


INGENIERÍA DE COSTOS TEORÍA Y PRÁCTICA EN CONSTRUCCIÓN

Versión Abreviada

Por Leopoldo Varela Alonso¹

Septiembre de 2009

¹ Director de Varela Ingeniería de Costos e  **InterCost** Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de México, Especialista en Ingeniería de Costos certificado por el International Cost Engineering (CE) Council y por el Colegiado CICM como Perito Profesional.. Miembro del American Association of CE. Consultor con experiencia en 11 países americanos y europeos. Autor de las publicaciones Costos de Construcción Pesada, Edificación, Industrial, Por Metro Cuadrado y Legislación de Obra Pública. Fungió como Director de Compuobras, Bimsa(mr) Southam/CMDG y Cámara de Construcción

indice

PROLOGO	9
1 INTRODUCCION	13
1.1. DEFINICION DE INGENIERIA	14
1.2. DEFINICION DE ESTIMADO	16
1.3. LEY DE PARETO	16
1.4. EL INGENIERO EN COSTOS	17
1.5. TIPOS DE CONTRATOS Y PRECIOS	23
1.6. METODOS Y FUENTES DE INFORMACION	24
1.7. OTROS COSTOS	25
2 METODOS DE ESTIMACION DE COSTOS DE CONSTRUCCION	27
2.1. ESTIMADOS DE ORDEN DE MAGNITUD	29
2.2. ESTIMADOS PARAMETRICOS	30
2.3. METODO DE ESTIMACION POR COMPONENTES	31
2.4. METODO DE ENSAMBLE DE COSTO	36
2.5. METODO DE PRECIOS UNITARIOS	39
2.6. "TIEMPOS" DE LOS ESTIMADOS	39
2.7. LA PRECISION DE LOS ESTIMADOS	40
3 METODO DE ENSAMBLES	42
3.1. CALCULO DE ENSAMBLES DE COSTOS	47
3.2. FLEXIBILIDAD DEL METODO DE ENSAMBLES	48
3.3. ALCANCE DE LOS ENSAMBLES	50
3.4. ESTRUCTURA DE LOS ESTIMADOS POR ENSAMBLES	53
3.5. EJEMPLO DE ESTIMADO POR ENSAMBLES: GASOLINERA	57
3.6. FORMAS DE USAR ESTOS PRESUPUESTOS	61
3.7. CRITERIOS DE CONFIABILIDAD	62
3.8. CUANTIFICACION EN EL METODO DE ENSAMBLES	63
3.9. SISTEMA "\$/m2 en medio electrónico"	65
4 METODO DE PRECIOS UNITARIOS	73
4.1. CONTEXTO DE PRECIOS UNITARIOS	74
4.2. ESTRUCTURA COSTO - PRECIO	83

4.3.	COSTOS DIRECTOS	87
4.3.1.	Costos de mano de Obra - Labor	87
4.3.2.	Costos de Materiales	104
4.3.3.	Costos de Equipo de Construcción	109
4.3.4.	Costos de Herramientas, Máquinas - Herramientas	125
4.4.	COSTOS NO- DEDUCIBLES	127
	5 CARGOS DIRECTOS Y UTILIDAD	129
5.1.	CARGOS INDIRECTOS	129
5.2.	ADMINISTRACION CENTRAL	134
5.3.	ADMINISTRACION DE CAMPO	138
5.4.	IMPREVISTOS	144
5.5.	COSTO FINANCIERO	145
5.5.1.	Cálculo por cuadros de Flujo de Efectivo	149
5.5.2.	Costo Financiero "Cero"	155
5.5.3.	Diferencia entre Rentar y Poseer Equipo	156
5.6.	CARGOS ADICIONALES	157
5.7.	INDIRECTO TOTAL	159
5.8.	COSTOS INDIRECTOS NO- DEDUCIBLES	159
5.9.	UTILIDAD	160
	6 INGENIERIA DE VALOR	163
6.1.	DEFINICION	164
6.2.	CICLO DE VIDA DE PROYECTOS	164
6.3.	OBJETIVOS DE LA INGENIERIA DE VALOR	165
6.4.	COSTOS INNECESARIOS DE UN PROYECTO	166
6.5.	¿CUANDO APLICAR INGENIERIA DE VALOR?	166
6.6.	ETAPAS DE UN PROYECTO	167
6.7.	INFLUENCIA DE LOS DECISORES EN EL COSTO	168
6.8.	EQUIPO INGEVAL	168
6.9.	ESTUDIOS PREINVERSION, CONCEPTUALES, ANTEPROYECTO	170
6.10.	COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y CLAROS	171
6.11.	UN CASO DE ANTI - INGENIERIA DE VALOR: CYAD/UAM - X	175
6.12.	CONCLUSIONES DE INGENIERIA DE VALOR	177
	7 ESTUDIO DE CASOS	179
7.1.	HOTELES CLASE NEGOCIOS	179
7.2.	VALORES UNITARIOS DEL CATASTRO DE ACAPULCO	190

7.3.	EDIFICIO DE COBRO AUTOMATIZADO	198
7.4.	COSTOS COMPARATIVOS MEX - USA - CAN - AUS	200
7.5.	VARIACIONES DEL COSTO EN LOCALES COMERCIALES CIMENTACION A ACABADOS	213
	8 MAQUINARIA Y EQUIPO	225
8.1.	RENDIMIENTO DEL EQUIPO	226
8.1.1.	Factores de Eficiencia	227
8.1.2.	Análisis con Plantillas y Equipo "Parado"	236
8.1.3.	Conclusiones y recomendaciones en rendimientos	239
8.1.4.	Un Ejemplo	239
8.1.5.	Tractores sobre orugas - Bulldozers	241
8.1.6.	Ejemplo ilustrativo	246
8.1.7.	Compactadores	247
8.1.8.	Excavadores	248
8.1.9.	Cargadores	250
8.1.10.	Camiones de volteo	251
8.1.11.	Equipo para concreto hidráulico	253
8.1.12.	Martillos y rompedoras hidráulicas y neumáticas	258
8.2.	TASA DE INTERES REEMPLAZO OPTIMO	259
8.3.	COSTO DE EQUIPO USADO VS. NUEVO	273
8.4.	COSTO HORARIO DE MAQUINARIA "MITOS Y MITOTES"	279
8.5.	HOJAS ELECTRONICAS PARA CALCULO DE RENDIMIENTO	288
8.6.	BALANCEO Y ADECUACION DE RENDIMIENTO DE EQUIPO CON LA EXPLOSION DE HORAS - MAQUINA	293
8.7.	CONSUMO DE MAQUINARIA	298
	9 PLANIFICACION Y CONTROL DE OBRA	307
9.1.	PLANIFICACION Y CONTROL DE CALIDAD	308
9.2.	PLANIFICACION Y CONTROL DE TIEMPO	309
9.3.	PLANIFICACION Y CONTROL DE COSTOS	314
	10 ESCALACION - AJUSTE DE PRECIOS	321
	11 saltado por error	

12 CUANTIFICACION DE OBRA	331
12.1. CUANTIFICACION DE OBRA	331
12.2. LOS MATERIALES TERREOS Y PETREOS	335
13 AVALUOS. MODIFICADORES DEL COSTO	343
12.1. VALOR DE REPOSICION	344
12.2. MODIFICADORES DEL COSTO	345
12.2.1. Factor de calidad de Construcción (FCC)	346
12.2.2. Factor de Número de Pisos (FNP)	349
12.2.3. Factor de Altura de Entrepiso (FAE)	350
12.2.4. Factor de Perímetro de Superficie (FPS)	351
12.2.5. Factor de Zona Sismica (FZS)	353
12.2.6. Factor de Capacidad de Suelos (FCS)	353
12.2.7. Factor de Economía de Escala (FEE)	354
12.2.8. Factor Interciudad (FIC)	355
12.3. VALOR NETO DE REPOSICION	355
12.3.1. Factor de Conservación y Deterioro (FCD)	356
12.3.2. Factor de Edad (FED)	356
12.3.3. Factor de Edad y Deterioro - Fórmula Ross - Hideke	358
14 COMO GANAR CONCURSOS Y DESPUES.....DINERO	359
13.1. LA INDUSTRIA Y EMPRESA DE LA CONSTRUCCION	360
13.2. COMO HACER UN CONCURSO GANADOR	360
13.3. TECNICAS DE TRABAJO	371
13.4. CONSIDERACIONES AVANZADAS	375
13.5. EL POR QUE LOS CONTRATISTAS PIERDEN DINERO	378
13.6. LO QUE HACEN LOS CONTRATISTAS EXITOSOS	379
APENDICE A - Ejemplo de presupuesto y análisis de costos	387
APENDICE B - Cálculo del salario Real de Mano de Obra	425
APENDICE C - Rendimiento de Mano de Obra	433
ABREVIATURAS	465
BIBLIOGRAFIA	467

1. INTRODUCCIÓN

***“...quién de vosotros,
queriendo edificar una torre
no empieza calculando su costo,
para ver si se tiene suficiente dinero...”***

Evangelio de San Lucas (14,28-30):

La especialidad de costos de construcción toma forma y fuerza en nuestro país en los años sesenta con la aparición de obras fundamentales como el Tratado de Construcción de los Plazola, los libros rojos de Costos Unitarios de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y los cuadernos de Análisis de Costos de la Cámara de Construcción, mismos en los que el Autor se inició en la disciplina, recibió inspiración y ha emulado buscando aportar su granito de arena.

Fuerte impulso lo recibe al fundarse la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Costos, actualmente de Ingeniería Económica, Financiera y de Costos (SMIEFC), la Maestría correspondiente en la Universidad la Salle en la que el autor colaboró de 1978 a 1986 como Profesor de Materia y Consejero Académico.

En Estados Unidos se tiene la American Association of Cost Engineers, que cambió su nombre por AACE International para dar cabida a los Especialistas de Canadá. A nivel mundial, existe el International Cost Engineering Council (ICEC) que agrupa a sociedades de especialistas de más de 33 naciones de los 5 continentes.

Originalmente y todavía en nuestros días, al profesional que ejerce esta función tanto en el sector contratante como contratista, se le denomina “Analista de Costos”; no es mala idea tratando de que se consolide como una Especialidad, el considerar cambiar esta costumbre ya arraigada y usar el término más internacionalmente aceptado de “Ingeniero de Costos”.

Es interesante comentar que en la AACE prevalecen los Ingenieros Químicos, mientras que en la SMIEFC son mayoría los Ingenieros Civiles y Arquitectos; la razón se debe a que en EUA floreció intensamente la especialidad en el campo de estimación de costos de plantas industriales, mientras que en México ha predominado el de edificación y vías terrestres.

Ya que se ha mencionado a la Ingeniería de Costos, justo es definirla.

A. DEFINICIÓN DE INGENIERÍA DE COSTOS

Costo según el Diccionario Means es *“el gasto total aprobado después de la terminación de un proyecto”*.

Lo cual deja claro que el costo de un proyecto, es el que se registró a su término, después de que se contabilizó cada gasto, erogación o cargo imputable de manera directa o indirecta, así como de la utilidad que el contratista obtuvo en su caso.

La Estimación de Costos implica un cálculo a-priori de lo que habrá de ser.

El trabajo del Especialista de costos es conjetural por excelencia. Conjetura en el contexto que nos ocupa, es un juicio que se forma de los costos probables en que se incurrirán, por las señales que se observan en un proyecto -planos y especificaciones y condiciones que podrían prevalecer en la obra, para determinar un hecho (¿cuánto cuesta la obra?) basándose en:

- experiencia
- observaciones
- razonamientos
- consultas

El autor define a la Ingeniería de Costos como:

*“el arte de aplicar conocimientos científicos y empíricos para hacer las **conjeturas más realistas** y estimar el importe de una construcción, así como de su control durante la obra”*

Se enfatiza el hacer las conjeturas más realistas, porque en la medida que tales suposiciones sean lo más formales, ciertas y sustentables, los resultados serán fiables.

Cuando se habla de hacer conjeturas en la elaboración de un estimado para efectos de concurso de obra, no puede pensarse que un especialista pueda hacer conjeturas realistas sin haber tenido experiencia en campo y visite el sitio de la obra para poder hacer los juicios y determinar costos.

Como anécdota se puede mencionar el caso de elaboración de un concurso de rehabilitación de canales, en donde al hacer el recorrido por la obra se detectó la imposibilidad de que los vehículos suministro de materiales pudieran dar vuelta en "u" y regresar, por lo que las maniobras se hubieron de realizar aproximándose "en reversa" con la consecuente baja velocidad y por ende rendimiento en acarreos.

Es claro que la tarea de estimación de costos no necesariamente tiene que ser para propósitos de construir, es el caso típico del Avalúo, en donde se hace estimación de costos de las construcciones con carácter ex-post.

La práctica de Ingeniería de Costos mundial ha adquirido una tendencia hacia la globalización y aún cuando existen criterios y métodos universalmente aceptados, los procedimientos y grado de detalle que se acostumbra entre los países son diversos; en México y la mayoría de países sudamericanos, se exagera en los detalles de los análisis de costos a menudo debido a exigencias innecesarias de los contratantes del sector público.

Otro punto a considerar es la generalización de licitaciones internacionales, en las que participan consultoras, proyectistas y constructoras de diferentes países a menudo mixtas en ventura conjunta, por lo ello, en este documento con frecuencia se hará referencia a la terminología en idioma inglés, ya que es la lengua mas empleada en todo tipo negocios y el de los proyectos de construcción no es la excepción.

Por lo anterior y en razón de no perder actualidad por el efecto inflacionario, las cifras monetarias de esta publicación se expresarán en términos de dólares estadounidenses.

Así mismo, conviene aclarar que la Ingeniería de Costos como se define arriba, no es potestativa de la actividad construcción, sino que sus técnicas se aplican a todo género de bienes o servicios.

El Autor elaboró por concurso para la Cámara Nacional de Empresas de Consultoría un estudio para el análisis de costos indirectos de los servicios de consultoría tales como análisis de pre-inversión, proyecto, supervisión de obras, administración y finanzas entre otros.

Es claro que la especialidad puede aplicarse los mismo a la industria farmacéutica que a la cría de ganado.

B. DEFINICIÓN DE ESTIMADO

La palabra Estimar (*"to estimate"* y *"estimating"* en inglés) y Estimado se definen como apreciar, poner precio, evaluar las cosas.

En virtud de que la palabra "Estimación" en el contexto de la construcción en México se ha asociado al efecto de "liquidación parcial de los trabajos ejecutados", proviene con seguridad del inglés "pay estimate"; solo se empleará en esta obra con tal acepción, por lo general mencionándola como "Estimación de Obra" para ser más explícitos.

"Estimado de construcción" o simplemente "Estimado" tiene variaciones de denominación, "Presupuesto" o "Presupuesto de Obra" y se aplican cuando se cotiza una obra a un tercero, ya sea en licitación o en asignación directa.

Cabe aquí mencionar los términos "Avalúo" y "Valuación", sinónimos a su vez de "Valoración" que se define como el señalar a una cosa el valor correspondiente a su estimación; ponerle precio.

C. LEY DE PARETO

Una palabra clave en la práctica de Ingeniería de costos es "la relevancia"; la diferencia entre un especialista experimentado de uno que no lo es, consiste en el saber distinguir, delimitar y concentrarse en lo que es relevante, haciendo a un lado lo trivial.

Y cuando se menciona la palabra relevante, se hace referencia al criterio paretiano debido al economista Wilfrido Pareto (1848-1923) que establece que el 80% del esfuerzo es usado en el 20% del trabajo. En Estados Unidos se le conoce como la "ley de relevancia" o "Ley de trivialidad". En los costos de construcción se tiene que un 20% de los conceptos de trabajo representan el 80% del importe de obra total

(lo relevante), mientras que el 80% de los ítems más triviales o “la menudencia” sólo aporta el 20%.

El Especialista a través del tiempo con experiencias, acopio de información, talento dedicación y estudio, irá desarrollando su “olfato”, para que con una revisión rápida a planos y catálogo o simplemente “a primera vista”, detecte qué es lo que “pintará” en una obra: el concreto, varilla, cimbra, block, cierto acabado, los sanitarios (en un hotel) y en fin, los elementos, materiales y factores relevantes.

No hace lógica pensar que un Analista dedique horas a detallar y calcular un regitrto de tabique que representa una milésima parte del costo del proyecto y no dedique tiempo a analizar con buen grado de detalle el costo indirecto de obra (campo).

Una de las más ricas experiencias del autor fue la negociación de precios unitarios del aeropuerto de Cochabamba, Bolivia, proyecto de más de 1500 conceptos de obra que incluían desde terracerías hasta edificio terminal; se encontró que sólo 30 ítems – el 0.2% representaban más del 90% del importe total de los trabajos.

Queda de tarea la pregunta: ¿Cuántos conceptos de obra se habrán discutido? ¿1500?

1.4. EL INGENIERO DE COSTOS

Un concepto y visión más amplia de la función de “hacer análisis de costos”, es lo que se conoce como la “administración total de costos (TCM)”, la cual también incluye en forma mas extensa el conocimiento y aplicación de materias, tales como la ingeniería económica, contabilidad, finanzas, control de proyectos y optimización, entre otros.

El buen “Analista” o “Ingeniero” de costos, es aquél que ha acumulado suficiente experiencia tanto en obra como gabinete y posee un “instinto” particular para hacer *Estimados* afortunados.

Una característica lo distingue: es paretiano, lo que consiste en que sabe muy bien distinguir, delimitar y concentrarse sobre **lo que es relevante**.

No pocos autores consideran al departamento de presupuestos de obra como el corazón de una constructora, ya que es el órgano que bombea la sangre al resto del organismo.

Si se sobre-estiman los costos en un presupuesto, se perderá muy probablemente el concurso; si por el contrario se sub-estiman, se perderá dinero.

No debe concretarse a la sola labor de elaborar concurso, sino incluirse en las tareas de seguimiento y control de costos, ya en obra. El presupuesto de obra no es solo un instrumento para concursar, su función, como en todo tipo de giro empresarial, será el patrón de control de erogaciones reales.

El superintendente o residente, habrán de usarlo también como elemento de control, no solo para probar su certeza, sino incluso para "salvar" un mal presupuesto, por ello, el posible responsable de obra (si se gana), debe participar en la tarea de presupuestación.

En virtud de que inciden muchas variables y gran parte de ellas muy aleatorias, casi por regla general habrá alguna variación en el presupuesto respecto del resultado real.

El analista debe trabajar sin influencias ni sesgamientos, manteniendo una actitud objetiva en todas sus consideraciones, elementos y factores.

En un presupuesto lo único ciertamente subjetivo es la fijación del porcentaje de utilidad y en parte los indirectos de oficina central, por ello son los elementos en los que el Director de la firma puede no sólo influir, sino determinar.

Un buen analista sabe resistirse a influencias que pretendan distorsionar un presupuesto y que puedan conducir a un fracaso económico.

La labor del analista tiene en gran medida elementos conjeturales (la adivinación tiene un significado muy diferente),

El buen juicio, sensibilidad, "olfato" y "colmillo" del profesional de costos siempre deberán estar presentes, pero adecuadamente dosificados con lo que se conoce como riesgos calculados.

Los costos no son absolutos y difícilmente son repetibles, debido a que las condiciones de obra varían de un trabajo a otro.

Los análisis deben reflejar en la mejor medida, lo que habrá de suceder en la obra.

Lo anterior para el caso de equipos, consiste en aplicar el costo horario del equipo adecuado, p.e. compactadores de cilindros con patas en suelos arcillosos; también el tamaño-potencia que corresponda (no aplicando tractores de 300 hp para desmonte en la zona semi-desértica).

Un conjunto de materias que deben ser del conocimiento de un Ingeniero de Costos “completo” se tiene en el siguiente cuadro:

1.4.1. Economía Nacional e Inversión Pública

Es bien sabido que la actividad constructora observa claramente un ciclo sexenal, en función de la administración federal, afectada localmente por los ciclos estatal y municipal.

Se debe estar muy conciente de cuándo hay “vacas flacas” para afinar el lápiz.

1.4.2. Competencia

En cada región y localidad existen características entre los Contratistas que hay que conocer para competir.

1.4.3. Práctica Nacional e Internacional

Se refiere a la práctica de la Ingeniería de Costos, en México se tiende a ser muy detallista en los análisis de PU o matrices, a veces exagerando menudencias (alambre recocado, silletas), cuando en EUA y Canadá son más prácticos obviando por ley de Pareto tales detalles.

También es cada vez más común que ciertas prácticas como el uso del Formato Maestro se exijan por parte de contratantes de esos países (ver sección 4.1.).

1.4.4. Administración de Obra

No se puede concebir un buen Especialista de Costos que no haya estado en Obra, es una experiencia retroalimentadora absolutamente necesaria.

1.4.5. Condiciones de la Empresa

Aunque resulte más que obvio, se requiere una percepción clara de cuál es la situación de la compañía para ajustar la propuesta en su caso.

1.4.6. Condiciones de Contratante

Cada contratante tiene y establece condiciones y exigencias, algunos a mucho detalle otros no.

1.4.7. Mercado de Obra, Materiales, Laboral y de Maquinaria

Por lo general afectado por la ley de oferta/demanda, en lo laboral hay que cuidar el clima sindical (Tamaulipas), destajos realistas y turnos de 10 horas. En maquinaria además de disponibilidades, la conveniencia de rentar equipos recientes.

1.4.8. Tecnología, Materiales y Procedimientos Constructivos

Sistemas de losa, fachadas, postensados, vidrios.

1.4.9. Maquinaria Actual

Los equipos actuales son más eficientes por HP que los de hace 25 años (D8K vs. D9N) y además consumen menos combustible por hora efectiva (ver sección 8.2 y 8.4).

El Especialista debe actualizarse con la aparición de nuevos o mejoras: zanjadoras, martillos hidráulicos sobre Excavadora, recuperadoras de pavimento y perforadoras direccionales.

1.4.10. Fiscal, IMSS, Trabajo e Impuestos Locales

No cabe duda que hay que estar al tanto de las leyes del Impuesto sobre la renta (ISR), valor agregado (IVA), Trabajo, Infonavit, Seguro Social y conocer algo de impuestos locales, ya que son variables de Entidad a Entidad (nóminas).

1.4.11. Legislación de Obra Pública

Para quien concurra obra pública, sin duda, pero aún en obra privada, en casos de controversia se invoca. Cada Entidad de la Federación tiene su propia Ley y Reglamento.

1.4.12. Contrato

Algunas cláusulas de retenciones y sanciones entre otros aspectos.

1.4.13. Contabilidad General y de Costos

Como se expondrá en la Sección 9.3, es deseable que el Especialista de Costos domine la materia para que después de ganar un concurso establezca junto con los Contadores General y de Obra, el catálogo de cuentas y se lleve un adecuado Control de Costos durante los trabajos.

1.4.14. Especificaciones

Especificaciones Generales y particulares.

1.4.15. Paquetes de Cómputo

Además de los uso general (procesador de palabras, hoja de cálculo), sin duda los de costos unitarios (Neodata-mr, Opus-mr, Mega), de programación de obra (Project-mr) y para cuantificar (Autocad-mr, Dante-mr)

1.4.16. Ingeniería Financiera

Conocer el concepto de valor del dinero en el tiempo, valor presente neto y costo financiero (sección 5.5).

TABLA 1.4. INGENIERIA DE COSTOS - ENTORNO

ECONOMIA NACIONAL		PRACTICA NACIONAL	
INVERSION PUBLICA	COMPETENCIA	PRACTICA INTERNACIONAL	ADMINISTRACION, CALIDAD OBRA
MERCADO LOCAL - DEMANDA		INGENIERIA DE COSTOS	CONDICIONES DE LA EMPRESA
MERCADO LABORAL	FISCAL	LEGISLACION OBRA PUBLICA	CONDICIONES DEL CONTRATANTE
MERCADO DE MAQUINARIA	IMSS	LEY DE TRABAJO	TECNOLOGIA
MERCADO DE MATERIALES	IMPUESTOS LOCALES		MAQUINARIA ACTUAL
	CONTRATO		PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
			MATERIALES
			INGENIERIA FINANCIERA

Que cualquiera pensaría que se habla de un “superhombre” y no se exagera: la disciplina exige “Superespecialistas”

1.5. TIPOS DE CONTRATOS Y PRECIOS

Contratos

Son el punto de partida y referencia en la ejecución de todo proyecto y por consecuencia hacia atrás para presupuesto de obra y hacia delante en el control de costos y reclamaciones.

El contrato de obra es un acuerdo legal de voluntades entre las partes para la realización de un proyecto de construcción.

Sin intentar profundizar en la materia, pueden distinguirse 2 tipos básicos de contrato de obra (Código Civil):

1.5.1. POR ADMINISTRACIÓN

Es el que acuerda proporcionar al cliente los servicios profesionales de construcción y dirección, en el que el Contratante reembolsa al Contratista los suministros de materiales, mano de obra, equipos y servicios, recibiendo el Contratista una cuota o porcentaje sobre tales suministros por concepto de honorarios.

Se acostumbra éste en pequeñas obras o en proyectos en donde los alcances no están plenamente definidos. En inglés es "*Cost Plus*".

1.5.2. PRECIO FIJO

Este tipo de contrato acuerda la ejecución de una obra en la que el contratista proporcionará materiales, mano de obra, equipo, servicios, organización de campo y oficina central, estableciendo un importe por tales conceptos más una utilidad empresarial.

Se emplea éste cuando se tienen los alcances razonablemente definidos y tiene varias modalidades:

a. Precio Alzado

Se pacta un precio total fijo (*“lump sum”*), generalmente sin posibilidad de escalatorias.

b. Precio Unitario

Se pacta pagar por unidades de conceptos de trabajo ejecutados.

c. Máximo Garantizado

Es en el que el Contratista acuerda desempeñar sus servicios garantizando que el importe total no excederá de un valor-tope. Se acostumbra incluir una cláusula de coparticipación de ahorros como incentivo al Contratista y Proyectistas por reducir el monto máximo y el tiempo de ejecución.

d. “Llave en Mano”

Análogo al “a”, pero incluyendo los importes por proyectar, diseñar y puesta en marcha de la obra.

1.6.MÉTODOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

A fin de hacer un Estimado de costo para un inmueble por construir o ya construido, los Especialistas recurren a diversas fuentes de información:

Estadístico

Consiste en recabar, ordenar y registrar experiencias y datos históricos que permitan inferir resultados en conceptos de trabajo y construcciones similares.

El autor posee información propia de trabajos desarrollados para clientes tales como Fonatur, ASA, SCT, Conacal/Banobras, Contratistas varios y de algunos proyectistas. También ha coleccionado análisis de Dependencias y Entidades como Infonavit, Pemex, IMSS y SARH.

La experiencia propia de cada Profesional es finalmente la **más rica** fuente de información y en ningún caso puede sustituirse por otra originada por terceros, solo podrá complementarla.

Modelos

Este método que en alguna forma se emplea con establecimiento de modelos de construcciones con características típicas y estandarizadas. Se entiende por estandarizadas, al hecho que sean incorporadas dimensiones, crujías y plantas ciertamente regulares.

Publicaciones

Publicaciones como ésta, las que se mencionan en la Bibliografía y algunas otras que son ofrecidas en el mercado, deben usarse como datos referenciales y con carácter orientador, complementando siempre a la experiencia y buen juicio del Ingeniero de Costos y Valuadores.

La mayor parte de tales publicaciones solo ofrecen parámetros y pocas veces explican lo que contiene o no cada tipo de obra.

Otros

También se llegan a emplear datos e informes no siempre formales que provienen de consultas a Colegas, rumores (“va a subir el cemento el mes próximo”), recorridos por construcciones terminadas y obras en proceso y un sinfín de mañas que se ingenian los Especialistas.

Mixtos

Lo más común es que el especialista haga uso de una conjunción de fuentes, criterios y métodos para llegar a resultados.

1.7. OTROS COSTOS

En este capítulo introductorio, resulta interesante señalar algunos renglones de costo que en las construcciones se suelen olvidar y que no son nada despreciables. Se trata de gastos, pago de derechos, financieros, administrativos y márgenes de comercialización que llegan a representar entre un 55 y 80% del costo de la construcción *per-se*.

Para un desarrollo de 100 casas económicas con urbanización e infraestructura, se puede ilustrar tales costos en la siguiente tabla:

OTROS COSTOS: Indirectos de Promotor y Otros		
	1998¹	2005²
1 Construcción: Edificaciones y Urbanización	100.0	100.0
2 Terreno	15.1	15.5
3 Proyectos	3.6	3.7
4 Permisos y Trámites	9.1	8.4
5 Gastos Bancarios	23.2	6.4
6 Gastos de Venta - Comercialización	5.3	5.4
7 Gastos de Administración de la Promotora	4.2	4.3
8 Utilidad del Promotor	8.9	9.1
9 SUMA	169.4	152.8

Fuente: 2) Infonavit Estudio Paramétrico Vivienda Nueva. Actualización mediante índice:

ue aunque son muy variables, dejan una idea de su importancia individual o en conjunto, para que no se olviden.

El Especialista, debe estar preparado para tomar en cuenta todo género de costo, independientemente de su naturaleza.

INDIRECTOS DE PROMOTOR Y OTROS COSTOS	
	2005²
1 Construcción: Edificaciones solo	100.0
2 Terreno	18.4
3 Proyectos y Supervisión Arquitectura Estructura Ingenierías Permisos+Responsabilidad	4.9
4 Permisos y Trámites	6.3
5 Gastos Bancarios	3.3
6 Gastos de Venta - Comercialización	4.5
7 Gastos de Administración de la Promotora	2.7
8 Utilidad antes de ISR+PUT del Promotor	10.0
9 SUMA	150.3

Fuente: Derechos Reservados. Prohibida su Reproducción o Transmisión sin autorización expresa.

Debiéndose notar que los Indirectos y Utilidad de Promotor son 20.5%

2. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

“...de acuerdo al batracio debe ser el pétreo...”

LVA (1982)

El Autor considera que los especialistas en Ingeniería de Costos llegan a desarrollar al menos 5 tipos de Estimados, dependiendo de los requerimientos del cliente o su Jefe.

Los Estimados en el ámbito de la construcción son definidos básicamente por su nivel de confiabilidad, prontitud de realización y disponibilidad de información base. En la siguiente Tabla se presentan los 5 tipos de Estimado:

	TIPO DE ESTIMADO	PRECISIÓN	TIEMPO	INFORMACIÓN
A.	Orden de Magnitud (o Aproximados)	+/- 35%	1-60 minutos	Muy poca
B.	Paramétricos (o por m ²)	+/- 30%	1-4 Hrs.	Conceptual (área)
C.	Por Componentes (fases constructivas sistemas completos)	+/- 25%	1-2 días	Conceptual (área)
D.	Por Ensamblajes (elementos o piezas constructivas)	+/- 20%	1-7 días	Conceptual/Anteproyecto
E.	Precio Unitario	+/- 10%	3-4 semanas	Proyecto "completo"

Los 4 primeros Estimados se conocen con el nombre genérico de **“Estimados Conceptuales”** en virtud de que se emplean usualmente en las etapas conceptuales de un proyecto: concepción, preinversión y anteproyecto.

Los Métodos “C. Por Componentes” y “D. Por Ensamblés” se denominan **“Estimados por Sistemas”**, debido a que el enfoque de sistemas en la práctica de Ingeniería de Costos implica el agrupamiento de varias unidades, conceptos de trabajo, piezas constructivas y fases completas de obra.

Los Estimados rápidos y de carácter preliminar, pueden provenir de estadísticas, de modelos o de mezclas de ambos. En esta publicación se emplearán modelos – abstracciones de obras reales y otros 100% reales extraídos incluso de la contabilidad de alguna empresa a la que el Autor le practicó una auditoría de costos.

La calidad de un Estimado (precisión) es función de la propia calidad de proyecto (nivel de detalle) y el tiempo que se destine a calcular el costo total. Tampoco hay que soslayar el aspecto económico en la realización de un Estimado: el Especialista tratará de cobrar por tiempo consagrado, prestigio, complejidad y *expertise* y el Cliente por su parte tratará pagará de acuerdo a sus expectativas y presupuesto.

Los Estimados a nivel conceptual o de anteproyecto, exigirán menos tiempo de elaboración pero ofrecen más baja precisión o alta variabilidad (incertidumbre) y por ende habrá que asociarle porcentajes de contingencia mayores. Esto último es lo que se denominará en las partidas 11 de Condiciones Generales de los Presupuestos de Construcción, como el rubro “imprecisión del modelo”, aunado al de “conceptos y volúmenes de obra no-previstos, cambios de proyecto y reclamaciones”.

Puede notarse que este ítem es de carácter subjetivo y el usuario no debe tomarlo indiscriminadamente como receta, sino que habría que aumentar o disminuir en función de la complejidad del proyecto, experiencia en tal tipo de obras y calidad de información base.

Otro punto que conviene aclarar es el propósito del estimado:

- a. Evaluaciones económicas y financiera de un proyecto.
- b. Avalúos, para tener el valor de reposición nuevo (VRN) de un inmueble.
- c. Concurso de obra.
- d. Control de costo en la ejecución de un proyecto.
- e. Aseguramiento
- f. Solo tener una idea.

Estos objetivos, los enumeramos a manera de ejemplo para que se considere la importancia del trabajo de Ingeniería de Costos.

El propietario requerirá progresivamente de mejores Estimados a medida que “madura”, se afina o detalla el proyecto, he aquí lo interesante de contar con una base de datos y sistemas para realizar presupuestos con el método de Ensamblajes; o con el consultor apropiado que lo ofrezca.

En México la generalidad de especialistas en Ingeniería de Costos maneja casi exclusivamente el método de conceptos / costos unitarios, mismos que **no** permiten hacer Estimados Preliminares y son altamente inapropiados para ciertos propósitos como el avalúo.

2.1. ESTIMADOS DE ORDEN DE MAGNITUD

Estos Estimados se conocen con otras denominaciones:

- Preliminares
- Gruesos
- Aproximados
- “Sobre las rodillas”
- “Sacados de la Manga”
- Supuestos

Estos Estimados se requieren generalmente en pláticas informales, como “una idea”, para iniciar los acercamientos con los financieros, ubicar a inversionistas y para saber de qué órdenes de magnitud debe pensarse.

No constituyen un compromiso, ni algo formal, sino más bien una referencia inicial y es importante hacer del conocimiento del Cliente o Jefe, de que se trata de un primer “tanteo” con muy escasa base de información.

Un propósito de este Estimado es proveer información de arranque al Cliente o propietario para que se tomen decisiones elementales y se prosiga o no con el anteproyecto.

Un Estimado de Orden de Magnitud se lleva en ocasiones solo minutos para establecerse y por lo general no más de un par de horas.

Su confiabilidad es relativamente baja, esperándose una variabilidad de +/-35%, aunque puede ser menor y de hasta +/-20% dependiendo fundamentalmente de la **experiencia** del Estimador en el campo de que se trate.

La información base de las conjeturas para el Estimado puede llegar a ser solo una "vistazo" a una obra parecida y la referencia a una obra hecha en el pasado con características similares.

2.2. ESTIMADOS PARAMÉTRICOS

Parámetro es una constante que entra en una ecuación para obtener un resultado; para el caso de los costos de construcción puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Costo}(\text{proyectoXX}) = f(\text{parámetroYY})$$

En la cual el costo del proyecto "XX" es igual a una función del parámetro "YY" de dicho proyecto.

La variable más comúnmente empleada en este método es la de "metros cuadrados construidos" y por ende el parámetro es "costo por metro cuadrado del proyecto XX".

Los costos por metro cuadrado son indicadores de gran utilidad para planificadores, economistas, oficinas gubernamentales, inversionistas, valuadores de bienes inmuebles, arquitectos e ingenieros de proyecto, contratistas, promotores de vivienda e incluso por supuesto, el público en general, cuando éstos requieren de Estimados de costos de construcción para comprar o edificar su propia casa.

Un Estimado Aproximado se obtiene sin poseer un proyecto detallado, teniendo solo una idea de la cantidad de superficie por construir o bien el número de unidades utilizables como número de cuartos y categoría de un hotel.

A estos Estimados se les denomina "Paramétricos" y para el caso de Edificación, se expresan como costos por metro cuadrado y en ocasiones por metro cúbico.

Otras variables usadas en este procedimiento son:

- Metros cúbicos de cortina o embalse: Presas de material graduado
- Camas: Hospitales
- Local: Mercados
- Hectárea de riego: Sistema riego
- Kilómetro: Carreteras
- Canales
- Pasajeros año (PAX): Aeropuertos

El nivel de precisión esperado de tales Presupuestos es de hasta +/- 40% para construcción pesada (por metro lineal de carretera, canal de riego) y en edificación puede arrojar variaciones de +/- 30%.

Para Estimadores experimentados en el campo de los proyectos que se pretende calcular el costo, la precisión se puede mejorar hasta tener una variabilidad de +/- 15%.

2.3. MÉTODO DE ESTIMACIÓN POR COMPONENTES

Este procedimiento consiste en manejar fases constructivas completas:

- Cimentación
- Estructura
- Acabados Interiores
- Instalación Hidrosanitaria

➤ Instalación Eléctrica

Como un **lote** o tanto integral, medido por metro cuadrado de desplante (cimentación), metro cuadrado construido (estructura), porcentaje global (instalaciones Hidrosanitaria y Eléctrica.)

Este procedimiento es poco usado de manera global en la estimación de costos, ya que es rígido en ciertos aspectos, como en el caso de que el Estimador desee modificar acabados de piso en un proyecto.

La precisión del método es intermedia entre el paramétrico y el de ensambles, observándose una variabilidad de $+/-25\%$, la cual un especialista experimentado podría bajar hasta un $+/-15\%$.

La mejor manera de aplicar este método es combinarlo con el de Ensamblados de Costo y así facilitar su flexibilidad para permitir al usuario hacer modificaciones, reemplazos y reducciones.

En la Referencia [R 1.3] podrán constatarse las bondades de manejar ambos métodos.

El concepto de "Ensamble" y de "Componentes" se entiende como un método sistémico que consiste en agrupar los ítems de obra "Unitarios" para formar una pieza o elemento constructivo.

Los Ensamblados son agrupamientos de ítems "unitarios" y los "Componentes" son agrupamientos de ensambles: para el caso de la "Componente Cimentación superficial", los ensambles por agrupar son:

- Zapatas
- Contratraves
- Dados

Para elaborar "componentes de cimentación" es necesario considerar como variables explicativas del costo a:

- Tipo de cimentación: Zapatas aisladas
- Tamaño de Crujía - claros entre columnas
- Número de pisos

➤ Capacidad de carga del suelo

y calcular sus costos unitarios para la superficie tipo de 1215 m² de cimentación; consistente de una planta de 27 x 45m, en la cual es posible manejar crujías de 9 x 9 m y de 5.4 x 5.63m, a efecto de determinar cantidades de “elementos” (zapatas) comparables más fácilmente.

En los presupuestos que se muestran a continuación, se tienen los cálculos y resultados para las 12 combinaciones diferentes que dan los parámetros empleados para las 3 variables:

- Crujías 5.50m o 9.00m
- Número de pisos 2, 6 ó 9
- Capacidad de suelo 30 ton/m² ó 15 ton/m²

Es posible hacer un comparativo de éstos con los que se manejan en Estados Unidos de América, con la idea solo de ofrecer un panorama de cómo se modifica el costo al mover sus variables explicativas.

Resulta interesante analizar los resultados, en donde puede verse que el costo por metro cuadrado de planta de cimentación (CMCPC), se incrementa alrededor de 40% por piso adicional (en forma no lineal.)

El tamaño de crujía incluye incrementos de claros de 5.5 a 9.0 metros.

TABLA 2.3.1

ESTIMADO POR COMPONENTES CIMENTACIÓN CON ZAPATA AISLADA

CAPACIDAD DE SUELO	TAMANO DE CRUJIA	NUMERO DE PISOS	COSTO/M2-PLANTA DE CIMENTACION US DLS/ M2		
			MEXICO	EUA(2)	
30 ton/m2	5.50m	2	24.32	38.14 (3)	
		6	60.65		
		9	81.39		
	9.00m				219.76 (4)
		2	38.47		
		6	69.16		
15 ton/m2	5.50m	2	51.40		
		6	99.09		
		9	139.96		
	9.00m	2	51.40		
		6	115.44		
		9	202.73		

Fuente: Intercost, (1) Abril de 1995 NS 6 /dólar EUA (2) Incluye muro cimentación perimetral (3) 2-4 pisos (4) 11-20 pisos

Por su parte al reducir 50% la capacidad de carga del suelo, el CMPC se incrementa también entre 34 y 72%.

Estos resultados aunque aún obtenidos en forma incipiente por el autor, revelan el potencial de estudio que merecería esta materia, ya que incluso en la bibliografía norteamericana consultada solo se toca parcialmente; este análisis intenta estudiar integralmente a la cimentación, como un Componente de Edificio.

En el cuadro subsecuente, se exhiben en forma esquemática, 6 condiciones estudiadas con diferente capacidad de suelo, tamaño de crujía y número de pisos, con sus tamaños y cantidades de zapatas. Con estos conceptos ensamblados y tales cantidades se estructuraron los sistemas o componentes de cimentación que se emplean en algunos modelos tales como, los Apartamentos de Semi-Lujo y Lujo que pueden consultarse en la Referencia [R 1.3]

TABLA 2.3.2

SISTEMAS DE CIMENTACIÓN PARA 1215M2 DE AREA DE DESPLANTE:

CAPACIDAD DEL SUELO	TAMAÑO DE CRUJIAS Metros	NÚMERO DE PISOS	ZAPATA LADO Metros	CANTIDAD DE ZAPATAS	
30 TON/M2	5.5	2	1.8	28	
			1.4	22	
			1.2	4	
		6	2.8	28	
			2.2	22	
			1.9	4	
	9	3.5	28		
		2.7	22		
		2.4	4		
	15 TON/M2	9	2	4.4	8
				3.5	12
				3	4
6			7	8	
			5.5	12	
			4.7	4	
9		8.5	8		
		7	12		
		5.7	4		

El procedimiento para estructurar cada uno de los "Componentes", se basó en la consideración como ya se dijo de una planta de edificios de 27 x 45m, esto es, un área de desplante de 1215m² y con las crujiás de 9m ó 5.5m del caso (5.4 x 5.63m.)

Referente a la capacidad de carga del suelo, se eligieron dos parámetros: 30 y 15 toneladas/m², ya que podrían considerarse como intermedios y de uso más común. En general los suelos se pueden clasificar convencionalmente, según su capacidad de carga como sigue:

➤ "Alta": roca de dureza media:	390 ton/m ²	81.2 KSF ³
➤ "Buena": grava compacta:	97	20.2
➤ "Medio-buena": grava suelta:	78	16.3
➤ "Baja-media": arcilla estable:	19	4.0
➤ "Baja": arcilla	10	2.1
➤ "Muy Baja": arcilla muy compresible:	5	1.0

Como puede percibirse, el método es práctico, pero no se recomienda usar de manera íntegra al 100%, sino parcialmente en ciertos elementos constructivos y mezclar este procedimiento con el de Ensamblados que ofrece mayor flexibilidad para elementos tales como acabados y sistemas de losa-trabe entre otros.

Ejemplo de éste procedimiento, es un antepresupuesto del Teatro-ópera de León Guanajuato que el Autor elaboró en etapa de concurso del proyecto, a la Firma PEI de Nueva York y que finalmente ganó Augusto Quijano Arquitectos de Mérida Yucatán.

En el antepresupuesto se observan alta previsión en el Cristal de Fachada, no-previstos (e imprecisión del Estimado) y algunas consideraciones muy preliminares ya que en el momento que se realizó solo se contaba con algunas plantas y cortes a nivel muy conceptual, además de que se dispuso de muy poco tiempo para elaborarlo (2 días) .

³ Kips por pie cuadrado

3. MÉTODO DE ENSAMBLES

***“El Ingeniero de Costos
debe ser un extraordinario Analista,
saber de muchas materias como impuestos, economía y finanzas,
a la vez que ser un hombre de toma de decisiones;
tiene que saber trabajar con los demás,
haber estado en obra,
ser un experto,
un buen matemático y
poseer el arte de la intuición e
imaginación creadora”***

LVA (adaptado de Peter Drucker)

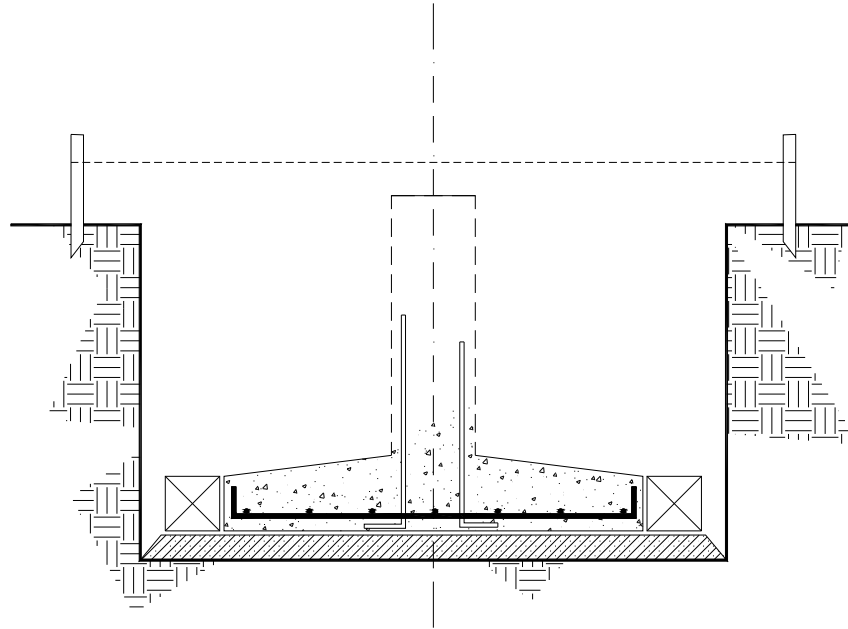
El Autor desarrolla desde 1992 y edita desde agosto 1993 en su publicación “Costos por Metro Cuadrado de Construcción” [R.1.3] parámetros y presupuestos o Estimados para más de 70 modelos de diferentes tipos de obra, publicación que en su nivel de presentación es única en su género en México.

Asimismo, presentó entre Diciembre de 1993 y Julio de 1999 casi 50 seminarios con el mismo título en 29 ciudades de la república mexicana, difundiendo prácticamente entre alrededor 1500 especialistas el concepto metodológico de ensambles de costo.

Dicho trabajo se sustenta en la metodología que se conoce como Ensamblés de Costo y que consiste en manejar piezas constructivas completas, como sería el caso de un lavabo, en el que se incluye el mueble, la plomería, mezcladora, el espejo, los accesorios y colocaciones.

En una zapata de cimentación, el ensamble contendría

-
- limpia y desyerbe de terreno,
 - desmonte si es el caso
 - despalde,
 - trazo y niveles,
 - excavación,
 - bombeo de achique si es el caso,
 - consolidación del fondo de cepa,
 - plantilla,
 - cimbra,
 - acero (en varios calibres),
 - concreto,
 - relleno,
 - acarreo 1er.Km. de material sobrante y
 - acarreo en kilómetros subsecuentes.



4. MÉTODO DE PRECIOS UNITARIOS

***“No es igual el costo unitario
para 1 que para 1000
la otra cara de la moneda
por convención se propone para 1 o para 1000,
los tontos lo aceptan para 1000 o para 1”***

Jorge Luis Castillo Tufiño

Como se menciona en el Capítulo primero, la práctica de la Ingeniería de Costos varía de un país a otro; en América latina se tienen procedimientos locales, en particular cuando se trata de obra pública, ya que la legislación correspondiente incluso distorsiona y contradice conceptos.

Debido a la globalización y tratando de hacer este capítulo con un sentido internacionalista, se tratarán los conceptos según el autor, los que se manejan en Estados Unidos y los oficiales en México.

En la primera Edición de este libro y dado el interés que tiene para los Contratistas que operan en México, se incluyeron secciones de las Reglas Generales de Contratación de Obras Públicas y los Servicios Relacionados con las Mismas, en particular su sección 5 (Regla 5), denominada

“Lineamientos para la integración de Precios Unitarios y del procedimiento para el ajuste de los mismos”

que apareció en 1983 mediante decreto en Diario Oficial de la Federación, la cual por su carácter profundamente relacionado con el tema es a todas luces fue de gran utilidad.

El Autor participó como Representante Institucional Auxiliar de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción en todo el proceso de elaboración de tales Reglas entre 1980 y 1982.

Es claro que tal legislación tiene como ámbito de aplicabilidad a la obra pública, pero aún así, llega a tener validez en la obra privada para casos de controversia antes de acudir a tribunales.

Debido a que en Septiembre de 2001 entró en vigor un nuevo Reglamento de la Ley de Obras Públicas y los Servicios Relacionados con las mismas (RELOPS), que abroga las Reglas mencionadas, se reproducirán los párrafos de interés correspondientes a los conceptos de este capítulo haciendo referencia a sus números de cláusula y en letras cursivas.

Se considera que este nuevo giro del Reglamento "exagera" al contener en su clausulado detallaría a tal grado insignificativa, como la fórmula de consumo de aceite que en la mayoría de los contratos de obra no representa más que unos cuantos centavos, mientras que soslaya o evade definir "solventía" y establecer reglas claras, justas y objetivas para seleccionar al contratista ganador.

El Capítulo Sexto de la RELOPS como su nombre indica "Análisis, Cálculo e Integración de los Precios Unitarios", está dedicado totalmente a la materia motivo de ésta publicación, por lo que será reproducido y analizado completo.

Se conservan algunos conceptos y definiciones de las Reglas, que no siendo tratados por la LOPS

4.1. CONTEXTO DE LOS PRECIOS UNITARIOS

Precio Unitario (PU) es el valor monetario de una cosa. En general es la cantidad de dinero que un vendedor quiere por un bien o servicio que un comprador desea adquirir y tiene que pagar por él.

Si el comprador usa tal bien o servicio como insumo de su propio proceso productivo, considerará es éste como Costo Unitario (CU.).

La Industria de la Construcción y Contratos

Las técnicas de Precios Unitarios se aplican a todos los sectores económicos y actividades: Primarias (agrícolas, pesca y minería), secundarias (industria) y terciaria (servicios.) Esta publicación se enfoca a la actividad construcción.

En la Industria de la Construcción los PU's tienen un significado especial debido al hecho de que existe un tipo de contratos con ese mismo nombre, obviamente porque el PU es la forma de pago y recuperación.

Un trabajo de construcción –Obra, edificación, pesada o industrial, en un contrato de PU es dividido en pequeñas partes llamadas “conceptos de trabajo” o ítems de catálogo del contrato, por ejemplo la losa de concreto reforzado colada en sitio se compone generalmente de los siguientes conceptos de trabajo:

- Cimbra (y descimbrado)
- Acero de refuerzo –varillas (en sus diferentes diámetros)
- Concreto (y aditivos, bombeo)

Lo anterior depende claramente de las especificaciones, tal es el caso de las de la SCT en donde este concepto de trabajo se desglosa en:

- Concreto y Cimbra (conjuntamente)
- Acero de refuerzo

Cada concepto de trabajo tiene una unidad de medida convencional y es cuantificado en todo el proyecto, a las cantidades asociadas a conceptos de trabajo se les denomina “cantidades de obra”.

La tarea de cuantificación es pre-requisito y tanto o más importante que la propia de estimación de costos *per-se*; en países de la antigua Comunidad Británica de Naciones (Commonwealth) como el Reino Unido, Canadá y Australia, a la especialidad y asociaciones técnicas que la mayoría denomina como “Ingeniero de Costos”, ellos la llaman “Quantity Surveyor” (Investigador de Cuantificaciones.)

En un contrato de PUs cada unidad de trabajo es registrada en un “catálogo de conceptos y cantidades”⁴, el cual es entregado a los Contratistas licitantes a fin de que propongan los precios unitarios de cada concepto. La sumatoria de importes

⁴ “Bill of quantities” en inglés

(cantidad por precio⁵) es el precio o importe total y que puede ser lo que contractualmente se denomina como precio alzado⁶. La dependencia o entidad pública o privada convocante (órgano contratante) también elabora un presupuesto denominado “base de concurso”.

En un concurso por precios unitarios se mantienen fijas las cantidades de obra aún cuando pudieran detectarse errores; esto debido a motivos de consistencia y comparación entre los proponentes.

El precio unitario tiene una función dual, sirve para presupuestar en un concurso o cotización y para liquidar los trabajos debidamente ejecutados.

Para efectos de cobro (contratista) y pago (contratante), al final de un período establecido contractualmente y que puede ser incluso semanal, pero por lo general mensual, el contratista mediante medición directa cuantifica sus avances parciales y con sus “generadores”, que son los papeles-memoria de trabajo, presenta lo que en México se conoce con el nombre de “Estimaciones” de Obra al dueño o su representante: el “Supervisor”. En el medio bancario y por lo general para el caso de construcciones financiadas, se le denomina con el término “ministraciones”

Estimado

Por lo mencionado en el párrafo anterior y en el punto 1.2, se usará la palabra “Estimado” para la apreciación conjetural acerca del valor de un trabajo, entonces “Hacer un Estimado” se definirá como el proceso de determinar de manera anticipada y con juicios razonables, el importe total de materiales, mano de obra – labor, equipo y utilidad del contratista para una construcción.

Un Estimado (presupuesto si es apriorístico), consiste de 5 o 7 elementos-columnas:

⁵ “Extensions”

⁶ “lump sum”

ítem	clave	descripción	unidad	cantidad	precio unitario (US Dls.)	importe
67	4.c.78	Concreto en losas f'c 300 premezclado, tamaño máximo agregado 5mm, revenim 11cm incl cimbra suministros y colocaciones	m3	3,456.13	\$54.15	\$187,149.44

El ítem es un número de orden y es opcional. La clave es la que el convocante o su Especificación hayan asignado o bien la que el propio contratista maneje en su base de datos; también puede ser optativa.

CONCEPTO DE TRABAJO

Conjunto de operaciones y materiales que de acuerdo con las Normas y Especificaciones respectivas, integran cada una de las partes en que se dividen convencionalmente los estudios y proyectos; la ejecución y equipamiento de las obras, la puesta en servicio, su conservación o mantenimiento y la supervisión de esos trabajos con fines de medición y pago.

La descripción es el campo que contiene los atributos del concepto de trabajo; es muy conveniente que en su primera línea contenga los atributos más relevantes y descriptivos, ya que los programas de cómputo por lo general y conveniencia, presentan sólo la primera línea. La tendencia de los desarrolladores de software es de manejar alternativamente lo que se conoce como "descripción corta" para búsquedas rápidas y de exhibición en ventana de la pantalla.

Otro género de descripciones que son muy útiles es el "de grupo", el cual tienen por propósito no repetir parte de la descripción del concepto previo. y se manejan por niveles (1 =padre, 2 =hijo, 3 =nieto) y que asocian una sangría paulatinamente mayor, por ejemplo:

- Ventanas de aluminio anodizado

-
- Bronce
 - 1.20 x 1.20 m

La unidad es la convencionalmente establecida para tal efecto. Habrá de tenerse cuidado de no equivocarse la que se solicita por la que usualmente se maneja en la base de datos; tal es el caso del acero de refuerzo que por lo general se maneja en toneladas pero en ocasiones el convocante o proyectista lo establece en kilogramos.

UNIDAD DE MEDIDA

La que se usa convencionalmente para cuantificar cada concepto de trabajo para fines de medición y pago.

Algunas unidades tales como el lote y la salida pueden ser aplicadas, ya que proporcionan la facilidad de medición para efecto de pago; la norma incluso lo permite:

Artículo 157.-

*...Las unidades de medida de los conceptos de trabajo corresponderán al **Sistema General de Unidades de Medida**; cuando por las características de los trabajos y a juicio de la dependencia o entidad se requiera utilizar otras unidades técnicas de uso internacional, podrán ser empleadas.*

La cantidad es la llamada muy comúnmente “volumetría” y es producto de la cuantificación de los conceptos de trabajo.

El estimado por precios unitarios es el más detallado y preciso de los métodos de estimación, aunque requiere mayor disponibilidad de información – especificaciones, planos y proyecto ejecutivo y cuantificación.

En la Tabla 4.1, se tiene un ejemplo completo (pero sintetizado) de un Estimado o Presupuesto para la construcción de un edificio de estacionamiento.

TABLA 4.1 Estimado / Presupuesto de Construcción

*Método de Precios Unitarios
Edificio de estacionamiento*

item	clave	descripción	cantidad	unidad	precio unitario (US Dls.)	importe
..02 OBRAS EXTERIORES						
1		Excavación y preparación de sitio	2,930	m3	\$1.23	\$3,596.86
2		Acarreo	901	m3	\$11.05	\$9,954.59
3		Relleno de banco y compactación	2,184	m3	\$6.14	\$13,405.36
..03 CONCRETO						
4		Cimbra - cimentación	1,383	m2	\$19.64	\$27,164.28
5		- columnas	1,470	m2	\$15.96	\$23,459.39
6		- Trabes	7,315	m2	\$22.10	\$161,637.76
7		- losas	10,695	m2	\$17.19	\$183,808.17
8		Acero de refuerzo - cimentación	73	ton	\$907.19	\$66,225.20
9		- estructura	311	ton	\$979.62	\$304,662.69
10		Soldadura de varillas	1,600	junta	\$7.37	\$11,784.94
11		Concreto - plantillas	1,363	m2	\$8.59	\$11,712.51
12		- cimentación	758	m3	\$164.50	\$124,689.53
13		- columnas	252	m3	\$168.18	\$42,381.58
14		- losas y trabes	3,009	m3	\$166.95	\$502,362.35
15		Firme reforzado	6,041	m2	\$19.64	\$118,654.66
16		Banquetas e Isletas de tránsito	1,254	m2	\$17.19	\$21,551.70
..04 ALBAÑILERIA						
17		Muros de block	64	m2	\$29.46	\$1,885.59
..05 METALES						
18		Escalera metálica por entrepiso	4	tiros	\$3,682.79	\$14,731.17
19		Accesorios diversos	1	lote	\$11,662.18	\$11,662.18
..07 PROTECCION A HUMEDAD Y TERMICA						
20		Juntas constructiva	1,208	m	\$3.68	\$4,448.81
..08 PUERTAS Y VENTANAS						
21		Puertas y marcos de acero	2	pzas	\$797.94	\$1,595.88
..09 ACABADOS						
22		Piso con endurecedor	11,246	m2	\$4.91	\$55,222.24
23		Muros y plafon de tablero de yeso	64	m2	\$3.68	\$235.70
25		Columnas	112	pzas	\$24.55	\$2,749.82
26		Señalización y gráficos	1	lote	\$1,473.12	\$1,473.12
27		Pavimento en techo	6,000	m2	\$11.05	\$66,290.26
..14 ELEVADORES Y BANDAS						
28		Elevador de pasajeros 3 paradas	1	pzas	\$73,655.85	\$73,655.85
..15 SISTEMAS MECANICOS						
29		Plomería, pluvial y 2 sanitarios	18,269	m2	\$2.46	\$44,853.96
30		Protección vs. Incendio	12,278	m2	\$1.23	\$15,072.44
..16 SISTEMAS ELECTRICOS						
31		Iluminación e instalación eléctrica	12,278	m2	\$4.91	\$60,289.77
TOTAL						\$1,981,218.34

En tal ilustración puede observarse la estructura de desglose del Estimado en las 16 Partidas o Divisiones, que se conoce como Formato Maestro (Masterformat)

establecido por los Institutos de Especificaciones de la Construcción de Canadá (CSC) y de Estados Unidos (CSI.)

En México desgraciadamente no existe un estándar al respecto, más bien un gran caos ya que cada Proyectista, Dependencia y Entidad contratante pública o privada y Contratista desglosa los Estimados de manera diferente.

Precio Unitario

Precio Unitario (PU) es el valor monetario de un concepto de trabajo, es la cantidad de dinero que un contratista quiere por él y que un contratante desea adquirir y está conforme pagar por él.

Los precios unitarios pueden ser presentados para cotizar una obra solamente como se presenta el presupuesto de la Tabla 4.2, esto es sin más ni más, justo como lo hace una casa de materiales cuando hace una cotización para tratar de vender a un cliente.

Esta manera es la que comúnmente se maneja en obra privada, ya que el cliente no exige ninguna explicación sobre los detalles para llegar a integrar un precio unitario.

Sin embargo, el cliente del sector público y en ocasiones el privado, requieren de lo que se conoce como "Análisis de Precio Unitario", "Matrices de PU" o "tarjetas de PU". En la Tabla 4.3, se ilustra una. En ella, se tratan de reflejar las conjeturas de cuánto material, mano de obra y equipo se requiere –insumos, para tener el producto un metro cuadrado de pavimento.

Para realizar un precio unitario por lo general se hace un análisis unitario, tal es el caso de un metro cuadrado de muro de block, en el que se determina la cantidad de blocks, mezcla y mano de obra, esta última vía destajo convertido a rendimiento o bien estadística propia.

El método alternativo de realizar análisis precios unitarios es por "Asignación de Recursos", que es lo mas apropiado para obras con intensa utilización de maquinaria, en él se procede determinando los recursos de equipo y humanos que se requerirán para el total de la obra y se distribuyen en los conceptos de trabajo en función de sus "volúmenes" (metraje, tonelaje.)

TABLA 4.2. ANALISIS DE PRECIO UNITARIO - MATRIZ DE PU							
PAVIMENTACION							
ítem	clave	descripción	cantidad	rendimiento	unidad	costo unitario (US Dis.)	importe
materiales							
1		asfalto emulsionado	60.0000		lt	\$0.25	\$14.73
2		cemento portland	0.0300		ton	\$147.05	\$4.41
mano de obra							
3		Cuadrilla apoyo pavimentación		320.00	m3/r	\$61.38	\$0.19
equipo							
4		Emulsionador		40.0000	m3/hr	\$36.83	\$0.92
5		Planta de asfalto		40.0000	m3/hr	\$245.52	\$6.14
6		generador		40.0000	m3/hr	\$31.67	\$0.79
7		camión de volteo		30.0000	m3/hr	\$59.42	\$1.98
8		pavimentadora		40.0000	m3/hr	\$88.26	\$2.21
9		compactador vibratorio		40.0000	m3/hr	\$37.38	\$0.93
10		compactador s/neumáticos		40.0000	m3/hr	\$30.26	\$0.76
auxiliares - básicos							
11		producción de agregados	1.0000		m3	\$13.21	\$13.21
COSTO DIRECTO UNITARIO							\$46.27
INDIRECTOS			20.0000		%	\$46.27	\$9.25
UTILIDAD			10.0000		%	\$46.27	\$4.63
TOTAL							\$60.15

Fuente: Intercoast. Derechos reservados

El precio unitario es el valor que se da al concepto de obra o el precio que se le da por unidad de concepto de obra específico.

En los procedimientos para elaborar análisis de PU, reproducimos el clausulado del Relop:

Artículo 154.- ... se considerará como **precio unitario**, el 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.

El **precio unitario se integra** con los costos directos correspondientes al concepto de trabajo, los costos indirectos, el costo por financiamiento, el cargo por la utilidad del contratista y los cargos adicionales.

La práctica internacional al considerar solo costos directos, indirectos y utilidad, ubica en indirectos al costo financiero y los cargos adicionales.

Artículo 155.- Los **precios unitarios** que formen parte de un contrato o convenio para la ejecución de obras o servicios deberán **analizarse, calcularse e integrarse** tomando en cuenta los criterios que se señalan en la Ley y en este Reglamento.

La enumeración de los costos y cargos mencionados en este capítulo para el análisis, cálculo e integración de precios unitarios, tiene por objeto **cubrir** en la forma más amplia posible, los **recursos necesarios** para realizar cada concepto de trabajo.

Artículo 156.- El análisis, cálculo e integración de los **precios unitarios** para un trabajo determinado, deberá **guardar congruencia con** los procedimientos constructivos o la metodología de ejecución de los trabajos, con los programas de trabajo, de utilización de personal y de maquinaria y equipo de construcción; debiendo considerar los costos vigentes de los materiales, recursos humanos y demás insumos necesarios en el momento y en la zona donde se llevarán a cabo los trabajos, sin considerar el **Impuesto al Valor Agregado**, todo ello de conformidad con las especificaciones generales y particulares de construcción y normas de calidad que determine la dependencia o entidad.

Se omitió considerar las obras exentas del IVA, tales como las habitacionales, en donde debido a que el impuesto no es recuperable vía acreditamiento fiscal, debiera considerarse como parte del costo del insumo (material o subcontrato), de manera como la práctica contable lo considera al registrarlo en cuenta de resultados (costo).

Conceptos que parecen verdades de Perogrullo, pero que hacen sentido cuando por ejemplo si se va a compactar un suelo arcilloso, es menester integrar el análisis con el equipo *ad-hoc*: un compactador vibratorio de tambor con patas (¡no liso!)

Una de las razones de ser de los análisis, son los cambios de proyecto u órdenes de cambio y los conceptos de trabajo no-previstos en el proyecto y catálogo del presupuesto, ya que un elemento para cotizarlos apegados a lo contractualmente establecido es justamente los análisis de PU:

Artículo 77.- ...conceptos no previstos...Para la determinación de los **nuevos precios unitarios**,... procederán...**con base en los costos directos** estipulados en el contrato y que sean aplicables a los nuevos conceptos; ...*a partir de los elementos contenidos en los análisis de los precios ya establecidos... los insumos con sus costos; los consumos y los rendimientos por unidad de obra en las mismas condiciones a las originales* y los costos indirectos, de financiamiento y cargo por utilidad...

b. Cuando se requieran **insumos que no estén contenidos** en el contrato y el importe conjunto de éstos **no exceda del veinticinco por ciento del valor del nuevo precio**, se podrán aplicar los costos investigados en el mercado, conciliados por las partes. La condición anterior no será limitativa en el caso de equipos de instalación permanente, para los cuales se aplicará el costo investigado y conciliado; debiendo considerar que los costos de los insumos deben estar referidos a los presentados en el acto de presentación y apertura de proposiciones, y

c. Para **determinar los consumos y los rendimientos** de un precio unitario para trabajos extraordinarios, se podrá tomar como base el análisis de un precio establecido en el contrato cuyo procedimiento constructivo sea similar, ajustando los consumos y rendimientos en función del grado de dificultad y alcance del nuevo precio,...

III. Cuando **no fuera posible determinar el precio unitario** en los términos de las fracciones anteriores, solicitarán al contratista que libremente presente una propuesta de conceptos y precios unitarios,...

IV. Analizarlos por **observación directa**, previo acuerdo con el contratista respecto del procedimiento constructivo, maquinaria, equipo, personal, y demás que intervengan en los conceptos.

4.2. ESTRUCTURA COSTO – PRECIO

4.2.1. Estructura Tradicional en la Ingeniería de Costos

Casi todos los autores de publicaciones de costos coinciden en dividir el precio unitario en 3 componentes: los costos directos, los indirectos y la utilidad.

Los costos directos son las erogaciones aplicadas exclusivamente, vinculadas, asignadas e imputables a la ejecución física de un concepto unitario de trabajo: mano de obra –labor, materiales, equipo y servicios.

Para ilustrar los servicios en costos directos, puede mencionarse a las pruebas de concreto y a los subcontratos (aplicable sin cortapisas en obra privada.)

Los costos indirectos en contraste, son aquellos gastos que **no** pueden asignarse a un concepto de trabajo en particular, así que tienen que ser distribuidos. Estos incluyen rubros tales como cargos de oficinas de campo y centrales y provisión de contingencias.

Los Indirectos también se componen de personal -labor (técnicos, administrativos), materiales (consumibles), equipo (computadoras, vehículos) y servicios (renta de locales)

La utilidad, por lo general antes de impuesto sobre la renta (y PTU⁷), es el remanente de los ingresos menos los egresos.

En ocasiones de manera convencional se manejan agregadamente los Indirectos y Utilidad, refiriéndolos como "los indirectos".

En este punto es interesante consultar adicionalmente la legislación aunque ya abrogada correspondiente y que se tiene en las Reglas Generales de Contratación:

5.3.2. Para efectos de estas reglas se entenderá como:

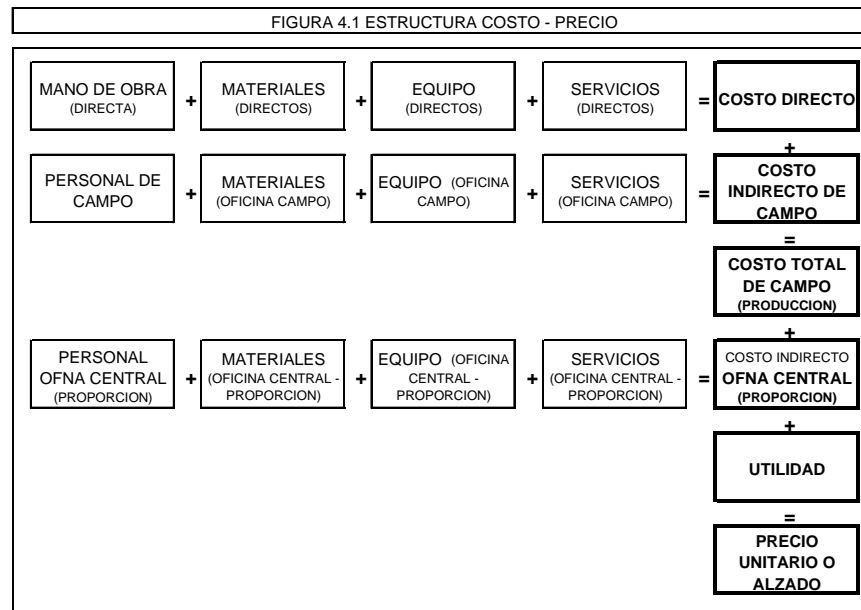
CARGOS DIRECTOS. Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, instalaciones, y por patentes en su caso, efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

*CARGOS INDIRECTOS. Son los gastos de carácter general **no** incluidos en los cargos (directos) en que debe incurrir "El Contratista" para la ejecución de los trabajos y que se distribuyen en proporción a ellos para integrar el precio unitario.*

CARGOS POR UTILIDAD. Es la ganancia que debe percibir "El Contratista" por la ejecución del concepto de trabajo.

En la Figura 4.1. se exhibe gráficamente la estructura del Costo – Precio, la cual ayuda a comprender cómo se llega al precio en cualquier actividad económica. Puede aplicarse además de a la Industria de la Construcción, por ejemplo a la Química, Manufacturera y de Servicios.

⁷ Participación de Utilidades a los Trabajadores



Los renglones son los 6 niveles –componente de costo: directos, indirectos de campo, acumulado de costo total de campo, indirecto de oficina central, utilidad y finalmente el precio.

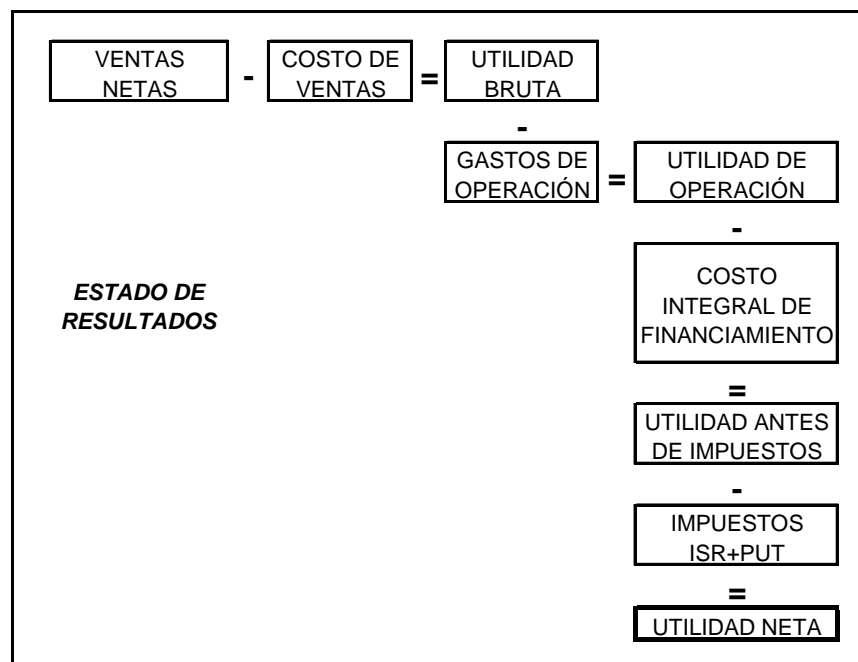
Las columnas presentan los diferentes géneros de costo: personal, materiales, equipo, servicios y totales.

Puede observarse gráficamente el concepto de Costo Total de Campo, el cual es útil para efecto de control cuando se ejecuta la obra; el Residente o Superintendente debe entregar cuentas hasta este nivel.

4.2.2. Estructura Contable

En la práctica tradicional contable, se ha manejado el Estado de Resultados con una presentación bien definida: se parte de las ventas netas (obra Estimada), a ésta se le resta el costo de Obra (=directos e indirectos de campo), para obtener la utilidad bruta (de obra); a ésta se le restan los gastos de operación (indirectos de oficina central) y con ello se deduce la utilidad de operación; a ésta última se le resta el costo integral de financiamiento (ganancia o pérdida financiera y cambiaria) y así se obtiene la utilidad antes de impuestos. Finalmente se deducen el

impuesto sobre la renta y la participación de utilidades a los trabajadores para tener la utilidad neta.



Hay algunas medidas de resultados que empiezan a utilizarse con mayor frecuencia:

EBIT= "earnings before interests and taxes"= utilidad antes de financiamiento e impuestos

EBITDA="earnings before interests,taxes,depreciation and amortization"= utilidad antes de financiamiento, impuestos, depreciaciones y amortización

NOPAT="Net operating profit before taxes"= utilidad operativa neta después de impuestos.

GOPAT = "Gross operating profit after taxes"= utilidad operativa bruta después de Impuestos= NOPAT antes de depreciación.

Aunque resulta obvio, es claro que las distorsiones del Sector Público ya hoy afortunadamente cosa del pasado, en cuanto a ubicar Infonavit, SAR e Inspección en la utilidad, **no tienen validez** en la práctica contable-fiscal, lo que evidencia aún más el carácter heterodoxo de tales disposiciones .

Costo Fijo / Costo Variable

Los costos fijos respecto al costo total permanecen igual, en el costo unitario decrecen al incrementar el volumen; ejemplos de éste son las rentas y salarios de oficina central. Los costos variables cambian directamente en proporción del volumen que se produce.

4.3. COSTOS DIRECTOS

Otra definición de Costos Directos, se tiene en el documento de Terminología Estándar de la AACE [7]:

“(1) En construcción, es el costo instalado del equipo, material y labor directamente involucrado en la construcción física de una instalación permanente. (2) En Manufactura, Servicios y otras industrias no-construcción, es la porción de los costos operativos que son generalmente asignables a un producto específico o área de proceso.

4.3.1. Costos de Mano de Obra - Labor

Son los gastos por salarios, prestaciones y gravámenes imputables indubitablemente al concepto de trabajo específico.

El Relop al respecto dice:

***Artículo 159.- El costo directo por 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.*

PROGRAMACION DE OBRA FISICA FINANCIERA

CASA HABITACION UNIFAMILIAR CLASE MEDIA EN 230 M2

Importes en dolares Tipo de cambio al 12 de enero del 2000 = 9.35 pesos / dólar

No.	PARTIDAS	IMPORTE	Días	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
1	Preliminares	691.71	14	691.71					
2	Cimentación	4,079.70	21	4,079.70					
3	Estructura	18,821.93	49	3,387.95	12,422.47	3,011.51			
4	Albañilería	10,319.79	42		3,302.33	7,017.45			
5	Instalación hidráulica	5,074.33	35			4,059.47	1,014.87		
6	Instalación sanitaria	3,360.43	56	840.11		1,680.21	840.11		
7	Instalación eléctrica	6,306.63	35			2,207.32	4,099.31		
8	Instalación de gas	2,722.78	21				2,722.78		
9	Instalación telefónica	1,571.87	21			943.12	628.75		
10	Mobiliario fijo	6,230.84	28				4,673.13	1,557.71	
11	Iluminación	8,791.12	21					6,153.79	2,637.34
12	Acabados interiores	13,431.76	49				6,044.29	5,775.66	1,611.81
13	Acabados exteriores	6,872.51	28					5,498.01	1,374.50
14	Jardinería	1,524.92	14						1,524.92
15	Limpieza general	299.47	7						299.47
	Importe por periodo	90,099.80		8,999.47	15,724.80	18,919.09	20,023.24	18,985.17	7,448.04
	Importe por periodo acumulado			8,999.47	24,724.27	43,643.36	63,666.59	82,651.76	90,099.80

9.3. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE COSTOS

Por tratarse de la materia de este libro - los costos, como se ha mencionado en el Capítulo 5 y porque el margen de utilidad es la principal razón de ser de la empresa constructora, para esta publicación la planificación y control de Costos es el aspecto más importante. Simplemente: la obra puede ser de calidad altísima y el tiempo de ejecución haberse acortado sustancialmente, pero si no se controlaron los costos y se pierde dinero; es un desastre y puede quebrar la Firma.

El Autor considera como principal herramienta y sin duda insustituible, para el control de costos a la **Contabilidad de Costos**, la cual se sustenta en los principios de la Contabilidad General.

Los objetivos de la **información contable-financiera** son:

- Internos Planificación
 - Toma de Decisiones
 - Control
 - Consejo de Administración
 - Dirección General
 - Direcciones
 - Superintendencias
 - Residencias de Obra
 - Auditorias
- Externos Fiscal
 - Financieros
 - Seguros y Fianzas
 - Accionistas
 - Acreedores

Las características de la misma:

- Veracidad
- Oportunidad
- Utilidad

El nivel 4, puede usarse para identificar máquinas específicas de la constructora en el renglón de Activo Fijo, como se observa en la subsubcuenta "1.2.3.V V" que corresponde a la descripción "Máquina V V".

El nivel 5 en las cuentas de Activo, Pasivo y Capital, se reserva para identificar obras específicas, por ejemplo la "Obra XX", para las subcuentas de caja, bancos, Cuentas (Estimaciones de Obra) por cobrar y Almacenes.

El nivel 6 tanto en las cuentas mencionadas como en las de resultados (5 Costos de las Obras) sirven para identificar materiales específicos; se ilustra con el "material ZZ".

El nivel 4 de las cuentas de Costos de Obra, se dedica a delimitar los diversos frentes en los que se llegan a subdividir las obras: por edificios, por cuerpos, en edificación y obras exteriores y por áreas, según sea lo conducente.

Lo fundamental del control de costos de obra es que cada obra tiene características que le hacen requerir controlar un subconjunto específico de materiales "**relevantes**".

Si alguna obra justifica o exige poner una planta de concreto, los insumos relevantes a **controlar contable y físicamente** serán arena, grava, cemento y aditivos. Pero si otra aunque muy parecida, justifique o exija concreto premezclado, el insumo relevante no será la arena, grava y cemento sino el concreto.

Por esto cuando se contrata una obra, lo primero que hay que hacer es reunir al Contador General, Contador de Obra, Ingeniero de Costos, Superintendente y Residentes, para establecer el catálogo de cuentas específico para la obra por iniciar.

Por supuesto que los catálogos de obra específicos, habrán de sujetarse (amarrar) al catálogo de cuentas general de la empresa constructora en cuestión, como ya se aclaró antes.

En los años sesentas y todavía en los ochentas, la Cámara del ramo ofrecía a sus asociados un modesto pero útil folleto denominado "Catálogo de Cuentas para la Construcción". Adelante se presenta un extracto de Catálogo

CATALOGO DE CUENTAS PARA CONSTRUCTORAS													
NIVEL						NIVEL							
1	2	3	4	5	6	Descripción de Cuenta	1	2	3	4	5	6	Descripción de Cuenta
<u>1</u>						ACTIVOS	<u>4</u>						VENTAS (OBRA)
	1					CIRCULANTE		1					Ventas Obras Gravadas
		1				Cajas			xx				Ventas obra xx
			xx			Caja Obra xx				1			Estimaciones obra
				2		Bancos				2			Estimac.de Ajuste
					xx	Banco YY obra xx		2					Ventas Obras Exentas
						Cuentas por Cobrar		3					Ventas Obras Admón.
					xx	Estimaciones por cobrar obra xx							
					4	Almacenes	<u>5</u>						COSTO DE OBRAS
								1					Costo Obras Gravadas
					xx	Almacén obra xx			xx				Costo Obra xx
					zz	material relevante zz				1			Frente 1: Edificio AA
					99	diversos materiales					1		Materiales
	2					FIJO					zz		Material Relevante zz
		1				Terreno					99		diversos materiales
			1			inicial						2	Salarios y Prestaciones
				2		(depreciación)						3	Subcontratos
					2	Edificios					uu		Subcontrato uu
					3	Maquinaria					4		Maquinaria
					vv	Maquina V V					vv		Maquina V V
					4	Equipos					vv		Reparaciones Maq. V V
					5	Vehículos					5		Consumos relevantes
					3	OTROS ACTIVOS					vv		Diesel maq. V V
											2		Frente 2: Obra Exterior
<u>2</u>						PASIVOS					9		Indirectos Obra
	1					Corto Plazo					1		Materiales
		1				Proveedores					2		Salarios y Prestaciones
			xx			Proveedor obra xx					3		Servicios
					zz	material zz							
					99	diversos materiales		2					Costo Obras Exentas
					2	Bancos			pp				Costo Obra pp
					3	Impuestos				1			Costos Directos
					2	Largo Plazo					1		Materiales
											zz		Material Relevante zz
											98		IVA no-acreditable
											99		diversos materiales
<u>3</u>						CAPITAL							
	1					Capital Social							
		2				Reservas							
					3	Utilidad Ej. Anteriores							
					xx	Utilid.Ej.Ant.obra xx	<u>6</u>						GASTOS GENERALES
					4	Utilidad del Ejercicio		1					Oficina Central
					xx	Utilid.Ej.obra xx			1				Salarios y Prestaciones
										2			Honorarios
											3		Rentas
											4		Depreciaciones
											5		Consumibles
											6		Servicios
											7		Derechos
											2		Gastos Financieros

Para el ejemplo de un Centro de Cobro Automatizado que se tiene en el Apéndice "A", el subconjunto de materiales relevante que habrán de controlarse **individualmente** como insumos relevantes se obtendrían de la explosión de materiales, de donde con el criterio de Pareto seleccionamos los que representan al menos el 80% del costo total de materiales, resultando que solo 33 materiales lo hacen; en cambio los 250 materiales irrelevantes (la "chiquillería") son el 88% en número pero solo el 20% en importe:

CONSTRUCCION DE UN CENTRO DE COBRO AUTOMATIZADO					
EXPLOSION DE MATERIALES					
Importes en dólares americanos					
CLAVE	DESCRIPCION	UNIDA	CANTIDAD	COSTO	IMPORTE
Materiales					
AC005	Alucobond de 4 mm color Silver Plate	m2	262.50	104.00	27,300.00
MB069	Multitecho -100 de Multypanel con lámina galvanizada ar	m2	459.00	44.32	20,342.88
TR002	Tezontle	m3	1,774.17	9.82	17,422.37
AC700	Viga de acero IPS de 203 mm (8 ") de 27.50 kg/m	Kilo	27,070.80	0.62	16,783.90
IL005	Luminaria fluorescente compacta doble de 26 watts marc	Pieza	160.00	86.70	13,872.00
AA003	Unidad manejadora de aire tipo multizona, descarga vert	Pieza	1.00	13,517.00	13,517.00
AG004	Cemento gris normal marca APASCO	Kilo	104,758.75	0.12	12,571.05
AC601	Varilla corrugada Fy = 4,200 kg/cm2 cualquier diámetro	Kilo	29,935.50	0.39	11,674.85
CC001	Concreto premezclado f c = 200 kg/cm2, Clase Normal	m3	149.63	73.63	11,016.89
ML001	Expositor para ventas tipo isla de 270 x 80 x 190 cm	ma Pieza	2.00	4,345.42	8,690.84
AA001	Unidad acondicionadora de aire tipo minisplit marca Trar	Pieza	10.00	849.00	8,490.00
AA002	Unidad acondicionadora de aire tipo paquete integral ma	Pieza	5.00	1,254.75	6,273.75
TR001	Tepetate para compactar	m3	760.36	6.85	5,208.46
AC524	Tubo de acero de 508 mm de diámetro por 12.70 mm de	Kilo	6,465.28	0.75	4,848.96
CB001	Diesel centrifugado PEMEX	Litro	15,420.72	0.31	4,780.42
AC058	Lámina losacero sección 4 calibre 22	m2	704.00	6.36	4,477.44
AB009	Tabique de 6 x 12 x 24 cm de barro rojo común	Pieza	41,800.00	0.10	4,180.00
AG037	Grava cementada para base adquirida en planta	m3	228.00	18.25	4,161.00
AB006	Adopasto de 8 cm de espesor	m2	630.00	6.60	4,158.00
EQ006	Cámara para circuito cerrado de televisión B/N formato 1/	Pieza	20.00	206.18	4,123.60
AB026	Panel de cemento de 13 mm (1/2") marca DUROCK	m2	385.00	8.95	3,445.75
AC080	Placa de acero estructural A-36	Kilo	3,528.75	0.93	3,281.74
MB009	Llave para lavabo electrónica operada scon sensor de ra	Pieza	6.00	511.31	3,067.86
PN051	Pintura primaria Sylpyl 14 S	Litro	245.05	12.35	3,026.38
EQ001	Estación deslizable con bypass sensor y rack de cápsul:	Pieza	12.00	251.23	3,014.76
PN053	Pintura final anticorrosiva Sylpyl 113 AS	Litro	182.16	16.39	2,985.68
AC006	Angulo de acero estructural	Kilo	5,421.24	0.52	2,819.04
VD001	Cristal de 6 mm color verde agua marca Vitro	m2	65.90	42.56	2,804.70
CC002	Concreto premezclado f c = 250 kg/cm2 , bombeable tm:	m3	25.97	102.53	2,663.10
AC089	Alambre recocido Calibre No. 18	Kilo	2,505.70	1.01	2,530.76
PN054	Reactor para Sylpyl 113 AS	Litro	182.16	13.78	2,510.23
MB012	Flujómetro electrónico para inodoro, con baterías integre	Pieza	6.00	404.18	2,425.08
GS005	Oxígeno industrial	m3	960.80	2.52	2,421.23

En la Contabilidad de Costos, la masa de materiales sin relevancia se les habría de dar el tratamiento de agruparlos en "Materiales Varios".

9.4. ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE OBRA (EDOVIC)

La organización de un Presupuesto debe manejarse con una estructura de desglose de obras (EDO) que en los países de habla inglesa se conoce como WBS (work breakdown structure).

En Estados Unidos y Canadá prevalece lo que se conoce como Masterformat, que hasta 2004 manejó 16 divisiones y que en la actualidad ha incrementado sustancialmente el número de ellas:

*00 00 00 Procurement and Contracting Requirements
01 00 00 General Requirements
02 00 00 Existing Conditions
03 00 00 Concrete
04 00 00 Masonry
05 00 00 Metals
06 00 00 Wood, Plastics, and Composites
07 00 00 Thermal and Moisture Protection
08 00 00 Openings
09 00 00 Finishes
10 00 00 Specialties
11 00 00 Equipment
12 00 00 Furnishings
13 00 00 Special Construction
14 00 00 Conveying Equipment
21 00 00 Fire Suppression
22 00 00 Plumbing
23 00 00 Heating, Ventilating, and Air Conditioning (HVAC)
25 00 00 Integrated Automation
26 00 00 Electrical
27 00 00 Communications
28 00 00 Electronic Safety and Security
31 00 00 Earthwork
32 00 00 Exterior Improvements
33 00 00 Utilities
34 00 00 Transportation
35 00 00 Waterway and Marine Construction
40 00 00 Process Integration
41 00 00 Material Processing and Handling Equipment
42 00 00 Process Heating, Cooling, and Drying Equipment
43 00 00 Process Gas and Liquid Handling, Purification, and Storage Equipment
44 00 00 Pollution Control Equipment
45 00 00 Industry-Specific Manufacturing Equipment
48 00 00 Electrical Power Generation*

La Firma de Consultoría Varela Ingeniería de Costos, está proponiendo a sus Clientes una organización más sencilla y que sea manejable por los 2 programas-software de presupuestos y precios unitarios más difundidos:

DIVISION	subdivisión	descripciones
B		Preliminares y Obra en sitio
C		Cimentación y Subestructura
D		Estructura - Superestructura
E		Albañilería
F		Acabados
G		Aluminio y Vidrio
H		Instalación Hidrosanitaria
I		Instalaciones Eléctricas
J		Herrería
K		Plástico, Resinas, Derivados
L		Especialidades
	B	Albercas
	C	Estacionamientos
	D	Deporte
M		Impermeabilización y Aislamiento
N		Mobiliario y decoración
O		Elevadores y movimiento
P		Aire Acondicionado
Q		Incendio
R		Madera y Carpintería
S		
T		
U		
V		Obras Exteriores
	B	Vialidades
	C	Jardinería y Paisaje

Que a nivel más detallado:

DIVISION	CAPITULO	descripcion	DIVISION	CAPITULO	descripcion
subdivision	subcapitulo		subdivision	subcapitulo	
B		Preliminares y Obra en sitio	J		Herrería
B		Trazo y niveles	B		Herrería
C		Excavación	B		Escaleras y pisos metálicos
D		Relleno			Escaleras metálicas
E		Acarreo			Rejas y Rejillas
F		Demoliciones	C		Diversos de acero y fierro
G		Desmantelamiento y desmontaje	K		Plástico, Resinas, Derivados
C		Cimentación y Subestructura	B		Domos
B		Cimentación Superficial	L		Especialidades
C		Cimentación Profunda	M		Impermeabilización y Aislamiento
D		Muros de Contención	B		Impermeabilizantes
D		Estructura - Superestructura	C		Aislamiento Acústico
B		Concreto reforzado	D		Aislamiento Térmico
C		Acero estructural	D		Bandas y pasillos
D		Cubiertas y techumbre	P		Aire Acondicionado
E		Albañilería	D		Rejillas y difusores
B		Muros de Mampostería	E		Control
C		Muros de Paneles	B		Detección
D		Cadenas, Dalas y Castillos	T		
E		Aplanados	U		
F		Registros y Albañales	V		Obras Exteriores
G		Adhesivos, Sujeción y suspensión	B		Vialidades
F		Acabados	B		Terracerías
B		Recubrimiento de Pisos	B		Desmonte y Despalme
C		Recubrimiento de Muros	C		Excavaciones y Corte
D		Plafones	D		Terraplenes
E		Acabados en Fachadas	C		Pavimentos y banquetas
F		Pintura y Barniz	B		Base y Subbase
G		Mamparas y Cancelería Interior	C		Pavimentos
G		Aluminio y Vidrio			Asfálticos
A		Fachadas			Concreto Hidráulico
B		Cancelería Interior	D		Banqueta, Guarniciones y bordillos
C		Puertas	D		Agua Potable
D		Vidrio y Cristal			Tubería
E		Tragaluces			Cajas de válvulas
F		Block de vidrio	E		Alcantarillado Sanitario
H		Instalación Hidrosanitaria	B		Tubería
B		Hidráulica	C		Pozos de visita
C		Sanitaria	F		Drenaje Pluvial
D		Tratamiento de Aguas	G		Electrificación
E		Equipo hidráulico	H		Alumbrado
F		Muebles Sanitarios, grifería y accesorios	I		Voz, datos y Cable
I		Instalaciones Eléctricas	C		Jardinería y Paisaje
B		Acometida	W		REQUERIMIENTOS GENERALES
C		Alimentadores	B		No-previstos
D		Salidas	C		Proyecto Arquitectura e Ingenierías
E		Tableros	D		Licencias y Permisos
F		Equipo Eléctrico	F		Elevación de materiales
G		Comunicaciones	G		Previsión Inflacionaria-devaluatoria
H		Control y Automatización	X		(USAR CUANDO ESTÉ INDEFINIDO)
I		Luminarias	Y		GASTOS DEL DESARROLLADOR
J		Celdas solares	Z		TERRENO

APÉNDICE A

EJEMPLO DE UN PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

A.1. PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN

PRESUPUESTO EDIFICIO DE COBRO AUTOMATIZADO

No.	Descripción	Unid	Cantidad	Precio U.	Total
CENTRO DE COBRO AUTOMATIZADO					
1	Gastos generales				
	Trámite de alineamiento y número oficial para la construcción de edificio de oficinas en 630 m2.	Lote	1	652.46	652.46
1001					
	Actualización de planos durante la ejecución de obra para edificio de oficinas en 630 m2.	Plano	30	91.82	2,754.60
1002					
	Autorización para conexión de inmuebles a descarga sanitaria a red municipal	Lote	1	144.04	144.04
1003					
	Contratación de toma domiciliaria de 50 mm (2 ").	Lote	1	445.25	445.25
1004					
	Total de gastos generales				3996.35
2	Preliminares				
	Trazo y nivelación de terreno con equipo topografico, estableciendo ejes de referencia.	m2	2,000.00	0.67	1,340.00
2001					
	Despalme a 30 cm. en material tipo B con excavadora y cargador con acarreo libre a 40 metros.	m3	661.18	2.71	1,791.80
2002					
	Excavación en caja en material B seco con excavadora hasta 30 cm de profundidad.	m3	1,763.15	1.46	2,574.20
2003					
	Escarificación, mezclado, tendido y compactación de la superficie para apoyo de pavimentos.	m2	2,203.94	1.36	2,997.36
2004					
	Relleno con mezcla de tezontle y tepetate a razón de 70 y 30 % respectivamente, compactado al 90 % de la prueba proctor estandar.	m3	2,203.94	24.42	53,820.21
2005					
	Total de preliminares				62,523.57
3	Cimentación				
	Plantilla de 5 cm de espesor a base de concreto f c = 100 kg/cm2 tma = 19 mm fabricado en obra.	m2	335.1	6.83	2,288.73
3001					
	Cimbra de madera acabado común en cimentación.	m2	167	14.91	2,489.97
3002					
	Concreto f'c = 200 kg/cm2 elaborado en obra para formar cimentación, incluyendo mezclado en revolvedora, colado, vibrado y curado con membrana.	m3	112	138.93	15,560.16
3003					

PRESUPUESTO EDIFICIO DE COBRO AUTOMATIZADO					
No.	Descripción	Unid	Cantidad	Precio U.	Total
3004	Varilla corrugada de cualquier diámetro fy = 4,200 kg/cm2 en cimentación, con dimensionamiento, cortes, dobleces, amarres y colocación.	Tonelada	13.51	1,584.89	21,411.86
	Total de cimentacion				41,750.72
4	Estructura de concreto				
4001	Cimbra de madera comun en estructura a una altura de 3.60 metros.	m2	25.36	11.92	302.29
4002	Concreto premezclado f c = 250 kg/cm2 , bombeable tma = 19 mm con revenimiento 10 cm, en estructura.	m3	12.37	225.26	2,786.47
4003	Varilla corrugada del cualquier diámetro fy = 4,200 kg/cm2 en estructura, con dimensionamiento, cortes, dobleces, amarres y colocación.	Tonelada	1.49	1,615.28	2,406.77
	Total de estructura de concreto				5,495.53
5	Estructura de acero				
5001	Viga de acero IPS de 203 mm (8 ") y 27.33 Kg/m, colocada a base de soldadura a una altura de 4 metros en conexión estructural columna - trabe.	Tonelada	13.27	2,766.34	36,709.33
5002	Conexión para armaduras - columna en estructura a base de placa de acero A-36 , ángulo y redondo de acero.	Pieza	101	7.32	739.32
5003	Armadura de 60 x 500 cm fabricada con ángulo de acero estructural, montada en conexión de columna.	Pieza	10	1,077.58	10,775.80
5004	Columna a base de tubo de acero de 508 mm de diámetro por 12.70 mm de espesor con 5.35 metros de altura. con base de placa de acero A-36.	Pieza	8	935.51	7,484.08
5005	Pintura base anticorrosiva Sylpyl 14 S y esmalte Sylpyl 1113 AS color morado aplicado a estructuras metálicas con pistola neumática.	Kilo	14,256.36	0.69	9,836.89
	Total de estructura de acero				65,545.42

No.	Descripción	Unid	Cantidad	Precio U.	Total
6	Albañilería				
	Muro de 12 cm, a base de tabique rojo recocido de 6 x 12 x 24 cm, asentado con mortero cemento arena proporción 1:5 con juntas de 1.5 cm	m2	380	18.07	6,866.60
6001					
	Muro de 12 cm a base de block de concreto de 12 x 20 x 40 cm. tipo intermedio asentado con mortero cemento arena proporción 1:4, escalerilla del No. 14 a cada 3 hiladas, castillos ahogados en muros a cada 60 cm de concreto fc = 200 kg/cm2, armados con 1 varilla del No. 3 y estribos del No. 2 a cada 20 cm.	m2	266	25.08	6,671.28
6002					
	Castillo de 12 x 12 cm, a base de concreto f c = 200 kg/cm2, 4 Varillas del No. 3 y estribos del No. 2 a cada 15 cm. con cimbra acabado común en 2 caras.	Metro	112.36	8.63	969.67
6003					
	Dala de 12 x 25 cm, a base de concreto f c = 200 kg/cm2, 4 Varillas del No. 3 y estribos del No. 2.5 a cada 15 cm., con cimbra acabado común en 2 caras.	Metro	28.64	14.03	401.82
6004					
	Losa con panel W de 7.50 cm (3 ") de espesor con cimbra a base de marcos de polin de 4 x 4 ".	m2	15.46	31.48	486.68
6005					
	Aplanado de 2 cm en lecho inferior de losas a base de mortero cemento arena proporción 1:5, aplicado con lanzadora.	m2	15.46	6.97	107.76
6006					
	Total de albañilería				15,503.81
7	Techos y aislamientos				
	Cubierta a base de panel multitecho -100 de Multypanel con lámina galvanizada acanalada Calibre 26 pintada con poliéster siliconizado e interior de espuma de poliuretano, sujeta con pijas autotaladrantes tipo AB/14 y remaches pop AM-54	m2	225	69.7	15,682.50
7001					
	Losacero construida a base de lámina losacero sección 4 calibre 22 de 3.81 cm. de sección galvanizada pintada con poliéster siliconizado.	m2	320	34.43	11,017.60
7002					
	Canalón de 30 x 40 cm de sección nominal a base de lámina galvanizada Calibre 18, con aplicación de primario anticorrosivo Sylpyl 14 S.	Metro	36	42.18	1,518.48
7003					
	Plafón falso con panel de cemento de 13 mm. de espesor marca Durock, con suspensión oculta.	m2	350	31.15	10,902.50
7004					
	Total de techos y aislamientos				39,121.08

PRESUPUESTO EDIFICIO DE COBRO AUTOMATIZADO

No.	Descripción	Unid	Cantidad	Precio U.	Total
8	Instalaciones hidráulicas				
8001	Toma de agua de 50 mm (2 ") de diámetro a base de 1.20 metros de tubo galvanizado, 2 codos y una válvula de globo de 50 mm.	Pieza	1	85.88	85.88
8002	Instalación para alimentación hidráulica a base de tubería de cobre tipo M de 19 y 13 mm, con conexiones, conectores y llave angular en cada mueble practicando pruebas hidrostáticas en toda la línea.	Salida	16	86.48	1,383.68
	Total de instalaciones hidráulicas				1,469.56
9	Instalaciones sanitarias				
9001	Línea de mueble a registro a base de tubería de PVC sanitario tipo Anger. para 5 salidas con 20 metros por desarrollo entre 100 y 50 mm	Salida	16	81.56	1,304.96
9002	Bajada para aguas pluviales de 2.50 metros de altura a base de tubería de PVC sanitario tipo Anger de 101 mm, sujeta a muro con abrazaderas metálicas galvanizadas Calibre No. 20 a cada 100 cm.	Pieza	6	23.21	139.26
9003	Fosa séptica ecológica para 100 personas de 183 cm cm de diámetro por 2.50 metros de longitud con capacidad para 6,000 litros / día marca Dysa.	Pieza	1	2,853.07	2,853.07
10	Instalaciones eléctricas				
10001	Instalación eléctrica a base de tubería de PVC poliducto de 25 mm y cables de de cobre para alimentación a bombas.	Metro	53	8.06	427.18
10002	Instalación eléctrica a base de tubería de PVC poliducto de 51 mm con 4 cables de de cobre Calibre 1/ 0 AWG, THW 600 watts 90 grados, cable de cobre desnudo Calibre No. 8.	Salida	125	104.08	13,010.00
	Total de Instalaciones sanitarias				17,734.47
11	Instalación de aire acondicionado				
11001	Ductos contruidos de lámina galvanizada lisa Calibre No. 24 con soportes correspondientes,	Kilo	85	12.27	1,042.95
11002	Unidad acondicionadora de aire tipo minisplit marca Trane modelo MCD-512, para instalarse en techo, con capacidad para disparar 12,000 BTU/HR.	Pieza	5	1,922.65	9,613.25
11003	Unidad acondicionadora de aire tipo paquete integral marca Trane modelo TCH-024, con capacidad para disparar 24,000 BTU/HR.	Pieza	5	2,940.22	14,701.10

No.	Descripción	Unid	Cantidad	Precio U.	Total
11004	Unidad manejadora de aire tipo multizona, marca Trane tipo centrífugo tamaño 25 FC, para disparar 304,600 BTU/HR	Pieza	1	21,972.90	21,972.90
Total de Instalación de aire acondicionado					47,330.20
12 Mobiliario fijo y accesorios					
12001	Inodoro para fluxometro color blanco marca Ideal Standar modelo Olimpico	Pieza	6	273.66	1,641.96
12002	Mingitorio para fluxómetro color blanco marca Ideal Standar modelo Niágara.	Pieza	4	123	492
12003	Lavabo sencillo color coral marca Habitat.	Pieza	6	33.3	199.8
12004	Fluxómetro electrónico para inodoro, con baterías integradas con sensor expuesto para spud de 1 1/2 " marca Moen Sloan modelo 8111 Royal Optima Plus.	Pieza	6	609.7	3,658.20
12005	Fluxómetro electrónico para mingitorio , con baterías integradas con sensor expuesto para spud de 3/4 " marca Moen Sloan modelo 8186-1 Royal Optima Plus.	Pieza	4	601.74	2,406.96
12006	Llave para lavabo electrónica operada scon sensor de rayos infra rojos auto ajustable con batería integrada con placa de 4", válvula selenoide con filtro, fibra óptica é indicador de diagnóstico para alimentación de una o dos líneas de agua, marca Helvex modelo TV-095.	Pieza	6	766.76	4,600.56
Total de Mobiliario fijo y accesorios					12,999.48
13 Iluminación y alumbrado					
13001	Lámpara de emergencia clase II modelo IP-203 de 80 x 201 cm. marca IUSA JBC	Pieza	10	132.94	1,329.40
13002	Luminaria fluorescente compacta doble de 26 watts marca Construlita modelo 2D/60 con foco diulux 2 x 13 watts 1 fase , 127 volts a 60 Hertz	Pieza	80	149.28	11,942.40
13003	Luminario fluorescente con una lámpara ipo Slime-line de 39 watts luz de día en canaleta de 122 x 30 cm, sin difusor, de 1 fase, 2 hilos, 127 volts a 60 hertz, con balastra de alto factor de potencia, interruptor sencillo de 1 polo 10 amperes marca Quinziño catálogo 5800N, con placa de resina color blanco catálogo 103/R	Pieza	35	46.77	1,636.95
Total de Iluminación y alumbrado					14,908.75

PRESUPUESTO EDIFICIO DE COBRO AUTOMATIZADO

No.	Descripción	Unid	Cantidad	Precio U.	Total
14	Cancelería				
14001	Cancel de 213 x 146 cm, con perfil de aluminio de 3 " blanco marca Cuprum con cristal de 6 mm color verde agua	Pieza	2	4,106.53	8,213.06
14002	Ventana de 90 x 120 cm, con perfil de aluminio de 2 " blanco con cristal de 6 mm color verde agua	Pieza	5	188.34	941.7
14003	Puerta blindada a base de placa de 6.4mm. (1/4") con bastidor de perfil PTR de 38 mm. pesado de 1.05 x 2.70 m.	Pieza	2	1,186.41	2,372.82
	Total de Cancelería				11,527.58
15	Carpintería				
15001	Puerta de tambor de madera de 90 x 210 cm (1.89 m2). de altura con bastidor de madera de primera de 51 x 25mm. a cada 48.5 cm. en ambos sentidos, forrada con triplay de pino de 1ra. de 6 mm.	m2	15	278.75	4,181.25
15002	Estantes de 460 x 40 cm con 5 entrepaños a base de triplay de pino de 19 mm, bastidor de barrote de 3/4 " x 1 " y terminado con Sayer Lack.	Pieza	2	2,786.29	5,572.58
15003	Closet de madera de 250 x 45 x 240 cm. a base de triplay de madera de encino con estante y cajones.	Pieza	1	3,194.79	3,194.79
	Total de Carpintería				12,948.62
16	Acabados				
16001	Pintura vinil acrílica color blanco ostión marca Vinimex de Comex, sobre muros acabado fino con aplicación de sellador 5 x 1 de Comex.	m2	600	4.03	2,418.00
16002	Pintura de esmalte alquidálico marca Comex 100 en muros.	m2	225	4.48	1,008.00
16003	Plafon falso con panel de tablayeso de 13 mm. de espesor con suspensión oculta.	m2	58	16.18	938.44
16004	Plafon falso en placa de 61 x 61 cm, marca Armstrong modelo Tegular de Cortega Minatone con línea de sombra con suspensión aparente	m2	152	36.73	5,582.96
16005	Caseta telefónica con alucobond de 90 cm de diámetro y 2.96 de altura.	Pieza	2	1,127.56	2,255.12
16006	Lambrin de alucobond silver plate montado en bastidor metálico para fachada.	m2	125	227.28	28,410.00
	Total de Acabados				40,612.52

No.	Descripcion	Unid	Cantidad	Precio U.	Total
17	Equipos especiales				
17001	Expositor para ventas tipo isla de 270 x 80 x 190 cm marca Escato	Pieza	2	6,993.73	13,987.46
17002	Correo neumático marca Ascom-GTC-2/SNE en tubería de 110 mm en 85 metros de longitud.	Sistema	1	12,742.06	12,742.06
17003	Cámara para circuito cerrado de televisión B/N formato 1/2 " alta resolución de 380 TVL con alimentación de 24 VAC marca Sony.	Pieza	10	355.58	3,555.80
	Total de Equipos especiales				30,285.32
18	Finales				
18001	Limpieza final de obra en pisos y muros exteriores e interiores.	m2	630	0.67	422.1
18002	Envasado manual en costal y acarreo total en camión de cascajo con carga manual de pie de camión y hasta tiradero oficial autorizado.	Viaje	5	109.3	546.5
	Total de Finales				968.6
19	Obras exteriores				
19001	Pavimento de 15 cm sa base de concreto fc = 200 kg/cm2 premezclado.	m2	950	78.3	74,385.00
19002	Adopasto de 8 cm, con cama de arena de 5 cm, introducción de tierra vegetal en huecos y sembrado de pasto en semilla.	M2	300	15.75	4,725.00
19003	Cenefa en piso de 30 cm con adocreto de 15 x 15 x 8 cm color negro marca Basaltex, asentado con mortero cemento arena proporción 1:6.	Metro	50	6.04	302
19004	Nicho de 214 de ancho x 180 de altura y 60 cm de fondo, a base de panel W de 3 " con aplanado de mortero cemento arena proporción 1: 5 y terminado con esmalte color blanco marca Comex, puerta de 215 x 180 cm en dos hojas.	Pieza	2	782.06	1,564.12
19005	Asta bandera de 15 metros a base de tubo de acero cédula 40 con costura en tramos de 6 metros colocados como telescopio acabado con primario de cromato de zinc y terminado con barniz poliuretano color alucobond castle grey, piola de 1/2" de nylon y base de concreto de 150 x 150 x 160 cm armado.	Pieza	1	821.07	821.07
19006	Pasto alfombra San Agustín sembrado y cultivado durante 15 días.	m2	70	4.9	343
	Total de Obras exteriores				82,140.19
Total de Presupuesto				DOLARES	506,861.77

**A.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (MATRICES, TARJETAS) DE
LOS CONCEPTOS DE TRABAJO MAS RELEVANTES**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

13002 Luminaria fluorescente compacta doble de 26 watts marca Construlita modelo 2D/60 con foc
diulux 2 x 13 watts 1 fase , 127 volts a 60 Hertz Pieza

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Materiales					
IL005	Luminaria fluorescente compacta doble de 26 watts marca Construlita modelo 2D/60	Pieza	1.00000	\$ 98.26	\$ 98.26
IE058	Foco diulux 2 x 13 watts 1 fase , 127 volts a 60 Hertz	Pieza	1.00000	\$ 3.85	\$ 3.85
Suma de Materiales					\$ 102.11
Mano de Obra					
CU009	Cuadrilla para electricidad.	Jornal	0.25000	\$ 53.19	\$ 13.30
Suma de Mano de Obra					\$ 13.30
Costo Directo					\$ 115.41
Indirectos					% 18.00 \$ 20.77
Subtotal					\$ 136.18
Financiamiento					% 1.50 \$ 2.04
Subtotal					\$ 138.22
Utilidad					% 8.00 \$ 11.06
Subtotal					\$ 149.28
PRECIO UNITARIO					\$ 149.28

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

19002 Adopasto de 8 cm, con cama de arena de 5 cm, introducción de tierra vegetal en huecos y
sembrado de pasto en semilla. M2

Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Importe
Materiales					
AG001	Arena de mina	m3	0.05000	\$ 9.35	\$ 0.47
TR025	Tierra vegetal para jardinería	m3	0.02500	\$ 22.89	\$ 0.57
JR001	Pasto en semilla San Agustin	Kilo	0.05000	\$ 1.95	\$ 0.10
AB006	Adopasto de 8 cm de espesor	m2	1.05000	\$ 7.48	\$ 7.85
CS010	Agua	Litro	20.00000	\$ 0.01	\$ 0.20
Suma de Materiales					\$ 9.19
Mano de Obra					
CU002	Cuadrilla para albañilería	Jornal	0.05949	\$ 50.04	\$ 2.98
Suma de Mano de Obra					\$ 2.98
Costo Directo					\$ 12.17
Indirectos					% 18.00 \$ 2.19
Subtotal					\$ 14.36
Financiamiento					% 1.50 \$ 0.22
Subtotal					\$ 14.58
Utilidad					% 8.00 \$ 1.17
Subtotal					\$ 15.75
PRECIO UNITARIO					\$ 15.75

A.3. ANÁLISIS AUXILIARES (“BÁSICOS”) MAS RELEVANTES



Fotografía de la Escuela de Música del Centro Nacional de las Artes por el Arquitecto Teodoro González de León.

Valorizado para efecto de Avalúo por Varela Ingeniería de Costos - Intercost

ANLISIS DE PRECIOS AUXILIARES					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo U.	Total
AUX001	Acarreo total en camión de 7 m3 con carga de material a mano.	Viaje			
CU005	Cuadrilla para carga de materiales.	Jornal	0.10	20.54	2.05
MQ007	Camión de volteo de 7 m3. y 10 toneladas de capacidad, con motor a diesel de 175 H.P. equipado con gato hidráulico y matachispas en escape. marca DINA modelo 8-551	Hora	3.00	17.46	52.38
				Suma	54.43
AUX002	Aplanado de 2 cm en muros y losas a base de mortero cemento arena proporción 1:5, aplicado con lanzadora	m2			
AUX022	Mortero cemento arena proporción 1:5	m3	0.02	73.93	1.63
CU002	Cuadrilla para albañilería	Jornal	0.06	50.04	3.00
MQ002	Andamio de 2.00 metros de altura, tipo tubular con plataforma de 1.93 x 1.52 metros, barandal de seguridad y ruedas con sujetador marca ANPASA, modelo AND/2	Hora	0.55	0.13	0.07
MQ025	Lanzadora de mortero con motor a gasolina de 55H.P. marca MAYCO. modelo MYC-180	Hora	0.07	9.68	0.68
				Suma	5.38
AUX003	Barrido de terracerías con barredora autopropulsada	m2			
CU026	Cuadrilla de rastrilleros.	Jornal	0.01	34.29	0.43
MQ006	Barredora con cepillo de alambre de 90 cm de diámetro y 240 cm de longitud, con movimiento angular a 45 grados, con motor a diesel de 80 H.P. marca modelo Swep Master II.	Hora	0.02	24.75	0.50
				Suma	0.93
AUX004	Base de 20 cm, para recibir pavimentos formada con grava cementada	m3			
AG037	Grava cementada para base adquirida en planta	m3	1.20	20.68	24.82
CS010	Agua	Litro	295.00	0.01	2.95
CU026	Cuadrilla de rastrilleros.	Jornal	0.03	34.29	0.86
MQ007	Camión de volteo de 7 m3. y 10 toneladas de capacidad, con motor a diesel de 175 H.P. equipado con gato hidráulico y matachispas en escape. marca DINA modelo 8-551	Hora	0.03	17.46	0.44

A.4. ANÁLISIS DE COSTOS HORARIOS DE MAQUINARIA MAS RELEVANTES

COSTO HORARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPO			
Descripcion			
MQ032			
Revolvedora para concreto con 1 saco de capacidad, con motor a gasolina de 8 H.P. con matachispas en escape marca MIPS A modelo MIP/50		Unidad:	Hora
DATOS GENERALES			
(Pm) Precio máquina nueva	1,523.00	(Hp) Potencia nominal	8 HP
(Vn) Precio de las llantas	90.72	(Pc) Precio de combustible	0.46 LT
Precio piezas especiales	0.00	(c) cant. d combus/ hora efec	0 LTS
(Va) Valor de adquisición	1,432.28	(al) cant. d lubric/ hora efec	0 HORAS
(Vr) Valor de rescate	286.46 % Va	(c2)consumo entre cambio	0.003
(Ve) Vida económica	7,200.00 HORAS	(P) Precio del lubricante	2.55 LT
(IC) Instrumentos captación	ND	(HV) Vida de las llantas	3600 HORAS
(i) Tasa de interés anual	8.00	Vida econ pzas especiales	0 HORAS
(Ha) Horas efectivas año	2,400.00 HORAS	(H) Horas efectivas por turno	0 HORAS
(s) Prima anual promedio	1.50		
(Q)Mantenimiento may+men	0.03		
I. CARGOS FIJOS			
I.1 Depreciacion	$D = (Va - Vr) / Ve$	=	0.16
I.2 Inversion	$I = (Va + Vr) / 2Ha$	=	0.03
I.3 Seguros	$S = (Va + Vr) / s / 2Ha$	=	0.01
I.4 Mantenimiento	$T = Q.D$	=	0.03
		(1) SUMA CARGOS FIJOS =	0.23
II. CONSUMOS			
II.1 Combustibles	$E = c \times Pc$	=	0.37
II.3 Lubricantes	$AL = (c2 + al) \times P$	=	0.03
II.4 Llantas	$N = Vn / HV$	=	0.03
II.5 Piezas especiales		=	0
		SUMA=	0.43
III. OPERACION			
CATEGORIAS	CANTIDAD	SALARIO REAL	IMPORTE
Operador de revolvedora	0.13	18.21	2.28
		SUMA=	2.28
COSTO DIRECTO POR HORA		(1) + (2) + (3) =	2.94

APÉNDICE B

CALCULO DEL SALARIO REAL

TABULADOR DE SALARIOS DE MANO DE OBRA PARA LA CONSTRUCCION EN OBRA									
Categoría del Personal			Salario Base de Cotización Semanal	Raya Semanal	Salario Nominal Diario	Obra Publica		Obra Privada en el D.F.	
No.	Clave	Descripcion				Factor de Salario Real	Salario Real	Factor de Salario Real	Salario Real
			Sbcs	Rs	Snd	Fsr op	Sr op	Fsr ov	Sr ov
1		Salario minimo zona A	330.99	316.68	45.24	1.715	77.59	1.8193	82.30
2	MOCA-001	Peón	866.63	829.15	118.45	1.715	203.14	1.8193	215.49
3	MOCA-002	Ayudante General.	888.43	850.01	121.43	1.7129	208	1.8170	220.64
4	MOCA-003	Cadenero.	888.43	850.01	121.43	1.7129	208	1.8170	220.64
5	MOCA-004	Operador Equipo Menor.	888.43	850.01	121.43	1.7129	208	1.8170	220.64
6	MOCA-005	Estadaletero.	888.43	850.01	121.43	1.7129	208	1.8170	220.64
7	MOCA-006	Velador.	940.67	899.99	128.57	1.7083	219.64	1.8122	232.99
8	MOCA-007	Bodeguero.	1045.22	1000.02	142.86	1.7047	243.53	1.8083	258.34
9	MOCA-008	Ayudante Montador y Soldador.	1149.70	1099.98	157.14	1.7022	267.48	1.8057	283.75
10	MOCA-009	Pintor.	1254.25	1200.01	171.43	1.7002	291.47	1.8036	309.19
11	MOCA-010	Jardinero.	1254.25	1200.01	171.43	1.7002	291.47	1.8036	309.19
12	MOCA-011	Operador Equipo Intermedio.	1254.25	1200.01	171.43	1.7002	291.47	1.8036	309.19
13	MOCA-012	Chofer de Camioneta.	1306.49	1249.99	178.57	1.6993	303.44	1.8026	321.89
14	MOCA-013	Coordinador	1306.49	1249.99	178.57	1.6993	303.44	1.8026	321.89
15	MOCA-014	Albañil.	1358.73	1299.97	185.71	1.6985	315.43	1.8018	334.61
16	MOCA-015	Electricista.	1358.73	1299.97	185.71	1.6985	315.43	1.8018	334.61
17	MOCA-016	Plomero.	1358.73	1299.97	185.71	1.6985	315.43	1.8018	334.61
18	MOCA-017	Chofer Camión.	1411.04	1350.02	192.86	1.6977	327.42	1.8009	347.33
19	MOCA-018	Carpintero Obra Negra.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
20	MOCA-019	Yesero.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
21	MOCA-020	Tablaroquero.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
22	MOCA-021	Colocador Mosaico y Azulejos.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
23	MOCA-022	Ebanista.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
24	MOCA-023	Herrero.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
25	MOCA-024	Aluminero.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
26	MOCA-025	Mecánico.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
27	MOCA-026	Chofer Vehiculo con Grúa.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
28	MOCA-027	Fierro.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
29	MOCA-028	Vidriero.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
30	MOCA-029	Soldador.	1567.83	1500.03	214.29	1.6958	363.39	1.7989	385.49
31	MOCA-030	Laboratorista.	1567.83	1500.03	214.29	1.6958	363.39	1.7989	385.49
32	MOCA-031	Montador.	1567.83	1500.03	214.29	1.6958	363.39	1.7989	385.49
33	MOCA-032	Topógrafo.	1672.31	1599.99	228.57	1.6946	387.33	1.7976	410.88
34	MOCA-033	Soldador calificado.	1724.55	1649.97	235.71	1.694	399.29	1.7970	423.57
35	MOCA-034	Operador de Equipo Mayor.	1829.10	1750	250	1.6931	423.28	1.7960	449.01
36	MOCA-035	Oficial de instalaciones de Gas.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01
37	MOCA-036	Oficial Aire Acondicionado.	1463.28	1400	200	1.6969	339.38	1.8001	360.01

BIBLIOGRAFÍA

1. Varela A., Leopoldo:

- 1.1. *"Costos de Construcción Pesada y Edificación"*. 5 volúmenes. 28 ediciones. México. Compuedita.1983-1995. MEX.
- 1.2. *"Costos de Construcción Pesada"*. 3 volúmenes. 48ª. Edición. México. INTERCOST. 2002.
- 1.3. *"Costos por Metro Cuadrado de Construcción"*. 31ª. Edición. México. INTERCOST CMDG. 2002.
- 1.4. *"Costos de Construcción Industrial"*. 44ª. Edición. México. INTERCOST CMDG. 2002.
- 1.5. *"Legislación de Obra Pública Correlacionada y su Glosa"* (Co-autor Susana Cabral V.). INTERCOST. México. Septiembre 2002.
- 1.6. Co-autores: Grant, Roger (EUA), Bartlett, Michael (AUS) y Wesbrooke, Paul (CAN) *"Construction Costs in North America and Australia"*. 44º congreso AACE meeting, 16º de ICEC y 2º Congreso mundial de Quantity Surveyors. Calgary Canadá 2000.
- 1.7. *"Unit Pricing"*. American Association of Cost Engineers. Total Cost Management Guide. Non-edited. EUA. AACE. 1995.
- 1.8. *"Inter-American Construction Costs"* (co-autor: Roger Grant). Cost Engineering Journal. EUA. AACE. 1998.
- 1.9. *"El Costo Horario de la Maquinaria-Mitos y Mitotes"*. Rev. Construcción. CMIC. Mayo de 1999.
- 1.10. *"Importancia del Costo de los Acabados en Edificación"*. Rev. Construcción. CMIC. Julio de 1998.
- 1.11. *"¿Y...cuánto cuesta Construir un Hotel?"*. Rev. Construcción. CMIC. Noviembre de 1998.

-
- 1.12. *"¿Equipo Nuevo o Usado?"*. Rev. Construcción. CMIC. Junio 1998.
 - 1.13. *"Catálogo de Costos Horarios"*. Primera Edición. CNIC. Marzo de 1991.
 - 1.14. *"Reemplazo Optimo y Tasa de Interés de Equipo"*. Seminario Costos de Maquinaria de Construcción. SMIEFC 1988.
 - 1.15. *"Guía de Ingeniería de Costos CONACAL"*. 1ª. Fase (volumen): Terracerías y Pavimentos- 1993. 2ª. Fase (volumen): Obras de Drenaje, Estructuras, Señalamiento y Conservación -1994. Elaborado para Conacal-SCT-Banobras.
 - 1.16. *"Costos de Construcción y Mantenimiento Aeroportuario"*. Elaborado para Aeropuertos y Servicios Auxiliares. México 1993.
 - 1.17. *"Proyectos Prototipo y Costos de Instalaciones Deportivas"*. Elaborado para la Comisión Nacional del Deporte CONADE. México 1991.
 - 1.18. *"Análisis de PU para Obras de Edificación, Iluminación de Pista y Zonas de Combustible"*. Elaborado para la Dirección General de Aeropuertos de la SCT.. México 1987.
 - 1.19. *"La Microcomputación y la Construcción"*. Rev. Obras. Julio 1981.
 - 1.20. *"Maquinaria en la Industria de la Construcción"*. RMC. CNIC. Agosto de 1983.
 - 1.21. *"Sistema de Control de Costos de Obra"* (Costic-Apple II; co-autor de programación Luis Alonso C.). CNIC. México 1982.
 - 1.22. *"Programas de microcomputadora para Precios Unitarios"* (Sicnic-Apple II; co-autor de programación Luis Alonso C.). CNIC. 1980.
 - 1.23. *"Anuario Estadístico y Pronósticos de la Industria de la Construcción"*. Como coordinador Editorial de CNIC- ICA- CEESP-CIHAC. México. 1980-1983.
 - 1.24. *"Implicaciones del Ajuste de precios"*. RMC. CNIC. Abril de 1977.
-
2. Suárez S., Carlos: *"Costo y Tiempo en Edificación"*. Editorial Limusa. 5ª. reimpresión. México 1983.

-
3. Castillo T., Jorge Luis: *"La Vida Diaria de los Costos"*. IMCYC. México.1998.
 4. Peimbert, Juan B.: *"Costos y Presupuestos"*. México 1997.
 5. Name M., Julián: *"Costos y Procedimientos de Construcción en las Vías Terrestres"*. SOP 1968, SAHOP 1982. México.
 6. Secretaría de Recursos Hidráulicos: *"Manual sobre el Cálculo de Precios Unitarios de Trabajos de Construcción"*. Tomos I a IX. México 1964.
 7. Cámara Nacional de la Industria de la Construcción: *"Cuadernos de Análisis de Costos Unitarios"*. México. Computarizados y Actualizados por el Autor de 1980 a 1983.
 8. Trabado G., Elena: *"Análisis Financiero de 200 Empresas Constructoras"*. Tesis de Maestría dirigida por el Ing. L. Varela. ULSA. México 1982.
 9. Peurifoy R.: McGraw Hill. USA
 - 9.1 *"Construction Methods and Equipment"*.
 - 9.2 *"Estimating Construction Costs"*.

 10. R.S. MEANS. EUA.
 - 10.1 Bledsoe, John D.: *"Successful Estimating Methods"*.
 - 10.2 Cox, Billy y Horsley, F.William: *"Means Square Foot Estimating"*.
 - 10.3 *"Means Estimating Handbook"*
 - 10.4 *"Illustrated Construction Dictionary"*.

 11. AACE International. EUA.
 - 11.1 *"Cost Engineering Notebook"*
 - 11.2 *"Cost Engineering Journal"*. Varios números