

CAPÍTULO V

INFORME FINAL

En los capítulos I, II, III y IV (“Generalidades”, “Estudios Básicos”, “Proyecto Ejecutivo” y “Procedimiento Constructivo”, respectivamente), se describen de manera general los elementos que integran el Proyecto Ejecutivo de un Colector Combinado en la Zona Nororiental del Estado de México, Sin embargo, para complementarlo es necesario también efectuar la estimación de los costos de construcción, los presupuestos del proyecto, así como los programas de obra.

En este Capítulo V “Informe Final”, se tratan de manera teórica, aspectos relacionados con la Ingeniería Legal, principalmente los temas de contratación de obra y tipos de contratos de obra; con la Ingeniería de Costos, fundamentalmente los temas de estimación de costos de construcción y elaboración de presupuestos con base en el análisis de precios unitarios; así como los referentes al tema de programación de obra. También se presentan en este Capítulo V “Informe Final”, el presupuesto del Colector Combinado en la Zona Nororiental del Estado de México, así como el programa general de obra del proyecto.

V.1 ASPECTOS GENERALES.

Generalmente las empresas constructoras mexicanas dedican la mayoría de sus recursos humanos y tiempo a la determinación de costos de construcción y elaboración de presupuestos de obra, principalmente, porque éstos son el punto de partida para tener acceso a un concurso de licitación de obra pública y posteriormente, tener la posibilidad de obtener el contrato para la realización de un proyecto determinado. La contratación de obra y el tipo de contrato de obra son el punto de partida y de referencia para llevar a cabo cualquier obra de Ingeniería Civil. Ambas forman parte de la disciplina conocida como Ingeniería Legal. A continuación se dará un breve panorama de la Ingeniería Legal.

V.2 INGENIERÍA LEGAL.

Para fines de esta tesis se definirá como Ingeniería Legal a la disciplina encargada de la aplicación equilibrada de conocimientos técnicos-jurídicos en materia de construcción, que se emplean con la finalidad de conciliar desacuerdos y deslindar responsabilidades de carácter legal, con base en un marco jurídico, mediante la interpretación y aplicación justa y correcta de la normatividad vigente.

La Ingeniería Legal busca promover la actualización de la legislación vigente, la elaboración de nueva normatividad en materia técnico-jurídica relacionada con el ámbito de la construcción, así como la difusión de esta disciplina en colegios, sociedades, escuelas y facultades de derecho e ingeniería en México.

V.2.1 MARCO LEGAL VIGENTE APLICADO A COLECTORES COMBINADOS.

Se entiende como marco legal a la concentración de normas creadas por el Estado (concepto político que define a un conjunto de instituciones que poseen el poder de regular a una sociedad sobre un territorio dado) que determina el alcance y la naturaleza de la participación política de la autoridad correspondiente y la facultad para que lleve a cabo las labores de administración de conformidad a la estructura detallada dentro de sus mismas provisiones. Debido a la compleja combinación de normas puede haber conflictos e inconsistencias entre las partes que forman el marco legal; en gran parte se debe a la creación o actualización de legislaciones cuya vigencia se combinan con estatutos desactualizados, por ello la importancia de su conocimiento, interpretación y aplicación en la práctica.

Toda obra pública que se concibe para dar servicio a la sociedad mexicana se debe gracias a que ha sido contemplada en los planes de desarrollo en cada una de las distintas dependencias gubernamentales del país. Dichos planes deben su existencia a las normas mexicanas vigentes. El Plan Nacional de Desarrollo se debe en cumplimiento al Artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en cuyo primer párrafo dice: “El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez,

dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la Nación”. El Plan Nacional de Desarrollo es elaborado por el gobierno federal de acuerdo a lo establecido en la Ley de Planeación promulgada el 5 de enero de 1983; su Artículo 2 dice: “La planeación deberá llevarse a cabo como un medio para el eficaz desempeño de la responsabilidad del Estado sobre el desarrollo integral y sustentable del país y deberá tender a la consecución de los fines y objetivos políticos, sociales, culturales y económicos contenidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”.

Los gobiernos estatales y municipales deberán también elaborar sus respectivos planes de desarrollo. Para el caso del Estado de México deben de atenerse a lo asentado en los párrafos 1 al 3 del Artículo 139 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México de 1917, el cual dice que el desarrollo de la entidad se sustenta en el Sistema Estatal de Planeación Democrática, que tiene como base el Plan de Desarrollo del Estado de México: I. El Sistema Estatal de Planeación Democrática se integra por los planes y programas que formulen las autoridades estatales y municipales y considerará en su proceso: El planteamiento de la problemática en base a la realidad objetiva, la proyección genérica de los objetivos para la estructuración de planes, programas y acciones que regirán el ejercicio de sus funciones públicas, su control y evaluación. Las Leyes de la materia proveerán la participación de los sectores público, privado y social en el proceso y el mecanismo de retroalimentación permanente en el sistema. Los planes, programas y acciones que formulen y ejecuten los ayuntamientos en las materias de su competencia, se sujetarán a las disposiciones legales aplicables y serán congruentes con los planes y programas federales, estatales, regionales y metropolitanos, en su caso.

En los Estados Unidos Mexicanos la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que es un órgano administrativo federal desconcentrado de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), administra y preserva las aguas nacionales para lograr el uso sustentable del recurso y para ello considera

los siguientes objetivos: Generar bienestar social al suministrar servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales; Propiciar el desarrollo económico al considerar el agua como un insumo en actividades económicas como en: la agricultura, la industria o la generación de energía eléctrica; y, Preservar la cantidad y calidad de agua para las generaciones actuales y futuras, así como para la flora y fauna de cada región.

Para llevar a cabo las tareas encomendadas a la Comisión Nacional de Agua se decretó el 1º de Diciembre de 1992 la Ley de Aguas Nacionales que, de acuerdo al Artículo 1 dice: “La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.”

Dentro del Derecho se maneja una orden o grados de diversas normas jurídicas de acuerdo a su importancia, denominado jerarquía; de acuerdo del rango de importancia se mencionan a continuación del mayor al de menor grado: Constitución, Ley, Código, Decreto, Reglamento y Norma. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos promulgada el 5 de febrero de 1917 es la actual ley suprema de la República Mexicana; es considerada la primera constitución de la historia mundial en incluir derechos sociales; la principal diferencia con respecto a la Constitución de 1857 es la eliminación de la reelección del presidente y del cargo de vicepresidente. La Constitución de 1917 cuenta con 136 artículos y 19 artículos transitorios; está dividido en nueve títulos. La parte dogmática (conjunto de principios sostenidos por una organización de autoridad impulsado por una utilidad práctica) de dicha constitución queda consignada en el Título Primero denominado Garantías Individuales donde se establecieron varios ideales que motivaron el inicio de la Revolución Mexicana de 1910 como lo son los derechos a

la libertad de cualquier individuo, la libre expresión, la educación laica y gratuita, libre profesión de cultos y un trabajo digno socialmente útil.

El Artículo 27 de la Constitución de 1917 forma parte del Título Primero Garantías Individuales, el cual ha hecho posible controlar un sistema de privilegios y abatir el marcado desequilibrio social debido a las principales actividades económicas practicadas en México a inicios del siglo XX como el minero, el petrolero y la agrícola. En resumen el Artículo 27 constitucional declara que todas las riquezas del suelo, subsuelo y aguas son propiedad de la nación y solo el gobierno las puede ceder a particulares para su explotación, así como expropiarlas cuando lo considere necesario. La Ley de Aguas Nacionales es una de las medidas que la autoridad de México requirió adoptar para establecer las adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de una de esas riquezas naturales: el agua. Del Artículo 27 constitucional emanan la mayoría de las normas como lo son las que: regulan la ejecución de obras públicas para los centros de población; permitan preservar y restaurar el equilibrio ecológico; evitan la destrucción de elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad; establezcan la organización y explotación de los recursos naturales para el fomento de actividades económicas; entre otras.

La Ley de Aguas Nacionales se divide en diez títulos y contiene 124 artículos; es en el Título Segundo Administración del Agua, Artículo 9 (la cual se divide en cincuenta y cuatro fracciones) donde se enuncian las competencias de la autoridad y administración en materia del agua que son encomendadas a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de la cuales son a considerar para el tema de la presente tesis:

Artículo 9, Fracción X, Apoyar, concesionar, contratar, convenir y normar las obras de infraestructura hídrica que se realicen con recursos totales o parciales de la federación o con su aval o garantía, en coordinación con otras dependencias y entidades federales, con el gobierno del Distrito Federal, con gobiernos de los estados que correspondan y, por medio de éstos, con los gobiernos de los

municipios beneficiados con dichas obras, en los casos establecidos en la fracción anterior.

Artículo 9, Fracción XIII. Fomentar y apoyar los servicios públicos urbanos y rurales de agua potable, alcantarillado, saneamiento, recirculación y reúso en el territorio nacional, para lo cual se coordinará en lo conducente con los gobiernos de los estados, y a través de éstos, con los municipios. Esto no afectará las disposiciones, facultades y responsabilidades municipales y estatales, en la coordinación y prestación de los servicios referidos.

Artículo 9, Fracción XIV. Fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de agua potable y alcantarillado; los de saneamiento, tratamiento y reúso de aguas; los de riego o drenaje y los de control de avenidas y protección contra inundaciones en los casos previstos en la fracción IX del presente Artículo; contratar, concesionar o descentralizar la prestación de los servicios que sean de su competencia o que así convenga con los gobiernos estatales y, por conducto de éstos, con los municipales, o con terceros.

Artículo 9, Fracción XX. Expedir títulos de concesión, asignación o permiso de descarga (que en el Artículo 3, Fracción XXII de la misma Ley se define como la acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor) a que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, reconocer derechos y llevar el Registro Público de Derechos de Agua.

Artículo 9, Fracción XXXI. Proponer a la Secretaría de Medio Ambiente y recursos Naturales (SEMARNAT), las Normas Oficiales Mexicanas en materia hídrica; Además, de la Ley de Aguas Nacionales se enuncian los siguientes títulos:

Título Cuarto, Derechos de Explotación, Uso o Aprovechamiento de Aguas Nacionales; contiene el Capítulo II, Concesiones y Asignaciones donde se enuncian los lineamientos para que el Poder Ejecutivo Federal otorgue mediante concesiones a personas físicas o morales para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales; y el Capítulo III, Derechos y Obligaciones de los Concesionarios.

Título Quinto, Zonas Reglamentadas, de Veda o de Reserva; encomienda al Gobierno Federal de declarar las zonas reglamentadas y será la entidad quien fijará los volúmenes de descarga.

Título Sexto, Usos del Agua; destacan dos artículos que se enuncian a continuación:

Artículo 44, Párrafo 6. Los municipios que celebren convenios entre sí o con los estados que les correspondan, para la prestación del servicio público de agua potable, alcantarillado y saneamiento y el ejercicio de las funciones a su cargo, así como para prestar los servicios en materia de uso público urbano, serán responsables directos del cumplimiento de sus obligaciones ante las autoridades en materia de agua, en términos de esta Ley, de sus Reglamentos y los títulos correspondientes, siendo los estados o quienes en su caso se encarguen de prestar el servicio, responsables solidarios en el cumplimiento de las obligaciones correspondientes.

Artículo 47, Párrafo 1. Las descargas de aguas residuales a bienes nacionales o su infiltración en terrenos que puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos, se sujetarán a lo dispuesto en el Título Séptimo de la presente Ley (la cual se denomina como Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas y Responsabilidad por Daño Ambiental).

Título Séptimo se divide en dos capítulos: Capítulo I, Prevención y Control de la Contaminación del Agua, y Capítulo II, Responsabilidad por el Daño Ambiental.

Título Octavo, Inversión de Infraestructura Hidráulica; se divide en 4 capítulos, de los cuales son de interés para el tema de la presente tesis: Capítulo I, Disposiciones Generales y el Capítulo II Participación de Inversión Privada y Social en Obras Hidráulicas Federales.

Título Noveno, Bienes Nacionales a Cargo de la “Comisión”.

Y por último, Título Décimo, Infracciones, Sanciones y Recursos.

El Estado de México es parte integral de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos, libre y soberano en todo lo que concierne a su régimen interior; el texto anterior es el Artículo 1 de la Constitución Política del Estado Libre y

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

Soberano de México, la cual reformó y adicionó la del 31 de octubre de 1917, de la cual cabe destacar los siguientes títulos que la integran:

Título Cuarto, Del Poder Público del Estado; donde hace mención de la división de poderes, sus facultades y obligaciones.

Título Quinto, Del Poder Público Municipal, en donde se enuncian las facultades y obligaciones de los ayuntamientos municipales.

Título Sexto, De la Administración y Vigilancia de los Recursos Públicos del que solo contempla al Artículo 129 y cuyo segundo párrafo dice: Las adquisiciones, arrendamientos y enajenaciones de todo tipo de bienes, la prestación de servicios de cualquier naturaleza y la contratación de obra se llevarán a cabo y se adjudicarán por medio de licitaciones públicas mediante convocatoria pública, para que se presenten propuestas en sobre cerrado, que será abierto públicamente, a fin de asegurar al Gobierno del Estado y a los municipios, las mejores condiciones disponibles en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.

Título Octavo, Prevenciones Generales; pone en claro en su Artículo 137 que las autoridades del Estado y los municipios, en la esfera de su competencia, acatarán sin reservas los mandatos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y cumplirán con las disposiciones de las leyes federales y de los tratados internacionales.

El 4 de enero de 2000 fue promulgada la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionadas con las mismas, la cual es de orden público y tiene por objeto reglamentar la aplicación del artículo 134 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de contrataciones de obras públicas, así como de los servicios relacionados con las mismas, que realicen:

Las unidades administrativas de la Presidencia de la República; Las Secretarías de Estado y la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal; La Procuraduría General de la República; Los organismos descentralizados; Las empresas de participación estatal mayoritaria y los fideicomisos en los que el fideicomitente sea el Gobierno Federal o una entidad paraestatal, y Las entidades federativas, los municipios y

los entes públicos de unas y otros, con cargo total o parcial a recursos federales, conforme a los convenios que celebren con el Ejecutivo Federal.

La Secretaría de Economía, que es una dependencia del gobierno federal, pone a la disposición pública del catálogo de Normas Oficiales Mexicanas mediante las cuales ejerce las atribuciones que le confiere la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento. Dichas normas establecen las disposiciones, las especificaciones y los métodos de prueba que permiten garantizar que los productos y servicios ofertados a los organismos operadores de sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, cumplan con el objetivo de aprovechar, preservar en cantidad y calidad y manejar adecuada y eficientemente el agua. La norma oficial mexicana a considerar para el proyecto de un colector combinado es: NOM-001-CONAGUA-1995. Sistemas de alcantarillado sanitario. Especificaciones de hermeticidad.

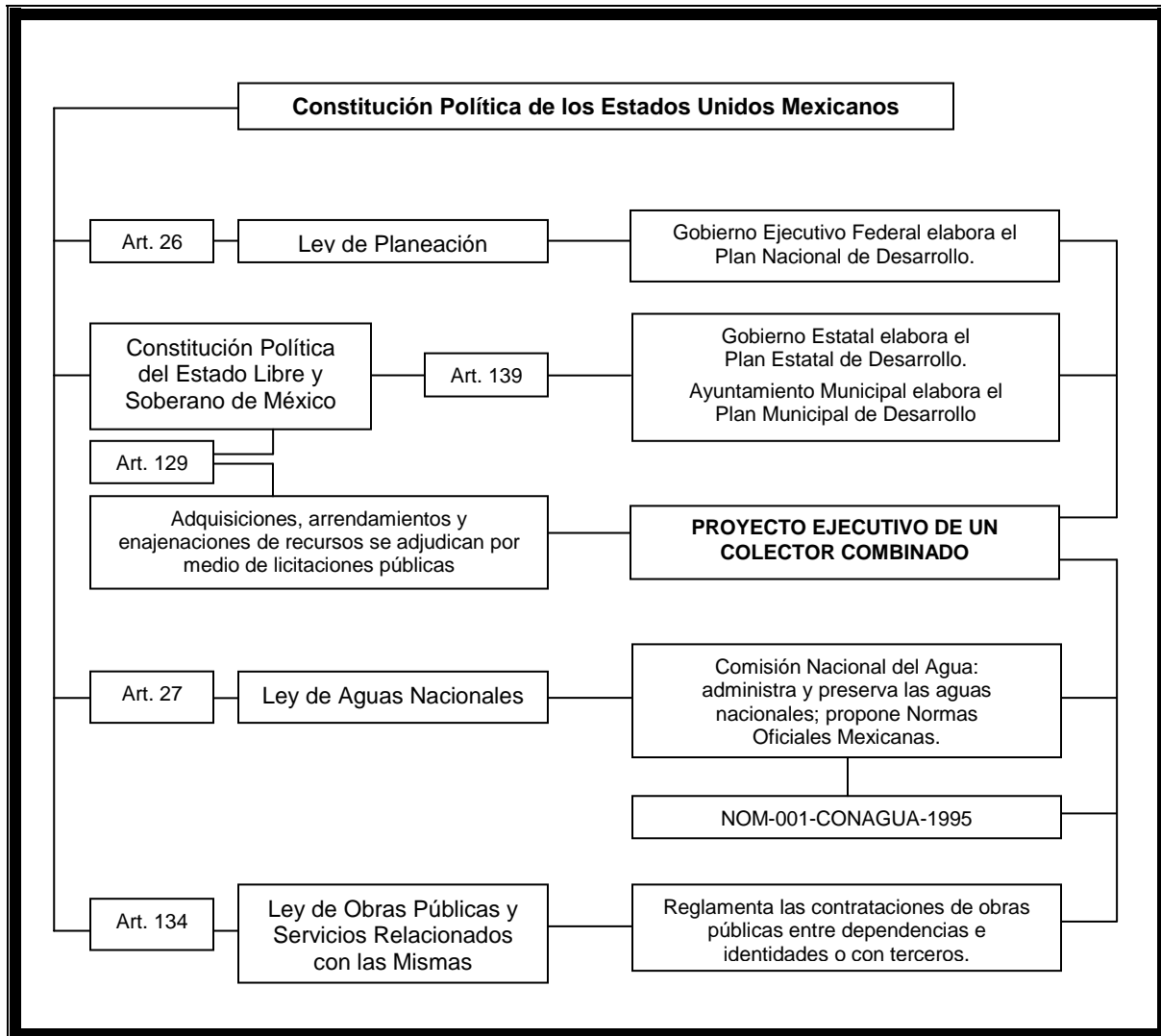
También pone a la disposición pública de las denominadas Normas Mexicanas para fomentar el uso sustentable del agua y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento., de la cual aplica: NMX-AA-148-SCFI-2008. Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. Eficiencia, metodología para evaluar la calidad de los servicios.

En la Figura V.1 “Marco jurídico vigente que aplica a un proyecto ejecutivo de un colector combinado” se presenta de forma esquemática lo expuesto en el presente inciso.

V.2.2 CONTRATACIÓN DE OBRAS.

Existen diversas formas en las que un contratante y un contratista se pueden poner de acuerdo para la realización de un proyecto. Las condiciones establecidas entre ambas partes quedan formalizadas en el documento denominado como contrato de obra. En México la contratación de obras públicas se rige por la Ley de Adquisiciones y Obras Públicas.

FIGURA V.1 “MARCO JURIDICO VIGENTE QUE APLICA A UN PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR COMBINADO”.



V.2.3 CONTRATO DE OBRA.

Para la realización de una obra de ingeniería civil previamente se debe de establecer un contrato de obra, que no es otra cosa más que un acuerdo legal de voluntades entre las partes para la ejecución de un proyecto determinado. El contrato es el punto de partida para la ejecución de una obra y se sustenta en el presupuesto de obra previamente realizado para tal fin. Este debe describir los trabajos que se realizarán y la forma en que se efectuarán los pagos.

Generalmente, el contrato de obra se encuentra dividido en dos partes: declaraciones y cláusulas. En la parte de declaraciones se enuncian las intenciones, personalidades y capacidad de las partes involucradas y en la de cláusulas se establecen sus derechos, obligaciones y responsabilidades.

V.2.4 TIPOS DE CONTRATO DE OBRA.

Existen ciertas características básicas comunes que permite clasificar a los contratos de obra. Básicamente existen dos tipos de contratos de obra: por administración y por precio fijo. A continuación se describirán brevemente ambos.

V.2.4.1 CONTRATO POR ADMINISTRACIÓN.

Es aquel contrato mediante el que se acuerda con el cliente proporcionarle los servicios profesionales de construcción y administración de la obra. En este tipo de contrato el contratante reembolsa al contratista los suministros de materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, así como de otros servicios derivados de la ejecución de la obra, recibiendo este último un porcentaje o una cantidad previamente establecida sobre dichos suministros por concepto de sus honorarios profesionales. Generalmente se establece este tipo de contratos en obras pequeñas o en proyectos en los que los alcances del mismo no se encuentran totalmente definidos.

V.2.4.2 CONTRATO POR PRECIOS FIJOS.

Es aquel contrato mediante el que se acuerda con el cliente proporcionarle materiales, mano de obra, maquinaria y equipo, así como otros servicios derivados de la ejecución de la obra, estableciendo para tal fin un importe por dichos suministros más una utilidad. Generalmente se establece este tipo de contrato cuando los alcances del proyecto se tienen perfectamente bien definidos. Existen distintas modalidades de este contrato: Precio alzado, por precios unitarios, máximo garantizado y llave en mano.

En la industria de la construcción en México el tipo de contrato a precios fijo más utilizado es el denominado como contrato por precios unitarios. En este tipo de contrato como su propio nombre lo indica, son los precios unitarios definidos para la obra la forma en la que se realiza el pago y la recuperación. A continuación se describirá brevemente en que consiste este tipo de contrato.

V.2.4.2.1 CONTRATO POR PRECIOS UNITARIOS.

En un contrato por precios unitarios cada unidad de trabajo es registrada en un catálogo de conceptos y cantidades, el que se le entrega al contratista licitante, con la finalidad de que efectúe una propuesta de precios unitarios por cada concepto de obra. La suma de las cantidades por precios (importes) es el costo total de la obra, contractualmente conocido como precio a mano alzada.

Una vez que se ha definido el tipo de contrato se procede a la estimación de los costos de obra y a la elaboración del presupuesto de la misma. Ambos elementos forman parte de lo que se conoce como Ingeniería de Costos.

V.3 INGENIERÍA DE COSTOS.

En México la Ingeniería de Costos consigue un gran impulso y relevancia a finales de la década de los sesentas, con la fundación en 1969 de la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Costos (SMIC), actualmente Sociedad Mexicana de Ingeniería Económica, Financiera y de Costos (SMIEFC) y el surgimiento de diferentes publicaciones en la materia. La Ingeniería de Costos forma parte de la subdivisión especializada de la administración de proyectos conocida como administración de proyectos de construcción, que es la encargada de la aplicación de los principios básicos de la administración general, a los procesos constructivos, para llevar a cabo la planeación, organización, dirección, coordinación y control de las diversas actividades y recursos de una obra, con la finalidad de cumplir con las metas y objetivos específicos de tiempo, costo y calidad. Básicamente se puede decir que Ingeniería de Costos es una función de tipo administrativo, que contribuye de manera significativa a la culminación exitosa de los proyectos de Ingeniería Civil y a

la obtención de las ganancias o utilidades esperadas por los propietarios de las obras.

Para fines de esta tesis se definirá como Ingeniería de Costos a la disciplina encargada de la aplicación de conocimientos, principios y técnicas científicas y empíricas, que se emplean para efectuar la estimación anticipada de costos de construcción, formulación del presupuesto y control de costos de una obra, desde su etapa de planificación inicial hasta su terminación.

V.3.1 INGENIERO DE COSTOS.

En los grandes proyectos de Ingeniería Civil, la identificación y estimación de todos aquellos factores que pueden llegar a influir en su costo final, puede resultar una actividad bastante complicada, dado, que por lo general los costos de obra no son absolutos y generalmente varían de un proyecto a otro. Es por esta razón, que resulta de gran importancia, que el Ingeniero de Costos, que es el especialista en la aplicación de la Ingeniería de Costos en los proyectos de Ingeniería Civil, cuente no solo con amplios conocimientos teóricos de contabilidad general, economía básica, finanzas, administración de obra, tipos de materiales, maquinaria, procedimientos constructivos, normatividad, entre otros, sino que también cuente con una amplia experiencia de campo, para que de esta manera puede realizar estimaciones de costo de obra mucho más realistas.

V.4 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN.

La estimación de costos de construcción, es la etapa inicial de la Ingeniería de Costos, que se define como el proceso mediante el cual se determinan de manera anticipada, los costos de mano de obra, materiales, maquinaria y equipo, así como la utilidad para una obra determinada, con base en el conocimiento y experiencia del Ingeniero de Costos. Se realiza principalmente para participar en un concurso de licitación de obra pública o para presentar un presupuesto de obra a un tercero.

La etapa de estimación de costos es una actividad que consume una gran cantidad de recursos humanos y tiempo, ya que durante esta se obtienen y procesan grandes

cantidades de información del proyecto, referentes a la localización de la obra, condiciones climatológicas de la zona de desplante, procedimientos constructivos, cuantificación detallada del proyecto, investigación del mercado de materiales, disposiciones legales y fiscales, planos y especificaciones, entre otra, que sirven como base para la determinación de sus costos de construcción. Por lo general, el nivel de detalle de la estimación de los costos de construcción de una obra varía en función de las características de cada proyecto o de los requerimientos establecidos en el contrato de obra.

V.5 PRESUPUESTACIÓN DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN.

La presupuestación de costos de obra forma parte de lo que en el ámbito de la construcción se le conoce como Ingeniería de Costos.

V.5. 1 PRESUPUESTO DE OBRA.

El presupuesto de obra, es el documento en el que se analizan, desglosan y detallan cada uno de los costos necesarios para llevar a cabo las diversas actividades que comprenden una obra, y mediante el que se determina de manera anticipada el costo total que tendrá la realización de un proyecto.

V.5. 2 MÉTODOS PARA LA ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS DE OBRA.

Generalmente se utilizan cinco métodos para la elaboración de un presupuesto de obra: de orden de magnitud (o aproximados), paramétricos (o por m²), por componentes (fases constructivas o sistemas completos), por ensambles (elementos o piezas constructivas) y por precios unitarios.

El método de presupuestación de costos de obra denominado de precios unitarios, es el procedimiento de cuantificación de costos más conocido y aplicado en México, razón por la que a continuación se detallará en que consiste dicho método.

V.5.2.1 MÉTODO DE PRECIOS UNITARIOS.

La aplicación del método de presupuestación de costos de obra denominado de precios unitarios se encuentra orientada principalmente a la estimación de los costos de la obra con la finalidad de participar en un concurso, ganar un contrato de obra, efectuar pagos de estimaciones de obra y reclamaciones de conceptos extraordinarios y ajuste de costos. Para poder utilizar esta metodología es necesario contar con el proyecto ejecutivo, planos de detalle, especificaciones, así como la cuantificación de obra.

En la Figura V.2 “Diagrama con las etapas para la elaboración de un presupuesto de obra”, se muestran las diferentes etapas que se deben seguir para la elaboración de un presupuesto de obra basado en el método de precios unitarios.

V.6 INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

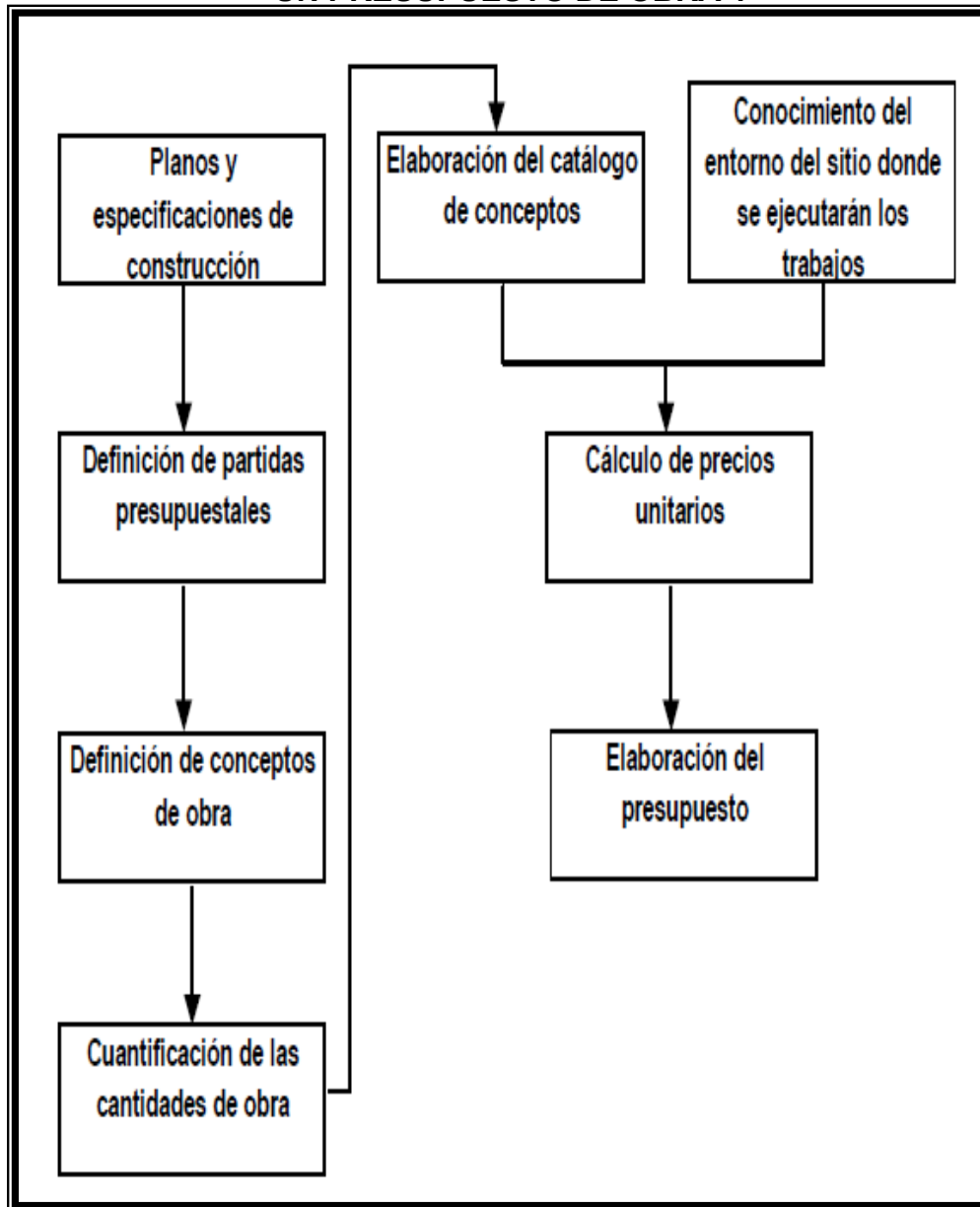
El análisis de precios unitarios de una obra, no es más que una etapa dentro del proceso constructivo general, que se inicia con la investigación o estudio de la factibilidad de realizar una obra, y que termina con la construcción, operación y mantenimiento de la misma. Previo a la elaboración de los precios unitarios, es absolutamente indispensable, conocer a fondo la naturaleza de los recursos, tanto humanos, como de maquinaria y materiales, así como la disponibilidad de los mismos y el procedimiento constructivo a seguir en cada caso.

No es posible calcular precios unitarios sin el apoyo de las especificaciones, ya que son éstas precisamente las que definen la obra que se requiere y la manera en que debe ejecutarse, lo que indudablemente constituye la base para determinar los precios unitarios de los conceptos de esa obra.

Los conceptos de obra son la descripción del conjunto de operaciones manuales y mecánicas que el contratista realiza durante la ejecución de cada una de las partes que integran la obra, tienen una unidad de medida convencional y se cuantifican en todo el proyecto.

Generalmente en los concursos por precios unitarios se mantienen fijas las cantidades de obra, no obstante estas pudieran llegar a tener errores, debido

FIGURA V.2 “DIAGRAMA CON LAS ETAPAS PARA LA ELABORACIÓN DE UN PRESUPUESTO DE OBRA”.



principalmente a motivos de consistencia y comparación entre los participantes del concurso. Los precios unitarios cumplen una doble función, sirven para elaborar el presupuesto de una obra en concurso, así como para efectos de cobro y pago, al final del cumplimiento de un período previamente establecido para tal fin por contrato, en el que mediante medición directa se cuantifican parcialmente los

avances y con los generadores de obra, que son los documentos que registran el trabajo realizado, presentando lo que se conoce como estimación de obra.

V.6.1 DEFINICIÓN DE PRECIO UNITARIO.

Se considera como precio unitario al importe de la remuneración o pago total que debe cubrirse al contratista por unidad de concepto terminado, ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad.

V.6.2 ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL PRECIO UNITARIO.

En términos generales, los elementos que componen un precio unitario son: costo directo, costo indirecto, financiamiento, utilidad y cargos adicionales. La estructura completa se muestra en la Figura V.3 “Elementos que integran el precio unitario”, en la que se puede apreciar que se clasifican dentro de los costos directos de un concepto de trabajo, todas aquellas erogaciones efectuadas exclusiva y directamente para realizar dicho concepto de trabajo, es decir: materiales, mano de obra y maquinaria.

Todos aquellos gastos generales necesarios para la construcción del proyecto, que no han sido considerados dentro de los costos directos, se clasifican como costos indirectos.

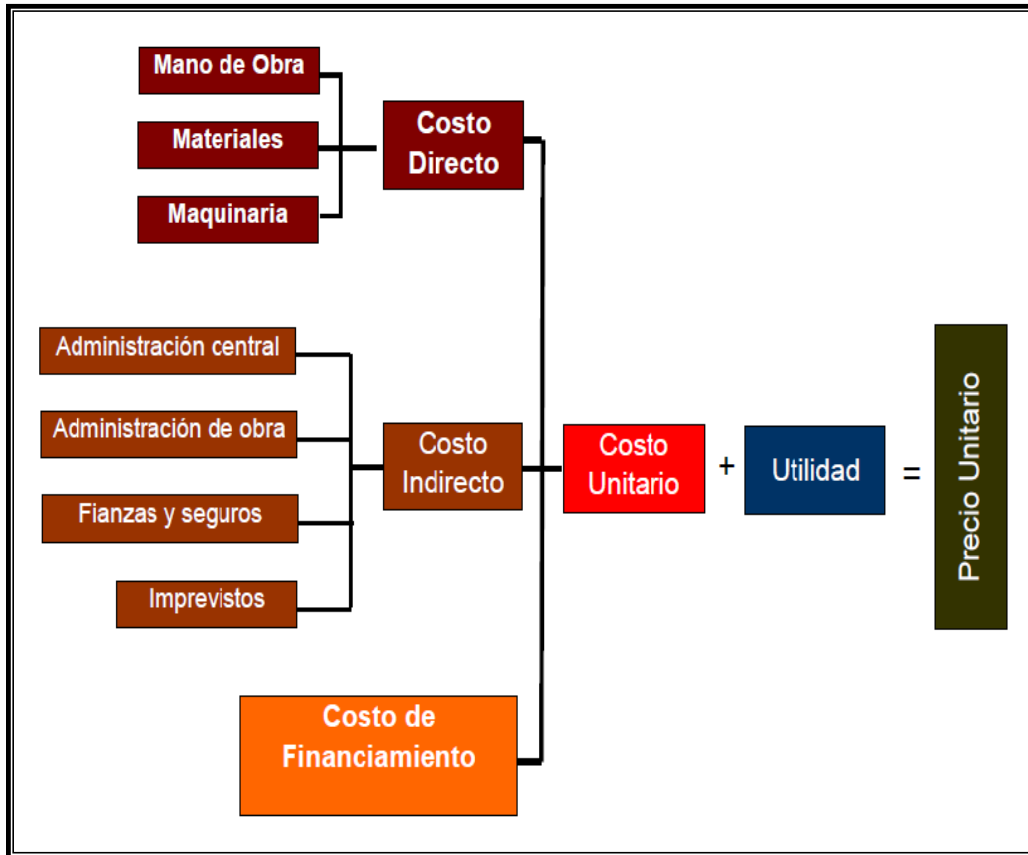
Adicionalmente, dependiendo de la relación egresos – ingresos que el contratista tenga durante la ejecución de la obra, podrá generarse un costo de financiamiento. La suma de los tres componentes integra el costo unitario de dicho concepto.

Adicionalmente, dependiendo de la relación egresos – ingresos que el contratista tenga durante la ejecución de la obra, podrá generarse un costo de financiamiento. La suma de los tres componentes integra el costo unitario de dicho concepto.

La utilidad que considera toda empresa constructora, como resultado a sus esfuerzos técnicos, administrativos y económicos, para cumplir con la realización de un proyecto, de acuerdo con el artículo 188 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, es la ganancia que recibe el contratista por la ejecución del concepto de trabajo; será fijado por el propio

contratista y estará representado por un porcentaje sobre la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.

FIGURA V.3 “ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL PRECIO UNITARIO”.



Este cargo, deberá considerar las deducciones correspondientes al impuesto sobre la renta y la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas.

La suma del costo unitario más la utilidad es lo que se conoce como precio unitario de un concepto de obra.

A continuación se analizará cada uno de los elementos que conforman el precio unitario.

V.6.2.1 COSTO DIRECTO.

El costo directo se define como la suma de los costos de los materiales, mano de obra y, maquinaria y equipo necesario para la ejecución de una obra.

V.6.2.1.1 COSTO DIRECTO DEL MATERIAL.

El costo del material que se toma como base para integrar el precio unitario de un concepto, es el “costo del material puesto en obra”, el cual está integrado por el precio de adquisición en fábrica (lugar de origen), más el costo de transporte incluyendo carga y descarga, más las mermas, en su caso, tanto en la transportación y maniobras hasta su utilización, sin considerar el impuesto al valor agregado, este impuesto deberá aplicarse al final del presupuesto, excepto en los casos que marca la Ley para obras exentas como son los inmuebles destinados a casa habitación.

Existe gran diversidad en los precios de adquisición de un mismo tipo de material, razón por la que constructor tiene la necesidad de conocer y estar al tanto de los precios de adquisición de los distintos materiales, de los diversos fabricantes y de los nuevos productos que aparecen continuamente en el mercado, con el fin de aprovechar al máximo las mejores condiciones en cada momento, adquiriendo el material más adecuado y económico dentro de la calidad especificada, realizando además dicha adquisición en el momento oportuno.

Tan importante como la determinación del costo de los materiales, es el cálculo de la cantidad que se requiere de cada uno de ellos en los diferentes conceptos que integran el presupuesto de una obra. Esta cuantificación, deberá hacerse con base en las especificaciones de construcción y en el propio procedimiento constructivo. Conocido el costo de los materiales y su consumo correspondiente dentro del concepto de obra que se analiza, el costo directo por concepto de materiales se calcula como:

$$M = P_m \times C_m$$

Donde:

M: Representa el costo directo por concepto de materiales.

P_m: Representa el precio de mercado más económico por unidad del material que se trate, puesto en el sitio de su utilización. El costo del material se integrará sumando, a los precios de adquisición en el mercado, los acarrees, maniobras y

mermas aceptables durante su manejo. Cuando se usen materiales producidos en la obra, la determinación del cargo unitario será motivo del análisis respectivo.

Cm: Representa el consumo de materiales por unidad de concepto de trabajo. Cuando se trate de materiales permanentes, Cm se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proyecto, las normas y especificaciones de construcción aplicables, considerando adicionalmente los desperdicios que la experiencia determine. Cuando se trata de materiales temporales, Cm se determinará de acuerdo con las cantidades que deban utilizarse según el proceso de construcción y el tipo de obra, considerando los desperdicios y el número de usos con base en el programa de obra, en la vida útil del material de que se trate y en la experiencia.

V.6.2.1.2 COSTO DIRECTO POR CONCEPTO DE MANO DE OBRA.

Es el costo referido a los rendimientos por trabajador o cuadrilla, el cual corresponde a un promedio representativo de diferentes obras y que forman, consecuentemente, un criterio de lo que se puede lograr en la realización de una obra.

Es difícil imaginar la ejecución de un trabajo de construcción de manera individual. La mayoría de los procedimientos constructivos manuales consisten en una serie de actividades secuenciales que requieren el acoplamiento de dos o más personas.

Este grupo de personas que trabajan de manera coordinada con un propósito común, recibe en el campo de la construcción, el nombre de cuadrilla.

De acuerdo con la naturaleza y complejidad de los trabajos por ejecutar, será el número y especialidad de las personas que integran una cuadrilla.

Es importante aclarar que en una obra específica o inclusive en un frente de trabajo pueden estar trabajando simultáneamente varias cuadrillas de la misma o de diferente especialidad; sin embargo, para efecto de calcular el costo por concepto de mano de obra, es conveniente y práctico considerar una sola cuadrilla.

El costo directo por concepto de mano de obra es el resultado de dividir el pago de salarios al personal individual o por cuadrilla, cuando participa única y exclusivamente en forma directa en la ejecución del trabajo que se trate, entre las unidades de producción ejecutadas en el tiempo para el cual se ha calculado dicho pago. En virtud de lo anterior radica la importancia que tiene para el ingeniero encargado de la elaboración de los precios unitarios, el conocer en forma integral y profunda la obra por valorizar, para que, dentro del aspecto particular de la mano de obra, pueda prever todos los factores que afectan tanto al salario base de los obreros como a su capacidad de producción.

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

- a) Por día: Cuando se da al trabajador una cantidad fija por jornada normal de trabajo.
- b) Por destajo: Cuando la remuneración se valoriza con base en las unidades de trabajo ejecutadas por el trabajador, afectadas por un precio previamente acordado.
- c) Por tarea: Cuando se asigna un trabajo determinado por día; al término del cual el trabajador puede retirarse, recibiendo su jornal diario completo.

Los tres sistemas anteriores tienen ventajas y desventajas: para determinar cuál es el más adecuado en cada caso, habrá que estudiar y analizar las condiciones y tipo de trabajo por realizar.

En una misma obra pueden emplearse diferentes sistemas simultáneamente. Sin embargo, en términos generales, se puede hacer notar que en los trabajos realizados “por destajo”, se tendrá un mayor rendimiento pero menor calidad que en los trabajos ejecutados “por día”, ya que estando “por destajo”, el trabajador tratará de incrementar su productividad en detrimento de la calidad; de lo anterior resulta 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”, se pueden obtener óptimos resultados a un bajo costo.

El sistema “por tarea” es el menos empleado y su utilización está restringida a aquellos trabajos en los que el riesgo y la calidad requeridos sean mínimos, como pueden ser: excavaciones menores, acarreos locales y estibados de madera y varilla.

Para la determinación del costo directo de mano de obra y la consecuente integración posterior de los precios unitarios, se considera que los trabajadores están contratados “por día”.

En la práctica común en el medio de la construcción y para efecto del análisis de costos directos por mano de obra, se llama:

- **Salario mínimo**, al establecido por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos como salario diario mínimo obligatorio, para las vigencias, zonas y categorías de trabajadores que ella misma establece. En algunas regiones, por condiciones económicas locales, los sindicatos o asociaciones gremiales establecen salarios mínimos diferentes a los de la mencionada Comisión, por lo que el ingeniero deberá considerar, en sus análisis de costos, los salarios realmente vigentes en la localidad donde se ejecutará la obra.
- **Salario base**, salario diario o salario nominal, al que se 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. En los casos en que procede, al trabajador se le deberá descontar lo que le corresponde por concepto de seguro social y por impuesto sobre producto del trabajo. En lo que sigue se le denominara salario base.
- **Salario real**, a 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.

El costo directo por concepto de mano de obra es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo de que se trate, incluyendo al primer mando, entendiéndose como tal hasta la categoría de cabo o jefe de una cuadrilla de trabajadores. No se considerarán dentro de este costo, las percepciones del personal técnico administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos.

El costo de mano de obra se obtendrá de la expresión:

$$\mathbf{Mo = Sr / R}$$

Donde:

Mo: Representa el costo por mano de obra.

Sr: Representa el salario real del personal que interviene directamente en la ejecución de cada concepto de trabajo por jornada de ocho horas, salvo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia que corresponden a los costos indirectos. Incluirá todas las prestaciones derivadas de la Ley Federal del Trabajo, la Ley del Seguro Social, Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores o de los Contratos Colectivos de Trabajo en vigor.

Para la obtención de este rubro se deben considerar los salarios tabulados “Sn” (Salario Base) de las diferentes categorías y especialidades propuestas por el licitante o contratista, de acuerdo a la zona o región donde se ejecuten los trabajos, el que deberá afectarse con un factor de salario real “Fsr”, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\mathbf{Sr = Sn x Fsr}$$

R: Representa el rendimiento, es decir, la cantidad de trabajo que desarrolla el personal que interviene directamente en la ejecución del concepto de trabajo por jornada de ocho horas. Para realizar la evaluación del rendimiento se deberá considerar en todo momento el tipo de trabajo a desarrollar y las condiciones ambientales, topográficas y en general aquellas que predominen en la zona o región donde se ejecuten.

El factor de salario real “Fsr”, es la relación de los días realmente pagados en un período anual, de enero a diciembre, divididos entre los días efectivamente laborados durante el mismo período, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\mathbf{Fsr = (Ps (Tp/TI) + Tp/TI)}$$

Donde:

Fsr: Representa el factor de salario real.

Ps: Representa en fracción decimal, las obligaciones obrero-patronales derivadas de la Ley del Seguro Social y de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

Tp: Representa los días realmente pagados durante un período anual.

TI: Representa los días realmente laborados durante el mismo período anual.

Para su determinación, únicamente se deberán considerar aquellos días que estén dentro del período anual referido y que, de acuerdo con la Ley Federal del Trabajo y los Contratos Colectivos resulten pagos obligatorios, aunque no sean laborables. Determinado el factor de salario real, éste permanecerá fijo hasta la terminación de los trabajos contratados, incluyendo los convenios que se celebren, debiendo considerar los ajustes a las prestaciones que para tal efecto determina la Ley del Seguro Social, dándoles un trato similar a un ajuste de costos.

Cuando se requiera de la realización de trabajos de emergencia originados por eventos que pongan en peligro o alteren el orden social, la economía, los servicios públicos, la salubridad, la seguridad o el ambiente de alguna zona o región de México, las dependencias o entidades podrán requerir la integración de horas por tiempo extraordinario, dentro de los márgenes señalados en la Ley Federal del Trabajo, debiendo ajustar el factor de salario real utilizado en la integración de los precios unitarios.

La relación **Tp/TI** debido exclusivamente a prestaciones de la Ley Federal del Trabajo es de 1.3118, lo que significa que, al integrar el salario real del trabajador, deberá considerarse un incremento de 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 aún del contratista, se laboran jornadas de más de ocho horas diarias de trabajo, constituyéndose lo que se le denomina como jornada extraordinaria de trabajo". Existen también circunstancias en que por urgencia, o por el gran volumen de obra a realizar, se hace necesario establecer dos o tres turnos de trabajo.

Es importante también, mencionar el caso de las obras foráneas, donde la utilización de mano de obra 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 llevado de otros lugares. Estos importes, se deberán considerar adicionalmente a los del salario real, para las categorías correspondientes.

Para el cálculo del factor Ps se considerarán las obligaciones obrero-patronales derivadas de la Ley del Seguro Social y de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

Habiendo calculado los factores de salario real, bastará con multiplicarlos por los salarios base para obtener los salarios reales y con ello elaborar el tabulador de mano de obra que habrá de utilizarse para la integración de los costos directos por concepto de mano de obra.

En las licitaciones de obra pública se solicita a los participantes calcular el factor de salario real para cada una de las categorías de trabajadores que intervendrán en la obra, por lo que el analista de precios unitarios tiene que verificar, continuamente, si existen cambios en la Ley Federal del Trabajo, en la Ley del Seguro Social y en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.

La remuneración de la mano de obra no incluye traslación del Impuesto al Valor Agregado por los trabajadores al empleador; los pagos que éste hace por tal concepto no incluyen, pues, el porcentaje del Impuesto al Valor Agregado y en consecuencia éste no debe aparecer en los análisis, ni formar parte de los precios unitarios.

V.6.2.1.3. RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA.

Se entiende por rendimiento de mano de obra, la producción o cantidad de obra ejecutada por una persona o grupo de personas (cuadrilla) por unidad de tiempo.

Generalmente la unidad de tiempo seleccionada es la jornada de trabajo, aunque pueden darse casos en que dicha unidad sea medida por hora.

Para el cálculo de los rendimientos se puede recurrir a:

- Observación directa, registrando las cantidades de obra ejecutadas y el tiempo en que se llevaron a cabo. Es conveniente hacer varias observaciones que sean representativas y evitar que los trabajadores se den cuenta de que están siendo observados ya esto distorsionaría el estudio.
- Publicaciones especializadas que de manera estadística han registrado rendimientos promedio de los trabajos más frecuentes. Hay que tomar con reservas esta información ya que, como se mencionó, es para condiciones promedio.
- Un análisis teórico con el apoyo de quienes ejecutarán el trabajo. En ocasiones no hay información de ciertos conceptos de obra poco frecuentes y es necesario hacer una serie de suposiciones para calcular el rendimiento probable en campo.

La Tabla V.1 “Rendimientos de mano de obra”, muestra algunos rendimientos en trabajos diversos de construcción. Estos rendimientos deben ser analizados para cada caso específico ya que las condiciones en cuanto a grado de dificultad y administración, pueden variar considerablemente.

Por otra parte, conviene hacer una breve reflexión sobre los principales factores que afectan los rendimientos de la mano de obra:

- **Clima:** En condiciones extremas de frío, calor, humedad y otros, el rendimiento estará muy por debajo de los promedios.

Capacitación de los trabajadores: La falta de oficio dará como resultado bajos rendimientos. Hay que estar atento a este punto, ya que pudiera atribuirse un bajo

rendimiento a un grado de dificultad alto cuando en realidad es debido a la falta de capacitación.

- **Herramienta:** La herramienta inadecuada o en mal estado originará bajos rendimientos.
- **Seguridad:** Las condiciones de seguridad que se tengan en la obra, influirán fuertemente en el rendimiento de los trabajadores; una persona que se siente segura se desempeña con mayor eficiencia.

TABLA V.1 “RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA”.

<i>CONCEPTO</i>	<i>CUADRILLA</i>	<i>RENDIMIENTO</i>
Excavación a mano para desplante de estructuras en material "A", en seco, de 0.00 a 2.00 m de profundidad medido en banco.	0.10 cabo +1 Peón	3.00 m ³ /jor
Excavación a mano para desplante de estructuras en material "B" en seco, de 0.00 a 2.00 m de profundidad medido en banco.	0.10 cabo +1 Peón	1.50 m ³ /jor
Plantilla de concreto simple fabricado en obra de 5 cm de espesor, incluye preparación de la superficie, vaciado del concreto, vibrado, curado y terminado.	1 Oficial Albañil + 1 Ayudante	15 m ² /jor
Cimbra y descimbra en zapatas de cimentación acabado común.	1 Oficial Carpintero + 1 Ayudante	8 m ³ /jor
Acero de refuerzo, incluye corte, habilitado, armado, ganchos y traslapos (3/8").	1 Oficial Fierro + 1 Ayudante	0.15 ton/jor
Colocación de malla electrosoldada 6-6-10/10	1 Oficial Fierro + 1 Ayudante	50 m ² /jor
Vaciado de concreto en cimentación, incluye vibrado y curado.	1 Oficial Albañil + 1 Ayudante	3 m ³ /jor
Muro de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor junteado con mortero cemento-arena acabado común, hasta 3.00 m de altura.	1 Oficial Albañil + 1 Ayudante	8 m ² /jor
Mampostería de piedra braza de 0.60 m de espesor, junteada con mortero cemento arena.	1 Oficial Albañil + 1 Ayudante	2 m ³ /jor
Aplanado pulido de mezcla en muros.	1 Oficial Albañil + 1 Ayudante	10 m ² /jor
Tirol planchado en muros	1 Oficial Yesero + 1 Ayudante	14 m ² /jor
Colocación de loseta vinílica 2 mm de espesor.	1 Oficial Colocador + 1 Ayudante	20 m ² /jor
Impermeabilización en losas planas a base de primario tapa poro, 2 capas de asfalto, 2 de fibra y acabado de pintura.	1 Oficial Impermeabilizador +1 Ayudante	17 m ² /jor
Demolición a mano de elementos de concreto reforzado en cimentación.	0.10 Cabo + 1 Peón	0.66 m ³ /jor
Instalación y prueba de tubo de cobre tipo M de 19 mm	1 Oficial Plomero + 1 Ayudante	36 m/jor
Instalación y prueba de tubo de cobre tipo M de 25 mm	1 Oficial Plomero + 1 Ayudante	26 m/jor
Instalación y prueba de tubo de cobre tipo M de 32 mm	1 Oficial Plomero + 1 Ayudante	17 m/jor
Instalación y prueba de tubo de cobre tipo M de 38 mm	1 Oficial Plomero + 1 Ayudante	13 m/jor
Instalación y prueba de tubo de cobre tipo M de 51 mm	1 Oficial Plomero + 1 Ayudante	8 m/jor

V.6.2.1.4. COSTO DIRECTO POR MAQUINARIA Y EQUIPO.

Para la ejecución de una gran variedad de obras se hace necesaria la utilización de maquinaria o equipo de construcción a fin de obtener óptimos resultados en cuanto a calidad costo y tiempo, respetando las normas y especificaciones de construcción, y observando lo contemplado en las relaciones contractuales entre las empresas y dependencias.

Una obra, puede ser ejecutada mediante diversos procedimientos de construcción (planeación estratégica de los trabajos a realizar), empleando la maquinaria o equipo adecuado para cada función o actividad. Es obligación del constructor, estar actualizado en los diferentes equipos de vanguardia que existen en el mercado.

Desde la etapa de planeación, el ingeniero deberá tomar en cuenta el equipo más adecuado para la realización de los trabajos, para así poder ejecutar la obra de la manera más conveniente. Deberá realizar un estudio cuidadoso, a fin de determinar cuál es el equipo o maquinaria (de la gran variedad existente en el mercado nacional e internacional: diferentes marcas, modelos, capacidades y especificaciones) que ofrece los mejores resultados.

Para poder tener un control adecuado de la maquinaria y equipo de construcción y dado que es un activo muy importante para cualquier empresa o dependencia gubernamental es necesario asignarle un número económico y clasificarlo convenientemente, sobre todo, cuando se cuenta con una buena cantidad de máquinas.

Es importante hacer notar que en el medio de la construcción, algunas veces cuando se habla de maquinaria, se refiere a maquinaria pesada, como es el caso de tractores, motoconformadoras, motoescrepas, compactadores, cargadores frontales, etc.

Para efectos de este capítulo, se utilizará indistintamente las palabras maquinaria o equipo.

Existen varias formas de clasificar el equipo de construcción, siendo algunas de ellas las siguientes:

Existen varias formas de clasificar el equipo de construcción, siendo algunas de ellas las siguientes:

Por su uso o función específico.

- Equipo para movimiento de tierras:
- Tractores, motoescrepas, cargadores frontales, camiones de volteo, retroexcavadoras.
- Equipo para pavimentación.
- Petrolizadoras, colocadora de pavimento (finisher), compactador vibratorio, fresadora, compactador de neumáticos, compactador de rodillos, etc.
- Equipo para producción de agregados.
- Equipo de perforación, trituradoras de quijadas, de rodillos, de conos, de martillos, cribas, bandas transportadoras, alimentadores, lavadoras de material, molinos.

Por la especialidad de construcción.

- Equipo para edificación.
- Equipo para construcción pesada.
- Equipo para obras hidráulicas.
- Equipo para construcción de túneles.
- Equipo para cimentaciones profundas.

Por su estatus dentro de la empresa o entidad.

- Maquinas propias.
- Maquinas rentadas.
- Maquinas rentadas con opción a compra.

Por su tamaño.

- Equipo ligero.
- Equipo pesado.
- Se considera que la clasificación en equipo ligero y equipo pesado es la más práctica.

Toda maquinaria cuenta con una vida útil que es el lapso durante el que está en condiciones de realizar trabajo, sin que los gastos de su posesión excedan los rendimientos económicos obtenidos, por mínimos que éstos sean.

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

Sin embargo, también cuenta con una vida económica que es el período durante el cual ésta puede operar en forma eficiente, realizando un trabajo económico, satisfactorio y oportuno, siempre y cuando la máquina sea correctamente conservada y mantenida.

La vida económica de la maquinaria puede ser elástica en función de la política de nivel de utilidades que se fije el dueño. Se entiende que una máquina ya es económicamente obsoleta cuando ha alcanzado el término de su vida económica, quedando además totalmente amortizada la inversión del capital empleado en su adquisición.

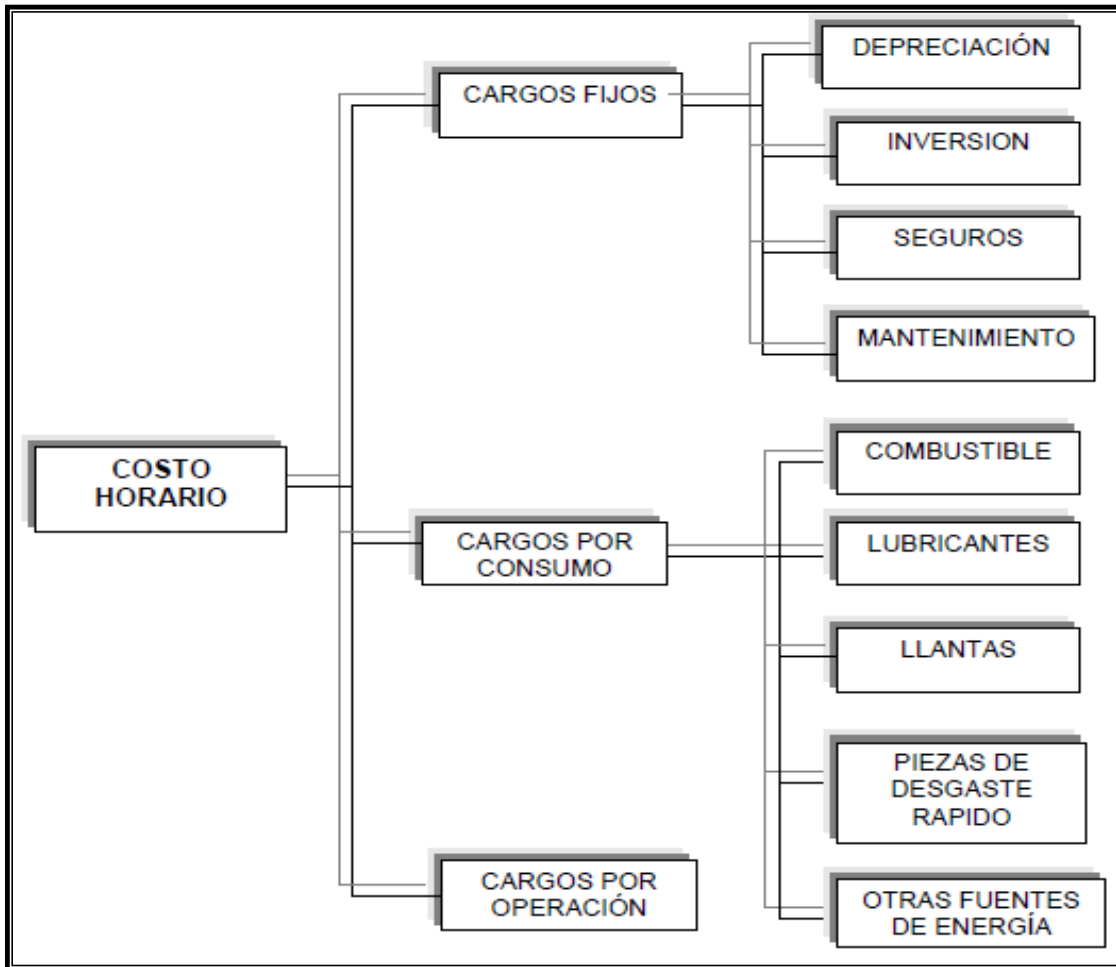
Sin embargo, el concepto de obsolescencia es relativo, ya que puede suceder que mientras para un constructor cierto equipo resulta obsoleto, para otro, en distintas condiciones financieras y de trabajo, no lo es.

Se entiende por valor de rescate de una máquina (V_r), el valor comercial que tiene al final de su vida económica. Toda máquina usada, aún en el caso de que sólo amerite considerarse como chatarra, tiene siempre un cierto valor de rescate. Se acostumbra considerar el valor de rescate, como un porcentaje del valor de adquisición de la máquina, que puede variar entre 5% y 20%. El valor de adquisición, por otra parte, se considera como el precio promedio actual de la máquina en el mercado, pagado de contado.

El costo horario por equipo, es el que se deriva del uso correcto de las máquinas adecuadas y necesarias para la ejecución de los conceptos de trabajo, conforme a lo estipulado en las especificaciones y en el contrato. Se integra mediante los

cargos que se muestran en la Figura V.4 “Cargos que integran el costo horario de la maquinaria y equipo”.

FIGURA V.4 “CARGOS QUE INTEGRAN EL COSTO HORARIO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO”.



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

La práctica de muchos años, ha enseñado la conveniencia de estructurar todos los análisis de costos sobre la base del costo de operación por hora efectiva, de las máquinas y demás elementos que concurren a la ejecución de un trabajo, ya que,

a su vez, los rendimientos, se expresan siempre en función de cada hora de trabajo.

Los diferentes cargos que integran el costo horario son:

Cargos directos: Son los cargos resultantes de la suma de cargos por depreciación, inversión, seguros y mantenimiento de la maquinaria.

- **Cargo por depreciación:** Es el que resulta por la disminución en el valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica.
- **Cargo por inversión:** Cualquier organización, para comprar una máquina, adquiere los fondos necesarios en los bancos o mercados de capitales, pagando por ellos los intereses correspondientes, o bien, si el empresario dispone de fondos suficientes de capital propio, hace la inversión directamente, esperando que la máquina le reditúe en proporción con la inversión no amortizada en cada momento. En síntesis se puede decir, que el cargo por inversión, es el cargo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en maquinaria.
- **Cargo por seguros:** Se entiende como cargo por seguros, el necesario para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica y por accidentes que sufra.
Este cargo existe tanto en el caso de que la maquinaria se asegure con una compañía de seguros, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria (autoaseguramiento).
- **Cargos por mantenimiento** Son los originados por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. Se divide en mantenimiento mayor y mantenimiento menor.

En el mantenimiento mayor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar reparaciones a la maquinaria en talleres especializados, o aquellas que deban realizarse en el campo, empleando personal

especialista, y que requieran retirar la maquinaria de los frentes de trabajo por un tiempo considerable: incluye la mano de obra, repuestos y renovación de partes de maquinaria, así como otros materiales necesarios.

En el mantenimiento menor se consideran todas las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos que se efectúan en las propias obras; así como cambios de líquidos hidráulicos, aceites de transmisión, filtros grasas y estopas. Incluye el personal y equipo auxiliar que realizan estas operaciones de mantenimiento, los repuestos y otros materiales que sean necesarios.

Cargos por consumo: Las máquinas empleadas en la construcción de las obras, generalmente son accionadas por motores de combustión interna, bien sean a gasolina o diesel. Para que las máquinas puedan operar, se requiere de un constante abastecimiento de los combustibles y lubricantes consumidos por las mismas.

Sabido es que el consumo de combustible de una máquina de combustión interna es proporcional a la potencia desarrollada por la misma. Generalmente, el equipo opera desarrollando sólo una fracción de su potencia nominal total. Por ejemplo, un camión cargado requiere más potencia que el mismo camión transitando en las mismas condiciones pero vacío.

De igual manera, toda máquina al operar en condiciones normales, solamente necesita un porcentaje de su potencia nominal, máxima o intermitente.

La altura con respecto al nivel del mar, las variaciones de temperatura y las diversas condiciones climáticas, ejercen influencias adversas sobre el consumo de combustibles en las máquinas de combustión interna, ya que disminuyen la potencia del motor.

Esta disminución se considera involucrada, para efecto de cálculo, en el factor de operación.

- **Cargo por consumo de combustible.** Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumos de gasolina o diesel para que los motores produzcan la energía que utilizan al desarrollar trabajo.

- **Cargo por consumo de otras fuentes de energía.** Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos de energía eléctrica o de energéticos diferentes de los consumibles señalados en el punto anterior, y representa el costo que tenga la energía consumida en la unidad de tiempo considerada.

El consumo de energía de un motor eléctrico depende fundamentalmente de su eficiencia para convertir la energía eléctrica que recibe, en energía mecánica que proporciona para ser utilizada.

- **Cargo por consumo de lubricantes.** Es el derivado de las erogaciones originadas por los consumos y cambios de aceites lubricantes de los motores, incluye las erogaciones necesarias para suministrarlos en la máquina.
- **Cargo por consumo de llantas.** Las llantas del equipo de construcción, al igual que el propio equipo, sufren demérito derivado de su uso por lo que es necesario, además de repararlas y renovarlas periódicamente, reemplazarlas cuando han llegado al fin de su vida económica. La vida económica de las llantas varía en función de las condiciones de uso a que sean sometidas, del cuidado y mantenimiento que se les brinde, de las cargas que operen y de las condiciones de las superficies de rodamiento de los caminos en que trabajen. Para las llantas del equipo de construcción, que generalmente trabajan en superficies que presentan condiciones muy severas y adversas, resulta práctico expresar su vida económica en horas de trabajo. Se considera este cargo sólo para aquélla maquinaria en la cual, al calcular su depreciación, se haya reducido el valor de las llantas del valor de la misma.
- **Consumos por piezas de desgaste rápido.** Este consumo, es el correspondiente al desgaste de las piezas especiales durante la operación de la maquinaria o equipo de construcción. La vida económica es menor al resto del equipo.

Costos por operación.

Es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por concepto del pago de salarios al personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de la misma.

En términos generales, el transporte de la maquinaria se considera como cargo indirecto, pero cuando sea necesario, podrá tomarse en cuenta, previo convenio entre contratante y contratista, como cargo directo o como un concepto de trabajo específico. El cargo por Impuesto al Valor Agregado no deberá incluirse en la estructuración de los costos horarios.

V.6.2.1.4.1 DETERMINACIÓN DEL COSTO DIRECTO POR MAQUINARIA Y EQUIPO.

Se expresa como el cociente del costo hora máquina entre el rendimiento horario de dicha máquina. Este cargo está representado por:

$$ME = Phm/Rhm$$

En donde:

ME: Representa el costo directo por concepto de equipo de construcción.

Phm: Representa el costo horario directo por hora efectiva de trabajo de la máquina o equipo de construcción, considerado como nuevo; para su determinación será necesario tomar en cuenta la operación y uso adecuado de la máquina o equipo seleccionado, de acuerdo con sus características de capacidad y especialidad para desarrollar el concepto de trabajo de que se trate. Este costo se integra con costos fijos, consumos y salarios de operación, calculados por hora efectiva de trabajo.

Rhm: Representa el rendimiento horario de la máquina o equipo, considerado como nuevo, dentro de su vida económica, en las condiciones específicas del trabajo a ejecutar, en las correspondientes unidades de medida, el que debe corresponder a la cantidad de unidades de trabajo que la máquina o equipo ejecuta por hora efectiva de operación, de acuerdo con rendimientos que

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

determinen los manuales de los fabricantes respectivos, así como, las características ambientales de la zona donde vayan a realizarse los trabajos.

Si bien la normatividad señala que el cálculo de los costos horarios debe hacerse considerando equipo nuevo, el analista de precios debe verificar la disponibilidad de equipo, ya que habrá casos en que este deba rentarse.

En la Tabla V.2 “Costo horario de equipo” se presenta un ejemplo del costo horario de una excavadora hidráulica montada sobre orugas modelo 318 BL; dicho costo horario se elaboró con el apoyo de un programa de cómputo para la elaboración de precios unitarios.

TABLA V.2 “COSTO HORARIO DE EQUIPO”.

COSTO HORARIO DE EQUIPO							
DESCRIPCIÓN							
Clave: AMAPE-030							Unidad: hora
Excavadora hidráulica sobre orugas 318 BL, capacidad 18.4 ton, fuerza máxima de área de tiro 174 kN							Fecha: 07/Dic/2004
DATOS GENERALES							
Vad = Valor de adquisición =	\$1,750,800	Pnom = Potencia nominal =	328 hp				
Pn = Valor de llantas =	\$0	Tipo de combustible:	Diesel				
Pa = Valor de piezas especiales =	\$0	Pc = Precio del combustible =	\$4.48 litro				
Vm = Valor neto = Vad - Pn - Pa =	\$1,750,800						
r = Factor de rescate =	0.10						
Vr = Valor de rescate = Vm*r =	\$175,080						
i = Tasa de interés =	3.50 % anual						
s = Prima de seguros =	10 % anual	Pac = Precio del aceite =	\$26.10 litro				
Ko = Factor de mantenimiento =	0.20	Vn = Vida económica de llantas =	0 hrs				
Ve = Vida económica =	15,000 hrs						
Va = Vida económica de piezas especiales =	0 hrs	Gh = Cantidad de combustible =	39.73 lts/hr				
Hea = Tiempo trabajador por año =	2,000 hrs	Ah = Cantidad de aceite =	0.76 lts/hr				
DATOS GENERALES							
CLAVE	FÓRMULA	OPERACIONES	OPERACIÓN	ESPERA (%)	TOTAL DE ESPERA	RESERVA (%)	TOTAL DE RESERVA
Cargos Fijos:							
Depreciación:	$D = [(Vm+Vr)/Ve] =$	$D = [(1750800+175080)/15000] =$	105.05	80	84.04	80	84.04
Inversión:	$Im = [(Vm+Vr)/2Hea] =$	$Im = [(1750800+175080)/4000]0.035 =$	16.85	100	16.85	100	16.85
Seguros:	$Sm = [(Vm+Vr)/2Hea]s =$	$Sm = [(1750800+175080)/4000]0.1 =$	48.15	100	48.15	100	48.15
Mantenimiento:	$Mn = Ko*D =$	$Mn = 0.20*105.05 =$	21.01	100	21.01	80	16.81
Total de Cargos Fijos:			191.06		170.05		165.85
Consumos:							
Combustibles	$Co = Gh*Pc =$	$Co = 39.73*4.48 =$	177.98	30	53.39	0	0
Lubricantes	$Lb = Ah*Pac =$	$Lb = 0.76*26.10 =$	19.88	30	5.96	0	0
Total de Consumos:			197.86		59.35		0
Operación:							
Sn = Salario tabulado = \$250							
Fsr = Factor de salario real = 1.67							
Sr = Salario real de operación = \$418							
Ht = Horas efectivas por turno de trabajo = 8							
MOCA-034	$Po = Sr/Ht =$	$418/8 =$	52.25	100	52.25	100	52.25
Total de Operación:			52.25		52.25		52.25
COSTO HORARIO:			441.17		281.65		218.10

V.6.2.1.4.2 RENDIMIENTOS DE EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN.

Uno de los aspectos que debe cuidar del analista de costos, es la correcta estimación y verificación de los rendimientos de los equipos empleados en la construcción.

Se define como rendimiento, la cantidad de unidades de obra que una máquina puede ejecutar en la unidad de tiempo, que en el caso de la maquinaria es la hora.

Con base en lo anterior, las unidades del rendimiento serán: m/h, m²/h, m³/h, etc.

Los equipos ligeros o pequeños, generalmente vienen acompañados de una hoja técnica en la cual se estipula el rendimiento o producción que son capaces de ofrecer. Por otra parte, su costo es también pequeño y su producción va asociada muy de cerca a la habilidad de la mano de obra; tal es el caso de una “bailarina” o un vibrador para concreto.

Sin embargo, los equipos pesados, cuyo costo de adquisición es muy alto, requieren que los cálculos para determinar sus costos y rendimientos sean lo más exactos posible, ya que de ello depende el éxito económico de una obra.

Los rendimientos en todo caso, pueden obtenerse de tres manera:

- Por observación directa.
- A partir de tablas o gráficas.
- Por procedimientos analíticos.

La determinación del rendimiento por observación directa, se puede llevar a cabo cuando el equipo ya se encuentra en la obra o bien en campos o tramos de experimentación: basta observar y documentar de manera sistemática el trabajo que desarrollan, en una jornada de trabajo, para calcular el rendimiento horario promedio.

Algunos fabricantes o distribuidores de equipo, proporcionan tablas o gráficas en las cuales se pueden leer los rendimientos esperados. En este caso, es muy importante verificar, las condiciones bajo las cuales se determinaron estos rendimientos y hacer los ajustes necesarios para el caso particular que se esté analizando.

Finalmente, la determinación de los rendimientos por procedimientos analíticos, se hace a partir del estudio detallado del ciclo de trabajo de las máquinas.

Las expresiones algebraicas para calcular el rendimiento de algunos equipos mediante este procedimiento, se muestran en la Tabla V.3 “Rendimientos teóricos de equipo”.

TABLA V.3 “RENDIMIENTOS TEÓRICOS DE EQUIPO”.

EQUIPO	RENDIMIENTO TEÓRICO
Cargadores	$R = \frac{C \times K \times 60 \times \eta}{C_a \times t}$
Compactadores	$R = \frac{A \times V \times e \times 10 \times \eta}{N}$
Draga, palas, retroexcavadoras	$R = \frac{C \times K \times 3600 \times \eta}{t}$
Escarificador	$R = \frac{V \times a \times p \times \eta}{N}$
Motoconformadora	$T = \frac{N \times D}{V \times \eta}$
Motoescrepa	$R = \frac{C \times 60 \times \eta}{C_a \times t}$
Tractor	$R = \frac{C \times 60 \times \eta}{C_a \times t}$ $C = \frac{L \times H^2}{2 \tan \phi}$

En donde:

R: Rendimiento teórico de la máquina al ejecutar un trabajo durante una unidad de tiempo.

A: Ancho de compactación efectivo en cada pasada expresado en metros.

C: Capacidad nominal ya sea del cucharón en el caso de cargadores, dragas, retroexcavadoras, de cajas al tratar con motoescrepas y camiones de volteo, o bien de la hoja del tractor o de la motoconformadora.

K: Factor de llenado o factor de eficiencia del cucharón.

Ca: Coeficiente de abundamiento del material.

T: Es el tiempo total empleado en realizar un ciclo de trabajo, está formado por la suma de tiempos fijos más tiempos variables, expresado ya sea en segundos, minutos o fracciones de hora, de acuerdo a las unidades del numerador.

η :: Factor de eficiencia horaria durante el trabajo.

V: Velocidad de la máquina al realizar el trabajo en kilómetros por hora, es conveniente calcularla utilizando los datos del fabricante, afectados por coeficientes de eficiencia.

e: Espesor de capa por compactar en centímetros.

N: Número de pasadas necesarias en cada capa, ya sea para una compactación o para aflojar material, se determina algunas veces por especificaciones y otras por la experiencia.

A: Ancho del surco labrado por el diente del arado, cuando el equipo escarificador esté formado por varios dientes, el valor de "a" será el ancho efectivo de la faja roturada por el arado, o bien, la medida del ancho proporcionada por el fabricante multiplicada por 0.60.

D: Distancia recorrida en cada pasada, expresada en kilómetros. Debe determinarse de acuerdo a la naturaleza del trabajo.

Cc: Coeficiente de carga, correspondiente al material arrastrado, varía de acuerdo a la clasificación del material:

0.80 para grava, arena y roca tronada

0.90 a 1.00 para arcilla y materiales suaves.

P: Profundidad efectiva de penetración de los dientes del arado.

H: Altura de la hoja del tractor

ϕ : Ángulo del talud natural del material empujado por la máquina.

L: Longitud de la hoja del tractor

Para facilitar el cálculo de los costos horarios, se sugiere utilizar formatos prediseñados para tal fin.

V.6.2.2 COSTOS INDIRECTOS.

Los costos indirectos aplicables a una obra o a los diversos conceptos de trabajo que forman parte de la misma, son todos aquellos gastos generales que por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todos y cada uno de los conceptos de trabajo que forman parte de una obra determinada, o de dos o más obras ejecutadas por una empresa constructora; es decir, los gastos generales que ejerce la empresa para hacer posible el adecuado avance de todas sus operaciones en las obras a su cargo.

Los costos indirectos asociados a cada obra en particular, son perfectamente previsibles y se pueden analizar y estimar previamente por lo menos dentro del mismo orden de aproximación de los costos directos. Se pueden, por otra parte, controlar durante la ejecución de la obra, para mantenerlos dentro de los límites prefijados.

La normatividad vigente establece la siguiente definición: "el costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Se pueden clasificar los aspectos que dan lugar a los costos indirectos, dentro de los cuatro grupos siguientes:

- Administración central.
- Administración y gastos generales de obra.
- Fianzas y seguros.
- Imprevistos.

V.6.2.2.1 ADMINISTRACIÓN CENTRAL.

Toda empresa constructora racionalmente organizada, debe estar dotada de personal encargado de planear, organizar, dirigir y controlar todas las operaciones de la propia empresa, así como servir de enlace entre las diversas entidades que forman parte de la misma.

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

- Honorarios, sueldos y prestaciones.
- Depreciaciones, mantenimiento y rentas.
- Servicios.
- Gastos de oficina.
- Capacitación y adiestramiento.
- Seguridad e higiene.

V.6.2.2.1.1 HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES.

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

- Honorarios o sueldos de los ejecutivos de la organización (directores, gerentes, subgerentes).
- Honorarios o sueldos de consultores, auditores, contadores, personal técnico de apoyo, secretarias, recepcionistas, almacenistas, chóferes, dibujantes, ayudantes en general, personal de servicio.
- Gastos de representación, pasajes y viáticos del personal de oficina matriz.
- Prestaciones a que obliga la Ley Federal del Trabajo y cuotas patronales correspondientes al Instituto Mexicano del Seguro Social y del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.
- Los que pudieran derivar de la firma de contratos de trabajo para el personal anterior, como seguros de vida, membresías y otros.

V.6.2.2.1.2 DEPRECIACIONES 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 edificios, locales, instalaciones generales, equipo, enseres y mobiliario de oficina.
- Depreciaciones y/o rentas, consumos y operación de equipo de transporte.
- Amortización de gastos de organización e instalación.

V.6.2.2.1.3 SERVICIOS.

Son los gastos que se originan para tener la asesoría en áreas específicas de interés para la empresa y desarrollo, en su caso, de tecnologías de punta.

Se incluyen:

- Pagos a consultores, asesores, servicios de laboratorio.
- Estudios e investigaciones.
- Cuota anual para pertenecer a la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, en su caso.

V.6.2.2.1.4 GASTOS DE OFICINA.

Son los gastos corrientes necesarios para la adecuada operación de la empresa, entre otros:

- Papelería y útiles de escritorio.
- Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio, etc.
- Consumibles del equipo de computación.
- Copias y duplicados.
- Artículos para limpieza
- Luz, gas y otros consumos
- Gastos de concursos.

- Situación de fondos.

V.6.2.2.1.5 CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO.

Por ley, los empleados y trabajadores de la empresa tienen derecho a capacitarse y adquirir las habilidades que requiere el desempeño de sus funciones.

Se consideran por tanto:

- Capacitación en todos los niveles de la organización (inscripciones a cursos, seminarios, congresos, exposiciones de maquinaria y materiales, otorgamiento de becas, compra de libros, revistas especializadas, etc.).

V.6.2.2.1.6 SEGURIDAD E HIGIENE.

Con objeto de que la organización reduzca al mínimo la posibilidad de accidentes dentro de la oficina y que se trabaje en condiciones de higiene, es obligatorio establecer una comisión mixta que atienda estos aspectos. El costo de la implementación de las medidas tendientes a garantizar la seguridad e higiene es el que se incluye en este rubro.

Calculados los gastos totales por concepto de administración central en un período determinado (usualmente un año), se pueden expresar como porcentaje del costo directo empleando la siguiente expresión:

$$\text{Porcentaje Administración Central} = \left(\frac{\text{Costo Total Anual de Oficina Central}}{\text{Costo Directo Total Ejecutado en el Año}} \times 100 \right)$$

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

Con relación al costo de administración por concepto de oficinas centrales y de obra, el Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios relacionados con las Mismas establece lo siguiente: "Para su determinación, se deberá considerar que el costo correspondiente a las oficinas centrales del contratista, comprenderá únicamente los gastos necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia del contratista, encargada directamente de los trabajos.

En el caso de los costos indirectos de oficinas de campo se deberán considerar todos los conceptos que de él se deriven".

Lo anterior significa que, para el caso de la administración central, el análisis de costos, que se ha hecho para un año, ahora deba ser expresado en relación con la obra particular que se esté presupuestando.

V.6.2.2.2 ADMINISTRACIÓN CENTRAL.

Se pueden desglosar en los siguientes aspectos, los conceptos que constituyen este grupo:

- Honorarios, Sueldos y Prestaciones.
- Depreciación, mantenimiento y rentas.
- Servicios.
- Fletes y acarreos.
- Gastos de oficina.
- Capacitación y adiestramiento.
- Seguridad e higiene.
- Trabajos previos y auxiliares.

V.6.2.2.2.1 HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES.

Este aspecto, cubre todas las erogaciones originadas por el personal directivo, técnico, administrativo y de servicio que participa en la dirección, organización y supervisión de los trabajos.

En dicha organización se incluye desde la jerarquía suprema de la residencia, que suele ser un superintendente o residente general, hasta sobrestantes, cabos y demás.

Dentro de este aspecto quedan involucrados los siguientes renglones:

- Honorarios de superintendentes e ingenieros auxiliares.
- Honorarios de personal administrativo y de servicios (jefe de oficina, secretarias, pagador, oficinistas, almacenistas).

- Sueldos y salarios de personal obrero de servicio (bodegueros, mecánicos, soldadores, chóferes, veladores).
- Seguro social e impuesto sobre remuneraciones pagadas, del personal anterior.
- Pasajes y viáticos con cargo a la obra.
- Compensaciones y gratificaciones.

V.6.2.2.2.2 DEPRECIACIÓN, MANTENIMIENTO Y RENTAS.

Se incluyen dentro de este aspecto, todas las erogaciones relativas a la depreciación y/o renta de las instalaciones auxiliares, necesarias para el desarrollo de la obra misma, así como de los vehículos que operan dentro de ella, como pueden ser:

- Campamento (oficinas de obra, talleres, bodegas, almacenes, comedores, dormitorios, laboratorios de campo y patios de almacenamiento).
- Conservación y mantenimiento de las edificaciones anteriores.
- Instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, de gas, y su conservación.
- Casetas de vigilancia.
- Instalaciones deportivas y recreativas, escuela, iglesia e instalaciones para servicios médicos

V.6.2.2.2.3 SERVICIOS.

En este aspecto se agrupan los gastos originados por:

- Consultores y asesores para el buen desarrollo de los trabajos (asesor en el uso de explosivos por ejemplo).
- Laboratorios, propios o contratados para llevar el control de calidad de los trabajos e inclusive para verificar en campo el comportamiento previo de ciertas estructuras.
- Estudios e investigaciones relacionados directamente con la obra.

V.6.2.2.2.4 FLETES Y ACARREOS.

Son pagos que se realizan para trasladar a la obra y posteriormente a los almacenes de la empresa entre otros, los siguientes implementos:

- Campamentos.
- Equipo de construcción.
- Plantas y elementos para instalaciones.
- Mobiliario.

V.6.2.2.2.5 GASTOS DE OFICINA.

Al igual que la oficina central, la oficina en campo realiza los siguientes gastos:

- Papelería y útiles de escritorio.
- Correos, fax, teléfonos, telégrafos, radio.
- Consumibles del equipo de computación.
- Copias y duplicados.
- Luz, gas y otros consumos.
- Situación de fondos.

V.6.2.2.2.6 CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO.

En alguna obra se requiere establecer programas de capacitación y adiestramiento de los trabajadores para mejorar su desempeño.

Entre otros, se consideran aquí los siguientes costos:

- Programas de capacitación: instructores, papelería, renta de equipos audiovisuales y especiales, material de trabajo.
- Instalaciones necesarias para implementar los programas de capacitación.

V.6.2.2.2.7 SEGURIDAD E HIGIENE.

La importancia de cuidar la seguridad e higiene en la obra, origina los siguientes costos con cargo a la obra:

- Señalización y letreros en general.

- Salario y equipamiento de los integrantes de la Comisión de Seguridad e Higiene.
- Botiquines y equipo de primeros auxilios.
- Costo de conferencias y pláticas relativas.

V.6.2.2.2.8 TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES.

Se incluyen en 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:

- Construcción y conservación de caminos de acceso.
- Montajes y desmantelamientos de equipo.
- Campamentos.
- Muelles.
- Tapiales y cercas.

Los costos presentados anteriormente, tanto para la administración central como para la correspondiente a la obra tienen carácter esencialmente enunciativo.

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

$$\text{Porcentaje Administración de obra} = \left(\frac{\text{Costo Total de Administración de Obra}}{\text{Costo Directo Total de la Obra Analizada}} \right) \times 100$$

Se deduce de la observación de la extensa lista de conceptos que intervienen en la administración y gastos generales de obra, que se presenta un rango de variación muy amplio, pudiendo.

V.6.2.2.3 FIANZAS Y SEGUROS.

Se incluyen dentro de este grupo a todas las erogaciones motivadas por los aspectos de fianzas, seguros, multas, recargos, regalías por el uso de patentes, etc. Las fianzas son documentos mediante los cuales, las empresas constructoras

garantizan ante sus clientes, por medio de un tercero, el cumplimiento de sus obligaciones contractuales. En lo que se refiere a la normatividad establecida en la Ley de Obras Públicas, las fianzas que otorguen los contratistas durante los procesos de licitación, contratación, ejecución y terminación de las obras pueden ser:

- Fianza para garantizar la debida aplicación del anticipo establecido en el contrato. La cantidad afianzada en este reglón, es del 100% del importe del anticipo.
- Fianza para garantizar el cumplimiento de todas y cada una de las cláusulas contenidas en el contrato de obra, que se otorga hasta por el 10% del importe de obra contratada.
- Fianza de calidad, que se otorga una vez terminados los trabajos, para garantizar la reparación de los llamados vicios ocultos, que se otorga por el 10% del monto total de obra ejecutada.

Esta fianza se da en sustitución de la que garantiza el cumplimiento del contrato y tiene una vigencia de un año a partir de la recepción de los trabajos ejecutados.

El costo de estas tres fianzas, se hará con cargo a la administración de obra.

Por lo que corresponde a los seguros, estos pueden cubrir aspectos como son los bienes muebles e inmuebles de la empresa, nóminas y otros.

En conjunto, el renglón de seguros y fianzas puede representar del 1% al 4% del costo total de la obra.

V.6.2.2.4 IMPREVISTOS.

Existe divergencia de criterios entre si se debe o no incluir dentro de los costos indirectos, el aspecto de “imprevistos”.

Categorícamente hay que reconocer que existen en todo trabajo de construcción, causas o elementos de costo que no pueden ser expresadas en números. No se pueden suprimir totalmente los errores, tanto en estimación como en proceso de ejecución.

No se puede predecir la magnitud de un posible accidente; no se pueden cubrir con seguros todas las posibles eventualidades, ni se pueden prever las demoras que causarán en la ejecución de las actividades. Elementos de este tipo constituyen el riesgo natural de la construcción, riesgo del mismo género que es inherente a cualquier otro orden de actividad económica.

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

El analista de precios unitarios, no es alguien que pueda prever los gastos de fuerza mayor, tales como ciclones y fenómenos telúricos; de querer preverlos, tendría que tomar tales factores de seguridad, que sus presupuestos serían muy elevados, y lo pondrían fuera de competencia en el mercado. Se pueden considerar como causa de costos imprevistos ciertas demoras y suspensiones de trabajo por conflictos obrero-patronales, atrasos en la procuración de materiales, mano de obra y equipo o escasez de dichos elementos, accidentes, modificaciones al proyecto, erogaciones extras por extravíos, robos y pérdidas, errores y omisiones en presupuestos y programas, etc.

En resumen, se puede concluir que el porcentaje con que se exprese el efecto de los imprevistos dentro de los costos indirectos, dependerá del grado de incertidumbre que se tenga respecto a todos y cada uno de los factores de costo de una obra. En términos generales se puede considerar que los imprevistos representan entre un 2% y un 5% del costo directo total de una obra.

V.6.2.3 FINANCIAMIENTO.

Este es un factor de costo de vital importancia, cuya omisión o cálculo erróneo, puede tener graves consecuencias en los resultados finales de una obra, ocasionando serias pérdidas. En el artículo 183 del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas, se indica que el costo

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

por financiamiento deberá estar representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos y corresponderá a los gastos derivados por la inversión de recursos propios o contratados, que realice el contratista para dar cumplimiento al programa de ejecución de los trabajos calendarizados y valorizados por períodos.

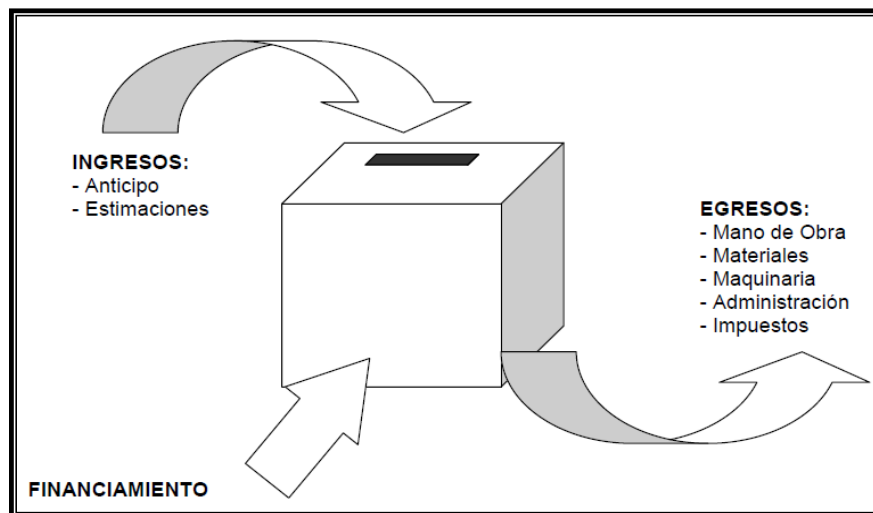
El procedimiento para el análisis, cálculo e integración del costo por financiamiento deberá ser fijado por cada dependencia o entidad.

La manera conveniente de calcular el costo del financiamiento es mediante 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 acumuladas, entre estos egresos e ingresos. Estas diferencias pueden ser cantidades positivas o negativas, por lo cual, para obtener el costo de financiamiento se multiplican por la tasa de interés que represente el costo o el producto financiero del dinero en el momento de efectuar el análisis.

El costo o producto financiero así obtenido, dividido entre la suma del costo directo más indirecto, proporciona el porcentaje que por este concepto debe afectar a todos y cada uno de los precios unitarios. La Figura V.5 “Representación gráfica del flujo de caja”, muestra esquemáticamente la representación del flujo de caja.

FIGURA V.5 “REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL FLUJO DE CAJA”.



Para llevar a cabo el análisis, el contratista deberá fijar como referencia, la tasa de interés con base en un indicador económico específico (CETES, CPP, Tasa Interbancaria de Equilibrio, etc.).

V.6.2.4 UTILIDAD.

La parte correspondiente a la utilidad es un tema que debe ser tratado libremente por la empresa constructora, 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 el empresario tenga una remuneración equitativa. En la determinación de la utilidad, las empresas deben considerar el pago de impuestos a que están sujetas, así como el efecto de la inflación, mismo que las leyes hacendarías de México toman en cuenta. Asimismo, la participación que de ella deben hacer, por ley, a los trabajadores.

En estas condiciones, la utilidad bruta a considerar en los análisis de precios unitarios es:

$$\text{Utilidad Bruta} - \text{Impuestos} \times \text{Utilidad Bruta} = \text{Utilidad Neta}$$

Si se considera como impuestos el de la renta (ISR) y la participación de los trabajadores en las utilidades (PTU), despejando la utilidad bruta se tiene:

$$\text{Utilidad Bruta} = ((\text{Utilidad Neta}) / (1 - (\text{SR} + \text{PTU})))$$

El porcentaje de utilidad se aplica a la suma del costo directo total, más los costos indirectos, más el costo de financiamiento. El criterio de evaluación más significativo es el basado en el grado de riesgo a que estará sujeto el contratista. Otros factores circunstanciales pueden ser el grado de dificultad técnica de la obra, localización de la misma, plazo en que deba ejecutarse, magnitud,

complejidad, etc. Es común en nuestro medio y dadas circunstancias normales, que el porcentaje de utilidad, oscile entre un 8% y un 12%.

V.6.2.5 CARGOS ADICIONALES.

Los cargos adicionales son las erogaciones que debe realizar el contratista, por estar convenidas como obligaciones adicionales o porque derivan de un impuesto o derecho que se cause con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los costos directos e indirectos y por financiamiento, ni del cargo por utilidad. 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 comprendidos dentro de los cargos directos ni en los indirectos ni en la utilidad. Estos cargos siempre representan un porcentaje del precio unitario, ya que en general gravitan directamente sobre el importe total de los contratos.

Entre estos cargos se pueden mencionar:

- a) El pago de los derechos de inspección de obras públicas, que ejerce la Secretaría de la Función Pública y que paga toda empresa constructora cuando contrata con organismos gubernamentales; corresponde al 0.5% del importe total contratado.
- b) El pago de la capacitación de los trabajadores que mediante convenios pagan las empresas constructoras que realizan obras para el sector oficial y, que corresponde al 0.2% del importe total del contrato.
- c) Los pagos de impuestos estatales y municipales, que pagan las empresas constructoras cuando realizan obras en provincia.
- d) Inspecciones que realiza la entidad contratante y que corresponde a un porcentaje de la obra ejecutada.
- e) Aportaciones a Colegios.

V.6.2.6 AJUSTES DE COSTOS.

Es importante considerar la fecha en que el presupuesto ha sido calculado, ya que al presentarse incrementos en los costos de los insumos que intervienen en dicho presupuesto, habrá que realizar ajustes de los precios unitarios.

V.6.3 SUGERENCIA PARA EL CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS.

Es conveniente que, durante el proceso del cálculo de precios unitarios, se tenga en mente que, para cualquier concepto de obra especificado, por muy simple o complejo que sea, siempre se tendrá un procedimiento constructivo con la participación de uno, dos o tres insumos: mano de obra, materiales y maquinaria y herramienta. Eventualmente alguno de estos insumos puede tener a su vez el mismo tratamiento esto es, un procedimiento constructivo con sus insumos correspondientes, tal es el caso, por ejemplo, del concepto losa de concreto, donde uno de los insumos es precisamente el concreto que, si es hecho en obra, tendrá a su vez como insumos los materiales (cemento, arena, grava y agua), la mano de obra (cuadrilla de personas que fabrican el concreto) y la maquinaria y herramienta (revolvedora para fabricar el concreto, palas y carretillas). En la Tabla V.4 “Análisis de precio unitario”, se presenta el ejemplo de análisis de precio unitario para una excavación por medios mecánicos.

V.6.4 INTEGRACIÓN DE PRESUPUESTOS.

El análisis de precios unitarios es una etapa importante en la integración de presupuestos de obra, pero no la única. La formulación de un presupuesto se inicia a partir de que se dispone de un proyecto ejecutivo plasmado en un conjunto de planos con sus respectivas especificaciones de construcción. A partir de esta información, el analista de costos tiene que definir los diferentes tipos de trabajos que habrán de efectuarse, organizarlos y agruparlos en partidas que tengan cierta afinidad.

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

Cada partidas debe detallarse en partes más pequeñas a las que se les denomina "conceptos de obra", que corresponden a la descripción precisa de cada uno de los trabajos que habrán de ejecutarse en campo. Con las cantidades de cada uno de los conceptos definidos, se integra el "Catálogo de Conceptos" del cual se calcularán los precios unitarios para integrar el presupuesto, en la Tabla V.5 "Catálogo de conceptos de obra" se muestra un ejemplo de un catálogo de conceptos de obra.

TABLA V.4 "ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO".

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
DESCRIPCIÓN							
Clave: A100B						Unidad: m³	
Excavación mecánica en zanjas en material Tipo "A", Zona "B" de 0 a 8 m de profundidad, en seco.						Cantidad: 81,800	
						Precio Unitario: 21.40	
						Total: 1,750,513.15	
CLAVE	DATOS	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mano de Obra:							
CUAD01	X	Cuadrilla # 01 (1 Peón)		jornada			
PEON		Peón		jornada	1.00	211.93	211.93
MANIND		Mando Intermedio		% Mano de Obra	0.10	211.93	21.19
HERR		Herramienta Menor		% Mano de Obra	0.05	211.93	10.6
						Suma	243.72
	X		Rendimiento:		100.00	Total	2.44
Total de la Mano de Obra							2.44
Equipo:							
AMAPE-030		Excavadora hidráulica sobre orugas 318 BL, capacidad 18.4 ton, fuerza máxima de área de tiro 174 kN		hora	1.00	441.17	6.62
			Rendimiento:		66.67	Total	6.62
AMAPE-039		Camión de volteo marca DINA de 7 m³ de capacidad		hora	1.00	159.39	8.77
			Rendimiento:		18.18	Total	8.77
Total de Equipo							15.39
						Costo Directo	17.83
						Indirectos (20%)	3.57
						Financiamiento (0%)	0.00
						Utilidad (0%)	0.00
						Cargos Adicionales (0%)	0.00
						Precio Unitario	21.40
Veintiun Pesos 40/100 M.N.**							

TABLA V.5 “CATÁLOGO DE CONCEPTOS DE OBRA”.

CATÁLOGO DE CONCEPTOS CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
II. CIMENTACIÓN			
II.1	Trazo y nivelación del terreno...	m ²	200.00
II.2	Excavación en cepa...	m ³	132.00
II.3	Plantilla de concreto pobre...	m ²	110.00
II.4	Acero de refuerzo en cimentación...	ton	5.75
II.5	Cimbra en cimentación acabado común...	m ²	253.00
II.6	Concreto premezclado en cimentación...	m ³	38.50
II.7	Relleno de cepas con material inerte...	m ³	88.00
II.8	Acarreo de material producto de excavación...	m ³ -km	158.00

En los concursos de obra pública, es obligación de la dependencia o entidad convocante, proporcionar a los participantes el catálogo de conceptos para que sean ellos quienes analicen los precios unitarios correspondientes. Una vez analizados los precios unitarios de cada uno de los conceptos de obra, se estará en posibilidad de obtener los importes de cada una de las partidas definidas con anterioridad y, al sumar los importes de todas las partidas, se tendrá el importe total de la obra, esto es, el presupuesto.

V.6.5 PRESUPUESTO DEL COLECTOR COMBINADO.

A partir del método de estimación de costos basado en precios unitarios, se elaboró el presupuesto del colector combinado, que se presenta en la Tabla V.6 “Presupuesto del Colector Combinado”. Cabe mencionar que el presupuesto fue elaborado con el apoyo de un programa de cómputo para la elaboración de precios unitarios.

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

TABLA V.6 (1/3) "PRESUPUESTO DEL COLECTOR COMBINADO".

PROYECTO	PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR COMBINADO		1	93'790,937.42	93'790,937.42
OBRA	COLECTOR GENERAL		1	93'790,937.42	93'790,937.42
PARTIDA	CONCEPTO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
A000C	DEMOLICION DE PAVIMENTO ASFALTICO, INCLUYENDO CARGA DE MATERIAL A CAMION Y ACARREO EN 1er. KM.	m3	240	\$213	\$51,149
A000D	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO A MANO, INCLUYENDO CARGA DEL MATERIAL A CAMION Y ACARREO EN 1er. KM.	m3	319	\$297	\$94,624
A000F	CORTE DE PAVIMENTO ASFÁLTICO CON CORTADORA DE DISCO O EQUIPO SIMILAR, INCLUYE TRAZO.	m	1601	\$14	\$22,077
A000G	CORTE DE PAVIMENTO DE CONCRETO CON CORTADORA DE DISCO O EQUIPO SIMILAR, INCLUYE TRAZO.	m	1466	\$21	\$31,440
A001F	REPOSICION DE PAVIMENTO ASFALTICO CON CARPETA DE 0.075 M DE ESPESOR, INCLUYENDO SUMINISTRO DE TODOS LOS MATERIALES PUESTOS EN EL SITIO DE LOS TRABAJOS, ACARREO EN 1er. KM Y COMPACTACION.	m2	3200	\$248	\$794,240
A001G	REPOSICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO F'c=200 KG/CM2 DE 0.08 M DE ESPESOR INCLUYENDO SUMINISTRO DE TODOS LOS MATERIALES PUESTOS EN EL SITIO DE LOS TRABAJOS, FABRICACION, COLADO, VIBRADO, CURADO DEL CONCRETO CON CURACRETO O SIMILAR.	m2	3985	\$223	\$889,460
A100B	EXCAVACION MECANICA EN ZANJAS EN MATERIAL TIPO "A", ZONA "B" DE 0.00 A 8.00 M DE PROFUNDIDAD, EN SECO.	m3	81800	\$21	1'721,065.27
A110B	EXCAVACION MECANICA EN ZANJAS EN MATERIAL TIPO "B", ZONA "B" DE 0.00 A 8.00 M DE PROFUNDIDAD, EN SECO.	m3	55215	\$33	1'817,670.56
A111B	EXCAVACION MECANICA EN ZANJAS EN MATERIAL TIPO "B", ZONA "B" DE 0.00 A 8.00 M DE PROFUNDIDAD, EN AGUA (NO INCLUYE BOMBEO).	m3	67485	\$40	2'670,371.16
A130C	PLANTILLA DE MATERIAL DE BANCO (ARENA), INCLUYE SUMINISTRO DE MATERIAL PUESTO EN EL SITIO DE LOS TRABAJOS, CARGA, DESCARGA, MANIOBRAS LOCALES, COLOCACION DE PLANTILLA, COMPACTACION CON AGUA Y CONSTRUCCION DEL APOYO COMPLETO DE LA TUBERÍA.	m3	7500	\$330	2'476,025.45
A131B	RELLENO EN ZANJAS CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, INCLUYE CARGA Y DESCARGA, COMPACTACION EN CAPAS DE 0.20 M DE ESPESOR, INCORPORACION DE AGUA NECESARIA Y MANIOBRAS LOCALES.	m3	163717	\$68	11'119,667.47
A132E	RELLENO COMPACTADO POR MEDIOS MECANICOS EN ZANJAS CON MATERIAL TEPETATE EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE INCORPORACION DE AGUA NECESARIA, MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA LA COLOCACION.	m3	33287	\$212	7'067,762.89

Esta tabla continúa en la página siguiente.

Esta tabla continúa de la página anterior.

TABLA V.6 (2/3) “PRESUPUESTO DEL COLECTOR COMBINADO”.

PARTIDA	CONCEPTO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
A140D	BOMBEO DE ACHIQUE CON BOMBA AUTOCEBANTE DE 6" DE DIAMETRO Y 32 HP, INCLUYE OPERACION.	hr	825	\$98	\$80,924
C035D	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO CON JUNTA HERMÉTICA GRADO I DE 1070 MM DE DIÁMETRO, INCLUYE MANIOBRAS LOCALES, MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS.	m	427	\$2,376	1'014,654.48
C035F	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO CON JUNTA HERMÉTICA GRADO I DE 1520 MM DE DIÁMETRO, INCLUYE MANIOBRAS LOCALES, MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS.	m	464	\$3,958	1'836,409.92
C035G	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO CON JUNTA HERMÉTICA GRADO I DE 1830 MM DE DIÁMETRO, INCLUYE MANIOBRAS LOCALES, MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS.	m	9386	\$5,820	54'626,707.72
C070J	POZO DE VISITA TIPO ESPECIAL PARA TUBERIAS DE 76 A 107 CM DE DIÁMETRO INCLUYE ACARREO DE MATERIALES, PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3, MURO DE TABIQUE DE 28 CM, APLANADO DE MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5, CONCRETO F'c=200 KG/CM2 EN LOSAS, ACERO DE REFUERZO DEL # 3, ESCALONES Y TODO LO NECESARIO PARA LA TERMINACION DEL CONCEPTO, PARA UNA PROFUNDIDAD DE 3.50 M.	pieza	2	\$9,810	\$19,619
C070N	POZO DE VISITA TIPO ESPECIAL PARA TUBERIAS DE 76 A 107 CM DE DIÁMETRO INCLUYE ACARREO DE MATERIALES, PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3, MURO DE TABIQUE DE 28 CM, APLANADO DE MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5, CONCRETO F'c=200 KG/CM2 EN LOSAS, ACERO DE REFUERZO DEL # 3, ESCALONES Y TODO LO NECESARIO PARA LA TERMINACION DEL CONCEPTO, PARA UNA PROFUNDIDAD DE 4.50 M.	pieza	2	\$11,816	\$23,633
C080A	POZO TIPO CAJA PARA TUBERIAS DE 152 A 183 CM DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE F'c=100 KG/CM2 CON UN ESPESOR DE 5 CM, MURO DE TABIQUE DE 28 CM ASENTADO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5, APLANADO, CONCRETO F'c=250 KG/CM2 EN LOSAS, ABOCINADO DE CONCRETO SIMPLE F'c=150 KG/CM2, ACERO DE REFUERZO Y ESCALONES, MATERIAL PUESTO EN OBRA, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION PARA UNA PROFUNDIDAD DE 4.00 A 5.00 M.	pieza	30	\$37,951	1'138,518.90

Esta tabla continúa en la página siguiente.

**PROYECTO EJECUTIVO DE UN COLECTOR
COMBINADO EN LA ZONA NORORIENTE
DEL ESTADO DE MEXICO**

Esta tabla continúa de la página anterior

TABLA V.6 (3/3) "PRESUPUESTO DEL COLECTOR COMBINADO".

PARTIDA	CONCEPTO DE OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
C081A	POZO TIPO CAJA PARA TUBERIAS DE 152 A 183 CM DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE F'c=100 KG/CM2 CON UN ESPESOR DE 5 CM, MURO DE TABIQUE DE 28 CM ASENTADO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5, APLANADO, CONCRETO F'c=250 KG/CM2 EN LOSAS, ABOCINADO DE CONCRETO SIMPLE F'c=150 KG/CM2, ACERO DE REFUERZO Y ESCALONES, MATERIAL PUESTO EN OBRA, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION PARA UNA PROFUNDIDAD DE 5.50 A 6.50 M.	pieza	32	\$41,144	1'316,617.28
C082A	POZO TIPO CAJA PARA TUBERIAS DE 152 A 183 CM DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE F'c=100 KG/CM2 CON UN ESPESOR DE 5 CM, MURO DE TABIQUE DE 28 CM ASENTADO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5, APLANADO, CONCRETO F'c=250 KG/CM2 EN LOSAS, ABOCINADO DE CONCRETO SIMPLE F'c=150 KG/CM2, ACERO DE REFUERZO Y ESCALONES, MATERIAL PUESTO EN OBRA, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION PARA UNA PROFUNDIDAD DE 7.00 A 8.00 M.	pieza	23	\$44,472	1'022,847.72
C083A	POZO TIPO CAJA PARA TUBERIAS DE 152 A 183 CM DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE F'c=100 KG/CM2 CON UN ESPESOR DE 5 CM, MURO DE TABIQUE DE 28 CM ASENTADO CON MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5, APLANADO, CONCRETO F'c=250 KG/CM2 EN LOSAS, ABOCINADO DE CONCRETO SIMPLE F'c=150 KG/CM2, ACERO DE REFUERZO Y ESCALONES, MATERIAL PUESTO EN OBRA, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y TODO LO NECESARIO PARA LA CORRECTA EJECUCION PARA UNA PROFUNDIDAD DE 8.50 A 9.00 M.	pieza	8	\$47,097	\$376,773
D039A	LIMPIEZA, TRAZO Y NIVELACION DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN, INCLUYE LIMPIEZA DEL AREA DE EXCAVACIÓN.	m	10277	\$8	\$78,311
J000A	ACARREO PRIMER KILOMETRO DE MATERIALES PETREOS ARENA, GRAVA, PIEDRA, CASCAJO, ETC. EN CAMION DE VOLTEO INCLUYENDO CARGA A MANO Y DESCARGA A VOLTEO, MEDIDO SUELTO DE 7 M3 EN CAMINO PLANO PAVIMENTADO.	m3	33413	\$77	2'558,116.12
J004A	ACARREO KILOMETROS SUBSECUENTES AL PRIMERO DE MATERIALES PETREOS ARENA, GRAVA, PIEDRA, CASCAJO, ETC. EN CAMION DE VOLTEO INCLUYENDO CARGA A MANO Y DESCARGA A VOLTEO, MEDIDO SUELTO DE 7 M3 EN CAMINO PLANO PAVIMENTADO (A 5 KM).	m3-km	167066	\$6	\$942,253

V.7 PROGRAMACIÓN DE OBRA.

El resultado de la programación general es aparentemente simple; debe mostrar una lista de actividades, sus duraciones, las interrelaciones entre las actividades o lógica, la fecha cuando cada actividad debe iniciar y la fecha cuando debe terminar. Estos resultados deben ser puestos en forma de diagramas de barras, por partes o porciones del proyecto y muchas veces agrupando actividades o resumiendo. Esto con el fin de:

- a) Comunicación.
- b) Servir para preparar los programas subordinados.
- c) Servir como base para el control de avance y el control de costos.

Existen en uso varios sistemas de planeación y programación, aunque los principios básicos son similares entre ellos. El hecho de utilizar uno u otro sistema depende generalmente del tamaño del proyecto, la complejidad del mismo, el grado de detalle requerido y las políticas de la empresa.

V.7.1 PROGRAMAS DE RECURSOS.

Con el programa general de la obra, "plan maestro" o "plan básico de construcción", como también se le conoce, ya se pueden elaborar los programas subordinados o de recursos que complementan la planeación del proyecto y que constituyen la base para el control, en conjunto con los presupuestos.

V.7.1.1 DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS.

Todo proyecto de construcción requiere recursos. Los mismos pueden tener varias formas: dinero, terrenos, tiempo, materiales, gente, maquinaria, equipo de construcción, herramientas, entre otros.

La mayoría de los recursos son limitados. Aquellos que se consideran para un proyecto, deben ser usados eficientemente; los recursos ociosos, cuestan dinero. Recursos insuficientes ocasionan un proyecto no factible, o que tarde demasiado tiempo, incrementando sus costos indirectos.

El administrador de un proyecto es el responsable de coordinar todos los recursos eficientemente, y deberá:

- Hacer un listado de todos los recursos necesarios en tiempo y cantidad, de acuerdo al programa de obra, ya sea en primeras fechas o últimas fechas.
- Revisar los recursos críticos de maquinaria y mano de obra, con el fin de ajustar el programa de obra si fuera necesario.
- Establecer los programas definitivos de recursos después de considerar los siguientes aspectos:
 - Disponibilidad de efectivo, en términos aceptables y a tiempo.
 - Nivel de experiencia de la mano de obra. Disponibilidad.
- Disponibilidad de proveedores para maquinaria y materiales de construcción. Su ubicación; los transportes; las condiciones de mercado. El tiempo libre.
- Subcontratistas disponibles. Su historial de trabajo. Su experiencia.
- Qué equipo se requiere. En qué cantidad. Cuándo y cómo debe llegar y cuándo se debe retirar. Existen los operadores. Es mejor comprar o rentar.
- Restricciones especiales de transportación, almacenaje, bodegas, caminos de acceso, etc.

V.7.2 PROGRAMA DE MATERIALES.

Se llaman también, de acuerdo a su uso específico:

- a) Programas de Utilización de Materiales o de Avance de Materiales.
- b) Programas de Adquisición de Materiales o Programas de Suministros.

Se trata en primera instancia de obtener el empleo de los diversos materiales que intervienen en el proyecto, a través del tiempo. Esto es, en otras palabras, la obtención de un histograma de recursos en concordancia con el programa maestro. Una vez logrado esto, se programa la adquisición de los diversos materiales en el tiempo, ya que la adquisición no puede ser realizada de un modo continuo como su utilización (teórica). Sin embargo, es lógico que se esperen simplificaciones adicionales, tanto en los programas de consumo como en los de adquisiciones. Un objetivo primordial de estos programas es el de tener en el sitio

los materiales y el equipo de instalación permanente antes de que sean utilizados de acuerdo al programa maestro.

Unos "buenos" programas de materiales deben contestar las preguntas:

- 1) Qué comprar.
- 2) Cuánto y en qué frecuencia comprar.
- 3) Cuándo comprar.

Y permiten observar desde antes del inicio del proyecto:

- a) La capacidad requerida mínima de almacenamiento;
- b) Si existen conflictos en la utilización de las instalaciones de almacenamiento;
- c) Si existen consumos excesivos que el mercado local no puede ofertar en un período dado de tiempo;
- d) Cómo se pagarán los materiales y qué liquidez se necesitará;
- e) Si existen materiales o suministros que requieren fabricación especial y por tanto largo tiempo para ser entregados; etc.

En resumen deben permitir tomar en consideración lo siguiente:

- Tiempo de entrega.
- Cantidad óptima.
- Espacio de almacenamiento requerido.
- Selección de proveedores.
- Forma de pago.

V.7.3 PROGRAMA DE MANO DE OBRA.

También llamados de acuerdo a su uso:

- a) Programas de Utilización de Mano de Obra o de Avance de Mano de Obra;
- b) Programas de Reclutamiento de Personal, y
- c) Programas de Capacitación de Mano de Obra

Su objetivo es tener en el lugar del proyecto al personal adecuado que realizará el trabajo, en cantidad suficiente de acuerdo a las cuadrillas y rendimientos supuestos, para que el avance de la obra sea de acuerdo al programa maestro.

Este programa se realiza también mediante la elaboración de un histograma de recursos (en el tiempo) el cual una vez terminado puede señalar la posibilidad de una excesiva demanda de personal en determinados períodos y una probable fluctuación de cantidades de personal inaceptable, que llevaría a un procedimiento de "nivelación de recursos". También indicaría con precisión el momento de utilización de personal muy especializado, que tal vez haya necesidad de traer de otro lugar o de capacitar. En general estos programas ayudan a determinar:

- Especialidades requeridas.
- Densidad de la fuerza de trabajo.
- Jornadas extras.
- Ajuste de productividad.
- Forma de pago.

V.7.4 PROGRAMA DE MAQUINARIA.

También, de acuerdo a su uso, son llamados de diversa manera:

- a) Programas de Utilización de Maquinaria;
- b) Programas de requisición, envío y recepción de maquinaria (propia o rentada);
- c) Programas de adquisición de maquinaria (nueva) y capacitación de operadores.

Son muy parecidos a los de mano de obra, pero en vez de ser elaborados en horas-hombre son realizados en horas-máquina. Su objetivo, igualmente es el de tener en el lugar de la obra la maquinaria con las características deseadas, el mantenimiento requerido y la cantidad suficiente, justo antes de que sea requerida en la realización de un procedimiento específico, de tal manera que el avance de la obra sea lo más apegado posible al programa maestro.

Los histogramas logrados pueden señalar la posibilidad de existencia de conflictos en el uso de una misma máquina costosa por varias actividades a la vez, o demandas excesivas, o fluctuaciones inaceptables, todo lo cual puede llevar a la

realización de un proceso de "distribución de recursos" antes de que inicie la ejecución del proyecto.

Un "buen programa" debe mostrar las fechas de envío, de utilización y de devolución de la maquinaria, minimizando así los movimientos de la maquinaria que pueden ser muy costosos. Así mismo proporcionará la base para comparar los rendimientos teóricos con los reales.

Estos programas deben estar acompañados con los programas de mantenimiento de cada maquinaria en particular así como de su consumo de insumos (llantas, combustibles, aceites, refacciones, etc.), lo que permitirá preparar la adquisición de los mismos. Resumiendo estos programas permiten prevenir o decidir sobre:

- Fecha de entrada a obra.
- Forma de transportación.
- Renta o equipo propio.
- Fechas de salida.
- Forma de pago.

V.7.5 PROGRAMAS DE GASTOS INDIRECTOS.

Siendo estos gastos los correspondientes a recursos que no pueden ser directamente atribuibles a ninguna actividad específica, no significa que no tengan un tiempo en el que deban ser erogados de acuerdo al programa maestro. Pueden ser gastos referidos a materiales, personal técnico, administrativo y de servicios, maquinaria, consumibles (papelería, energía, agua), todos los cuales son erogados de acuerdo a su necesidad al principio de la obra, o a final, o de manera uniforme a lo largo de la duración del proyecto.

El objetivo de estos programas es el de proporcionar la base para el control posterior de este tipo de erogaciones.

V.7.6 PROGRAMA DE INGRESOS.

Estos programas son realizados de acuerdo al avance establecido en el programa maestro y de acuerdo también al contrato, es decir, de acuerdo al período de

estimación previsto y al tiempo de pago del cliente. Constituyen la base para el control de ingresos.

V.7.7 PROGRAMAS FINANCIEROS.

Llamados también de "flujo de efectivo", constituyen la base para determinar: las necesidades de financiamiento (ó crediticias) de un proyecto y el costo teórico de financiamiento del mismo.

Conceptualmente este programa se basa en la suma algebraica, para cada período determinado (quincenas, meses, etc.), de los acumulados de ingresos menos los acumulados de egresos.

Los acumulados de ingresos teóricos se obtienen de los programas de ingresos. Los acumulados de egresos se obtienen de la suma de los consumos de todos los demás recursos, tomados si se quiere, cambiando a dinero (\$ pesos) los programas de utilización de materiales, maquinaria, mano de obra y de gastos indirectos. De esto se puede observar si el proyecto "tiene liquidez", o por el contrario requiere de financiamiento y en que monto máximo.

V.7.8 PROGRAMA DE OBRA DEL PROYECTO EJECUTIVO DEL COLECTOR COMBINADO.

En la Figura V.6 "Programa general de obra", se muestra el programa general de obra del proyecto ejecutivo del colector combinado.

V.8 CONCLUSIONES

En el proyecto del desarrollo de construcción, la elaboración del presupuesto y la programación de obra juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y la duración del mismo, indispensables para determinar la viabilidad del proyecto.

Si bien hoy, existen algunas herramientas informáticas que facilitan la elaboración de presupuestos y programas de construcción, el análisis y las consideraciones

asumidas por el profesional de la construcción influyen considerablemente en la confiabilidad de los resultados.

FIGURA V.6 “PROGRAMA GENERAL DE OBRA DEL COLECTOR”

