxica. Incluye llave mezcladora marca Ideal Standar modelo No. 302, con crucetas de "bolita" a 30 cm., de separación y desagüe automático.

b) Baño planta baja y baño general planta alta.

Marca Ideal Standar, modelo Maya, de porcelana de color, tipo de sobre poner, fijado con soportes de fierro fundido, taquetes de plomo blanco y tornillos.

Incluye llave mezcladora marca Ideal Standar, modelo No. 360, con crucetas de "aleta" a 10 cm., de separación y desagüe de tapón y cadena.

c) Baño de servicio.

Marca Ideal Standar, modelo Veracruz, de porcelana blanca, tipo de sobreponer, fijado con soportes de fierro fundido, taquetes de plomo blanco y tornillos.

Incluye llave mezcladora marca Ideal Standar, modelo No. 861, Acuario, con crucetas de cuadro a 10 cm., de separación, tapón y cadena para desagüe.

### **XI-3. Inodoros.**

### **UNIDAD PZA.**

Incluye:

Junta Prohel, pijas y taquetes de plomo para fijación, tubo alimentador de cobre con chapetón y conchas de porcelana tapa-pijas.

a) Baño Planta Baja, Baño General Planta Alta y Baño Privado.

Marca Ideal Standar, modelo Perla, de porcelana de color; dotado de asiento de labio abierto con tapa, marca Ideal Standar, modelo Church No. 1102 de color.

b) Baño de servicio.

Marca Ideal Standar, modelo Zafiro, de porcelana blanca; dotado de asiento de labio abierto con tapa, marca Ideal Standar, modelo Galgo No. 138, y blanco.

**XI-4. Regaderas.**

**UNIDAD PZA.**

Incluye:

Brazo y chapetón cromados.

a) Baño privado planta alta.

Marca Ideal Standar, modelo "Mercurio"

b) Baño planta baja y baño general planta alta Marca Ideal Standar, modelo "Galaxia".

c) Baño de servicio.

Marca Ideal Standar, modelo "Acuario"

**XI-5. Tina de baño.**

**UNIDAD PZA.**

Baño privado:

Marca Delher de lámina esmaltada, de 1.50 m de largo y lateral para recubrir.

Incluye salida marca Ideal Standar, modelo No. 2835, con desagüe de latón, tapón y cadena.

**XI-6. Calentador de agua**

**UNIDAD PZA.**

Para servicio general, marca Cal-O-Rex, modelo G-20, DURA-GLAS, automático con ánodo de magnesio (42708). El soporte será de perfil tubular de 51 x 38 mm., y será considerado en instalación hidráulica y sanitaria.

**XI-7. Accesorios para baño**

**UNIDAD PZA.**

a) Baño planta baja, baño general planta alta y baño privado planta alta.

Marca "Blanch", cromados y tipo de empotrar:

	<i>Baño P.B.</i>	<i>Baño gral. P.A.</i>	<i>Baño privado P.B.</i>
Jabonera, modelo No. 133	Sí	Sí	Sí
Porta-rollo, modelo No. 134	Sí	Sí	Sí
Porta-vaso, modelo No. 138	No	Sí	Sí
Gancho doble, modelo No. 136	Sí	Sí	Sí
Toallero de argolla, modelo No. 141	Sí	Sí	Sí

b) Baño de servicio

**UNIDAD JGO.**

Marca Ideal Standar, de porcelana blanca, tipo de empotrar, juego de 6 pzas.: jabonera con agarradera, porta-rollo, porta-vaso, jabonera de lavabo, gancho doble y toallero de barra. Botiquín marca "INOX", modelo No. 10 de 31 x 41 cm., y tipo de empotrar.

## **XII. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

### **XII-1. Generalidades.**

La instalación eléctrica se ejecutará según proyectos, siendo obligación del contratista la responsiva técnica del mismo y el trámite de aprobación de planos. El pago de derechos oficiales será por cuenta de "El cliente"

La memoria de cálculo del Proyecto Eléctrico será suministrada por la Dirección de Obra, y cualquier cambio a diseño, especificaciones, marca, localización, etc., deberá ser aprobado previamente por la misma.

Invariablemente los conductores de tierra (-) será en cable color negro, y los conductores de corriente (+) serán de cualquier color excepto el negro.

La instalación eléctrica se someterá a las siguientes pruebas:

a) Prueba de resistencia de aislamiento a tierra y entre conductores (aplicando una tensión), por cada circuito.

b) Revisión selectiva de conexión de conductor de corriente (+) y de tierra (-), a la correspondiente del receptáculo.

c) Prueba física con corriente, de funcionalidad de interruptores, contactos, soquets, apagadores, extractores y timbres.

Serán motivo de rechazo:

1. Instalaciones que no pasen las pruebas indicadas anteriormente
2. Materiales instalados fuera de especificación, calibre, calidad, marca, etc.
3. Cajas, registros y accesorios mal localizados y desplomados
4. Materiales defectuosos por manejo en obra y/o durante su instalación
5. Materiales usados.
6. Accesorios defectuosos en cuanto a funcionalidad, a la prueba con carga plena a la recepción de obra total o parcial.
7. Instalaciones sin las conexiones correspondientes.
8. Tuberías deformadas durante los procesos de vaciado de concreto, y cables desnudos total o parcialmente durante su instalación.

### ***XII-2. Trabajos adicionales.***

Los trabajos de ranuras en pisos y muros, y pasos en elementos de concreto deberán incluirse en la obra de mano de instalación eléctrica.

Todo trabajo de albañilería consecuencia de arreglos a instalación eléctrica, por cualquier causa de rechazo, serán por cuenta de "El Contratista".

### ***XII-3. Especificaciones de materiales.***

Tubería.- Marca Cuauhtémoc, y de pared delgada

Cajas.- Marca Gleasson (galvanizadas).

Conductores.- Marca Anaconda Nacional Tipo TW

**XII-4. Especificaciones de accesorios.**

Centro de carga	Marca I.U.S.A. o F.P., con tres elementos térmicos de 15 Amps.
Interruptor.	Marca Royer, de navajas y cartuchos de 30 Amps.
Apagadores.	Marca Quinzifio, interruptor de 1 polo, y de 4 vías, tipo balancín fosforescente.
Contactos.	Marca Quinziño.
Placas.	Marca Quinziño, serie Oro, de aluminio anodizado oro.
Timbre.	Marca Quinzifio, de presión con balancín y no fosforescente (para exteriores), transformador de 6.8 V. y zumbador 125V., C. A. y con placa oro.

**XIII. VENTANERIA DE ALUMINIO**

**XII-1. Generalidades.**

- a) Toda la cancelería será de las medidas, especificaciones y geometrías especificadas en el proyecto arquitectónico y deberá fabricarse una pieza de cada tipo así como presentarse físicamente en Obra, para su aprobación por la Dirección de Obra, antes de la fabricación en serie.
- b) Todos los perfiles de aluminio serán de extrusión en aleación 6063 T-5 acabado anodizado natural, tono mate.
- c) Todas las ventanas estarán selladas a base de vinilos y felpas siliconizadas.
- d) Toda la cancelería quedará sellada por el exterior a base de Acrilastic o Similar.
- e) Se permitirán holguras tanto en sentido vertical como horizontal de 3 mm., como máximo y deberán quedar los elementos verticales a plomo y los horizontales a nivel.

### **XIII-2. Causas de rechazo.**

1. Piezas fabricadas en perfiles fuera de especificaciones de Obra (aleación, acabado y espesor).
2. Piezas con colocación y/o sellado incorrecto ó deficiente.
3. Piezas dañadas por golpes durante la colocación y/o proceso de fabricación.
4. Piezas con holguras o diferencias en medidas mayores de las holguras permitidas en inciso (XHI-e) así como desplomes mayores de 1/500 de altura así como también, ni alabeos o torceduras en los perfiles.

## **XIV. INSTALACIONES ESPECIALES**

### **XIV-1. Extractor de Aire.**

**UNIDAD PZA.**

Serán marca POLARIS, en medida de 20 x 20 cm., con motor de 1/20 H.P. a 110 volts, y con rejilla de persiana movable.

### **XIV-2. Cableado y antena maestra de T.V.**

**UNIDAD PZA.**

El sistema de antena maestra para cada grupo de cuatro Casas, incluirá los siguientes conceptos y sus conexiones correspondientes, así como la Obra de Mano de instalación total:

- a) 1 Pza. Antena de T.V. para color y blanco-negro.
- b) 1 Pza. Mástil para antena.
- c) 1 Pza. Divisor de 4 vías.
- d) 4 Pzas. Placa de paso y salida, tipo TDA-300 ó similar.
- e) 1 Pza. Convertidor de impedancia.
- f) Cable para T.V., a color, tipo RG-59 ó similar.

### **XIV-3. Sistema de gas estacionario tipo L.P.**

**UNIDAD PZA.**

El sistema de gas estacionario tipo L.P., se ejecutará según proyecto y con las siguientes especificaciones y sus conexiones correspondientes:

- a) 1 Pza. Tanque estacionario intemperie de 500 lts., equipado con válvulas, medidor de flotador y regulador.
- b) 1 Pza. Regulador de alta presión marca FISHER 67-BT.
- c) 1 Pza. Regulador de baja presión marca REGÓ 2403.
- d) 4 Pzas. Medidores marca KROMSCHRODER.
- e) 4 Pzas. Válvulas de cuadro con portacandado.
- f) 8 Pzas. Llaves terminal de 13 mi.
- g) Tubo de cobre rígido tipo "L" de 13 y 19 mm.
- h) Conexión a 4 calentadores y a 4 parrillas.
- i) Obra de mano, conexiones y prueba de hermeticidad.
- j) Supervisión y responsiva técnica.
- k) Maniobras del tanque a su posición definitiva.

**XIV-4. Cocina integral.**

**UNIDAD PZA.**

No se incluye el proyecto, "El Contratista" deberá solicitar a la Dirección de Obra, con la antelación necesaria, la guía mecánica de la misma para localización de las instalaciones correspondientes.

**XIV-5. Tableros de asbesto en cancelas de cocina. UNIDAD PZA.**

Los tableros se formarán con lámina de asbesto plana, pulido por ambas caras, tipo 50-50, marca ASBESTOLIT, de 3.5 mm., de espesor, se fijará a los cancelas en forma similar a los vidrios, asentando con mastique por los dos lados.

**XV. HERRERÍA**

**XV-1. Generalidades.**

- a) Todos los perfiles serán comerciales, marca MINSÁ ó PROLAMSA, en lámina negra Calibre No. 18; excepto los que se indiquen.
- b) Los tableros de lámina negra, serán troquelados en caja, calibre No. 20.
- c) Los tableros de asbesto, serán de lámina plana pulida por ambas caras 50-50, marca ASBESTOLIT, de 3.5 mm. de espesor.
- d) La vagueta para sujeción de vidrios o asbestos, será de aluminio de 1.60 mm. 9.5x 12.7 mm.
- e) Todas las puertas se dotarán de botagua en el mangúete inferior de la hoja, (soldado), de 5 cm. de ancho y en lámina negra calibre No. 18.

- f) Toda la herrería se entregará en la Obra, protegida con una mano de pintura anticorrosiva, aplicada en taller, marca COMEX.  
Deberá fabricarse una pieza de cada tipo y su presentación física en Obra, para su aprobación por Dirección de Obra, antes de la fabricación en serie.

Causas de rechazo:

1. Piezas con mangúeles "añadidos".
2. Rezas fabricadas con perfiles fuera de especificaciones de Obra.
3. Piezas con perfiles fuera de especificaciones en: calibre y/o sección.
4. Piezas mal soldadas o fuera de medida.
5. Piezas parcial ó totalmente no protegidas con pintura anticorrosiva.
6. Piezas dañadas por golpes durante colocación y/o proceso de Obra.

**XV-2. Cancel tubular en cocina.**

**UNIDAD PZA**

Cabezal:	en cancel fijo perfil No. 132 MINSA en puerta perfil especial cerrado, de 25.4 x 38.1 mm con batiente integral y botagua a todo lo largo del cabezal.
Mangúete vertical izquierdo:	perfil No. 132 MINSA.
Mangúete vertical derecho:	perfil especial cerrado, de 25.4 x 38.1 mm., con batiente integral.
Mangúete central:	perfil especial, de 25.4 x 38 mm., con batiente integral del lado de la puerta y pestaña para sujeción de vidrio del lado del cancel.
Rodapié:	en cancel fijo perfil No. 134 MINSA.
Hoja de puerta:	marco y división horizontal en perfil No. 134 MINSA.
División en cancel fijo:	horizontal, en perfil No. 136 MINSA.
Ventila:	tipo de resbalón, en perfil No. 131-A con botagua.
Bisagras de puerta:	3 piezas bisagras de tubo de 19.05 mm., con aleta de solera de 3.2 mm.

Manija en ventila:	de bronce pulido, con contra, atornillada a solera de 3.2 mm. y ésta, soldada a manguetes de cancel.
Zancos para fijación:	de ángulo de 3.2 x 25.4 mm., ó del mismo perfil del cancel, de 5 cm. de largo, 8 piezas.

**XV-3. Puerta tubular en patio de servicio.**

**UNIDAD PZA.**

Contramarco de puerta:	Perfil especial cerrado, de 25.4 x 38.1 mm., con batiente integral.
Marco de hoja:	Perfil de 38.1 x 38.1 mm. MINSA.
Refuerzo en hoja:	Perfil No. 125 colocado por la parte posterior del tablero instalado a la altura de la chapa.
Tablero de hoja:	En lámina troquelada en caja. Tablero completo sencillo.
Bisagras de puerta:	3 piezas bisagras de tubo de 19.05 mm., con aleta de solera de 3.2 mm.
Zancos:	De ángulo de 3.2 x 25.4 mm ó del mismo perfil del contra-marco, de 5 cm., de largo ó piezas.

**XV-4. Marco metálico para puerta de acceso.**

**UNIDAD PZA.**

Sección transversal con desarrollo máximo de 30 cm., según diseño que proponga la Dirección de Obra, con un máximo de 7 dobleces. Se hará saque en una pierna, para fijación con tornillos de caja y contra de la chapa correspondiente.

El marco estará formado solamente por las dos piernas (verticales), no lleva cabezal, cada pierna se dotará de 5 zancos de ángulo de 3.2 x 25.4 mm.

El bibel de la puerta se incluirá en "carpintería".

**XV-5. Barandal tubular para escalera.**

**UNIDAD ML**

Postes verticales:	Perfil tubular soldado de 25.4 x 25.4 mm., PROLAMSA.
Manguete longitudinal:	Perfil tubular soldado de 25.40 x 101.6 mm., PROLAMSA.
Solera superior:	Para fijación de pasamano de madera, con barrenos Ø 9.5 mm., a cada 30 cm.; a base de solera plana de 3.2 x 38.1 mm.
Elemento de fijación:	Durante el colado de la rampa y a pafio de la misma se fijará placa de 3.2 x 50.8 x 50.8 mm., con zanco de 5 cm., de ángulo de 3.2 x 25.4 mm x 50 mm., para soldado posterior del barandal.

**XVI. CARPINTERÍA**

**XVI-1. Generalidades**

Toda la madera a usarse en marcos de puertas, chambranas, cajoneras, asnillas, cargadores y en general toda la madera con vista, será de pino de primera clase.

Los forros de puertas de comunicación y closets, serán de triplay de pino de 6 mm., ó ceiba, de primera clase con vista de una cara.

Los bastidores de puertas serán con madera de pino de segunda clase.

Toda la carpintería será instalada con taquetes de plomo blanco y tornillos, y éstos serán ocultos invariablemente con tlabacotes.

Deberá fabricarse y montarse una pieza de cada tipo, para su aprobación por Supervisión y Dirección de Obra.

Serán motivo de rechazo todas aquellas piezas diferentes a la muestra aprobada o que no cumplan las especificaciones que a continuación se detallan.

Todo cambio de especificación deberá ser aprobado previamente por la Dirección de Obra.

**XVI-2. Puerta de acceso.**

**UNIDAD PZA.**

El marco será metálico y se considerará en "Herrería", la hoja será con tambor de pino o ceiba de 6 mm., bastidor con seis peinazos intermedios se 26 x 40 mm., a tope y grapa y con boquillas de 40 x 19 mm., en dos cantos verticales. El bastidor se reforzará para la colocación de la chapa al centro de la puerta.

Llevará moldura de sobreponer de 19 mm., formando 3 marcos en cada vista de la puerta; la puerta llevará bibeles a 10 cm. del canto de la puerta.

**XVI-3. Puertas de comunicación.**

**UNIDAD PZA.**

Cajón completo de 25 x 150 mm., excepto en baños de P.A. que serán de 25 x 170 mm., con batiente sobre-puesto de 14 x 14 mm., y chambranas de 12 x 25 mm.

El bastidor será con seis peinazos intermedios de 26 x 40 mm., a tope y grapa, con forro en tambor a base de triplay de pino ó ceiba de 6 mm., y con boquillas de 40 x 19 mm., en dos cantos verticales. El bastidor se reforzará para la colocación de la chapa en posición normal.

**XVI-4. Puerta de cocina**

**UNIDAD PZA.**

Será de especificaciones iguales a XVI-3, con cajón completo de 25 x 150 mm., con boquillas de 40 x 25 mm., redondeados en dos cantos verticales y refuerzo en esquinas para colocación de bisagra de piso de doble acción.

El bastidor se reforzará para formar "mirilla" de 25 x 50 cm., con esquinas a escuadra; se dotará de doble vagueta de madera de 12 x 18 mm., para fijación de vidrio y moldura de 12 mm., sobrepuesta y por los dos lados.

**XVI-5. Puerta recámara principal hacia lavabo (tipo cantina) UNIDAD PZA.**

Medio cajón de 25 x 100 mm., y 1.20 mts., de altura, hojas en madera de 38 mm., y tabletas fijas de 12 x 45 mm., colocadas a 45°.

**XVI-6. Entrepañó maletero en closets.**

**UNIDAD PZA.**

En todos los closets llevará entrepañó longitudinal de 40 cm., de ancho y transversal donde se indique de 60 cm., de ancho; en lignoplay de 19 mm., con cargador al frente de 22 x 50 mm., y tres cargadores laterales de 22 x 32 mm.

**XVI-7. Alacena (casa Tipo I).**

**UNIDAD PZA.**

Llevará cinco entrepaños en "U" de 40 cm., de ancho y de especificaciones iguales a XVI-6, soportados en los muros y en dos asnillas de 38 x 38 mm.

**XVI-8. Despensa (casa Tipo III).**

**UNIDAD PZA.**

Puerta de 1.20 x 1.30 mts., con especificaciones XVI-3 y dos entrepaños de 40 cm., de ancho según especificaciones XVI-6.

**XVI-9. Cajonera tipo para closets.**

**UNIDAD PZA.**

Medidas exteriores de 0.60 x 0.40 x 0.90 mts., cajillo de cajonera en Lignoplay de 19 mm., sin chapa y sin respaldo, zoclo de cajillo en madera de pino de 25 x 100 m., en tres lados y cuatro cajones con: frente en madera de 19 mm., costados y testeros en madera de 12 mm., fondo en triplay de pino de 6 mm., con correderas sobrepuestas en madera de 25 mm y frente rebajado para jaladera.

**XVI-10. Pasamano de escalera**

**UNIDAD ML.**

En madera de pino de primera, en sección de 7 x 5 cm., y según diseño en planos.

**XVI-11. Herrajes y accesorios**

Bisagras para puertas de abatir: latonadas, marco Fanal, con perno y de 76 x 76 mm. Tres piezas por hoja.

Bisagra para puerta XVI-5: tipo cantina, marca Cemex, y de 76 mm. Dos piezas por hoja.

Riel para puertas corredizas de closets, en lámina No. 18 y con carretilla sencilla embaladora de plástico. *Gleiro cromado con 20 ganchos por metro.*

**XVI-12. Zoclo de madera.**

**UNIDAD ML.**

El zoclo de madera será en pino de primera, con sección de 12 x 38 mm., pulido y colocado con clavos.

## **XVII. YESERIA**

### **XVII-1. Generalidades.**

Los recubrimientos de yeso se aplicarán en los lugares indicados en los planos de acabados, ajustándose a las especificaciones marcadas en los mismos y cuidando en todos los casos que las superficies por enyesar estén limpias y libres de partículas extrañas o sueltas.

Los materiales que se empleen serán de fabricación nacional y cumplirán los requisitos siguientes:

**a) Yeso en Platos a reventón: UNIDAD M<sup>2</sup>**

El aplanado en los plafones se ejecutará a reventón es decir fijando maestras a los extremos de la losa como base para el reventón, rastreando el aplanado con regla hasta lograr una superficie plana, el acabado final se dará con llana de metal.

**b) Yesos en muro a plomo y regla: UNIDAD M<sup>2</sup>**

El aplanado en los muros se hará a plomo y regla fijando para el efecto maestras que queden a plomo con espaciamiento no mayor de 1.80 m, a continuación se aplicará el yeso rastreando el aplanado con regla apoyándola en las maestras, dando el acabado final con llana metálica.

**c) Yeso en rampas de escaleras a reventón: UNIDAD M<sup>2</sup>**

Se procederá en la misma forma que en el inciso (a).

**d) Yeso en cara lateral de escaleras: UNIDAD ML**

Se procederá en la misma forma que en el inciso (a) siguiendo el perfil de los escalones.

**e) Emboquillados de yeso: UNIDAD ML**

Los emboquillados se ejecutarán en las aristas que forman la intersección de dos planos, siendo a plomo en las aristas verticales y a nivel en las horizontales, dando terminado "boleado" siguiendo la arista en el vano.

**f) Curvas de yeso en zoclo o lambrín:**

**UNIDAD ML**

El remate de los aplanados de yeso con otros recubrimientos (en lambrines y zoclos generalmente) se ejecutará dando una curva entre el aplanado y la arista en el término del recubrimiento.

**g) Tirol de pasta de grano de mármol en plafones:**

**UNIDAD ML**

Usando una pasta compuesta con cal, cemento blanco, y gramo de mármol, se aplicará en los plafones indicados mediante tiroleta, cuidando que su distribución así como su textura sea uniforme para que la superficie terminada no presente marcas de las diferentes zonas de trabajo ni cambios de tonalidades o texturas.

## **XVIII. CERRAJERÍA**

### **XVIII-1. Generalidades.**

La cerrajería se colocará en el lugar preciso marcado en proyecto y/o por la Dirección de Obra. Será de fabricación nacional y de calidades y marcas indicadas en las especificaciones adjuntas y su colocación se hará de acuerdo a lo recomendado por los fabricantes.

En caso de imposibilidad para cumplir con las marcas o modelos especificados por escasez en el mercado su sustitución por otra marca o modelo deberá ser aprobada por la Dirección de Obra y será de calidad, costo, presentación similar a lo especificado.

Serán motivo de rechazo las causas siguientes:

- a) Marca o modelo diferente a lo especificado sin autorización de Dirección de Obra.
- b) Piezas con defectos de fabricación o acabados.
- c) Piezas colocadas defectuosamente o con desperfectos provocados durante su colocación así como accesorios incompletos.
- d) Funcionamiento defectuoso en condiciones de operación normal.

**XVIII-2. Cerraduras**

**UNIDAD PZA.**

- a) Entrada: Marca DEXTER modelo ALDEN imperio línea 900 para exteriores con llave, botón de vuelta y pestillo de seguridad, con extensión para chapa al centro y chapetón.
- b) Intercomunicación: Marca "DEXTER" modelo ASTRO 912-EB, línea 900 para recámara en exterior con ranura de emergencia, en interior con botón de empuje.
- c) Baños: Marca "DEXTER" modelo ASTRO 912-EB, línea 900, en exterior con ranura de emergencia, en interior con botón de empuje y perilla cromada.
- d) Cuarto de servicio: Marca "PHILLIPS" modelo 180-C con llave, en acabado cromado.
- e) Baño de servicio: Marca "PHILLIPS" modelo 180-CB con cerrojo de vuelta, sin llave en acabado cromado.
- f) Puerta metálica a patio de servicio: Marca "PHILLIPS" modelo 500 MM-C con dos manijas y llave en acabado cromado.

**XVIII-3. Bisagras y accesorios**

- a) Bisagra doble acción: Marca "PENICHET" tamaño chico en puerta cocina, de piso y bibel superior.
- b) Gleiro: En todos los closets se colocará un gíeiro metálico, cromado que incluye soportes, topes y 20 ganchos por metro.
- c) Topes: Serán de piso, cromados incluye tornillo y taquete para fijación.
- d) Jaladeras de closets: Serán de botón en puertas de abatir y de

- embutir en puertas corredizas del tipo que apruebe la Dirección de Obra y Costo consignado en presupuesto.
- e) Resbalones: En puertas abatibles de closets se colocarán resbalones de caja para embutir (cromados).
- f) Números: En puerta entrada principal se colocarán números metálicos del tipo que apruebe la Dirección de Obra y costo consignado en presupuesto.

## ***XIX. VIDRIERÍA***

### ***XIX-1. Generalidades***

- a) Todos los materiales a usarse en vidriería serán de fabricación nacional de primera clase.
- b) El vinilo para la instalación del vidrio y cristal flotado, en ventanería de aluminio, ser; considerado en el costo de la ventanería de aluminio.
- c) Antes de fabricación en serie de las lunas, deberán presentarse muestras a la Dirección de Obra para su aprobación.
- d) Supervisión y/o Dirección de Obra se reservan el derecho de desmontar selectivamente vidrios o cristales para checar los espesores especificados.

Serán causas de rechazo:

- 1. Materiales defectuosos por ondulaciones y/o ralladuras.
- 2. Materiales desportillados y/o estrellados durante su instalación o durante el proceso de Obra antes de la entrega de la misma.
- 3. Material colocado en herrería tubular antes de aplicación de primera mano de pintura de acabado a la misma.
- 4. Material colocado en herrería tubular, sin asentar por los lados con mastique.
- 5. Material colocado en ventanería de aluminio, con vinilo defectuoso o mal instalado.

**XIX-2. Clase de vidrio y cristal y lugar de instalación. UNIDAD M<sup>2</sup>.**

<i>Tipo de vidrio y cristal</i>	<i>Lugar de instalación</i>	<i>Lugar de instalación</i>
<i>Flotado</i>	<i>herrería tubular</i>	<i>ventanería de aluminio</i>
Vidrio senillo 2 mm.		XIII-05
Vidrio medio-doble, 3 mm.	XV-01	XIII-01 Tableros inferiores XIII-02 Tablero inferior XIII-03 XIII-08
Cristal flotado 4 mm.		XIII-01 Tableros superiores XIII-02 Tablero superior XIII-04
Cristal flotado 6 mm.		XIII-06

**XIX-3. Lunas.**

**UNIDAD PZA**

Lunas de 0.60 x 0.80 m y 0.90 x 1.00 mts: serán de cristal flotado de 4 mm., con bastidor de madera y moldura de aluminio anodizado natural; incluye instalación a base de cuatro taquetes de plomo blanco y tornillos.

Lunas de 0.40 x 0.60 m: serán de vidrio de 3 mm., con bastidor de madera y con cuatro cantos esmerilados imitación bisel; incluye instalación a base de cuatro taquetes de plomo blanco y tornillos.

## **XX. PINTURA**

### **XX-1. Generalidades.**

Sobre las superficies indicadas en los planos de acabados y siguiendo las especificaciones marcadas en los mismos se aplicarán los recubrimientos de pintura.

Los materiales que se empleen serán de fabricación nacional y de buena calidad, marca Comex o similar debiendo tener las siguientes cualidades: aspecto homogéneo, sin grumos y con la viscosidad conveniente para su óptima aplicación.

Las pinturas se aplicarán apegándose estrictamente a las indicaciones del fabricante y/o la Supervisión, la cual se reserva el derecho de muestrearlos materiales que sean empleados >n objeto de comprobar las características de los mismos.

### **XX-2. Ejecución.**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

Para la aplicación de la pintura, las superficies por cubrir deberán estar sujetas al siguiente proceso:

- a) Se limpiará la superficie hasta eliminar cualquier sustancia extraña adherida utilizando para el efecto espátula, cuña o simplemente sacateando la superficie con estropajo.
- b) A continuación se procede a la aplicación con brocha, de una mano de sellador vinílico, adicionando en mínima cantidad pintura del color por aplicar con objeto de que se aprecien con mayor claridad las partes en que es necesario plastecer.
- c) Una vez sellado se procede al resane general con plaste, aplicado con cuña, espátula o llana según el caso.
- d) Seguidamente se procederá al lijado de la superficie para eliminar rebabas ó bordes de plaste.
- e) Terminado con dos manos de pintura, aplicada con brocha de pelo, debiendo quedar una superficie de color uniforme y textura tersa.

- f) En la pintura de esmalte se seguirá el mismo proceso excepto lo especificado en el (inciso b).

**XX-3. Causas de rechazo.**

- a) Deberán usarse únicamente materiales envasados de fábrica y por ningún motivo se admitirán pinturas preparadas por el contratista.
- b) No se permitirá la aplicación de pintura sobre superficies húmedas, engrasadas, con aplanados flojos, pasados ó si previamente no se ha preparado la superficie como está especificada.

**X-4. Medio barniz.**

**UNIDAD M<sup>2</sup>**

El concepto "Medio Barniz", especificado en carpintería se ajustará al proceso siguiente:

- a) Primeramente y como inicio del proceso, se sumirán los clavos resanando los orificios con "Resana Madera", marca "Resisto!" ó similar, para, a continuación lijar la madera perfectamente hasta tener una superficie tersa.
- b) Con posterioridad se aplicará tapaporo en el tinte escogido, el cual tiene la doble función de resanar la porosidad de la madera y resaltar la veta de la misma en el tono deseado para el barniz.
- c) Seguidamente se hará la aplicación de sellador de priroxilina sobre la superficie antes preparada la cual una vez seca, será lijada (con lija de agua) hasta obtener la tersura deseada.
- d) Aplicación de laca transparente a muñeca hasta dejar cubierto aproximadamente a! 50% la porosidad de la madera.
- e) Terminado final en la textura deseada (Brillante semimate ó mate).

## **XXII. LIMPIEZA**

### **XXII-1. Generalidades.**

Al término de los trabajos de los capítulos anteriormente especificados y objeto de realizar la entrega de cada casa en condiciones de habitarse, se realizarán los trabajos de limpieza final de Obra y acarreo de escombros en camión fuera de la Obra como sigue:

**a) Limpieza en pisos de cemento: UNIDAD M<sup>2</sup>**

En primer término se procederá a despegar con una espátula las partículas de mortero concreto, etc., que estén adheridas al piso, para a continuación proceder a limpiar con una solución de ácido muriático y agua, utilizando para la limpieza un cepillo de ixtle y cerdas de alambre en donde se requiera.

**b) Limpieza en azulejo, cintilla y piedra americana: UNIDAD ML**

Se llevará a cabo la limpieza de recubrimientos con una solución de ácido muriático y agua aplicada con jerga y utilizándose cepillo de alambre en donde sea necesario.

**c) Limpieza de vidrios: UNIDAD ML**

Los vidrios deberán limpiarse por sus dos caras, por medio de jerga y agua, navaja y finalmente papel.

**d) Limpieza de muebles de baño y accesorios: UNIDAD PZA**

Se limpiarán con agua, limpiador en polvo y jerga después de haber despegado las partículas de morteros, etc., que tengan adheridas y teniendo especial cuidado de no dañar el cromo, porcelanas y esmaltes.

**e) Pulido y brillo de piso de mármol: UNIDAD ML**

Después de colocado y lechadeado el piso de mármol se procederá a pulir con máquina el piso devastando las aristas y bordes hasta lograr una superficie perfectamente plana y brillante para proceder a continuación a incrementar el brillo con ácido oxálico.

## V.7 Elaboración de antepresupuestos.

### ANTEPRESUPUESTO

Se define como antepresupuesto: "Una suposición de valor de un producto para condiciones indefinidas, y a un tiempo mediano". De la definición de las condiciones a un tiempo determinado, dependerá la cercanía al valor real del producto.

### ANTEPRESUPUESTO VOLUMÉTRICO

La técnica americana para presupuestos aproximados utiliza medidas de volumen, que creemos sea más cercano a la realidad que el metro cuadrado de superficie cubierta. Con el fin de conceptualizar aproximadamente los valores por metro cuadrado o por metro cúbico, se presenta un cuadro comparativo según diferentes tipos de edificación y sus interrelaciones de subcapítulos expresados en porcentajes:

CONCEPTOS	Casa mínimo espec. B	Residencia esp. AA	Condom. espec. B	Condom. espec. A	Hospital. espec. A	Hotel. espec. A
Cimentaciones	10,00	10,00	6,00	5,00	10,00	7,50
Drenajes	2,00	1,00	En 0. ext.	En 0. ext.	2,00	2,00
Estructura	15,00	9,00	14,00	13,00	16,00	18,00
Muros	11,00	6,00	11,00	10,00	4,50	10,00
Pisos	6,00	9,00	3,00	6,00	8,00	7,50
Azotea	7,00	4,00	9,00	8,00	2,50	2,00
Aplanados	2,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00
Recubrimientos	4,00	5,00	4,00	3,00	6,00	4,50
Instalación sanitaria	5,00	5,00	9,00	8,00	5,00	5,00
Muebles de baño	5,00	5,00	5,00	4,00	2,50	8,00
Instalación eléctrica	5,00	5,00	7,00	6,00	4,00	5,00
Lámparas					2,50	
Herrería	8,00	6,00	5,00	4,00	8,00	8,00
Carpintería	6,00	14,00	2,00	10,00	4,00	4,50
Cerrajería	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Vidriería	1,00	3,00	2,00	2,00	4,00	2,00
Yesería	3,00	4,00	3,00	2,00	2,50	1,50
Pintura	4,00	6,00	3,00	3,00	3,50	4,50
Limpieza y varios	5,00	3,00	1,00	1,00	12,00	8,00
Proyectos y permisos			3,00	3,00		
Obras exteriores			11,00	10,00		
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

## ANTEPRESUPUESTO PARAMETRICO

Para el caso de construcciones repetitivas y principalmente para proyectos de viviendas construidas a través de métodos tradicionales, se recomienda averiguar el costo directo, a través del método de "Factores parámetros", a fin de consignar los valores de los integrantes fundamentales de este tipo de edificaciones (considerados "Puestos en obra"), así como la cantidad en la que intervienen en la construcción de la misma. A continuación se presenta una relación de cantidades de material que integran un metro cuadrado y un metro cúbico de construcción tradicional de vivienda, según las siguientes características:

FACTORES PARÁMETROS PARA INVESTIGACIÓN DE COSTO DIRECTO APROXIMADO DE VIVIENDAS, CON ESPECIFICACIONES INTERMEDIAS, EN UN NIVEL, SOBRE TERRENO DE 3 A 6 TONELADAS POR METRO CUADRADO DE CAPACIDAD, CON 1 COCINA, 1 BAÑO, 3 A 4 RECAMARASE 1 ESTANCIA-COMEDOR, PARA ÁREAS ENTRE 65 A 95 M<sup>2</sup> CONSTRUIDOS.

CONCEPTO	Un.	Factor Por m <sup>2</sup>	Factor Por m <sup>3</sup>	Precio Unitario	Costo m <sup>2</sup>	Costo M <sup>3</sup>
1. MATERIALES (75 m <sup>2</sup> )						
1. CEMENTO a emplearse en concretos, pisos, recubrimientos, etc.	T	0.122	0.042			
2. MORTERO a emplearse en cimientos, muros, aplanados, etc.	T	0.029	0.010			
3. ARENA en concretos, pisos, recubrimientos, etc.	m <sup>3</sup>	0.389	0.134			
4. GRAVA en concretos, firmes, etc.	m <sup>3</sup>	0.219	0.075			
5. PIEDRA BRAZA en cimentación.	m <sup>3</sup>	0.420	0.145			
6. TABIQUE en muros o block en muros.	m <sup>2</sup>	1.552	0.535			
7. VARILLA en cadenas, castillos y losas.	kg.	13.410	4.640			
8. MADERA en cimbra. Precio promedio.	PT.	3.780	1.304			
9. PISOS dominantes.	m <sup>2</sup>	0.914	0.315			
10. RECUBRIMIENTOS dominantes en baños y cocinas.	m <sup>2</sup>	0.468	0.161			
11. MADERA 1ª. En puertas y closets.	PT.	2.948	1.018			
12. RECUBRIMIENTOS en puertas de madera, fibracel, triplay, pino cedro, etc.	m <sup>2</sup>	1.535	0.530			
13. SALARIO MÍNIMO en la zona.	Jr.	1.530	0.528			
14. SALARIO OFICIAL albañil en la zona, promedio.	Jr.	1.840	0.635			
15. Factor por saldo de conceptos. (Salario mínimo.)	Jr.	4.00	1.381			

II. MATERIALES Y MANO DE OBRA (75M <sup>2</sup> )						
1. HERRERÍA de tipo estructural, tubular, etc.	m <sup>2</sup>	0.376	1.129			
2. PINTURA de temple, cal, vinilica, etc.	m <sup>2</sup>	3.899	1.345			
3. ENLUCIDOS de yeso, aplanados, aparentes, etc.	m <sup>2</sup>	2.736	0.944			
4. SALOIDAS DE PLOMERÍA con fogo, cobre, mixto, etc.	Sal.	0.093	0.032			
5. SALIDAS DE ELECTRICIDAD con poliducto, pared delgada, conduit, pared gruesa, etc.	Sal.	0.281	0.096			
6. VIDRIERIA con vidrio sencillo, medio doble, especial, etc.	m <sup>2</sup>	0.283	0.097			
7. FACTOR por saldo de conceptos. (Salario mínimo.)	Jr.	2.552	0.881			
<b>RESUMEN ( 75 M<sup>2</sup> )</b>						

Es indudable que existen elementos indispensables para viviendas que no son función lineal del área ni volumen de la construcción considerada, es decir, podemos distinguir en cualquier construcción tres tipos de integrantes, como pudieran ser:

a) COMPONENTES CONSTANTES.

Tales como licencias de construcción, permisos, toma de agua, salida de drenajes, instalación sanitaria, muebles de baño, lámparas, etc.

b) COMPONENTES RELATIVOS.

Tales como excavaciones, plantillas, rellenos, cimentaciones, muros, dalas, castillos, recubrimientos, pintura, limpieza, etc.

c) COMPONENTES LINEALES.

Tales como firmes, losas de concreto, pisos, plafones, enladrillados e impermeabilizaciones de azoteas, etc.

En otras palabras, un aumento de área de una vivienda como la señalada en nuestro ejemplo del 100% no representa un aumento en su costo directo del 100%

como pudiera suponerse, así como también, a una reducción de área del 500% no corresponde una reducción en el costo del 500%, debido a la forma de intervención de los componentes, constantes, relativos y lineales, en la construcción en referencia.

Con el objeto de definir los rangos de variación de las consideraciones anteriores, se desarrollaron 5 proyectos con 65 m<sup>2</sup> (188.50 m<sup>3</sup>), 70 m<sup>2</sup> (203.00 m<sup>3</sup>), 75 m<sup>2</sup> (216.50 m<sup>3</sup>), 80 m<sup>2</sup> (232.00 m<sup>3</sup>) y 85 m<sup>2</sup> (246.50 m<sup>3</sup>). Al cuantificar cantidades de obra y analizar costos unitarios, se encontraron las siguientes variaciones, tomando como base unitaria el costo directo total de la casa 75 m<sup>2</sup> cubiertos (216.50 m<sup>3</sup> contenidos).

CASA TIPO	ALTURA CONSTANTE	
	FACTOR/m <sup>2</sup>	FACTOR/m <sup>3</sup>
1 (65 m2)	1.086	1.086
2 (70 m2)	1.032	1.032
3 (75 m2) BAS1.	1.00	1.000
4 (80 m2)	0.967	0.967
5 (85 m2)	0.923	0.923

Si trasladamos los datos de la tabla anterior a una gráfica, estaremos en posibilidad de hacer las correcciones necesarias según su área cubierta, o su volumen contenido en los resultados de costo directo, obtenidos a través de la tabla de factores parámetros.

## V.8 Estrategias de presupuestación.

### **Presupuestos**

Una vez hecha la estimación, resulta importante traducir la misma a términos en donde ciertas partes de la suma se asignan a las responsabilidades de departamentos o personas específicas a cargo de controlar la parte respectiva de la obra a la cual pertenece el presupuesto. De esta forma los departamentos o personas estarán conscientes de las cantidades que tienen derecho a distribuir en sus partes específicas de la obra.

Los métodos de presupuestos difieren desde el diseño a la construcción. Los presupuestos de diseño deben considerar las horas-hombre de diseño de ingeniería, así como los paquetes de diseño de las obras, sean sistemas o componentes.

Los presupuestos de construcción asignan gastos a todos los recursos necesarios para terminar la obra física del proyecto de construcción. Antes de asignar las sumas del presupuesto, deben deducirse de las estimaciones de todos los gastos generales, utilidades, contingencias, etc., dejando la cifra neta que se va a gastar para terminar la obra. Los conceptos de la asignación presupuestaria deben codificarse cuidadosamente con el objeto de asegurar una retroalimentación exacta por medio del sistema de contabilidad, permitiendo así una supervisión efectiva del presupuesto. También es importante señalar a una persona para que se haga cargo de controlar el presupuesto asignado con el fin de relacionarlo con una autoridad.

Los presupuestos representan un plan de acción financiera para la gerencia, que reflejan las distribuciones futuras de los recursos financieros necesarios para alcanzar los objetivos del proyecto y de la compañía.

Un programa completo de presupuestos del proyecto y de la compañía ofrece un marco de trabajo que le da a la alta gerencia una amplia perspectiva de la operación entera, sin que se requiera la aplicación excesiva en áreas operativas en donde no existen problemas. Por tanto, los controles presupuestales proporcionan la primera indicación de dificultad e identifican las áreas que requieren la atención de la gerencia.

Cuando se prepara una estimación, las consideraciones anteriores tendrán un efecto considerable en el enfoque, manipulación y formato de las cifras resultantes, de manera que presenten una predicción exacta del costo y que sean un recurso administrativo útil. Ahora ya se tienen los dos antecedentes para estudiar con más detalle los cuatro tipos de estimaciones.

### ***Estimación Durante La Planeación***

En la fase de planeación del proceso de diseño hay poco material cuantitativo tangible para crear una estimación. De ordinario sólo se tiene algo más que un breve diseño con los requerimientos de espacio o capacidad. Por consiguiente, la planeación de las estimaciones normalmente se basa en costos de un solo parámetro. Estos costos de un solo parámetro se establecen a partir de datos sobre los costos históricos de proyectos anteriores de naturaleza semejante,

analizados cuidadosamente para llegar a un costo base de la instalación. Este costo base de la instalación de un solo parámetro es el que forma el fundamento de la planeación de la estimación. Cuando se analizan los costos históricos resulta importante identificarlos cuidadosamente y atribuirles las funciones apropiadas. Los componentes hechos a la medida y las especialidades para los proyectos individuales deben excluirse de un análisis base de la instalación. Es importante utilizar los costos históricos de proyectos equivalentes recientes, en vez de basarse en su totalidad en los costos promedio publicados. Sin embargo, estos últimos se pueden utilizar para verificar o complementar los datos actuales analizados.

**Método:** Se establece un costo base de la instalación de un solo parámetro, o bien de un proyecto anterior o preferiblemente de varios proyectos semejantes que hayan sido ponderados y promediados adecuadamente para que correspondan a la naturaleza de la instalación actual.

Este costo base de la instalación se ajusta, de manera que abarque diferencias en el tiempo y ubicación geográfica. Se hacen los ajustes por referencia a los índices de costo publicados. Todos los datos del costo (histórico) base analizado se proyectan hasta la fecha de comienzo real del proyecto. Luego se aplica la cifra resultante a los datos cuantitativos de un solo parámetro para llegar al costo base del proyecto en consideración.

Los ajustes a esta base se hacen tomando en cuenta cualesquiera características individuales del proyecto, tales como normas y calidad que difieren, y otras peculiaridades físicas, tales como condiciones del suelo o acceso al lugar. Se aplican índices adicionales a la cifra resultante para ajustarse a cualquier variación y aumento en los costos regionales basándose en los aumentos conocidos o anticipados en el costo de la mano de obra, la planta, y los materiales. Luego se hacen los ajustes finales considerando la información local, tal como características nacionales, situación de los sindicatos, y fluctuaciones de la moneda, que afectan la productividad y los costos del material.

Las reservas para contingencias se añaden para cubrir los cambios en el diseño que serán inimitables conforme éste evoluciona y para anticiparse a cualesquiera dificultades no previstas de la construcción que puedan ocurrir. La cantidad de la suma reservada para contingencias dependerá de cierto número de factores, tales como la complejidad del proyecto, la confianza en los datos del costo usados y otros factores de riesgo potenciales. Finalmente, se presenta la estimación en un formato que permita realizar ajustes rápidos cuando se estudien las alternativas del diseño. Esta última práctica es en particular útil cuando están

implicadas estimaciones comparativas en las cuales se compara el costo de un tipo de inversión con otro.

Para planear las estimaciones se pueden aplicar técnicas adicionales con el fin de hacerlas más refinadas y darles un mayor grado de exactitud. Por ejemplo, cuando se preparan estimaciones para procesos químicos o para construcción industrial, se consideran las relaciones costo-capacidad para ajustarse a la economía de escala. A este refinamiento adicional se le conoce como factorización y se aplica de la siguiente manera. Una vez establecida la definición de un solo parámetro por el tamaño del nuevo proyecto y el costo base por el costo actual analizado de un proyecto semejante, resulta posible encontrar el costo desconocido de un segundo proyecto utilizando una relación exponencial. Se aplica la siguiente fórmula:

$$\frac{C_1}{C_2} = \left(\frac{S_1}{S_2}\right)^x$$

en donde:  $C_1$  = costo del proyecto analizado  
 $C_2$  = costo del proyecto nuevo  
 $S_1$  = tamaño de un solo parámetro del proyecto analizado  
 $S_2$  = tamaño de un solo parámetro del proyecto nuevo  
 $x$  = relación exponencial

Si bien el factor de la relación exponencial se puede calcular graficando algunos proyectos analizados en un papel gráfico logarítmico, hay varias publicaciones que contienen esta información y que se pueden obtener con facilidad. El método de factorización aunque se usa mucho en la industria de los procesos químicos, ha sido descuidado en la ingeniería civil y de la construcción en donde el número de costos variables es mucho mayor. En la última categoría se han intentado modelos de costos como un refinamiento para estimar los parámetros. En ellos se aplican factores más definitivos a un mayor número de variables que afectan el costo final de un proyecto.

### ***Estimación Preliminar De Ingeniería***

Una vez tomada la decisión de pasar de la fase de planeación a la de diseño, se requiere elaborar una estimación más detallada. Se preparan planos preliminares para identificar los sistemas requeridos que formarán al proyecto. Se preparan planos preliminares y esbozos de las especificaciones en una forma que puede ser esquemática. Luego se calcula la estimación preliminar de ingeniería basándose en el análisis cuantitativo de los sistemas diseñados. Cualquier forma

de estimación cuantitativa tiene tres constituyentes esenciales: el proyecto que se estimará, las unidades (o sistemas) que se considerarán y la forma como se expresará el resultado.

**Método.** Los resultados se deben expresar en una forma que sea fácilmente reconocible por el diseñador, con el fin de evitar el traslape en la documentación del diseño y de ejercer control sobre los gastos durante la fase del mismo. Por tanto, las estimaciones preliminares de ingeniería requieren de datos cuantitativos y de costo relacionados con cada subsistema dentro de un sistema de ingeniería. Se habrán de identificar y documentar cada uno de los sistemas de ingeniería que serán parte del proyecto total. Es preferible presentar las estimaciones de los sistemas en el orden en que se les construirá.

Una vez documentados lógicamente los sistemas de ingeniería, se pueden dividir en subsistemas y cuantificar. El estimador habrá de ponerse de acuerdo con los diseñadores con el objeto de que haya uniformidad en la interpretación de un diseño, esto es, el estimador debe determinar de la misma manera que los diseñadores, qué es lo que forma un sistema y qué se debe incorporar dentro de un subsistema. Todo esto evitará que se pasen por alto y no se asignen secciones de la obra. El documento resultante formará la base de un marco de trabajo completo que servirá para cuantificar y costear el proyecto.

Se debe recolectar información cuantitativa y presentar en una forma que permita que se apliquen costos estándares. Tal información se obtiene a partir de los planos preliminares de ingeniería y detalles de los fabricantes. Los planos preliminares de ingeniería presentan los conceptos básicos del diseño a partir de los cuales algunas veces un estimador experimentado puede predecir las cantidades. En muchas ocasiones los sistemas son de una naturaleza consistente y los detalles de las normas de los fabricantes se tendrán disponibles con rapidez.

Se requieren datos sobre el costo para aplicarlos a los detalles cuantitativos, y se determina esta información a partir de las fuentes más pertinentes. Tales fuentes son costos analizados de proyectos semejantes recientes y cotizaciones "ball park" preliminares, que se solicitan a los contratistas y proveedores. Siempre resulta benéfico discutir el proyecto con los proveedores y contratistas apropiados en lugar de tomar los datos directamente de los catálogos de precios. Cuando se agotan las fuentes anteriores de información sobre el costo, se pueden costear cualesquiera conceptos que no tengan precio a partir de los datos publicados del costo de tales conceptos. Estos datos están disponibles con facilidad en la forma de libros de referencias técnicas que normalmente presentan en tres formas los costos: de mano de obra, de material y en el lugar de la

construcción (mano de obra, planta y materiales). Cuando se hace referencia a estas fuentes de datos el usuario habrá de asegurarse de que las cifras extraídas se relacionan directamente con las unidades cuantitativas a las que se les está asignando precio, en términos tanto de descripciones como de costos inherentes, esto es, mano de obra, planta y/o materiales, gastos generales, utilidades, etc. La mayoría de las referencias publicadas sobre costos de la construcción contienen un prólogo en el cual vienen indicaciones sobre el uso de los datos contenidos en la publicación.

Conviene observar aquí que siempre es imprudente valorar completamente las estimaciones a partir de datos publicados que hayan sido compilados y ajustados para representar un proyecto típico. Un proyecto así nunca se construirá, ya que cada empresa de construcción tiene sus propias características únicas. También, siempre se deben investigar las condiciones locales y ajustar los costos a ellas. Los datos publicados son muy valiosos cuando se utilizan para llenar brechas en las estimaciones de costo y cuando se preparan estimaciones comparativas.

Mientras más detallado sea el costo, más exacto será la estimación. Por tanto, los costos de los subsistemas se deben estimar y sumar para determinar el costo del sistema principal, en lugar de considerar costos de unidades volumen para el sistema principal.

Cada sistema dentro de un proyecto representa una magnitud diferente de gasto, y los datos del costo y el análisis cuantitativo del sistema que representa el mayor porcentaje de los costos del proyecto requieren de un cuidado adicional. Una vez establecidos el estimado preliminar de ingeniería y los costos del sistema y subsistemas, se relacionan los costos subtotales con el tamaño global del proyecto y se dan como un porcentaje del costo total del mismo. Al hacer esto, deben resaltarse los sistemas más importantes desde el punto de vista del costo. Los datos cuantitativos y del costo utilizados para estos sistemas se hacen más significativos, y la información debe comprobarse doblemente cuando el sistema representa más del 10% del costo global del proyecto. Se incorpora la estimación una suma complementaria para cubrir las contingencias y los incrementos en los costos del diseño y la construcción. Los importes de las contingencias son asunto de juicio, dependiendo de la complejidad del proyecto y la confiabilidad de la información sobre la cual se basa la estimación. Se pueden utilizar los índices publicados para determinar las contingencias de incrementos. El gran total del costo del sistema, de los importes para las contingencias, y las cantidades previstas por incrementos forman la estimación preliminar de ingeniería.

Cuando se prepara una estimación preliminar de ingeniería, debe identificarse claramente cada sistema y subsistema y tabularlos en una forma apropiada, a continuación se muestra una forma de presentar la información de la estimación preliminar de ingeniería para una alberca en un edificio.

Sistema	Subsistema
1. Subestructura	a. Cimientos normales b. Excavación de los cimientos c. Cimientos especiales
2. Superestructura	a. Construcción del piso inferior b. Construcción del piso superior c. Construcción del techo
3. Revestimientos exteriores	a. Acabado del techo b. Muros abajo del piso de tierra c. Muros arriba del piso de tierra d. Ventanas e. Puertas y persianas exteriores. f. Balcones y proyecciones
4. Particiones interiores	a. Particiones permanentes b. Particiones móviles c. Puertas
5. Movimiento vertical	a. Escaleras b. Elevadores y montacargas
6. Acabados interiores	a. Acabados de los pisos b. Acabados de los techos c. Acabados de las paredes
7. Accesorios y equipo	a. Accesorios y herrería b. Equipo

- 8. Instalaciones mecánicas
  - a. Plomería y drenaje
  - b. Protección contra incendios
  - c. Calentamiento, ventilación y aire acondicionado
  
- 9. Instalaciones eléctricas
  - a. Distribución
  - b. Alumbrado
  - c. Sistemas especiales

### ***Estimación Detallada De Ingeniería***

No hay sustituto para las estimaciones que se hacen basándose en los diseños y especificaciones detallados de ingeniería. Un análisis cuantitativo de tales documentos junto con las tasas unitarias actuales obtenidas de las publicaciones de la industria y actualizadas, producirá una estimación más exacta que las estimaciones de planeación o del diseño preliminar. Una estimación tal debe tener una exactitud dentro del  $\pm 5\%$ .

Resulta deseable formular el diseño detallado dentro de la disciplina en una forma ya establecida para la estimación del sistema. Esta práctica facilitará la función de la administración de costos en lo que respecta a supervisar el desarrollo del diseño mediante la comparación directa de la evolución de los niveles de las estimaciones. La estimación detallada de la ingeniería está formada por estimaciones componentes, en las que las partes componentes son los conceptos detallados de un sistema de construcción. Cuando se diseñan y especifican estos componentes, se les puede cuantificar con exactitud mediante la cantidad necesaria medida de cantidad. La cantidad necesaria medida debe documentarse dentro de un marco de trabajo uniforme, identificando los componentes principales y las partes componentes. De nuevo, mientras más abajo esté el nivel de identificación, medición y fijación de precios, más exacto será la estimación resultante. Los documentos requeridos para este nivel de estimación son los planos detallados del diseño, los detalles normales, planos de taller y especificaciones detalladas. Las cantidades particularizadas junto con los insumos totalmente descritos de mano de obra y de materiales permitirán que se fije el costo de los componentes con precisión.

La fijación del precio de los componentes se lleva a cabo de una forma semejante a las técnicas preliminares de la estimación de ingeniería, con la confianza aumentada de que se tienen disponibles datos de diseño más precisos.

**Método.** Las tasas unitarias, incluyendo la mano de obra, la planta y los materiales, se aplican a las cantidades necesarias cuantificadas. La información del costo vendrá directamente de los contratistas y proveedores, quienes con toda seguridad estarán deseosos de ayudar en la fijación de precios conforme se determine el alcance total de la obra, lo que les proporciona un mercado posible para sus productos. Para los componentes grandes, especializados, se buscan cotizaciones escritas preliminares "sin compromiso". Los costos históricos analizados de proyectos semejantes deben analizarse para comprobar y complementar las cifras cotizadas preliminares, y la información sobre el costo publicada finalmente se usa para llenar las brechas existentes. En esta etapa se eliminan las contingencias del diseño que no han sido absorbidas, y se actualizan las contingencias de construcción e incrementos dentro del costo a tasa unitaria.

Habrá de establecerse un sistema de codificación, que permita la identificación para el control presupuestal y que relacione a los componentes en la estimación detallada de ingeniería asociándolos con los sistemas de estimación preliminar de ingeniería. Esto último permitirá la supervisión del costo en el ejercicio inicial del presupuesto.

La estimación deberá de representar con equidad al proyecto y reflejar la cifra propuesta óptima de la obra. Debe parecerse mucho a una estimación de propuesta de construcción, en la que se detalla información que estará contenida en la cotización. Como sucede con todas las estimaciones, debe adoptarse un marco de trabajo adecuado dentro del cual ordenar la información detallada.

Por último se tienen que añadir los costos finales de construcción, los costos adicionales del terreno, los impuestos, el diseño, etc., para terminar la estimación. Lo anterior depende de quien prepare la estimación.

### ***Estimación En La Fase De Construcción***

Esta estimación se lleva a cabo por el contratista que concursa en un proyecto. En esta etapa deben estar disponibles para el estimador los planos y las especificaciones detalladas, junto con un programa cronológico de la construcción para establecer la duración de la obra. Debe llevarse a cabo una inspección extensa del lugar para asegurarse de las implicaciones en términos de costo de cualesquiera condiciones únicas del mismo. Habrá de consultarse a fondo a todo

el personal clave que sea responsable de ejecutar el trabajo. Se documentará una estrategia previamente planeada para llevar a cabo el proyecto, y a partir de esto se debe hacer un análisis completo de los recursos requeridos. El estimador o evaluador debe tener una buena comunicación con los proveedores y los subcontratistas.

**Método.** Al preparar la estimación, se estudiarán cuidadosamente las especificaciones y los planos detallados, se harán estimaciones de la cantidad de materiales, se obtendrán precios, se comprobará la disponibilidad de la mano de obra y su productividad, se confirmarán los salarios, se solicitarán estimaciones a subcontratistas y proveedores. Se gráfica y planea un programa cronológico detallado de la obra, se documenta la estrategia para llevar a cabo el proyecto, y a partir de esto se hace un análisis completo de los recursos requeridos. El estimador o evaluador debe tener disponible información relacionada con los siguientes conceptos:

1. Mano de obra directa.
2. Materiales disponibles en el lugar.
3. Instalaciones y equipo de construcción.
4. Preparación del lugar, mantenimiento y administración.
5. Supervisión del lugar.
6. Taller y fabricación en el lugar.
7. Talleres y fabricación fuera del lugar.
8. Subcontratos de suministros y servicios, sólo suministros, sólo mano de obra.
9. Requisitos generales de las especificaciones del contrato.
10. Gastos generales de oficina.
11. Tasas de interés.

Los conceptos anteriores variarán, dependiendo del tipo de proyecto, pero la idea principal es que se tienen que documentar las categorías, en las cuales se describen los centros de costos en donde las secciones contenidas dentro de los conceptos anteriores se ven afectadas por influencias semejantes. Las secciones bajo cada uno de los conceptos habrán de codificarse para permitir que se produzcan y controlen presupuestos. Las cifras de los presupuestos que se asignan a las responsabilidades de los departamentos individuales deben de ser cifras netas, que no incluyan utilidades y gastos generales directos o indirectos. A la estimación final de los recursos se le incorpora una cantidad por concepto de utilidad.

*Aspectos que se deben tomar en cuenta:*

1. *Mano de obra directa.* Deben conocerse los sueldos y salarios pagados a la mano de obra junto con todos los aumentos futuros en los que se haya convenido o que se hayan pronosticado y que puedan ocurrir durante el curso del proyecto. Habrán de analizarse las constantes y factores de la mano de obra que afectan a la productividad. En la construcción, la productividad es el concepto más difícil de predecir y, por tanto, presenta el mayor riesgo de error.

Un contratista que proporcione una estimación de los recursos habrá de tener datos sustanciales y detallados sobre el costo y la productividad resultantes de los proyectos anteriores que le permitirán hacer una estimación exacta. Los ajustes se considerarán para los proyectos individuales con respecto a las siguientes influencias posibles:

- Clima local.
- Características nacionales/locales.
- Oficios locales disponibles.
- Mezcla de la mano de obra (local versus foránea).
- Políticas de los sindicatos.
- Grado de utilización del equipo.
- Grado de supervisión.

La estimación final habrá de reflejar la división de la obra basándose en la productividad pronosticada. Los salarios utilizados en las estimaciones de los recursos serán salarios globales, que influyan en los beneficios y prestaciones legales.

2. *Materiales disponibles en el lugar.* Los planos y especificaciones exactas son esenciales cuando se estiman los costos de material, lo que permite establecer datos firmes sobre la calidad y cantidad en los cuales basar la estimación. Deben pedirse cotizaciones a proveedores confiables y confirmar el programa cronológico de las entregas. Habrán de sumarse los costos indirectos del lugar para establecer los costos en el mismo. Los siguientes conceptos pueden afectar el costo final de los materiales:

- Costos por flete.
- Derechos de importación.
- Impuestos.
- Seguros.
- Regalías.
- Material de desecho y excedente.

3. *Instalaciones y equipo de construcción.* Para determinar la extensión en que se utilizarán en un proyecto las instalaciones y equipo de construcción, se establece un plan detallado de ejecución y se hace un programa cronológico de las instalaciones. Esto ayudará a determinar cuáles son las instalaciones y equipo necesarios, el tamaño de las instalaciones, y el número de artículos requeridos, cuándo se necesitan, y durante cuánto tiempo. Hay una correlación directa entre la cantidad de las instalaciones y equipo requerido y la cantidad de la mano de obra directa. Un aumento en uno de ellos resultará normalmente en una disminución en el otro.

Debe buscarse un equilibrio óptimo, teniendo en mente la dirección del proyecto y en el que el costo sea el criterio principal para la toma de decisiones.

En las instalaciones y equipo de construcción propiedad de la compañía se usarán invariablemente en cierta cantidad de proyectos diferentes. Por consiguiente, es esencial que se asigne un costo realista a su uso en el proyecto que se estima. Por tanto, el costo debe estar relacionado con la duración del mismo, basadas en una utilización por hora, semanal, o mensual. Se calcula el costo por unidad de tiempo basándose en el precio de compra, los costos de operación y mantenimiento, y la depreciación relacionadas con la vida operativa del artículo. Normalmente este tipo de datos están disponibles de los fabricantes que hacen las instalaciones y el equipo. Cuando es predecible el uso constante de unas instalaciones y equipo estándares o normales, puede ser prudente que la compañía constructora forme una compañía separada para las instalaciones.

4. *Preparación del lugar, mantenimiento y administración.* Aquí se usan los datos del costo obtenidos en los proyectos anteriores junto con la estrategia actual del trabajo. Debe actualizarse la información para determinar las siguientes áreas principales del costo:

- Cobertizos y oficinas en campo.
- Servicios públicos.
- Servicios.
- Barreras o cercados.
- Ayudas para la construcción.
- Caminos.
- Control de tráfico.
- Seguridad.
- Protección en la obra y propiedad.
- Controles del medio ambiente.
- Secretaria.

- Velador.
- Almacenista.
- Transporte.

Todo lo anterior debe estimarse individualmente, basándose en principios generales de estimación con respecto a la cantidad, calidad, y duración.

5. *Supervisión del lugar.* Para estimar el costo de supervisión es necesario determinar las estrategias de control del proyecto. Para hacer esto, se requiere de un plan de ejecución de la construcción que contenga información sobre la mano de obra, el equipo, y los materiales. La política de administración del lugar reflejará una línea de mando que muestre todo el personal necesario.

6. *Taller y fabricación en el lugar.* Para algunas operaciones y sistemas de la construcción puede ser beneficioso fabricar en el lugar antes de la instalación. Para estimar esta sección, se requieren datos separados sobre la influencia de la localidad, el transporte, las instalaciones, la mano de obra y los procedimientos de erección.

7. *Talleres y fabricación fuera del lugar.* En algunos casos la fabricación de los sistemas debe ser llevada a cabo con los recursos de los contratistas cuyas actividades están fuera del lugar. De nuevo debe considerarse por separado esta operación y recolectarse los datos del costo en los lugares de fabricación. Se considerarán el transporte, el lugar, las instalaciones, la mano de obra, el material y los procedimientos de erección.

8. *Subcontratos de suministros y servicios, sólo suministros, sólo mano de obra.* Otro conjunto de datos que se requieren antes de terminar la estimación de los recursos se relaciona con las ofertas que deben buscarse para las partes de la obra en las que intervienen especialistas. Estas subestimaciones deben incorporarse a la principal. Estas ofertas deben ser en firme y se debe haber convenido en un cierto tiempo para el compromiso.

9. *Requisitos generales de las especificaciones del contrato.* Normalmente hay algunos requisitos generales de las especificaciones del contrato que no deben negligirse cuando se prepara la estimación de la construcción. Estos conceptos preliminares requieren de consideración en lo que toca al costo. A continuación se presenta una muestra de tales conceptos:

- Reserva en efectivo.
- Planos de taller/cómo está construido.

- Muestras.
- Fotografías y modelos e informes especiales.
- Informes del lugar y del laboratorio, ensayos, inspección, y otros conceptos estipulados.

10. *Gastos generales de oficina.* A un proyecto debe de atribuírsele una estimación realista de los gastos generales de oficina a la que se debe de incluir en la estimación. Debe buscarse el costo histórico en los datos contables de la oficina. Debe hacerse una reserva para financiar los costos a una tasa apropiada de interés.

Todos los ejemplos anteriores son ejemplos de los tipos de costos en los que se va a incurrir y que se incluyen en una estimación a nivel construcción y que, colectivamente, forman una estimación basada en los recursos. Como se puede ver, este nivel es el más detallado y debe hacerse en una forma que permita la supervisión de los costos en los que se incurra durante la construcción comparándolos en contra de los gastos estimados.

Hasta aquí la estimación representa los costos en los que se incurrirán al llevar a cabo el proyecto. Ahora es necesario añadir una utilidad pronosticada para establecer la cifra de oferta o la cifra que se va a ofrecer en el concurso.

La utilidad representa un rendimiento sobre el capital invertido junto con una contingencia por riesgo. La utilidad esperada en las operaciones de riesgo bajo debe ser menor que la que se aplica a las operaciones con riesgo alto. Un ejemplo sería un límite del 5% en un subcontratista y costos de material y un 20% de límite del costo de mano de obra directa. Por su naturaleza la utilidad implica la exposición al riesgo. Mientras haya más eventos no previstos, mayor será la contingencia de riesgo, y será menor el rendimiento sobre el capital invertido y, por tanto, la utilidad es menor.

En todos los tipos de estimaciones en donde están implicados proyectos muy complejos es aconsejable dividirlos en fases o paquetes más pequeños a los que se pueda tratar con facilidad.

También debe tomarse en consideración el costo de preparar las estimaciones; se vuelven progresivamente más costosas conforme se pasan de las estimaciones de planeación hasta las estimaciones detalladas.

En lo esencial hay 6 pasos que se deben seguir cuando se compilan estimaciones de la construcción antes de establecer el precio de la oferta. Estos

son: cantidad estimada detallada de materiales, fijación del precio a la cantidad detallada, estimaciones de instalaciones y equipo, ofertas de los subcontratistas, estimación de conceptos que no entran en concurso, y el conjunto de gastos generales directos e indirectos.

Hay muchas formas típicas que permiten que el proceso de la estimación de la construcción siga lógicamente, la presentación de estas formas cambia dependiendo del tipo de obra que se estime. Cuando se hace una estimación de la construcción, es esencial que no se subestime ningún concepto del costo. Para lograrlo es aconsejable utilizar listas de comprobación en cada etapa del proceso de estimación. Como ejemplo, el índice de construcción uniforme proporcionará una lista de comprobación ideal para realizar una estimación de la construcción de un edificio.

### ***Inflación***

La inflación es un proceso donde el poder adquisitivo del dinero disminuye al pasar el tiempo. Hay muchas razones económicas por las cuales ocurre la inflación, pero por sencillez consideraremos a este fenómeno como el resultado de dos influencias principales. La primera es que hay argumentos teóricos e históricos que respaldan el punto de vista de que la tasa de aumento en la existencia de dinero tenida por la comunidad, y que no viene emparejada por una tasa semejante de aumento en el nivel de productividad tarde o temprano dará lugar a un aumento en el nivel general de precios. La segunda es el aumento desigual en la existencia de dinero por la emisión adicional por parte del gobierno para financiar sus gastos. Lo anterior es preferible, en términos políticos, a aumentar el impuesto o pedir prestado el dinero en el mercado y pagar las tasas corrientes de interés. El flujo de dinero dentro de la economía tiene dos formas, una parte es retenida por el mercado para inversión y la segunda parte se gasta para adquirir bienes, productos y servicios. Un desplazamiento impredecible del dinero de la parte de ahorros al mercado también tiene resultados inflacionarios.

Las causas inflacionarias anteriores ocurren debido a influencias de un mercado nacional. El mercado internacional también puede estar sujeto a inflación cuando la devaluación de la moneda de una nación en contra de la de otra aumenta el precio de compra de los bienes adquiridos en los mercados de la otra nación.

El riesgo de que una estimación se vea afectada severamente por la inflación es mayor cuando el gasto estimado es a largo plazo. Invariablemente los proyectos de construcción implican compromisos a largo plazo, y de esta manera se exponen los costos estimados a los peores efectos de la inflación.

Cuando se preparan las estimaciones, habrán de considerarse y tomarse en cuenta los efectos de la inflación sobre los costos. Esto se hace en dos formas. Primero, se expresa lo estimado en términos constantes, esto es, en un valor monetario constante que tenga un poder adquisitivo conocido. Así, cuando se cotiza una cifra estimada, se dice que lo estimado para la construcción para una estación de energía es de \$100 millones basándose en dinero de 1982, indicando así con claridad que cualquier inflación futura del dinero de 1982 afectará el valor estimado de la construcción. Por ejemplo, si un año más tarde la inflación en la industria de la construcción en general se elevó en un 10%, entonces el nuevo valor estimado de la construcción del proyecto será de \$110 millones.

Una segunda forma de tomar en cuenta los efectos de la inflación en los valores estimados de construcción consiste en anticiparse a la misma y estimar el costo evaluado de secciones de la obra en construcción en el momento en que se programan cronológicamente de manera que incluyan un factor inflacionario. Por tanto, si el costo estimado de la instalación del equipo en la planta de energía se programa que ocurra en  $n$  años en el futuro, la estimación actual del equipo será de \$20 millones, y si la inflación sobre tal equipo es del 8%, entonces la estimación para esta parte de la obra será de  $\$20 \times (1.08)$  millones.

## **V.9 Elaboración de presupuestos. Costo total de la obra.**

Se define *presupuesto* “Una suposición del valor de un producto para condiciones definidas a un tiempo inmediato”.

Siendo un presupuesto el reflejo final de todos los balances mencionados en los primeros capítulos y donde finalmente podemos averiguar la factibilidad de un proyecto.

**A continuación se presenta un ejemplo de un resumen de un presupuesto para la construcción de una casa habitación.**

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	P. U.	Importe
<b>1.0</b>	<b>Preliminares</b>				
1.1	Trazo y nivelación en terreno plano, por medios manuales para desplante de estructuras, estableciendo ejes auxiliares, pasos y referencias.	M2	105.00	\$3.07	\$321.95
<b>2.0</b>	<b>Cimentación</b>				
2.1	Excavación a mano material "B" seco. incluye: afloje, extracción, amacice, limpieza de plantilla y taludes, medida en banco.	M3	29.40	\$128.84	\$3,787.84
2.2	Acarreo de tierra producto de la excavación con carretilla 1a.estacion cascajo no roca, 20.00 m. de distancia horizontal, incluyendo carga y descarga.	M3	29.40	\$47.37	\$1,392.63
2.3	Plantilla concreto f'c=100 kg/cm <sup>2</sup> , de 3/4" de diámetro, R.N. hecho en obra, de 5 cm., incluye: acarreo a 1a. estación a 20.00m.	M2	2.84	\$66.75	\$189.57
2.4	Zapata corrida de concreto f'c=200 kg/cm <sup>2</sup> , 50 cm de ancho, 10-15 cm de peralte, incluye cimbra, acero de refuerzo y mano de obra.	ML	84.00	\$362.99	\$30,491.11
2.5	Contratrabe de concreto f'c=200 kg/cm <sup>2</sup> , 0.55 x 0.20, incluye cimbra, acero y mano de obra.	ML	84.00	\$534.79	\$44,922.29
2.6	Impermeabilización de contratraves de cimentación para desplante de muros a base de polietileno.	ML	46.20	\$166.61	\$7,697.53
2.7	Relleno de cepas con material producto de la excavación, compactado con equipo manual al 85% proctor en capas de 20 cm incluye: selección y volteo, a mano.	M3	17.89	\$58.95	\$1,054.62
<b>3.0</b>	<b>Muros</b>				
3.1	Muro de tabicón concreto ligero 7x12x24, acabado común, asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye acarreos, andamios y elevaciones.	M2	262.68	\$92.87	\$24,394.29
<b>4.0</b>	<b>Castillos</b>				
4.1	Castillos de 15 x 20 cm, concreto f'c=200 kg2, 4#3, estribos del #2@20 cm, incluye cimbra.	ML	47.00	\$435.59	\$20,472.69
<b>5.0</b>	<b>Trabes</b>				
5.1	Trabe T-1, de 0.20 x 0.35 x 3.5 m, concreto f'c=200 kg/cm <sup>2</sup> , acero #3 y #4, estribos del #3 @20, incluye cimbra.	Pza.	76.73	\$1,412.86	\$108,408.84
<b>6.0</b>	<b>Cerramientos</b>				
6.1	Cerramientos de 15 x 30 cm, concreto f'c=200 kg/cm <sup>2</sup> , con 4#3, estribos del #2@20 cm, incluye cimbra.	ML	112.51	\$301.01	\$33,866.48
<b>7.0</b>	<b>Losa</b>				
7.1	Losa, concreto f'c=200 kg/cm <sup>2</sup> , con acero del #3@20 en ambos sentidos, incluye cimbra.	M2	97.50	\$191.19	\$18,641.16
<b>8.0</b>	<b>Pisos</b>				
8.1	Relleno con tepetate compactado a mano, con humedad optima, en interiores.	M3	105.00	\$0.61	\$64.57

8.2	Firme de concreto de 5 cm de espesor de f'c=150 kg/cm <sup>2</sup> , R.N. hecho en obra, incluye: elaboración, acarreo y colocación.	M2	97.50	\$157.08	\$15,315.63
8.3	Piso de loseta, asentado con mortero cemento-arena 1:4, lechadeado con cemento blanco-agua, incluye: acarreos a 1a. estación a 20.00 m.	M2	97.50	\$177.29	\$17,285.833
<b>9.0 Acabado de muros</b>					
9.1	Repellado en muros a regla, nivel y plomo, con mortero cemento-arena 1:4 espesor promedio de 2 cm, incluye acarreo de materiales.	M2	394.10	\$74.64	\$29,417.13
9.2	Pintura vinilica Vinimex 700 en muros con concreto aparente, incluye: una mano de sellador, dos de pintura y acarreos.	M2	394.10	\$14.47	\$5,703.10
<b>10.0 Acabados de plafones</b>					
10.1	Aplanado en plafones, con mortero yeso-agua de 2.0 cm. de espesor, incluye: acarreos.	M2	97.50	\$39.22	\$3,823.84
10.2	Pintura vinilica Vinimex 700 en plafones con concreto aparente, incluye: una mano de sellador, dos de pintura y acarreos.	M2	97.50	\$14.32	\$1,396.46
<b>11.0 Accesorios para baño</b>					
11.1	Colocación de accesorios para baño, con pasta de cemento blanco. Incluye mano de obra.	Jgo.	2.00	\$482.25	\$964.49
11.2	Suministro e instalación de inodoro con tanque y tapa. Incluye: material necesario para la instalación y mano de obra.	Pza.	2.00	\$1,147.94	\$2,295.88
11.3	Suministro y colocación de lavabo de sobreponer, color blanco, incluye: llave mezcladora y cespól, material necesario para la instalación y mano de obra.	Pza.	2.00	\$938.14	\$1,876.27
11.4	Calentador automático CAL-O-REX. Incluye: materiales de consumo y mano de obra.	Pza.	1.00	\$4,128.46	\$4,128.46
11.5	Colocación de fregadero de acero inoxidable.	Pza.	2.00	\$1,470.20	\$2,940.40
11.6	Colocación de regadera, incluye llave mezcladora y material necesario para la instalación.	Pza.	2.00	\$198.54	\$397.08
11.7	Colocación de lavadero	Pza.	2.00	\$336.48	\$672.96
11.8	Suministro y colocación de tinaco Marca Rotoplas. Cap. 1100 Lts.	Pza.	1.00	\$734.61	\$734.61
11.9	Suministro y colocación de bomba para agua de 1/4 HP 25 mm. Incluye todos los materiales para su instalación.	Pza.	1.00	\$735.30	\$735.30
<b>12.0 Puertas</b>					
12.1	Colocación, puerta de madera de 3 mm, de 2.13 x 0.90 m. Incluye: cerradura, marco y bisagras.	Pza.	7.00	\$917.76	\$6,424.34
12.2	Colocación, puerta metálica, exterior.	Pza.	2.00	\$937.55	\$1,875.10
<b>13.0 Herrería</b>					
13.1	Colocación de ventana de 2.00 m de ancho x 2.00 m alto, de aluminio natural, corrediza, vidrio 3 mm. Incluye: suministro, colocación, accesorios.	Pza.	6.00	\$4,285.95	\$25,715.72
13.2	Colocación de ventana de 0.80 m de ancho x 0.50 m alto, de aluminio natural, corrediza, vidrio 3 mm. Incluye: suministro, colocación, accesorios.	Pza.	3.00	\$736.65	\$2,209.94
<b>14.0 Instalación Sanitaria</b>					
14.1	Suministro y colocación de tubo de PVC sanitario de 2" de diámetro. Incluye: material necesario para la instalación, herramienta y mano de obra.	ML	4.20	\$7.32	\$30.76

14.2	Suministro y colocación de tubo de PVC sanitario de 4" de diámetro. Incluye: material necesario para la instalación, herramienta y mano de obra.	ML	11.00	\$14.15	\$155.61
14.3	Suministro y colocación de conexión Y de PVC sanitario de 2" de diámetro. Incluye: material necesario para la instalación, herramienta y mano de obra.	Pza.	2.00	\$79.14	\$158.27
14.4	Suministro y colocación de conexión Y de PVC sanitario de 4" de diámetro. Incluye: material necesario para la instalación, herramienta y mano de obra.	Pza.	4.00	\$94.33	\$377.30
14.5	Suministro y colocación de codo 45° PVC sanitario de 2" de diámetro. Incluye: material necesario para la instalación, herramienta y mano de obra.	Pza.	4.00	\$59.58	\$238.33
14.6	Suministro y colocación de codo 45° PVC sanitario de 4" de diámetro. Incluye: material necesario para la instalación, herramienta y mano de obra.	Pza.	6.00	\$132.15	\$792.89
14.7	Suministro y colocación de codo 90° PVC sanitario de 4" de diámetro. Incluye: material necesario para la instalación, herramienta y mano de obra.	Pza.	4.00	\$60.20	\$240.80
14.8	Suministro y colocación de coladera de 4" de diámetro. Incluye: material necesario para la instalación, herramienta y mano de obra.	Pza.	4.00	\$186.33	\$745.30
<b>15.0</b>	<b>Instalación Hidráulica</b>				
15.1	Instalación de tubería de cobre de 13 mm. Incluye: pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, herramienta, equipo y mano de obra.	ML	22.00	\$31.10	\$684.14
15.2	Instalación de tubería de cobre de 19 mm. Incluye: pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, herramienta, equipo y mano de obra.	ML	14.00	\$47.57	\$665.99
15.3	Instalación de tubería de cobre de 25 mm. Incluye: pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, herramienta, equipo y mano de obra.	ML	9.20	\$55.59	\$511.40
15.4	Instalación de codo 90° de cobre de 13 mm. Incluye: pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, pasta, soldadura, herramienta, equipo y mano de obra.	Pza.	22.00	\$34.47	\$758.33
15.5	Instalación de codo 90° de cobre de 19 mm. Incluye: pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, pasta, soldadura, herramienta, equipo y mano de obra.	Pza.	8.00	\$45.75	\$366.02
15.6	Instalación de codo 90° de cobre de 25 mm. Incluye: pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, pasta, soldadura, herramienta, equipo y mano de obra.	Pza.	6.00	\$61.53	\$369.19
15.7	Instalación de codo 45° de cobre de 13 mm. Incluye: pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, pasta, soldadura, herramienta, equipo y mano de obra.	Pza.	4.00	\$36.44	\$145.75
15.8	Instalación de Tee de cobre de 13 mm. Incluye: pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, pasta, soldadura, herramienta, equipo y mano de obra.	Pza.	2.00	\$50.03	\$100.05
15.9	Instalación de Tee de cobre de 19 mm. Incluye: pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, pasta, soldadura, herramienta, equipo y mano de obra.	Pza.	2.00	\$70.63	\$141.26
15.10	Instalación de Tee de cobre de 19x13x19 mm. Incluye: pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, pasta, soldadura, herramienta, equipo y mano de obra.	Pza.	2.00	\$75.37	\$150.74
15.11	Instalación de llave de nariz bronce pulido. Incluye pruebas hidráulicas, materiales, acarreo, desperdicios, pasta, soldadura, herramienta, equipo y mano de obra.	Pza.	2.00	\$96.36	\$192.73

<b>16.0</b>	<b>Instalación Eléctrica</b>				
16.1	Salida para contacto doble polarizado de 127 v.	Salida	19.00	\$729.93	\$13,868.59
16.2	Salida eléctrica de iluminación.	Salida	23.00	\$415.19	\$9,549.30
<b>17.0</b>	<b>Azotea.</b>				
17.1	Pretil de tabicón concreto ligero 7x12x24, acabado común, asentado con mortero cemento-arena 1:4, incluye acarrees, andamios y elevaciones.	M2	31.00	\$19.49	\$604.34
17.2	Castillos de 15 x 20 cm, concreto f'c=200 kg/cm2, 4#3, estribos del #2@20 cm, incluye cimbra.	Pza.	12.00	\$186.41	\$2,236.91
<b>18.0</b>	<b>Escalera</b>				
18.1	Cimbra común de madera de tercera en escalera, por superficie de contacto, incluye: acarrees, habilitado, cimbrado y descimbrado.	M2	4.77	\$232.28	\$1,107.99
18.2	Habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo en escalera, fy=4200 kg/cm2, #3@20 cm en ambos sentidos. Incluye ganchos, traslapes, desperdicios, alambre recocido y acarrees.	Ton	0.04	\$4,591.28	\$183.65
18.3	Concreto en escalera, f'c=200kg/cm2, R.N., TMA = ¾" fabricado en obra a mano incluye: acarrees 1a. estación a 20.00m.	M3	0.80	\$1,871.16	\$1,496.93
<b>19.0</b>	<b>Limpieza</b>				
19.1	Limpieza general para entrega-recepción de obra, incluye, jabón, agua, franela, jerga y escoba.	M2	210.00	\$0.17	\$36.04
<b>Importe Total = \$455,526.74</b>					

**Resumen De Presupuesto.**

Clave	Descripción	Importe
1.0	Preliminares	\$321.95
2.0	Cimentación	\$89,535.59
3.0	Muros	\$24,394.29
4.0	Castillos	\$20,472.69
5.0	Trabes	\$108,408.84
6.0	Cerramientos	\$33,866.48
7.0	Losa	\$18,641.16
8.0	Pisos	\$32,666.03
9.0	Acabados en muros	\$35,120.23
10.0	Acabados en plafones	\$5,220.30
11.0	Accesorio para baños	\$14,745.45
12.0	Puertas	\$8,299.45
13.0	Herrería	\$27,925.66
14.0	Instalación Sanitaria	\$2,739.26
15.0	Instalación Hidráulica	\$4,085.61
16.0	Instalación Eléctrica	\$23,417.89
17.0	Azotea.	\$2,841.25
18.0	Escalera	\$2,788.57
19.0	Limpieza	\$36.04
<b>Importe Total = \$455,526.74</b>		

## V.10 Índices de costos en la construcción.

### Índices De Costo

Los índices de los precios de construcción son útiles para muchas cosas. Un economista necesita deflacionar los costos de la construcción para expresarlos en dinero de poder adquisitivo constante, los valuadores y los corredores de seguro los necesitan para preparar estimaciones del costo de reemplazo de los edificios con propósitos de seguros y otros, el ingeniero de costos los necesita para adaptar los datos de los costos históricos y geográficos a un lugar y tiempo específicos.

Si bien el tema es muy complejo, los índices de precios se dividen básicamente en dos clases:

1. índices de precios de insumos, que miden los cambios de precio que tienen lugar en los insumos de la construcción, tales como tasas de salarios, precios del material, o costos del equipo.
2. índices de producción, que miden los cambios de precios en los niveles de producción o *in situ*, tales como, el costo por kilowatt-hora por planta de energía o el costo del acero estructural por tonelada que paga el consumidor de la construcción.

Se tiene disponible gran cantidad de índices de insumes, principalmente debido a que son fáciles de obtener. Los únicos dos índices totalmente canadienses de este tipo son los publicados por Statistics Canadá, que presentan un promedio global para todo el Canadá, y el publicado por Southam Business Publications Limited a través de CanaData División, cuya base es provincial. Este último es posiblemente el que más se usa.

El índice de producción que está disponible en Canadá es el índice de precios para los concursos para carreteras, publicado sobre una base provincial por Statistics Canadá. Este índice abarca las estructuras de las obras viales y de carreteras y, por tanto, no es importante para la industria de la construcción en general. Se obtiene de los precios unitarios de las obras de carreteras y por tanto, es una medida más o menos exacta del mercado real. En la industria de la construcción de Estados Unidos hay muchos índices de insumo y producción importantes. El mejor conocido es el Engineering News Record, Means & Dodge.

Los índices de insumo no miden cambios en la productividad, cambios en los métodos de construcción, cambios en las especificaciones técnicas, fluctuaciones en las utilidades de los contratistas, o las presiones normales del mercado. Por tanto, tales índices tienen una tendencia a inflarse en un periodo. Esto se hizo muy evidente en Toronto durante 1976-1977, cuando ciertos costos de la construcción permanecieron más o menos estables, en contraste con el índice de Southam, que subía constantemente durante el periodo. Por tanto, en este caso el basarse únicamente en el índice Southam hubiera resultado en una sobreinflación de los precios proyectados de la construcción.

Un mejor método para predecir los costos y precios de la construcción consiste en hacer modelos matemáticos basándose en los tipos reales de construcción modificados por precios de producción por subcontrato que se relacionan a ubicaciones particulares en periodos seleccionados. Este método de modificar los precios y los costos elimina el riesgo de sobreestimar los aumentos inherentes utilizando índices de cobertura o índices no enteramente pertinentes al tipo de obra que se analiza.

La teoría general del empleo de los índices de la construcción es que dice que deben descontarse de un 2 a un 5% para tomar en cuenta las variaciones en la productividad y otros cambios en la mejora de los costos. Se aplican ajustes adicionales para adaptarse a las condiciones actuales del mercado en lugares particulares.

Las tarifas de precios y costos proporcionadas por las diversas publicaciones son normalmente efectivas durante un periodo de un año (y de ordinario se publican trimestralmente) y representan las tarifas que se utilizan en las ofertas durante este periodo. Estas publicaciones intentan incluir un incremento desde el momento de la oferta hasta el comienzo estimado de la obra y durante un periodo de construcción.

Cuando para predecir los precios se utilizan tarifas publicadas será necesario establecer el incremento que ocurrirá durante el intervalo de tiempo comprendido entre el presupuesto inicial presentado a concurso o el tiempo de la compra. Mientras más grande sea la demora en "ponerse al día", mayor será el riesgo de aumentos en los precios y en el costo.

Para los proyectos complejos y a gran escala es necesaria una aplicación cuidadosa de los índices.

Los contratistas que fabrican e instalan equipo grande, tales como elevadores, son reuentes a divulgar sus precios futuros estimados, y por consiguiente el precio estimado obtenido es el precio en el momento de hacer la encuesta, esto es, el precio "sobre el mostrador", que por supuesto no es realista. Cuando un proyecto posiblemente se extienda más allá de 18 meses hasta un periodo de 2 o más años hay una renuencia adicional a divulgar las cifras de los presupuestos, y los precios publicados no son confiables.

A partir de los índices publicados, utilizando métodos de pronóstico, se puede hacer un intento realista para predecir las tendencias de los costos a largo plazo. Un índice de costos es la expresión de la diferencia relativa expresada en unidades porcentuales. Si el costo de una cierta parte de la obra en febrero de 2008 tiene un valor índice de 105.6 en comparación con una base de 100 en 2007, entonces el costo de la obra en febrero de 2008 será de  $105.6/100.0 \times$  el costo de esa misma parte de la obra en 2007.

Los criterios de insumos de los costos de la construcción varían de área en área y de pueblo en pueblo. Obviamente el establecer tasas para cada lugar sería una tarea gigantesca y poco productiva. Para superar este problema, sólo se hacen investigaciones de los costos y precios principales de la construcción. Luego las investigaciones se comparan con un índice ciudadano base común con un valor de 100, y a las áreas individuales se les asignan índices compuestos correspondientes. No todos los costos del trabajo de construcción varían de área en área. Se usa el índice de costo uniforme (ICU) para dividir los subcontratos a los cuales se les aplican los índices.

Se obtienen las estimaciones de los costos en cualquier área utilizando el índice ciudadano básico multiplicándolo por el índice regional. La estimación total será la suma de los costos estimados para cada división del ICU según se determinan aplicando los índices para los subcontratos principales. Se calcula y se aplica alternativamente un índice compuesto a una estimación total de la construcción.

También se puede utilizar un índice para derivar otros índices entre ciudades objetivas (en donde se relacionan con la misma ciudad "matriz") dividiendo los índices dados de la misma base. Por tanto, un índice de variación entre Regina y Saskatoon se encuentra como sigue:

$$\text{Índice} \times \frac{\text{Regina}}{\text{Saskatoon}} = \frac{\text{índice (Regina/Winnipeg)}}{\text{índice (Saskatoon/Winnipeg)}}$$

en donde Winnipeg es la ciudad matriz (base).

Utilizando índices regionales es posible establecer información relativa de área a área y de ciudad a ciudad.

### V.11 Variación por efectos o causas económicas. Escalación.

La Escalación se define como el Cambio o variación en los precios bases de Estimación, por el incremento o decremento de los mismos a lo largo del tiempo.

La Escalación se debe básicamente a razones macroeconómicas. Los elementos básicos que explican la Escalación son la Inflación, Aumento o disminución de Precios por Oferta y Demanda y las variaciones de la Paridad Cambiaria.

### V.12 Tipos de contratos más usuales y su influencia en el presupuesto.

**El contrato** de construcción de obras, es el documento que firman el Contratista y el Constructor. Mediante el cual el Constructor se obliga a ejecutar las obras y al Contratista a pagarlas. El contrato debe describir qué trabajos hay que realizar y cómo ha de efectuarse el pago de los mismos.

Los trabajos son con frecuencia complejos y suponen muchas operaciones diferentes, exigiendo al Constructor la compra de multitud de materiales y diferentes elementos manufacturados, así como el empleo de una amplia gama de máquinas y la colaboración de personas de diferentes oficios.

Existen muchas maneras de contratar el pago de unas obras de construcción. Estas difieren básicamente en la forma de abonar la construcción que se realiza. Cada una de ellas determina en el Constructor una estrategia distinta a la hora de programar el proceso constructivo y sobre todo a la hora de

establecer prioridades en la ejecución de las distintas unidades de obra. Los tipos más corrientes de contratos de construcción son:

*Para una fácil comprensión y recordatorio de cada tipo de contrato se han elegido unas denominaciones, que aunque no siempre se utilizan como aquí se expresan, sí que dan una idea clara del tipo de contrato al que nos referimos.*

### ***Ventajas e Inconvenientes de cada tipo de Contrato.***

#### ***Contrato de Proyecto y Construcción***

Es una modalidad, que en los últimos tiempos se está haciendo habitual en los grandes proyectos de construcción. En este tipo de contrato el Constructor o Contratista toma a su cargo tanto el proyecto como la construcción de las obras y en su oferta valora la ejecución de los trabajos descritos en un proyecto, que el mismo equipo o alguien por cuenta del Constructor ha redactado. En este tipo de contratos el Contratista realiza la licitación sobre un Pliego de Bases, que define de manera sucinta el objetivo o intención que desea conseguir con la construcción, y deja en libertad al licitador para definir la manera de lograrlo, debiendo el mismo licitador valorar con posterioridad su propio proyecto. El Contratista realiza la adjudicación a aquella oferta que le resulta más aceptable para satisfacer los objetivos perseguidos con la construcción o simplemente a aquella que le gusta más. Algunos contratistas se inclinan claramente por este tipo de contrato, sobre todo cuando en él se incluye la financiación de toda la operación. Es decir el constructor no sólo aporta el proyecto completo y su construcción, sino que lo financia y el Contratista se compromete a abonar a lo largo de una serie de años, normalmente muchos más de lo que dura la construcción, el importe total de su promoción.

En la actualidad, en ciertos casos, se incluyen entre los trabajos comprendidos en el contrato incluso el mantenimiento de la construcción o instalación construida durante una cantidad considerable de años. En algunos países, se contratan en la actualidad tramos de carretera incluyendo en el contrato el paquete completo: Proyecto, Construcción y Mantenimiento durante diez o quince años. El Contratista (habitualmente la Administración en estos últimos casos) pacta con el Constructor el pago dilatado en el tiempo de toda la operación, incluyendo, como es lógico, en el importe los intereses generados por el pago diferido.

*Como ventajas de este sistema se pueden señalar:*

- ❖ Coordinación de especialistas en diseño y en construcción de un determinado tipo de obras, lo que repercute favorablemente en la calidad final de la construcción.
- ❖ Proyecto concebido en todo momento para ser construido de una manera racional y económica. En muchas ocasiones el diseño ha sido condicionado por la propia ejecución de los trabajos.
- ❖ Posibilidad de conseguir ofertas económicamente ventajosas al amoldar el constructor el Proyecto a sus disponibilidades.

*Por el contrario este sistema tiene como inconvenientes:*

- ❖ Cada constructor ofrece soluciones diferentes, adecuadas a su propia conveniencia, que pueden no coincidir con la conveniencia del proyecto o idea del contratista.
- ❖ Encarecimiento de la fase de diseño, al concurrir por ejemplo diez proyectos y ofertas distintas y sólo aprovecharse una sola.
- ❖ Falta de control por parte del contratista, al no disponer de persona independiente que pueda velar por sus intereses en los posibles cambios de diseño al construir.
- ❖ Difícil garantía de que, en caso de dificultades, el coste ofertado no varíe sustancialmente y siempre hacia arriba.

### ***Contrato a precio Alzado o Cerrado***

En este tipo de Contrato denominado con frecuencia llave en mano el Constructor se compromete a entregar una construcción completamente terminada y en estado de funcionamiento contra la entrega de una cantidad fija, repartida en plazos pactados previamente, de acuerdo con el avance de la obra. La oferta del Constructor se basa en un estudio del proyecto suministrado por el Contratista, pero los riesgos de errores en dicho Proyecto se entienden asumidos por el Constructor que debe por tanto realizar un estudio completo y exhaustivo del proyecto que le entrega el Contratista y añadir en él todo aquello que considera que falte ya que la cifra de su oferta se considera "cerrada" una vez firmado el Contrato. El constructor se compromete a recibir exclusivamente la cantidad ofertada, incluyendo en ella todas aquellas cosas que en su opinión son

necesarias para la correcta terminación y funcionamiento de la instalación aunque no estuvieran incluidas en el Proyecto recibido para el estudio de la oferta.

*Las ventajas de este tipo de contrato son:*

- ❖ Todas las ofertas tienen la misma base, es decir, se oferta lo mismo por cada uno de los licitadores, por tanto son comparables.
- ❖ El contratista se asegura un costo más o menos cierto o al menos con muy pequeño porcentaje de variación, ya que los riesgos de posibles variaciones son asumidos por el constructor e incluidos en el precio ofertado.
- ❖ El constructor asume la responsabilidad de la medición; por lo tanto puede valorar algo que el mismo ha medido, lo que le exime de posibles errores ajenos a la hora de evaluar sus propios costes.
- ❖ Evita una gran parte del trabajo de medición y valoración del trabajo realizado, pues la cifra final de cada unidad es conocida y por lo tanto se puede CERTIFICAR, o sea pagar cada relación mensual de obra realizada, a base de calcular el porcentaje realizado de cada unidad.
- ❖ El Contratista obtiene una serie de ofertas, que le comprueban la fiabilidad económica del Proyecto que encargó y al compararlas le dan una idea muy clara de cual puede ser el precio real de la construcción de su proyecto.

*Como inconvenientes se podrían señalar:*

- ❖ El establecimiento de un precio cerrado obliga al Contratista a no poder variar prácticamente nada una vez realizada la adjudicación, ya que si lo hace el constructor puede aprovechar la coyuntura para mejorar su posición contractual y ya no tiene competencia posible, que permita comprobar lo procedente de su postura.
- ❖ Requiere un proyecto bien definido y exacto con pocas posibilidades de error, pues cualquier variación supone dificultades seguras entre Contratista y Constructor.
- ❖ Este tipo de contratos sólo son recomendables en alguno de los casos siguientes:
  - ❖ Obras de poca cuantía económica.
  - ❖ Obras que pueden ser definidas con precisión. Debe evitarse su uso, por ejemplo, en obras subterráneas, o con alto grado de incertidumbre.
  - ❖ Obras de poca duración o poco riesgo de variación de precios.

### **Contratos De Precio Unitario**

Cuando se tienen disponibles planos y especificaciones y se define el alcance de la obra, pero sólo se pueden establecer cantidades aproximadas, se celebra un contrato a precio unitario. En este caso se requiere una estimación de precios unitarios, en donde toda la obra se divide en unidades mensurables para las cuales se establece un costo, estimando analíticamente las constantes de mano de obra, uso y desperdicio de materiales, y requerimientos de planta-hora. A este costo unitario se le añade un porcentaje para cubrir los gastos generales y la utilidad. Se estima el reembolso para el constructor midiendo las unidades de obra conforme progresa el contrato y aplicando los precios unitarios estimados ofrecidos. Este método de fijación de precio permite que el trabajo de construcción comience sin saber las cantidades exactas implicadas y resulta útil en las obras grandes de ingeniería civil que involucran grandes cantidades. Se puede emplear una escala deslizante a un precio unitario estimado para ajustar las cifras para tomar en cuenta las cantidades en exceso o de menos.

### **Contratos De Costo Más Honorarios Fijos**

En aquellos proyectos en donde el alcance de la obra no está definido con claridad, tales como la renovación de unas instalaciones existentes, en donde está implicada tecnología que no ha sido probada, o en proyectos confidenciales, se celebra un contrato de costos más honorarios fijos. Cuando el costo no es el interés prioritario, se le pueden dar instrucciones a un contratista para que proceda a realizar la obra, registrando todos sus costos conforme avanza. A los costos registrados se añade la descripción por escrito de los gastos generales y utilidades cubiertos, y se le paga al contratista a intervalos convenidos. Sin embargo, en la mayoría de los casos es importante el costo final, aun cuando se desconozca la amplitud exacta de la obra. En este caso se negocian convenios de costo más honorarios fijos, que incorporan un costo máximo posible o garantizado. Para llegar a este costo máximo, personal experimentado hace estimaciones, utilizando especificaciones generales y los proyectos de distribución preliminares. A partir de la experiencia pasada se predicen la mayoría de las reservas para los costos de construcción, y se adaptan las estimaciones para que cubran estas eventualidades. La estimación del costo máximo producido así incluye los gastos generales y la utilidad. Esta estimación refleja el precio máximo que tendrá que pagar el cliente por la obra contratada. Se pueden utilizar varios refinamientos en este tipo de contrato para compartir cualesquiera ahorros que estén abajo de esta estimación máxima, creando de esta manera incentivos para bajar costos.

### **Contrato de Presupuestos Parciales y Presupuesto General**

Es el contrato habitual y más frecuente; utilizando los cuadros de precios del proyecto y la medición de los planos del mismo se obtiene una valoración reflejada en unos presupuestos parciales y un presupuesto general, como suma de los diferentes presupuestos parciales incluidos en el proyecto recibido y que formará parte del Contrato. Este presupuesto general, afectado de un coeficiente mayor que la unidad, para cubrir impuestos, gastos generales, beneficio industrial y cualquier otro costo proporcional al volumen de obra realizado, es el presupuesto final del proyecto sobre el cual el Constructor se compromete a hacer una baja o un alza. Para obtener la cifra de su oferta, el Constructor obtiene sus propios precios de coste de las distintas unidades de obra que figuran en el proyecto. Aplica estos precios a las mediciones que figuran en el proyecto recibido y obtiene unos presupuestos parciales y un presupuesto general llamado presupuesto por administración... A continuación obtiene el factor por el cual debe multiplicar todos sus costes directos para cubrir gastos generales, impuestos, permisos, imprevistos y beneficio industrial. Este factor en la actualidad puede variar en la actualidad entre el 1,35 y el 1,70. Al aplicarlo al presupuesto general por administración, se obtiene la cifra que en realidad debería ser la ofertada por el Constructor. Esta cifra no coincide casi nunca con la cifra del Proyecto estudiado y al compararla con aquella nos da la baja o alza que el Constructor necesita hacer para hacerse cargo del Contrato con un justo beneficio por su actividad. Esta baja o alza se aplica a todos los precios del Contrato para facturar mensualmente al Contratista, las unidades de obra realizadas por el Constructor. En este tipo de contrato se pacta que sólo se abonarán aquellas unidades de obra realmente ejecutadas por el Constructor. Una vez construida la obra las mediciones reales multiplicadas por los precios unitarios afectados por la baja o alza pactada, dan el importe total definitivo a cobrar por el Constructor. En el Pliego de Condiciones del Proyecto, que es uno de los documentos del Proyecto que se incorpora al Contrato, se suele especificar el porcentaje de variación aceptado en el volumen total de cada unidad de obra, para respetar el precio de la unidad contratado.

Las ventajas de este tipo de contrato, sobre todo si el Proyecto está bien realizado, son evidentes pues participa de las ventajas de los otros sistemas ya descritos y por ello es el tipo de contrato más común en las obras de ingeniería. Asegura en cierta medida el coste total y al mismo tiempo deja abierta la posibilidad de introducir variaciones sin perjuicio para ninguna de las dos partes contratantes: Contratista y Constructor. Por otra parte fija una base concreta y determinada sobre la que realizar la licitación de las obras, permitiendo una competitividad justa entre los concursantes a una obra.

### **Contrato por Administración**

Aunque suele ser el sueño de algunos constructores, no es en absoluto recomendable para los intereses del Contratista. Si profundizamos un poco en la filosofía de todo buen Constructor, tampoco lo es para éste. Este contrato por Administración se basa en la fijación de unos precios de mano de obra y materiales por parte del Constructor y con arreglo a ellos se facturan al Contratista los trabajos realizados encargados por la propiedad. El compromiso del Constructor se limita a fijar la cantidad a facturar por cada hora de operario o peón, y por cada unidad de material empleado, pero sin asegurar en ningún caso el número de horas ni las cantidades a emplear en cada unidad de obra. Sobre el total de facturación de mano de obra y materiales consumidos el constructor carga un porcentaje fijo para cubrir sus gastos fijos y beneficio industrial. Por tanto la cantidad total a cobrar por estos conceptos se incrementa a medida que aumenta el volumen total de mano de obra y materiales, independientemente del volumen total de obra realizado.

Este tipo de contrato exige, para ser razonablemente aceptable para el Contratista, una estrecha vigilancia del Constructor por parte del Contratista y supone habitualmente un coste superior en la obra ejecutada que el que se conseguiría con otro tipo de contrato. En este Contrato se elimina todo interés por el rendimiento y la productividad no sólo en el constructor, sino en el propio personal u organización de éste. Por otra parte el constructor se encuentra totalmente coaccionado en su trabajo, no pudiendo tomar decisión alguna, sin el previo permiso del Director Técnico o de la persona que represente al Contratista, lo cual dificulta gravemente su propia programación de trabajo. Además la tramitación administrativa de los pagos suele resultar complicada debido a la multitud de comprobaciones y papeleo que requiere su autorización. No es aconsejable por lo tanto este tipo de contrato, más que en casos de emergencia y siempre de manera provisional y parcial hasta conseguir la firma de otro contrato más conveniente. Como es lógico, existen además multitud de tipos de contratos que contemplan diferentes variantes a las mencionadas más arriba. Entre ellos los contratos al coste más un beneficio fijo, los contratos con beneficio en función del coste alcanzado, etc. El Contrato es básicamente un acuerdo entre las dos partes contratantes en el cual se establecen los compromisos y obligaciones de cada parte, así como el reparto asunción de los riesgos que se puedan presentar. Todo ello en un plano de igualdad que supone además implícita la buena fe de ambas partes en el momento de la firma del contrato.

- ❖ Se prevé y a título excepcional la posibilidad de retribución a precio alzado, sin existencia de precios unitarios
- ❖ Se regula con detalle la aplicación de la revisión de precios
- ❖ Se regula con precisión la adjudicación de un contrato en supuesto de baja temeraria
- ❖ Se regula la constitución y posibilidades de las fianzas o garantías exigidas para los contratos

### **Documentos Del Contrato.**

El contrato de construcción de una determinada obra obliga al Constructor a realizar la obra y al Contratista o Propietario a pagarla. El contrato debe por tanto describir detalladamente qué es lo que hay que construir, y cómo se va a pagar lo construido. Para esto el contrato debe incluir una

*Serie de documentos:*

- a) **Proyecto.** Es conveniente que forme parte del contrato el Proyecto completo, pues si es un buen Proyecto, incluye en él no sólo la descripción gráfica y pormenorizada de todos y cada uno de los trabajos a realizar, sino también condiciones, calidades de ejecución, y formas de abono de cada una de las unidades. Además permite al Constructor obtener una idea clara de cuáles son los objetivos finales de lo que va a hacer y por tanto, si es una persona responsable y técnica, le permite conocer a fondo no sólo lo exigible técnicamente sino también lo conveniente en el proceso constructivo. Desde un punto de vista puramente legal, se suelen especificar los documentos del proyecto que son contractuales, es decir que forman parte legal del contrato e incluso el orden de prioridades en caso de divergencias entre unos documentos y otros.
- b) **Pliego de Condiciones Generales.** En las condiciones generales del Contrato se especifican responsabilidades, obligaciones y poderes de cada una de las partes contratantes y sus competencias en los campos de actuación respectivos.
- c) **Oferta.** Es el documento de compromiso, firmado por el Constructor y aceptado por escrito por el Contratista, donde se fija el precio ofertado y el plazo ofrecido para la terminación de los trabajos, respetando las condiciones fijadas en el Contrato.
- d) **Documentos aclaratorios.** De algún posible punto difícil o importante del contrato, como puede ser el de la fianza, premios o sanciones por retrasos,

forma de actuar en caso de aparición de emergencias imprevisibles, reparto de riesgos, etc., etc.

- e) **Contrato propiamente dicho.** Es el documento, firmado por ambas partes obligándose en los términos fijados en los documentos antes descritos, que se resumen en el compromiso del Constructor a construir y el del Contratista a pagar lo construido.

### ***Riesgos E Imprevistos.***

Ninguna actividad humana que se haya previsto de antemano tiene la garantía absoluta de que su realización se verifique exactamente según se proyectó. Existen una serie de factores de imposible calificación ni cuantificación a priori, que pueden alterar las previsiones iniciales y hacer variar por tanto los resultados obtenidos respecto a los inicialmente previstos. Es el riesgo de no cumplimiento de las hipótesis de partida, riesgo inherente a toda actividad humana. Disminuir riesgos es caro, y aumentarlos peligroso. Es necesario llegar a un compromiso entre conseguir una cierta seguridad de cumplimiento encareciendo la actividad excesivamente; o afrontar un probable fallo en las previsiones, al abaratar en exceso el coste de dicha actividad. El proceso constructivo está basado en unas previsiones apriorísticas, cuya falta de cumplimiento puede traer consigo graves perjuicios de todo tipo a los actores de todo el proceso. Especialmente a aquellos actores que arriesgan en el proceso su patrimonio, su prestigio o incluso su seguridad. Existe la creencia de que el Constructor debe tomar a su cargo la mayoría o incluso todos los riesgos del proceso. Pero esto no debe ser así. Evidentemente la asunción de riesgos por parte del Constructor supone unos costes, que se incluyen en los precios del contrato. El Contratista paga por tanto estos riesgos de una manera indirecta, pero se supone de manera implícita que los riesgos asumidos por el Constructor son los normales de cualquier actividad industrial.

Los riesgos normales habitualmente incluidos en los precios de una manera automática son: retrasos por inclemencias normales del tiempo, aumentos previsibles de materiales y mano de obra (no recogidos en formulas de revisión de precios), acontecimientos previsibles aunque no de frecuencia habitual etc.

Pero cuando los riesgos se convierten en imprevisibles deben ser afrontados de común acuerdo entre el Contratista y el Constructor. No hay que olvidar que el objetivo del Constructor es obtener un beneficio por su actividad constructora. Si éste objetivo no se cumple desaparece como Constructor. Si se le obliga a afrontar costes imprevistos de gran magnitud, tratará de reducir gastos en otras

unidades o elementos de la obra a costa de la calidad de la misma y en perjuicio del propio Contratista.

Otro tipo de riesgos, que podríamos llamar riesgos improcedentes, son aquellos derivados de una falta de información adecuada en el Proyecto, por ejemplo sobre las características del terreno donde se asienta la construcción proyectada. A veces el Proyecto define de manera muy general la unidad a realizar, incluyendo en ella trabajos de muy diferente índole, y por tanto de muy diferente coste, dentro de una misma unidad. Si al final resulta fácil la ejecución del trabajo el constructor puede resultar muy beneficiado, en caso contrario muy perjudicado. Este tipo de riesgo se debe evitar con una información adecuada en el Proyecto, aunque para ello sea necesario encarecer el mismo. Siempre es más barato modificar un papel que derribar parte de una construcción ya realizada. Otra forma de incluir riesgos improcedentes en un contrato, es dejar a la responsabilidad del Constructor el diseño final de una determinada unidad de obra, con especificaciones poco claras que supongan una valoración técnica general opinable de la misma. Por ejemplo: " la excavación quedará con sus laderas en talud apropiado y estable". Esto, en el fondo, es transmitir al Constructor una responsabilidad ingenieril propia del Proyectista que puede tener graves consecuencias para el Contratista, una vez terminada la obra. El proyecto debe definir con exactitud la forma definitiva de cada parte de la obra y la responsabilidad del constructor es, o debe ser, únicamente la de construir exactamente aquello que se ha proyectado, no la de proyectar ni modificar el diseño del Proyecto.

Como resumen se puede decir, que no existe contrato válido entre dos partes para realizar algo que no pueda ser definido completamente. En todo contrato válido existen tres partes esenciales: la

Intención del Contratista según se expresa en los documentos del contrato, la interpretación de esta intención hecha por el Constructor y reflejada en la oferta y el objeto de su mutuo acuerdo.

Por tanto, si un riesgo se materializa en tal manera que se sale de toda magnitud lógicamente concebible por ambas partes cuando éstas redactaron o leyeron los documentos del contrato, éste riesgo materializado es de tal naturaleza que no está cubierto por el contrato. Es decir, todo riesgo mencionado en un contrato tiene implícitos unos límites y resulta imposible para el Constructor salvaguardar los intereses del Contratista más allá de estos límites.

En general, hay que evitar " pasarse de listo " tanto por parte del Constructor como por parte del Contratista. En todo contrato es imprescindible presuponer la buena voluntad de las partes, que aportan unos medios para una tarea común, que ha de ser llevada a cabo con un espíritu de colaboración lo más sincero posible. Y la aparición de " listillos " en una u otra parte acaba siempre siendo perjudicial para el objeto final del contrato: la obra. No hay que olvidar sin embargo, que en un contrato son distintos los intereses de ambas partes contratantes y a menudo enfrentados. Por lo tanto cada parte tiene la obligación de defender sus intereses hasta el límite que permita la justicia del contrato. El interés del Contratista es que su obra resulte de la mayor calidad posible, con el menor coste posible. El objetivo del Constructor es conseguir el máximo beneficio, sin disminuir la calidad prevista y contratada de su producto, que es la construcción que entrega. Y el objetivo del Director Técnico es coordinar estas dos posturas, a menudo enfrentadas, para salvaguardando la calidad de la obra tratar de conseguir del Constructor la máxima calidad posible con los precios previstos en el contrato.

La actuación del Director Técnico como administrador de un Contrato es por tanto una actuación delicada y necesita de unas condiciones humanas que van mucho más allá de sus capacidades técnicas. Como por otra parte esta figura de Administrador de un Contrato presupone que está representando a una de las partes, el Contratista, su labor está condenada a ser parcial desde su origen.

### ***Fianzas***

En los contratos de construcción es corriente estipular que el constructor tenga que depositar una fianza. Se llama fianza a una determinada cantidad de dinero que el constructor deposita por adelantado ó permite que se le deduzca de los pagos periódicos para responder ante el Contratista de posibles reparaciones, defectos o incumplimientos de contrato que pueda padecer la obra realizada.

Esta cantidad normalmente es devuelta al constructor, una vez transcurrido el período de garantía de la obra. Durante este período el Constructor asume la responsabilidad de reparar y dejar la obra en las mismas condiciones que el día en que se terminó. En muchos casos, para no tener que depositar en metálico la fianza, se recurre a un aval bancario, es decir a un documento mediante el cual una entidad bancaria responde ante el Contratista hasta una cantidad determinada, la fianza, de las obligaciones del Constructor.

Naturalmente este aval o fianza supone un coste adicional para el Constructor, coste que ha de repercutir en sus precios. Realmente se trata de un seguro sobre la posible informalidad del constructor, es decir cubre para el Contratista, el riesgo de que el Constructor no responda de sus obligaciones contractuales.

La experiencia enseña, a veces, que quizás sería preciso establecer una fianza o aval que garantice al Constructor, el riesgo de una falta de seriedad del Contratista a la hora de cumplir asimismo sus obligaciones contractuales. No es, por desgracia, infrecuente el caso de que sea el Contratista el causante del conflicto e incluso de la interrupción de las obras, bien de manera directa, bien indirecta por falta o demora en los pagos pactados.

De cualquier forma, tanto la Ley de Contratos del Estado, como los contratos que normalmente se redactan, parecen casi siempre inspirados por una de las partes: El Contratista. En el mundo de la Construcción es frecuente el dicho "pena de muerte para el Contratista (Constructor), por el mero hecho de serlo".

Hay que reconocer sin embargo que la nueva Ley de Contratos de las administraciones Públicas ha avanzado bastante en el capítulo de protección de los derechos del Contratista o constructor.

Sin embargo el contrato de obras de dicha Ley sigue sin ser un contrato en igualdad de derechos y obligaciones para ambas partes contratantes.

En los contratos se suelen contemplar los posibles incumplimientos por parte del Constructor con gran detenimiento, mientras se dedican pocas líneas a las posibles violaciones del contrato por la otra parte.

### ***Cotización***

El paso final en la adquisición de un proyecto desde el punto de vista del propietario es la aceptación de la cotización. Si no se tiene cuidado al obtener el costo más bajo cuando se concede el contrato de la obra, se pueden despreciar las economías que se logran en el diseño. Hay varias formas para reducir el costo del contrato en la adquisición. El costo se puede reducir mucho seleccionando el tipo de contrato que será más adecuado para el proyecto según las condiciones actuales del mercado. También se minimiza el costo seleccionando el tiempo para el concurso cuando el mercado sea competitivo, y los contratistas necesiten trabajo. Otro factor que puede ayudar a reducir los costos es la eliminación de incertidumbres y la clara definición de los paquetes del contrato que tienen una

extensión o alcance muy preciso. Se hace esto pidiendo al estimador de la organización que lea todos los planos y especificaciones y prepare una estimación de comprobación precotización según lo hará el contratista, haciendo una reserva para incertidumbres y ambigüedades. Si la estimación de comprobación de precotización es inconsistente con la estimación original, habrán de revisarse los planos y especificaciones para hacerlos más definitivos y eliminar las incertidumbres si las hay.

Aunque en la sección anterior se discutieron muchos tipos de contratos, en esta sección se estudian los tipos básicos de contrato: suma global, precio unitario y costo más honorarios. Se comenzará con el contrato suma global, guía que corresponde a la cotización.

### **Cotización De Contrato De Suma Global**

Antes de la invitación a concurso, deben quedar muy claras las especificaciones, las condiciones generales y los documentos del contrato. En lo que sea posible deben usarse formularios estándares bien probados para evitar ambigüedades e incertidumbres que hagan que los contratistas coticen con tarifas altas.

Los contratistas tienden también a cotizar ofertas altas para trabajos muy especializados. Puede ser en beneficio del propietario solicitar una cotización por separado para ese trabajo de toda la obra. Al solicitar una cotización de un trabajo el propietario elimina la responsabilidad de estas áreas del contratista general. El propietario debe asegurarse que el trabajo especializado esté terminado a tiempo debido que si no se hace así da al contratista bases para reclamaciones.

Si el propietario es una agencia gubernamental, es un requisito poner la obra a concurso público y suministrar planes y especificaciones al recibir un depósito de cualquier persona o grupo interesado. La invitación a concurso debe publicarse en periódicos locales de mucha difusión. El propietario privado no requiere que ponga en concurso la obra, pero resulta del mayor interés del propietario arreglar la forma mejor de concurso para obtener el mejor precio. Esto puede requerir que se examine activamente a los concursantes en prospecto. Muchos propietarios privados tienen una lista de contratistas seleccionados para diferentes tipos de obra a quienes envían automáticamente los planos y las especificaciones cuando deseen que se haga el trabajo. Normalmente esta lista es compilada por el propietario por un proceso de clasificación previa. Como primer paso en este proceso, el propietario hace público el concurso para que los contratistas presenten reportes de completa capacidad. Luego se estima cada

contratista en términos de su área de experiencia, la de su personal supervisor, del equipo que tiene disponible, y de su rendimiento en los proyectos pasados. Luego se criba en las proposiciones y se solicitan ofertas a aquellos contratistas a los que se consideran mejor calificados para ejecutar un proyecto particular. La lista debe revisarse y actualizarse sobre una base regular. Puesto que los propietarios privados pueden conceder sus proyectos en la forma que se escojan resulta valioso examinar las ventajas y desventajas relativas de la cotización pública versus una cotización limitada a la clasificación previa de contratistas.

Las ventajas de un concurso público son las siguientes:

1. Se garantiza un intervalo más amplio de competencia.
2. Si el propietario sólo pone a concurso un proyecto, puede resultar más rápido estimar las calificaciones del concursante más baja que precalificar varios contratistas.

Las desventajas son:

1. Es más costoso que una invitación a concurso directo debido a la publicidad y documentación extra.
2. Se desperdicia tiempo analizando las cotizaciones que no son adecuadas.
3. Los propietarios no pueden "cambalachear sus precios".
4. Antes de firmar con el contratista de la cotización más baja hay que evaluarla. Por tanto, puede haber una demora extra entre la cotización y la concesión del contrato.

Las ventajas de la precalificación son:

1. Sólo los contratistas calificados presentan precios; de manera que el contrato se concede poco después de que se termina el concurso.
2. Se ahorra dinero, ya que la publicidad es reducida, y el número de juegos de documentos del contrato requerido es conocido.

Las desventajas son:

1. La competencia está restringida.
2. Si la lista de selección del propietario es pequeña, los pocos contratistas involucrados pueden participar con facilidad en una fijación de precio.

Como se puede ver, cada tipo de concurso tiene sus ventajas y desventajas; al final de cuentas reside en el propietario la facultad de elegir el método más económico.

Cuando los propietarios ponen la obra a concurso, también deben pedir fianza de cotización. Esta fianza es pagada por el contratista si no firma un contrato que se le concedió, y de esta manera se tiene la intención de compensar al propietario los gastos que haya realizado al poner en concurso la obra. Este es un requisito normal de los propietarios del sector público.

Cuando se reciben las cotizaciones, el arquitecto/ingeniero del propietario las abre en la presencia de los contratistas y de los representantes del propietario. A continuación se evalúa la oferta más baja, procurando que esté completa en todos los aspectos y no incluya alternativas o excepciones, en contra de la comprobación de la cotización previa. Puede haber una diferencia apreciable entre la oferta más baja y la estimación de comprobación de cotización previa. Esto puede deberse a muchos factores, incluyendo la competencia en el mercado, incertidumbre en las especificaciones, sobre acentuación de la calidad, nuevo tipo de servicio o construcción que no está definido, etc. Bajo tales circunstancias pudiera ser ventajoso volver a definir los planos y especificaciones y ponerlos a concurso. Sin embargo, no se debe eliminar ninguna oferta debido a que aparezca ridículamente baja. El que cotizó más bajo puede haber descubierto un método más sencillo para realizar la construcción que es desconocido para el ingeniero o para los otros concursantes. En todos los casos, habrán de investigarse las ofertas más bajas. Si se especifican alternativas o excepciones, el propietario privado debe buscar aclaración y negociar antes de hacer una selección final.

### ***Cotización De Contrato Por Precio Unitario***

Si es una cotización por precio unitario, las cantidades de los conceptos en la lista de materiales se multiplican y se comparan los totales de las cotizaciones. No se requiere esta multiplicación si el propietario ha solicitado cotizaciones porcentuales abajo o arriba de su propio programa cronológico típico de tarifas para el pago de los conceptos; el porcentaje más bajo indica la cotización más baja.

La comparación de las cotizaciones de precio unitario debe incluir no sólo la cantidad total, sino también el costo de la obra adicional que pueda necesitarse. Si se encuentra roca durante la construcción de un drenaje para alcantarillado, ¿en

qué costo adicional se incurrirá basándose en los precios presentados por cada contratista? La cifra obtenida habrá de multiplicarse por la probabilidad de encontrar roca y sumarse a cada cotización antes de la selección.

Una vez satisfecho de que el precio total de la cotización sea razonable, el propietario debe comprobarla examinando las divisiones de los pagos hechos por el concursante. El desequilibrio en los contratos de suma estipulada puede ocurrir en la división del costo dada por el contratista para facilitar rendimientos tempranos en los pagos que se hacen sobre avance. Como ejemplo especial, considérese el contrato de una casa con una cotización estipulada baja de \$50,000. Los costos estimados del contratista son \$15 000 para los cimientos, \$30 000 para la superestructura y el acabado y \$5 000 para gastos generales y utilidad. En su división del pago tiene \$30 000 para los cimientos y \$20 000 para la superestructura. Si se aprueba esta división, a la terminación de los cimientos este contrato recibirá \$27 000 (\$30 000, menos un 10% de retención). En esta etapa su costo real será de alrededor \$15 000 que es su estimado para los cimientos. Por consiguiente, tiene excedentes \$12 000 después de pagar sus costos de la obra de los cimientos y puede tomarse su tiempo para terminar la superestructura, enviando a algunos de sus hombres a otros trabajos. El propietario no lo puede reemplazar con otro contratista debido a que la estructura costará más de \$23 000 para terminarse. El propietario debe estar consciente de que hay un desequilibrio en la división de los pagos de avance y mantener una retención suficiente para aumentar el interés del contratista en terminar el proyecto con prontitud. De una forma semejante, en los contratos a precio unitario, los contratistas tienden a cargar el precio de los conceptos primarios de pagos de manera que puedan tomar antes la utilidad. Si las cantidades cambian sustancialmente en un contrato desequilibrado, el propietario pagará un precio irrazonablemente alto por el proyecto o el contratista perderá dinero. En el último caso, el propietario obtendrá una calidad más baja en el proyecto y el contratista estará tomando atajos. Una cotización desequilibrada burdamente debe descartarse. El precio unitario de escala deslizante, que es una disposición para la movilización de los costos y las negociaciones en donde las cantidades reales son mayormente diferentes ayudan a reducir las cotizaciones desequilibradas.

Después de un concurso público, el propietario habrá de investigar completamente al concursante con la cotización más baja, y sus capacidades, incluyendo su experiencia, habilidad, mano de obra y equipo disponible, su integridad, con-fiabilidad, y posición financiera en ese momento. Cuando se reciben las ofertas de contratistas precalificadas, el propietario ya tiene conocimiento de las calificaciones de la cotización más baja. Sin embargo, habrá de hacer una comprobación con el objeto de asegurarse de que la posición del

contratista no ha cambiado desde su aceptación en la lista de contratistas precalificados. Sólo cuando se encuentre satisfactorio el contratista en todas formas habrá de concedérsele la obra.

### **Cotización De Contrato De Costo Mas Honorarios**

El método de invitación a concurso de costo más honorarios es el mismo que ya se discutió. Sin embargo, los criterios que se utilizan para seleccionar a un contratista difieren literalmente del contrato de suma global. Al seleccionar un contratista para un contrato de costo más honorarios se acentúa más la experiencia, integridad y equipo del contratista. Se usan los siguientes criterios para seleccionar un contratista en el caso de un contrato de costo más honorarios:

1. Volumen de trabajo anual promedio, cargas de trabajo existentes y capacidad disponible para llevar a cabo la nueva obra.
2. Competencia, experiencia y deseo de concursar para la obra en proyecto.
3. Confiabilidad, reputación con respecto a imparcialidad y excelencia.
4. Calidad, experiencia y costo de la nómina del personal.
5. Planta y equipo, su condición y tarifas de rentas.
6. Cantidad disponible de capital de trabajo.
7. Habilidad para administrar y coordinar el subcontrato de la obra.
8. Grado de competencia en el control de costos.

Además de utilizar estos criterios, el propietario debe obtener manuales escritos y descripciones de los procedimientos usuales seguidos por el contratista en su negocio y asegurarse de que sean los adecuados. Debe hacer el examen de los procedimientos relacionándolos con la tabulación y comparación de las ofertas, aprobación para aceptar compromisos, aprobación de requisiciones de material, y diseminación del programa cronológico y de la información sobre el costo. El propietario tiene que asegurarse de que el contratista seleccionado considere el control de costos como una parte importante de sus operaciones y de que exista en su organización en su departamento de Ingeniería de costos. Posteriormente se evalúa la posición de este departamento con el de la organización del contratista. ¿Quién es el Jefe del Departamento de Ingeniería de costos? ¿Tiene personal contable competente el contratista? ¿Tiene el contratista un control adecuado sobre los compromisos y son en general exactos sus pronósticos del costo final? ¿Realiza un análisis de la tendencia del costo y un programa cronológico? ¿Acentúan sus procedimientos y prácticas el informe de costos,

análisis, sección correctiva, y seguimiento de los mismos por parte de la administración para mantener los gastos reales actualizados con el valor del avance de obra? ¿El código de costos del contratista corresponde al código de costos del propietario? ¿Tiene el contratista un procedimiento escrito para modificar la autorización de orden? ¿Cómo se desempeñó en términos de costo de los proyectos pasados? ¿Fueron competitivos sus precios y su tarifa razonable? ¿Respalda su administración los procedimientos de programación cronológica o control de costos o tan sólo los menciona sin hacerles caso?

El propietario requiere toda la información anterior para la evaluación de lo adecuado del contratista en lo que toca al construir el proyecto. El propietario debe obtener esta información en las propuestas o buscarlas en las reuniones con cada contratista y su administración.

El propietario obtiene las proposiciones con cada contratista, incluyendo currículum vitae del personal administrativo que se asignará al proyecto y una lista del personal de ingeniería, supervisor, administrativo y de construcción, con una estimación del costo de la nómina. El porcentaje calculado sobre el costo de nómina también se incluye en las cotizaciones.

El propietario también debe obtener de cada contratista una lista de equipo con las tarifas y por hora y una declaración dando a conocer el valor de capital de su planta y el procedimiento seguido para llevar a cabo las depreciaciones y reparaciones mayores y la distribución de su costo a los diferentes proyectos. La cotización del contratista también debe incluir una lista de tarifas de renta de equipo así como costos de computadora.

Se pide que cada contratista incluya en la cotización una declaración para el propietario, describiendo los conceptos del gasto que comporten su costo de gastos generales, y el método de distribuir estos costos a los proyectos. Los contratistas también deben dar a conocer, a partir de sus registros históricos de otros proyectos, la tarifa de gastos generales y la tasa de gastos generales cargada en el pasado y hacer una proyección de los gastos generales que se cargará en este proyecto.

La selección de un contratista a base de costo más honorarios de que las proposiciones u ofertas recibidas no es una tarea fácil debido a que las proposiciones en ofertas no tienen un precio definitivo, como es el caso de los contratos de suma global. Sin embargo, si es una cotización de costo más honorarios máxima garantizada, la selección se puede hacer sobre el precio máximo garantizado, procurando que el contratista se considere adecuado para el

proyecto. Pero no todos los contratos de costo más honorarios tienen un precio máximo garantizado. Se debe recordar que una razón para negociar un contrato de costo más honorarios es que no está terminado el proyecto, los mismos propietarios no tienen una estimación definitiva del costo y hay incertidumbre con respecto al alcance del proyecto. No obstante, esta etapa de incertidumbre sólo se relaciona con una parte del proyecto. La parte restante es relativamente definitiva y puede estimarse. Asimismo, es posible estimar burdamente la parte incierta. El subestimado definitivo relacionado con la parte de la obra que se puede estimar se hace estudiando el estimado preliminar de las cantidades, los datos históricos sobre la productividad, las tarifas de horas-hombre y cotizadas por cada contratista. De ordinario se subcontrata esta obra. El segundo subestimado es para la parte incierta de la obra y es diferente para cada contratista, dependiendo de su experiencia, competencia, confiabilidad, etc. Este trabajo será realizado por la mano de obra propia del contratista. La selección de un contratista se hace sobre su competitividad juzgada a partir de su estimación, la cual comparte dos subestimaciones, sus honorarios, y su compatibilidad con los criterios de selección. El subestimado de la parte incierta de la obra debe ajustarse para que refleje la capacidad del contratista en lo que toca a este estimado. Sumando a ella el subestimado para la parte que se subcontratará en otro lado y los honorarios del contratista, se obtiene el costo estimado probable de la obra para seleccionar el concursante con una oferta más baja.

Es preciso recordar que la selección de un contratista es cuanto más un proceso subjetivo. Utilizando los métodos sugeridos aquí, se reduce la subjetividad en gran manera. La selección final también depende de la descripción del propietario, pero su método permite que se haga una evaluación de las fuerzas y debilidades de cada contratista antes de que se seleccione uno para construir el proyecto.



## CAPITULO VII.

### USO DE SOFTWARE PARA LA ELABORACION DE PRESUPUESTOS

En la actualidad existen muchos programas de cómputo que nos ayudan en todas las aéreas de ingeniería civil, desde software de dibujo hasta otros que nos permiten modelar y calcular todo tipo de estructuras como edificios y puentes.

En el área de presupuestos también existen una gran variedad de programas que nos sirven de herramienta para facilitarnos la elaboración de presupuestos de obra. En estos programas podemos hacer desde simples precios unitarios, hasta un presupuesto final de cualquier obra y su programa de trabajo.

La incorporación de los medios informáticos y la computación a las diversas ramas de la ingeniería ha ocasionado un avance extraordinario en la productividad y la velocidad con la que se puede realizar el trabajo de apoyo y planeación en la construcción. Sin embargo en el área de costos, las aplicaciones informáticas sufren de un constante abuso de los usuarios convirtiendo herramientas poderosas en instrumentos de llenado automático de formatos burocráticos.

Para ser muy francos, las propuestas y sus análisis de costos correspondientes se manejan con suma ligereza sacrificando su seriedad en virtud de presentar lo más rápidamente posibles licitaciones cuyos costos en un momento dado nada tendrán que ver con la obra.

En México los mas usados son el Neodata, el Opus y un poco el Campeón, pero en cada país existe una gran variedad de programas para la elaboración de presupuestos.

#### **CAMPEON PLUS 8**

El Campeón Plus 8 es un sistema integral que contempla en forma analítica todos los procesos para llevar a cabo la ejecución de un proyecto. Es el paquete que ha demostrado ser una herramienta muy poderosa para ganar concursos de

obra, reducir costos, recortar tiempos de proyectos y en general, mejorar las condiciones de ejecución del proyecto.

Campeón Plus 8 es un sistema totalmente integrado por lo que permite manejar todas las operaciones de Presupuestación, Programación y Control del proyecto, siendo precisamente estas características las que han hecho que el Campeón Plus 8, sea la mejor herramienta para cientos de Empresas Constructoras, Industriales y de Servicios, Gobiernos, Hoteles, Universidades, Restaurantes, Hospitales, Tiendas departamentales, etcétera, que de esta manera, han capitalizado el avance tecnológico a su favor.

Si ya eres un usuario habitual del Office, los menús del sistema Campeón te serán muy familiares. Con ello ganamos un paso importante en la comprensión y utilización del sistema. De cualquier forma, si no fuera así, la interfase del usuario está elaborada para que rápidamente puedas familiarizarte con él y obtener resultados desde la primera vez.

Campeón Plus 8. Obtendrás tus reportes más rápidos y con diseños personalizados. Si bien el control de proyectos ha sido parte importante de Campeón, en esta versión presenta más y mejores herramientas para que puedas manejar los datos de tus proyectos con más rapidez y eficacia. Una manera fácil de presupuestar y dar seguimiento al programa del proyecto. Igualmente en lo que respecta a la contabilidad y al manejo del inventario. Mayor control de tus materiales y una óptima aplicación de los costos en cada proyecto que realices.



## **OPUS OLE 2.0**

El sistema OPUS es desarrollado por la empresa ECOSOFT, es una empresa de desarrollo de software para PC, que comenzó sus funciones en 1984. Dicha empresa esta especializada en ingeniería de costos, cuenta actualmente con una red de distribución internacional, por la cual tiene mas 30,000 clientes en todo el mundo.

Hasta hace unos años, solo las grandes empresas podían pagar el uso de las computadoras, debido a su alto costo de adquisición y mantenimiento. A partir de la presencia y disponibilidad abierta de las microcomputadoras personales (PC), las pequeñas y medianas empresas empezaron una nueva era de eficiencia y desarrollo en sus respectivos trabajos. Ante este panorama los socios de ECO Ingeniería. S.A. consultores, se plantearon la conveniencia de convertir un basto conjunto de conocimientos y experiencias adquiridas en el campo de la ingeniería, en programas de computo que permitieran a la ingeniería desarrollar sus tareas con mayor eficiencia y calidad.

El sistema para la Administración y Control de Obras de Construcción OPUS, se ha instalado en más de 40,000 computadoras en México, Caribe, Centro, Sudamérica, EU, Canadá y Europa.

*Entre sus usuarios se encuentran:*

Ingenieros Civiles Asociados (ICA), Petróleos Mexicanos, Teléfonos de México, Instituto Mexicano del Petróleo, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Departamento del Distrito Federal, Secretaría de Desarrollo Social, Secretaría de la Defensa Nacional, Comisión Nacional del Agua, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Universidad Iberoamericana, Cementos Cruz Azul, Siemens, Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción, Lucent Technologies, Grupo Electra, Televisa, Cinemax, Chrysler de México, Coca Cola, entre muchos otros.

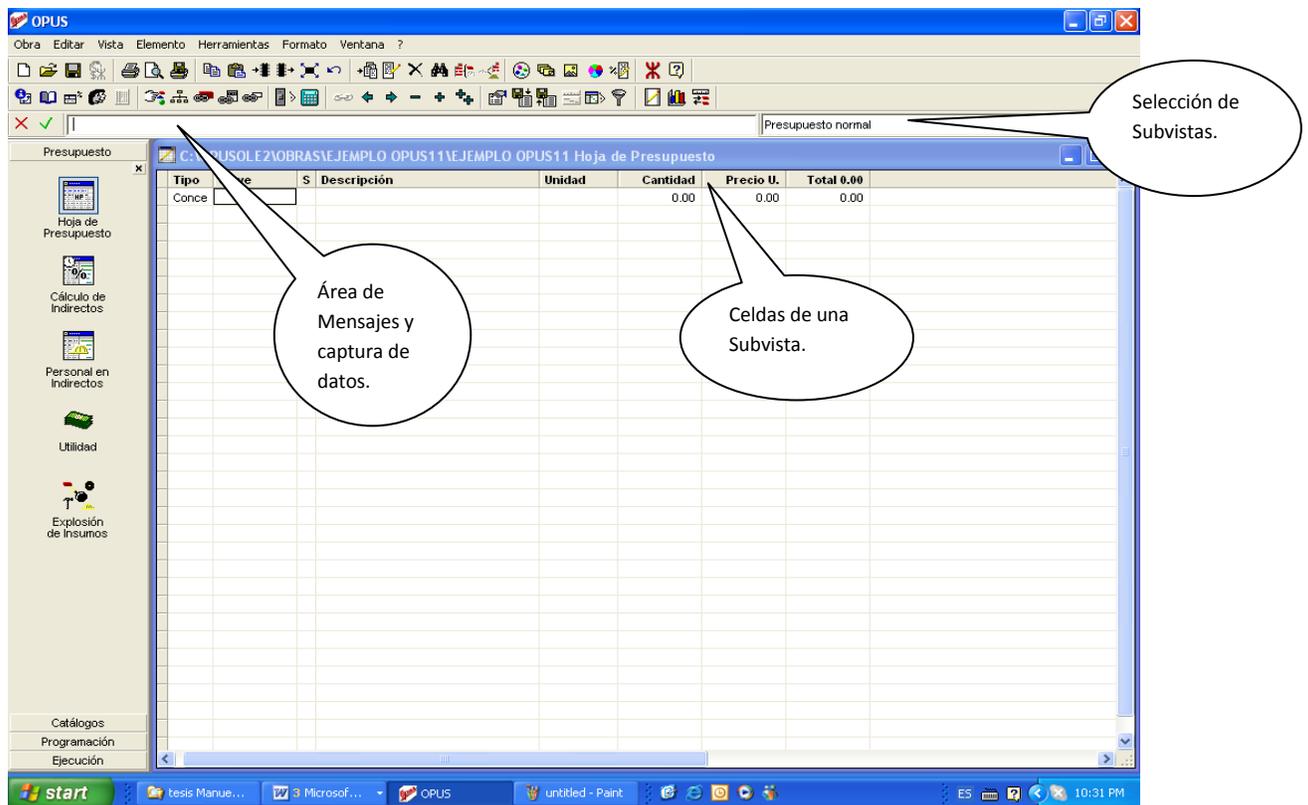
OPUS es una herramienta de software que le ayudará desde generar un presupuesto, hasta la administración y control de una obra, de una forma sencilla.

Con esta versión, se abre el panorama hacia la utilización de herramientas y componentes OLE, abreviatura en Inglés de Object Linking and Embedding (en español: Objeto Ligado e Incrustado). En primera instancia OPUS crea una novedosa interfase de comunicación entre la información de un presupuesto y otras vistas y objetos de las aplicaciones más utilizadas en Windows, nos

referimos a hojas Microsoft Excel® y documentos Microsoft Word®; además abre las posibilidades de hacer vínculos con otras aplicaciones que incluyan Servidores OLE.

OPUS es una aplicación Windows y como tal, cuenta con un menú y barras de iconos (algunos del tipo MS Office) área de mensajes y áreas de trabajo, en la cual se mostrarán las diferentes subvistas o ventanas de captura de información. Utiliza la técnica drag and drop para copiar información de un lado a otro.

La siguiente ventana muestra la vista de entrada al sistema OPUS.



Los menús de OPUS están estratégicamente colocados, siempre encontrará las opciones de mayor importancia en sentido de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.



## NEODATA

NEODATA en su nueva versión 2009 ofrece las herramientas más modernas y necesarias que le facilitarán la elaboración de sus presupuestos.

Precios Unitarios 2009 permite generar nombres tan largos como los necesite (hasta 256 caracteres) abrir tantas ventanas como requiera sin necesidad de tener que cambiar de pantalla, utilizar iconos estándar de Microsoft Office, visualizar la descripción de los iconos, arrastrar, copiar, personalizar el sistema, etc. También cuenta con libros de reportes en formatos compatibles con Excel, Word y Acrobat.



The screenshot shows the login interface for NEODATA. At the top left is the NEODATA logo. To the right, it displays the version information: (V18M2009R11) and Versión: 13/Oct/2008. The main title is 'Precios Unitarios 2009' in large white letters over a background image of a red Ferrari Formula 1 car. Below the title, it specifies 'Serie del producto: 2106' and 'Versión monousuario'. The user name 'JOSE LUIS COLIN (NEODATA)' is shown in a grey box. The login fields include 'Usuario:' with 'NEO' entered and 'Contraseña:' which is empty. There are 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons. A note at the bottom states: 'Nota: El usuario default del sistema es "NEO" y no tiene contraseña.' On the left side, there is contact information: 'En caso de dudas comunicarse al (55) 52-78-38-50'.

### *Alcances y Limitaciones de la Obra.*

Primeramente hay que advertir que NEODATA es un programa de Precios Unitarios en computadora para Analistas de Precios Unitarios en Computadora. Esto que suena a perogrullada, sin embargo es verdad. Usted debe tener un sólido conocimiento del manejo de la PC y su paquetería básica como Microsoft Excel para poder operar NEODATA sin impedimentos de tipo técnico. Incluso si usted sabe operar Excel tendrá ganada la mitad del camino.

Por otra parte es necesario que tenga un conocimiento razonable de lo que significa el trabajo del analista de costos de construcción. Como se integra un Presupuesto, que son las matrices o tarjetas de Precios Unitarios, que es un costo básico y que son las cuadrillas, como se calcula todo esto y de que se compone. Incluso que es al menos teóricamente el salario real y como se calcula un costo horario.

Pero por otra parte si usted es un profesional del análisis de P.U. pero no había usado la computadora, encontrara que NEODATA es una poderosa herramienta donde podrá incluir todo su trabajo y realizarlo con la velocidad y precisión que nunca antes había logrado. El uso de la computadora y el programa NEODATA le permitirán que se concentre usted en el Análisis de los Costos y descanse de la parte laboriosa del papeleo.

A continuación se presentan ejemplos de algunos formatos que contiene Neodata para varias cosas que podemos realizar así como para diferentes tipos de entidades que nos soliciten el trabajo.

NEODATA, S.A. DE C.V.

Dependencia: UNAM



Concurso No. 099148218  
Obra: CASA HABITACIÓN

Fecha: 2008/1/03

Duración:  
151 días naturales  
DOCUMENTO  
ART. 26 A.I

Lugar: NORTE 94 # 8611 COL. LAESMERALDA, MÉXICO D.F.

Inicio Obra:  
01-Oct-2008

Fin Obra:  
28-Feb-2009

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Rendimiento	Cantidad
Partida: A01		Análisis No.: 10		
Análisis: TZ01001		M2		1,200.00
Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta. (Mayor a 1000 m <sup>2</sup> ) diámetro a f <sub>c</sub> =150 kg/cm <sup>2</sup>				
MATERIALES				
3.VARILLA DE 3.8"	9.5 MM	KG		0.0200
MAHILOHILO CAÑAMO		PZA		0.0010
CALCALHIDRA		TON		0.0002
DUELADUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x3.5"x8.25"		PZA		0.0200
MANO DE OBRA				
M0092	TOPOGRAFO	JOR	350.00	350.0000
M0031	AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	350.00	350.0000
EQUIPO Y HERRAMIENTA				
EQT	RANEQUIPO DE TOPOGRAFIA	HOR	25.00	25.0000
%M01	HERRAMIENTA MENOR	%		0.0300
BASICOS				
100.	CONCRETO DE F <sub>c</sub> =100 KG/CM <sup>2</sup> . HECHO EN OBRA, T.M.≅ 19 MM, RESISTENCIA NORMAL	M3		0.0005

DIRECTOR GENERAL ING. EMMA NUEL HERANDEZ RANGEL



Licitación No. 99148218

Para: CFE

Departamento  
dependencia

NEODATA, S.A. DE C.V.

**ANEXO AT**

Página: 1  
de 1

DIRECTOR GENERAL ING. JORGE

DAVALOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad
<b>Análisis:</b>	<b>TZO1001</b>	<b>M2</b>	<b>1200</b>
Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta. (Mayor a 1000 m2) diametro ø f'c=150 kg/cm <sup>2</sup>			
<b>MATERIALES</b>			
3.VARILLA DE 3/8"	9.5 MM	KG	0.020000
MAHILOHILO CAÑAMO		PZA	0.001000
CALCALHIDRA		TON	0.000200
DUELADUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x3.5"x8.25"		PZA	0.020000
<b>MANO DE OBRA</b>			
MO092	TOPOGRAFO	JOR	350.000000
MO031	AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	350.000000
<b>EQUIPO Y HERRAMIENTA</b>			
EQTRANEQUIPO DE TOPOGRAFIA		HOR	25.000000
%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%	0.030000
<b>BASICOS</b>			
100.	CONCRETO DE F'c=100 KG/CM2. HECHO EN OBRA, T.M.A=19 MM, RESISTENCIA NORMAL	M3	0.000500

NEODATA, S.A. DE C.V.



Dependencia:

Concurso No. 99148218  
Obra: CASA HABITACIÓN

Fecha: 2008/11/03

Lugar: NERTE 94 # 8611 COL. ESMERALDA.  
Ciudad: MÉXICO D.F.

Duración: 151 días naturales

Inicio Obra: 01-Oct-2008

Fin Obra: 28-Feb-2009

**PRESUPUESTO DE OBRA  
CON ESPECIFICACIONES**

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%	Especificaciones
<b>AALMACEN</b>							
<b>A01TRABAJOS PRELIMINARES.</b>							
TZO1001	Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta. (Mayor a 1000 m2) diametro ø f'c=150 kg/cm²	M2	1200	\$4.71	\$5,652.00	0.30%	
LIMYD	Limpia y desyerbe del terreno, incluye: quema de yerba, y acopio de basura, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	1200	\$6.82	\$8,184.00	0.43%	
<b>Total: TRABAJOS PRELIMINARES.</b>				<b>\$11.53</b>	<b>\$13,836.00</b>		
<b>A02CIMENTACION</b>							
ECM02IIA	Excavación de cepa, por medios manuales de 0 a -2.00 m, en material tipo II, zona A, incluye: mano de obra, equipo y herramienta	M3	72	\$154.34	\$11,112.48	0.59%	
PLANH5	Plantilla de 5 cm, de espesor de concreto hecho en obra de F'c=100 kg/cm2, incluye: preparación de la superficie, nivelación, maestreado y colado, mano de obra, equipo y herramienta.	M2	48	\$79.21	\$3,802.08	0.20%	
ACERC4	Acero de refuerzo en cimentación del No. 4, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreo, cortes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.	TON	3.6	\$4,298.08	\$15,473.09	0.82%	

DIRECTOR GENERAL ING. EMMANUEL HERNANDEZ

Dirección General de Obras y Servicios Urbanos  
Departamento del Distrito Federal



Concurso No.: 99148218

Fecha de Presentación: 2008/11/03

Obra: CASA HABITACIÓN

Inicio de la Obra: 2008/10/01

Terminación de la Obra: 2009/02/28

Hoja: 1 de 1

Lugar: NORTE94 # 8611 COL. ESMERALDA Ciudad: M

Codigo	Concepto	Importe
A01	TRABAJOS PRELIMINARES. <i>(* TRECE MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y SEIS PESOS 00/100 M.N. *)</i>	\$13,836.00
A02	CIMENTACION <i>(* QUINIENTOS NOVENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS PESOS 18/100 M.N. *)</i>	\$593,300.18
A03	ESTRUCTURA <i>(* SETECIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y SIETE PESOS 00/100 M.N. *)</i>	\$779,397.00
A04	ALBAÑILERIA <i>(* CIENTO SETENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS VEINTITRES PESOS 66/100 M.N. *)</i>	\$178,223.66
A05	HERRERIA Y LAMINAS <i>(* TRESCIENTOS TREINTA Y TRES MIL DOSCIENTOS VEINTISEIS PESOS 47/100 M.N. *)</i>	\$333,226.47
A05	HERRERIA Y LAMINAS	\$333,226.47
	15% I.V.A.	\$49,983.97
	<i>(* TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS DIEZ PESOS 44/100 M.N. *)</i>	\$383,210.44

NEODATA, S.A. DE C.V.

Dependencia:



Concurso No. 99148218  
Obra: CASA HABITACIÓN

Fecha: 2008/11/03

Lugar: NORTE 94 # 8611 COL. ESMERALDA  
Ciudad: MÉXICO, D.F.

Duración: 151 días naturales  
Inicio Obra: 01-Oct-2008  
Fin Obra: 28-Feb-2009

LISTADO DE INSUMOS POR PARTIDA

Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
<b>A</b>	<b>ALMACEN</b>				
<b>A01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES.</b>				
	3.VARILLA DE 3/8" 9.5 MM	KG	24.0000	\$ 11.50	\$276.00
	AGUAAGUA ( MANEJO)	M3	0.1500	\$ 16.36	\$2.45
	ARENAARENA	M3	0.3300	\$ 150.00	\$49.50
	CALCALHIDRA	TON	0.2400	\$ 1,100.00	\$264.00
	CEMENTOGCEMENTO GRIS	TON	0.1560	\$ 1,678.00	\$261.77
	DIESELDIESEL	LTO	120.0000	\$ 6.50	\$780.00
	DUELADUELA DE PINO DE 3a DE 3/4"x3.5"x8.25"	PZA	24.0000	\$ 21.00	\$504.00
	GRAVAGRAVA	M3	0.3900	\$ 150.00	\$58.50
	MAHILOHILO CAÑAMO	PZA	1.2000	\$ 12.04	\$14.45
	MO011PEON	JOR	24.2490	\$ 251.11	\$6,089.17
	MO031AYUDANTE ESPECIALIZADO	JOR	3.4286	\$ 297.24	\$1,019.11
	MO041OFICIAL ALBAÑIL	JOR	0.0498	\$ 441.59	\$21.99
	MO082CABO DE OFICIOS	JOR	2.4164	\$ 486.16	\$1,174.77
	MO092TOPOGRAFO	JOR	3.4286	\$ 580.67	\$1,990.87
	%MO1HERRAMIENTA MENOR	%	0.0000	\$ 30.55	\$308.91
	EQREVREVOLVEDORA P/CONCRETO DE 1 SACO 8 DE HP	HOR	0.3000	\$ 51.31	\$15.39
	EQTRANEQUIPO DE TOPOGRAFIA	HOR	48.0000	\$ 20.94	\$1,005.12
<b>A02</b>	<b>CIMENTACION</b>				
	1.ALAMBRE RECOCIDO DESCRIPCIÓN LARGA PARA PRUEBAS DE REPORTES	KG	822.0480	\$ 15.80	\$12,988.36
	4.VARILLA DE 1/2" 12.7 MM	KG	13,203.8520	\$ 11.50	\$151,844.30
	AGUAAGUA ( MANEJO)	M3	67.3459	\$ 16.36	\$1,101.78
	ARENAARENA	M3	109.6251	\$ 150.00	\$16,443.77
	BARROTEBARROTE DE PINO DE 3a DE 1.5"x3.5"x8.25"	PZA	18.0480	\$ 30.45	\$549.56
	CEMENTOGCEMENTO GRIS	TON	72.7534	\$ 1,678.00	\$122,080.13
	CLAVO4CLAVOS DE 2 A 4"	KG	18.0480	\$ 18.00	\$324.86
	CP12CONCRETO PREM. C-1, F'c=250 KG/CM2, NORMAL	M3	17.1768	\$ 1,212.12	\$20,820.34
	DIESELDIESEL	LTO	27.0720	\$ 6.50	\$175.97

DIRECTOR GENERAL ING. EMMANUEL HERNÁNDEZ



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los presentes apuntes contienen información actualizada, de acuerdo al programa que establece el plan de estudios 2007 para la asignatura de Recursos de la Construcción, de la carrera de ingeniería civil con el propósito de tener una utilidad como libro de consulta para alumnos que cursan esta materia y afines, así como para el profesor que la imparte.

Enseguida describiremos aspectos significativos que encontramos en el desarrollo del presente trabajo:

a) Cuando calculamos el Salario Real de los trabajadores, se tiene que verificar si las prestaciones otorgadas por la ley que se tomaron en cuenta en los formatos propuestos en estos apuntes aun están vigentes hasta elaboración del análisis, además que cada empresa contratista tiene diferentes políticas para sus prestaciones. Al elaborar el Costo Directo de Mano de Obra se tiene que tomar en cuenta la utilización del personal capacitado para cada trabajo en específico, para así lograr un mejor rendimiento de obra. Es recomendable contratar trabajadores de la zona en donde se va a construir la obra, en especial personal obrero, además tenemos que verificar si existe personal especializado, en caso contrario tendremos que trasladarlo y contratarlo de otra obra, esta situación nos encarece los mismos trabajos, en esta condición se tendrían gastos adicionales como transporte y viáticos. Otro aspecto importante para el presupuesto es analizar los salarios con los sueldos regionales que establecen los sindicatos de obra, ya que en muchas ocasiones difieren de los que establece la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, y usualmente son más altos.

b) Para el análisis del Costo Directo de Maquinaria se recomienda analizar el tipo de trabajo a ejecutar, y con ello determinar el tipo de maquinaria mas adecuada para la obra que nos otorgue un máximo rendimiento a menor costo, ya que emplear maquinaria inadecuada repercute en el avance y en encarecer la obra.

Es recomendable usar en lo posible los materiales existentes en el localidad de la obra para evitarse pagos de fletes y acarreos excesivos, resulta de suma importancia la visita de obra para un reconocimiento del terreno, verificar la disposición de materiales, los suministros de energía que se utilizaran en la construcción, se tienen que localizar los bancos de materiales más cercanos y además que estos sean de buena calidad, entre otros, aún así, al analizar el Costo Directo de Materiales se tiene que considerar el costo de obtención de materiales naturales, el acarreo a la zona de obra y en caso de materiales elaborados en planta el costo del flete hasta la obra.

El ingeniero que emplea un Software para la elaboración de presupuestos, tiene adicionalmente habilidades y destrezas que lo hacen mas competitivo en campo de trabajo, ya que usa y aplica las tecnologías adecuadas para lograr una mayor rapidez en la elaboración de sus presupuesto de obra con una calidad mayor, ya que agiliza el procedimiento para el cálculo e integración de precios unitarios, y además trabaja apegado lo establecido en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas así como su Reglamento. Al hacer uso constante de estos programas de computo para la integración de diversos presupuestos de obra, el ingeniero crea un registro histórico de ellos, crean lo que en el área de sistemas de computo se conoce como una base de datos, lo cual le ayuda a integrar y calcular presupuestos de obra así como los precios unitarios que lo componen, esto es posible gracias a la reutilización que puede hacer, ya que en todo momento tiene disponible esa información que puede ser utilizada en un futuro, bajo el entendido que tendrá que actualizar los costo de los insumos que participan en la integración del precio unitario a la fecha de aplicación.

En estos Softwares, además se puede llevar un completo control en la ejecución del presupuesto de obra, en especifico dentro del análisis se expone las modificaciones a los contratos y adjudicaciones, se desarrollo un ejemplo de estos y observamos como de manera sencilla y apegada a los lineamiento de la Ley de Obras Publicas, se realiza los ajustes de costos y las modificaciones en las cantidades de obra a ejecutarse de un concepto o integrar al presupuestos conceptos que en la elaboración de presupuesto no fueron contemplados, todos estos análisis se realizan siempre bajo una congruencia lógica.

Para la parte de entrega de reporte o resultados los programas cuentan con la facilidad de que los reportes que son solicitados para la integración de una propuesta de licitación de obra tanto publica como privada, ya están preconfigurados, dando como consecuencia una reducción de tiempo en la preparación de las propuesta.

Los programas de Precios Unitarios como por ejemplo “Opus” y “Neodata”, entre otros, serán herramientas para elaborar de una manera rápida y eficaz sus propuestas y presupuestos como reportes y resultados del programa en la conciencia de que el presupuesto presentado será una decisión exclusiva del ingeniero civil.

Debemos cuidar que las aplicaciones informáticas no se conviertan en instrumentos de llenado automático de formatos burocráticos, no debemos manejar las propuestas y sus análisis de costos correspondientes con suma ligereza, sacrificando su seriedad en virtud de presentar lo más rápidamente posible licitaciones, cuyos costos en un momento dado nada tendrán que ver con la obra. Por esta razón en los presentes apuntes se presentan las bases para integrar un precio unitario y un presupuesto de obra, y así entender de una forma clara los resultados del análisis que nos arroja el software.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- ❖ MENDOZA SÁNCHEZ, Ernesto. ***Introducción al proceso constructivo.*** FUNDEC, A.C. 1190
- ❖ ALBA C., J. H. y MENDOZA S., E. ***Factores de consistencia de costos y precios unitarios.*** FUNDEC A.C. 1989, 90 pp.
- ❖ AHUJA, HIRA N. ***Ingeniería de costos y administración de proyectos.*** México, Alfaomega, 1995, 392 pp.
- ❖ SUAREZ S., C. ***Costos y tiempo en edificación.*** 3ª edición, México, Ed. Limusa, 1990, 452 pp.
- ❖ ***Breve descripción del equipo usual de construcción.*** Facultad de Ingeniería UNAM.
- ❖ ***Materiales para la construcción.*** Enciclopedia del Constructor. Ediciones CEAC. S.A.
- ❖ ***Ley Federal del Trabajo.***
- ❖ ***Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social.***
- ❖ VIADAS, Pablo. ***Introducción al NEODATA.*** 77 pp.
- ❖ ***“Manual del usuario de OPUS OLE2.0”.*** EcoSoft. S. de R. L. de C.V.
- ❖ ***“Manual de usuario CAMPEÓN PLUS 8”.*** Maldonado Software.
- ❖ [www.cemexmexico.com](http://www.cemexmexico.com)
- ❖ [www.mexico.cat.com](http://www.mexico.cat.com)