



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

A C A T L Á N

**“LA INGENIERÍA DE VALOR Y SU APLICACIÓN EN LA REVISIÓN
INTEGRAL DE UNA NAVE INDUSTRIAL UBICADA EN LA CIUDAD
DE CELAYA, GUANAJUATO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTA

MONROY GÓMEZ ARTURO



ASESOR : ING. CARLOS GONZÁLEZ ROGEL

FEBRERO DE 2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Gracias a: Dios, por iluminar cada momento
de mi vida.

*A mis padres, por su incansable
esfuerzo en ayudarme a cumplir
mis metas.*

*A mi familia, que me guía
y apoya en todos mis proyectos.*

*A la UNAM, por abrirme sus puertas
y enriquecer mi formación académica.*

*A mis profesores, por brindarme
sus sabios conocimientos.*

*A toda aquella persona, que
de alguna manera colaboró
para la creación de este trabajo.*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
1. ORIGEN Y DESARROLLO	6
1.1. Concepto de Ingeniería de Valor	6
1.2. Antecedentes históricos	7
1.3. Ciclo de vida de los proyectos	8
1.4. Objetivos de la Ingeniería de Valor	10
1.5. Ventajas y desventajas	12
1.6. La Ingeniería de Valor en México	17
2. DECISORES QUE INFLUYEN EN LOS COSTOS	18
2.1. Influencia de los decisores en el costo	18
2.2. Requerimientos del cliente	18
2.3. Leyes y Reglamentos	20
2.4. Definición del proyecto	21
2.5. Procesos constructivos	23
2.6. Planeación, programación y control de obra	25
2.7. Circunstancias temporales	27
2.8. Cambios en los requerimientos	28
2.9. Aplicación de Ingeniería de Costos	29
2.10. Administración de los recursos y del tiempo	31
2.11. Costos innecesarios	32
2.12. Operación y mantenimiento	33
3. HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y PLANEACIÓN	35
3.1. Planeación y presupuestación	35
3.2. Técnicas de presupuestación	36
3.3. Ley de Pareto	45
3.4. Costos históricos	46
3.5. Equipos interdisciplinarios	47
3.6. Administración de costos estratégicos	49
3.7. Selección óptima de personal	50
3.8. Sistematización y computarización	51
3.9. Consultoría externa	52
3.10. Especialización	53
3.11. Costos de calidad	54

4.	METODOLOGÍA DE LA INGENIERÍA DE VALOR	55
4.1.	Recopilación de información	57
4.2.	Análisis de funciones	61
4.3.	Formulación de costos funcionales	63
4.4.	Selección del mejor concepto	66
4.5.	Optimización de costos	69
4.6.	Planificación e implantación	71
4.7.	Seguimiento e informe de resultados	72
5.	APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE VALOR EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL	73
5.1.	La construcción industrial	73
5.2.	Antecedentes particulares	78
5.3.	Descripción del proyecto	83
5.4.	Problemática	87
5.5.	Desarrollo y aplicación de la Ingeniería de Valor	90
5.6.	Resultados	144
	Reseña fotográfica	149
	CONCLUSIONES	160
	BIBLIOGRAFÍA	162

INTRODUCCIÓN

La apertura comercial y política en México, ha generado confianza en diversas empresas para invertir en el país, básicamente como plataforma de exportación a los Estados Unidos de Norteamérica, y hacia otras partes del mundo. Esta circunstancia, ha provocado una creciente demanda de servicios de plantas y parques industriales.

La industria de la construcción ha experimentado un desarrollo en forma paralela al crecimiento de las demandas de espacios adecuados para el establecimiento de nuevas empresas y expansión de las ya existentes, éstas empresas desembolsan importantes sumas de dinero para la construcción de la infraestructura necesaria para poder llevar acabo de manera eficiente sus procesos, y esperan que cada peso invertido se vea reflejado en una obra de calidad al mejor costo posible.

El mejor costo de un proyecto debe serlo en toda la extensión de la palabra, tanto para el cliente, el contratista principal, subcontratistas, proveedores, etc. Se estaría hablando entonces de un costo óptimo, en donde todas las partes involucradas reciben un beneficio; el cliente verá cumplidas sus expectativas y necesidades al contar con una obra segura, eficiente económica y con grado de calidad adecuado, por otra parte, el resto de los participantes obtendrán la retribución económica por sus trabajos, ya que finalmente, ésta es la razón principal de la existencia de cualquier empresa o negocio.

El costo se encuentra presente en todas las etapas de la vida del ser humano; hogar, educación, trabajo, recreación, etc., tienen un común denominador; el costo, el cual representa a la vista de todo mundo, el valor de todos los bienes materiales y de servicios.

Actualmente, si alguien desea hacerse de algún bien material o de algún servicio, debido al constante encarecimiento del nivel de vida, cada vez es más frecuente que en todos los niveles (desde el más pequeño comprador hasta las grandes empresas), se comparen los costos ofrecidos por un determinado número de proveedores, y que con el desarrollo de tecnologías como el Internet resulta muy sencillo para los usuarios obtener comparaciones de precios en productos y servicios de diferentes competidores, inclusive hay sitios especializados en proporcionar tablas comparativas por medio de motores de búsqueda, simplificando así la tarea del consumidor y elevando la competencia de los mercados en forma significativa. En este sentido, el costo es un referente trascendente y en algunos casos el de mayor importancia para tomar la decisión de compra. En consecuencia, las empresas especializadas, como lo son las constructoras, deben afrontar día a día el reto de hacer más con menos, al mejor precio, en el menor tiempo posible y con la máxima calidad.

En la reducción de los costos, como en la mayoría de los aspectos de la vida, se debe hallar el punto exacto de equilibrio, no es válido ni mucho menos ético ofrecer un costo muy bajo con la finalidad de ganar un proyecto si con ello se sacrifica la calidad y seguridad de la obra, ni tampoco se deben castigar los costos sin medida alguna, en detrimento de las ganancias de las empresas constructoras, toda vez que el resultado de todo ello es completamente predecible y será el reflejo de la trillada frase; de que "al final lo barato cuesta caro". La disminución de costos, debe hacerse mediante la correcta aplicación de la Ingeniería de Costos, dentro de la cual contemplan: el diseño mismo del proyecto, procedimientos constructivos, aplicación de nuevas tecnologías, etc.

Durante mis estudios en la Universidad, en materias como Organización de Obras, Planificación de Obras y Construcción Pesada, tuve la oportunidad de ponerme en contacto con la Ingeniería de Costos, al realizar mis primeros análisis de precios unitarios, en donde el fin principal era encontrar el valor monetario de un concepto o conjunto de conceptos de una obra, pero en la práctica diaria esto no es suficiente. Todas las empresas involucradas de algún modo en la industria de la construcción tienen que redoblar esfuerzos para ofrecer el mejor costo de un proyecto determinado a su cliente.

Posteriormente, en mis primeros trabajos pude involucrarme a fondo en los costos reales de construcción, aquí me percaté de que la Ingeniería de Costos es también una herramienta de gran valor para la supervivencia y crecimiento de cualquier empresa, su correcto uso permite obtener la adjudicación de los proyectos, ofreciendo un costo óptimo para todas las partes, y posterior a ello, llevar una efectiva planeación, control y la administración de los mismos. Haciendo uso de la analogía, podría afirmarse que la Ingeniería de Costos es como el corazón que bombea la sangre necesaria para que toda la estructura orgánica funcione adecuadamente.

Una herramienta muy efectiva de la que puede echar mano la Ingeniería de Costos para llevar a cabo una correcta reducción de costos es la **Ingeniería de Valor (IV)**, misma que consiste en una metodología sistemática para mejorar y optimizar el costo del ciclo de vida de cualquier proyecto, al identificar y eliminar costos innecesarios. Ésta metodología tiene más de 60 años de existencia, y ha sido poco explotada en la industria de la construcción en nuestro país. Sin embargo, en la mayoría de los proyectos bien desarrollados, se utilizan los conceptos de la IV, aunque no bajo este título. De hecho, si no se considera plenamente el impacto de los costos al proyecto, en la correcta selección de los materiales, mano de obra, equipos, métodos constructivos, etc., dentro de los límites dictados por el diseño, simplemente no se habrá utilizado correctamente la Ingeniería de Costos con sus respectivas consecuencias. En países como Los Estados Unidos de Norteamérica, la aplicación de la IV en diferentes sectores de la transformación ha brindado excelentes resultados.

Para lograr una reducción adecuada en los costos de construcción de una **Nave Industrial ubicada en la ciudad de Celaya, Guanajuato**, se utilizó la **Metodología de la Ingeniería de Valor** y además, se complementó con otras herramientas de la Ingeniería de Costos.

La decisión de llevar a cabo su aplicación, surgió de la necesidad del cliente de rescatar los máximos costos posibles y utilizar éstos recursos en la realización de los conceptos adicionales o fuera de catálogo. De tal modo que se cumplirían principalmente dos objetivos: el primero es el de conservar en la medida de lo posible el costo original del proyecto y el segundo, el de documentar adecuadamente los cambios al proyecto como un antecedente para determinar si es factible de utilizar la IV en proyectos futuros.

En lo particular, espero que la realización de éste trabajo contribuya positivamente a promover los beneficios de la IV, al dejar testimonio en el conocimiento de toda persona involucrada en la industria de la construcción que se tome la molestia de revisarlo. De llevarse a la práctica algunos de los conceptos aquí desarrollados, en beneficio de la mejora económica y de calidad de cualquier proyecto, se habrán cumplido entonces doblemente los objetivos planteados inicialmente.

CAPÍTULO 1

ORIGEN Y DESARROLLO

1.1. CONCEPTO DE LA INGENIERÍA DE VALOR

Cuándo dos o más empresas constructoras presentan sus propuestas técnicas y económicas para ganar el concurso de un proyecto determinado, cada una de ellas realizará el mejor de sus esfuerzos para adjudicarse el trabajo; el resultado final de sus propuestas será el reflejo de las consideraciones que cada una tomó en cuenta (ubicación de la obra, investigación de mercado, costos directos, costos indirectos, infraestructura de la propia empresa, financiamiento etc.), así como la complejidad misma del proyecto.

Después de aprobada la propuesta técnica, la decisión de ejecutar o no el proyecto se verá influenciada en mayor medida por el costo final, pero, ¿quién nos puede asegurar la mejor calidad al menor costo posible? Para resolver ésta interrogante nos podemos apoyar en la **Ingeniería de Valor**.

La Ingeniería de Valor (IV), es una herramienta de la Ingeniería de Costos que nos permite identificar, analizar y comparar costos de diferentes alternativas constructivas con la finalidad de reducir gastos innecesarios, sin que esto afecte la funcionalidad, eficiencia, calidad, fiabilidad, y duración del proyecto, al mismo tiempo que trata de mejorar los requerimientos antes mencionados.

Mediante la IV podemos relacionar los costos de la obra o proyecto con la calidad, para obtener el mejor resultado por cada peso invertido, evitado el recorte del presupuesto que se hace bajando la calidad de los insumos.

La IV puede aplicarse a cualquier producto, negocio o sector económico, incluyendo la industria, el gobierno, servicios y en el caso que a nosotros más nos interesa, a la construcción; es un método preciso con normas de procedimientos y sistemas de aplicación.

1.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La Ingeniería de Valor se origina durante los años 40's en pleno desarrollo de la Segunda Guerra Mundial, como una alternativa efectiva para encontrar un adecuado reemplazo de los componentes que podrían ser usados para manufacturar utensilios comerciales.

Fue Lawrence D. Miles, quién se encargó de desarrollar e incorporar una serie de técnicas en los procesos de fabricación de la empresa General Electric Corporation. Durante esta época, las partes y los materiales que no eran dedicados al "esfuerzo de la guerra", no eran prioritarios para los países involucrados en el conflicto, excepto quizá para un porcentaje de la población que tenía recursos económicos para adquirir productos que les ayudasen a simplificar las tareas del hogar. General Electric fue determinante en tomar ventaja en el mercado y Lawrence D. Miles hizo que sus propuestas triunfaran.

La solución al problema fue crear un equipo con un rango diferente de perspectivas y experiencia, el cual se dio a la tarea de resolver principalmente cinco preguntas respecto al producto en cuestión:

1. ¿Cuáles son las partes del problema?
2. ¿Qué hacen?
3. ¿Cuánto cuestan?
4. ¿Qué más haría el trabajo?
5. ¿Cuánto costaría el reemplazo?

Sus equipos triunfaron más allá de la imaginación y el grupo de General Electric se convirtió en ejemplo de calidad y producción. El proceso fue tan efectivo que se consideró como un secreto corporativo.

A través de los años, el método de Lawrence D. Miles ha sufrido algunas modificaciones y mejoras, aunque la esencia original sigue perdurando, y ahora a toda su metodología se le conoce ya sea como Ingeniería de Valor (Value Engineering), análisis de valor, administración de valor, entre otras expresiones que guardan con ella similitud.

Las primeras aplicaciones de la IV en la industria de la construcción las podemos encontrar en las dependencias gubernamentales de los Estados Unidos de Norteamérica; específicamente en el año de 1964, el Departamento de la Defensa incluía en los contratos de obra, incentivos para que los contratistas desarrollasen la IV, tratando de aprovechar al máximo sus habilidades y criterios en busca de los mejores resultados en cuanto a diseño y costo de sus obras.

Posteriormente, otras dependencias la han aplicado obteniendo excelentes resultados, sobre todo en la construcción de carreteras, aeropuertos y puertos, ahorrando muchos millones de dólares a los contribuyentes de nuestro vecino país del norte, no solo en la construcción de los proyectos, si no además en los costos subsecuentes de operación y mantenimiento, sin que fuese necesario sacrificar calidad.

En cuanto a su utilización en el sector privado se pueden mencionar empresas de la talla de AT&T, B.F. Goodrich, System Dravo, Airco, etc.

Su aplicación actual no solo se encuentra vigente, sino que cada vez más se extiende a diversos sectores distintos a los procesos industriales, debido probablemente al incremento generalizado y constante de los costos, y entre ellos se encuentran significativamente los que se presentan en la industria de la construcción.

Existen asociaciones de ingeniería como la SAVE International (Society Association Value Engineering), que promueve y difunde los beneficios de la IV mediante conferencias, publicaciones, cursos y certificaciones.

1.3. CICLO DE VIDA DE LOS PROYECTOS

El ciclo de vida de todo producto elaborado por el hombre puede ser de unas cuantas horas (un periódico), de meses (computadoras personales) y en el caso de la mayoría de las construcciones, años, que definitivamente es uno de los objetivos principales que se persiguen al llevarse a cabo su concepción, elaboración y puesta en marcha.

Toda obra, desde una modesta casa hasta un gran complejo industrial, tendrá que pasar por distintas etapas, mismas que podrían resumirse como lo indica la figura 1.1



Figura 1.1 Ciclo de vida de un proyecto

Generalmente, cuando se calcula el **costo total** de un proyecto, sólo se contempla hasta la etapa de inicio de operación, excluyendo los costos subsecuentes que se generan hasta la conclusión de su ciclo. Por supuesto que a quiénes más les interesarán estos costos serán al dueño, accionistas o futuros usuarios.

Por diversos factores que son muy difíciles de pronosticar (permanencia en el mercado de los materiales, inflación, administración de las obras, etc.), resulta complicado presupuestar un costo aproximado hasta el final del ciclo del proyecto, pero si analizamos y aplicamos correctamente la IV desde las primeras etapas del proyecto y posteriormente se le da un seguimiento, se obtendrán resultados satisfactorios en cuanto a la rentabilidad de la obra hasta el final de su existencia, para ello nos será muy útil recordar que:

$$CCV = C I + C S$$

En donde:

CCV = Costo del ciclo de vida de la obra

C I = Costo inicial

C S = Costos subsecuentes

Nos daremos cuenta entonces que el costo de ciclo de vida para un proyecto "X" podría incluir: planeación, factibilidad, proyectos, licencias, construcción, instalaciones, mobiliario, equipamiento, consumos, mantenimiento, operación, reemplazo, modificaciones, adecuaciones, demolición y el valor del dinero en el tiempo.

Todo lo anterior nos lleva a la conclusión de que es necesario cimentar y desarrollar ampliamente nuestros conocimientos tanto en materia de costos, como financieros.

1.4. OBJETIVOS DE LA INGENIERÍA DE VALOR

En general, la IV busca satisfacer los siguientes propósitos:

➤ AHORRO DE DINERO

Para toda empresa que pretenda llevar a feliz término la ejecución de sus proyectos, cumpliendo con los objetivos de calidad, tiempo y costos preestablecidos, tendrá que asignar una partida presupuestal a las etapas de planeación y programación. Tal presupuesto estará en función del tamaño del proyecto. De manera general, los expertos sugieren que debiera asignarse el 85% de los recursos del personal técnico a la planeación, programación y presupuestación, y el restante 15% a la ejecución de las obras.

De manera análoga, se tendrán que invertir recursos económicos en una metodología (Ingeniería de Valor), que nos permita además de ahorrar dinero, pronosticar la obtención de los mejores resultados. "La IV puede determinar que es mejor gastar más en un principio para ahorrar después" y no todo lo contrario.

A manera de ejemplo se cita el caso del pasamanos de una escalera. Probablemente el diseño indicase que fuese elaborado de acero al carbón, con dos manos de primario anticorrosivo y dos de esmalte. Sin embargo, existen otras alternativas: una de ellas sería la fabricación del pasamanos en acero inoxidable. ¿Cuál sería la más conveniente?, si es por cuestión meramente de costos iniciales, la primera opción es la correcta; pero evaluando los costos de mantenimiento, vida útil y operación, tal vez convenga la fabricación en acero inoxidable.

Dependiendo del proyecto a evaluar, la aplicación de la IV nos puede permitir un ahorro que varía entre un 7 a 15 por ciento y su precio no es representativo.

➤ REDUCCIÓN DE TIEMPOS

En la industria de la construcción podemos hacer del tiempo nuestro mejor aliado o enemigo. Una obra bien planeada es aquella que ha contemplado una buena evaluación y asignación de tiempos en su programa con su correspondiente costo del presupuesto. Si durante la ejecución se presentan retrasos, tendremos que echar mano de un mayor número de recursos humanos y de equipos, pero no podremos mantener intacto el importe original de su costo, ya que nunca se consideraron en el presupuesto original. El tiempo debe cuidarse como uno de los insumos más costosos de nuestro proyecto, llevar una supervisión minuciosa de todas las actividades, con la finalidad de que no se nos salgan de control y, en su caso hacer las correcciones pertinentes.

Cuando se lleva a cabo la ejecución de un proyecto, es común que se busque cumplir con los estándares de calidad y tiempos fijados con antelación. Situación que de una u otra forma se logra obtener, pero cuando se agrega el cumplimiento de un presupuesto determinado, esta combinación se vuelve todo un reto que pocas veces se logran los resultados óptimos.

Si en la preparación de los presupuestos les otorgamos su justo valor a la elaboración de análisis de precios unitarios, tomando para ello los tiempos pertinentes y apoyados en la IV (que es una metodología bien acotada), lograremos reducir en gran medida los tiempos y consecuentemente mantener el equilibrio de nuestros costos.

El respeto de los costos y tiempos son dos objetivos que nos permiten asegurar el éxito de nuestros proyectos, pero si además de ello logramos aumentar la calidad, seguridad, confiabilidad, desempeño y reducción de mantenimiento, definitivamente se les dará un valor agregado.

➤ AUMENTO DE CALIDAD

En el pasado, las obras relevantes fueron sinónimos de calidad (edificios de culto religioso, edificios públicos, acueductos, haciendas, etc.), y cuanto más calidad podía ofrecer el constructor, mayor volumen de trabajo éste obtenía.

Casi a mediados del siglo XX, después de la Segunda Guerra Mundial, ante la necesidad de reconstruir una Europa en ruinas, surge una nueva forma de competir: la rapidez de ejecución, con ciertas normas mínimas de calidad y habitabilidad. A ello se suma la utilización de mano de obra no especializada, y al mismo tiempo dar empleo a un buen número de personas afectadas por la guerra.

Debido a la gran demanda, los proveedores con el afán de satisfacerla, descuidan la calidad de los insumos, ante la necesidad de obtener bienes rápidamente.

Durante los últimos años al incrementar el poder adquisitivo de los compradores, estos se han vuelto más selectivos y ven a la calidad como un elemento diferencial en la adquisición de un bien con respecto a otro.

Para algunos constructores, alcanzar el nivel de calidad exigida, implica un costo adicional, que debe ser cubierto en su totalidad por ellos, pero debido a la situación económica actual y a la gran competitividad, el ofrecer calidad se convierte en una herramienta estratégica. Se requiere de una inversión en la calidad como medio para que una empresa permanezca en el mercado.

El costo de la falta de calidad se ha estimado entre un 5 y 10 por ciento de la producción total del sector de la construcción, con ello se justifica su búsqueda.

Para reglamentar los procesos de aseguramiento de calidad en las actividades de control y certificación, aparecen las normas ISO de la serie 9000, desarrolladas por la International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización).

Las normas ISO 9000 son normas de procedimiento y por tanto la certificación de una firma determinada, significa que tiene estos procedimientos en condiciones para asegurar la calidad que promete. Esta suposición deberá ser confirmada por los resultados obtenidos.

La instalación de un sistema de calidad puede significar un costo mayor al principio, aunque en el mediano plazo, los costos deben disminuir al disminuir las fallas y los trabajos por rehacer.

El hecho de asegurar la calidad, nos permite a su vez la reducción de costos de mantenimiento, aumento de seguridad, desempeño y confiabilidad de la obra. Para ello la IV hará uso de los recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos para eliminar costos innecesarios.

1.5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

➤ VENTAJAS

Algunos de los beneficios que pueden ser experimentados a través de la IV son:

✓ REDUCCIÓN DE COSTO DEL CICLO DE VIDA

El estudio y análisis mediante la IV, de las fases del ciclo de vida de un proyecto; planeación, factibilidad, proyectos, licencias, construcción, instalaciones, mobiliario, equipamiento, consumos, mantenimiento, operación, reemplazo, modificaciones, adecuaciones y demolición, nos darán como resultado un costo total del ciclo de vida de cualquier proyecto.

Se pueden identificar las fases más críticas en las que se invierten mayores recursos económicos y proponer alternativas que permitan disminuir los costos sin afectar la calidad ni funcionalidad.

La aplicación de la IV no se limita tan solo en gabinete, ya que también se puede desarrollar y aplicar insitu.

En la figura 1.2, se ha representado de forma proporcional lo que serían la suma de los costos de una nave industrial, cuyo ciclo de vida se ha estimado en 30 años.

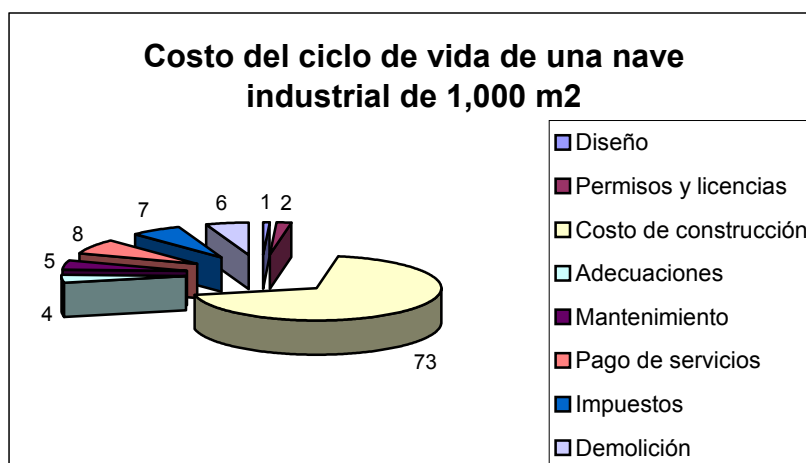


Figura 1.2 Costo en porcentaje del ciclo de vida de una nave industrial de 1,000 m²

✓ **AUMENTO DE LA CALIDAD**

El hecho de reducir costos no debe ser sinónimo de sacrificar calidad, si no por el contrario, deben mantenerse y a un más exceder los estándares de calidad que se han fijado como metas.

Durante la aplicación del proceso de la IV, en la etapa de evaluación de los análisis de costos, se incluyen los requeridos para obtener la calidad que satisfaga y exceda los requerimientos del cliente.

✓ **SUPERA AL MÉTODO DE PRUEBA Y ERROR**

En el pasado, el hombre en su proceso de aprendizaje y acumulación de conocimiento, basándose en el método de prueba y error dio solución a una infinidad de problemas. Sin embargo, los procesos de industrialización, masificación de la construcción y desarrollo tecnológico, sobre todo del siglo XX, han provocado el abandono de este método. Los nuevos materiales, la supuesta disponibilidad infinita de los recursos, la posibilidad de crear ámbitos artificiales, inclinó la balanza hacia el desarrollo tecnológico. Posiblemente sean las consecuencias de la Segunda Guerra Mundial y el encarecimiento de los recursos energéticos lo que crea preocupación por el ahorro de recursos en la construcción.

La necesidad de medir, cuantificar, planificar correctamente, encontrar nuevas soluciones, nuevos materiales, construir más barato y más rápido, incrementó notablemente la preocupación por la experimentación e investigación en el campo de la construcción.

Es justamente en el área de toma de decisiones donde los métodos inciden de manera decisiva, ya que no es posible escoger entre múltiples opciones que se presentan en un proyecto, sin una clara estructura que ligue ordenadamente a los objetivos con los medios para alcanzarlos.

Esto se refiere al hecho de que el trabajar con una metodología definida y llevando un análisis bien enfocado, evitaremos el uso del método de prueba y error que definitivamente encarece el costo del proyecto.

✓ **MEJORA LA PROGRAMACIÓN**

Según la Ley de Obras Publicas del Distrito Federal, en un programa de obra se deben indicar las fechas previstas de iniciación y terminación de cada una de las actividades que forman parte del proyecto, considerando las acciones previas a su iniciación, además de las características ambientales, climáticas y geográficas de la región en donde se llevará a cabo la obra.

Para lograr una buena programación, se debe contar con un diseño integral completo y una excelente cuantificación de obra.

Es precisamente en el diseño en donde la IV logra sus mejores resultados, ya que es aquí cuando existen más oportunidades de influenciar el diseño e incrementar el potencial para

reducir costos y/o mejorar el desempeño mientras se minimizan los riesgos; todo ello se verá reflejado en un programa de obra más realista.

✓ MEJORA LA INTERACCIÓN HUMANA

En el desarrollo de la IV, deben intervenir todas las partes involucradas en la toma de decisiones, conformando un equipo multidisciplinario, el cual se encargará de aportar su conocimiento y experiencias al proceso de IV, obteniéndose las propuestas para su implantación (figura 1.3)

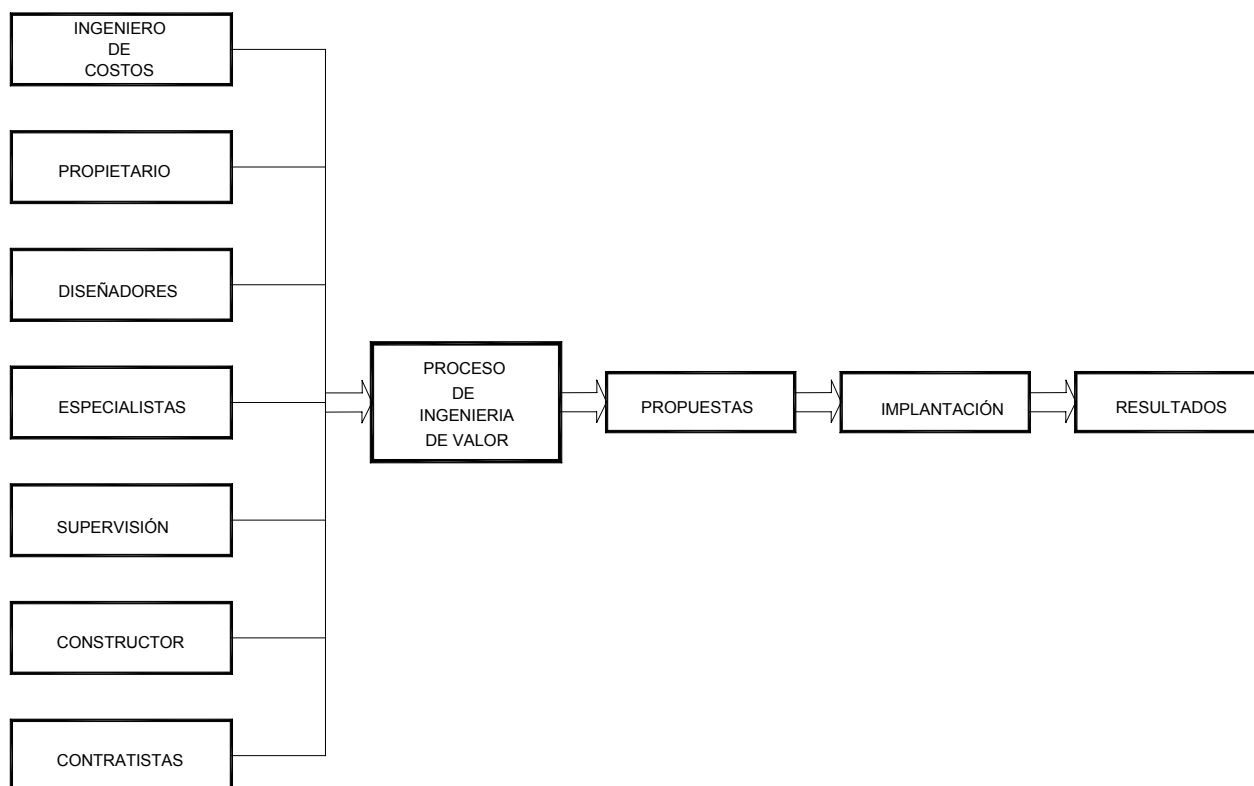


Figura 1.3 Equipo para aplicación de Ingeniería de Valor

➤ **DESVENTAJAS**

Si no se logra entender y aplicar correctamente, los resultados obtenidos serán verdaderos casos de anti - Ingeniería de Valor, al desvirtuarse los objetivos de ésta metodología.

La dificultad principal de la adecuada utilización de la IV en el proceso de construcción de cualquier proyecto, es la participación de una o grupo de personas, en la toma de decisiones y que no poseen el grado de conocimientos necesarios en las áreas de Ingeniería y Arquitectura, causando cambios en el diseño, lo cual se convierte en un procedimiento arriesgado en el mejor de los casos.

Podría suceder que al tratar perseguir los mayores ahorros posibles a costa de todo, se entreguen proyectos incompletos y faltos de calidad, además de ello se pueden mencionar otras desventajas tales como:

❖ **ANÁLISIS HECHOS DEMASIADO TARDE**

En ocasiones durante la fase de ejecución el ingeniero de costos comienza a supervisar demasiado tarde las decisiones de costos que impactan significativamente el costo total del proyecto. Tal vez por que las diversas disciplinas que intervienen (estructurales, arquitectónicas, instalaciones, etc.), abarcan una multitud de tareas técnicas, dejando poco tiempo para analizar continuamente las operaciones desde el punto de vista de los costos.

Cuando el proyecto se encuentra en la fase de construcción, algunos especialistas de costos dedican mayormente sus esfuerzos a desarrollar y aplicar las técnicas de control de costos que las de "pronosticación", reducción y optimización de los mismos, ya que al ir evolucionando el desarrollo del proyecto, el ingeniero de costos se dedica cada vez más a la supervisión, presentación y control de costos, que son las tareas convencionales de su responsabilidad, aunque la pronosticación y reducción también forman parte de sus obligaciones.

❖ **COMPROMISO CON EL ACTUAL SISTEMA**

Se considera a la IV como una adición esencial a los procesos del tipo industrial, y a la ingeniería de productos, pero no ha sido aceptada aún totalmente en la industria de la construcción.

Por desgracia, algunos profesionistas tienen la idea de que la IV no es nada más que un ejercicio de corte de costos, que solo intenta reemplazar componentes con lo más barato posible o sustituir y eliminar cualquier parte del diseño que no es claramente entendido.

Teóricamente, en la actualidad la utilización de la IV "no causa" un cambio completo del diseño original, pero lógicamente colocará al diseñador en la posición de tener que defender sus propuestas que se ven amenazadas.

❖ COSTO DE IMPLEMENTAR ALTERNATIVAS NO RECUPERADAS

La IV se lleva a cabo en todos los niveles del proceso de construcción. El costo de la implantación de las recomendaciones de la IV es muy bajo durante las primeras etapas del proyecto, pero los ahorros obtenidos por los cambios son altos. Conforme se desarrolla el proyecto pasando del diseño a la construcción, las posibilidades de cambios para lograr los máximos ahorros disminuyen sustancialmente, y el costo de implantar los cambios recomendados aumenta. Esto crea un punto de equilibrio, después del cual la IV se torna ineficaz. La figura 1.4 muestra ésta tendencia.

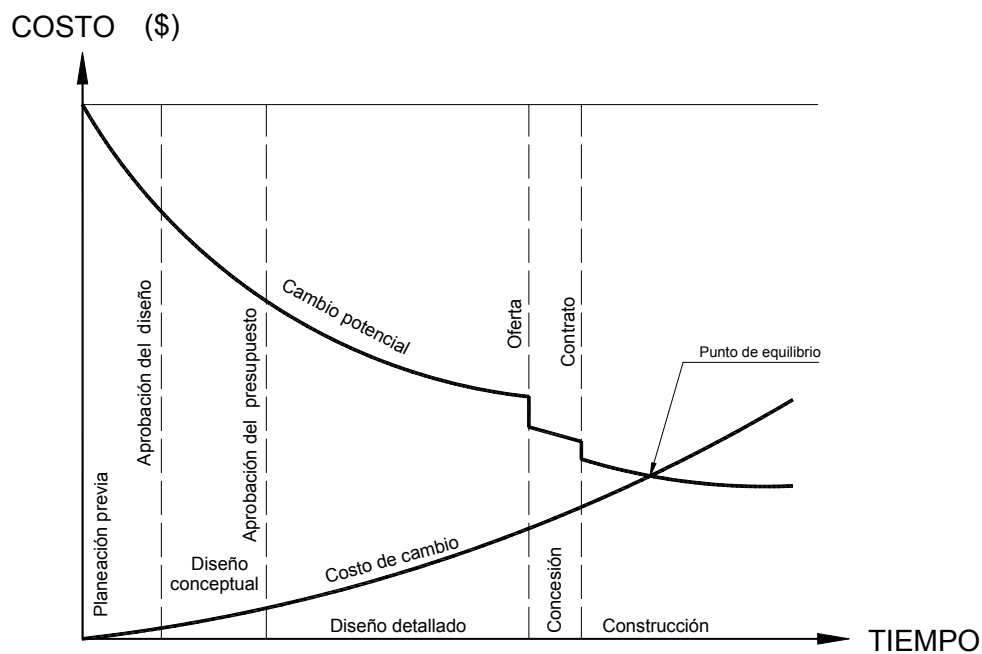


Figura 1.4 Ahorros potenciales contra el costo de cambio de la Ingeniería de Valor

1.6. LA INGENIERÍA DE VALOR EN MÉXICO

La utilización de la IV en la industria de la construcción en nuestro país, la han aplicado en mayor medida empresas constructoras o de consultoría en la elaboración de proyectos integrales, principalmente en centros comerciales, desarrollos turísticos, unidades habitacionales y edificios comerciales. Sobre todo en aquellos proyectos donde han participado empresas transnacionales.

A manera de ejemplo, se pueden mencionar la aplicación de la IV en la maximización de espacios para el acomodo de vehículos en el diseño de estacionamientos como los que se encuentran en edificaciones tales como: Plaza Olmeca en Villahermosa, Centro Israelita y Plaza Moliere Dos, ambas en el Distrito Federal. Al incrementar los claros entre columnas, y que en apariencia se incrementa el costo en términos de metro cuadrado construido, pero llevado al parámetro de costo por cajón se tiene que los costos se reducen en beneficio del proyecto integral.

Debido a que la IV fue concebida a consecuencia de atender satisfacer demandas y procesos del tipo industrial, es precisamente en este sector donde ha alcanzado su máximo desarrollo, aún en nuestro país.

Recientemente algunas empresas constructoras y sobre todo de consultoría la han incorporado a sus procesos constructivos en busca de obtener mejores resultados en sus ventas, por lo que en su respectiva publicidad ofrecen sus servicios profesionales de diseño y construcción de proyectos basados en la metodología IV.

Es conveniente que cada proyecto se analice detenidamente, dándole un trato particular; si bien ya existen soluciones prácticas, estudiadas y probadas para cada inmueble conforme a sus características operacionales, las demandas de sus propietarios siempre serán individuales.

Por lo que concierne a la educación profesional, instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, han incorporado a la IV en algunos temarios de diplomados o maestrías, los cuales imparten en sus instalaciones.

Específicamente, se puede mencionar que en la Universidad Nacional Autónoma de México se ha incorporado la IV en la maestría de Ingeniería de Transporte, mientras que en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey se le puede encontrar en el diplomado de administración estratégica de costos.

CAPÍTULO 2

DECISORES QUE INFLUYEN EN LOS COSTOS

2.1 INFLUENCIA DE LOS DECISORES EN EL COSTO

Diversos factores se pueden conjuntar para influir directa e indirectamente en el costo final de un proyecto; comenzando con los requerimientos mínimos del cliente, cumplir necesariamente con las leyes y reglamentos locales y en algunos casos internacionales, la definición del proyecto, el proceso constructivo elegido, la planeación y control de obra, circunstancias temporales (acción del clima, suspensiones, flujo financiero, etc.), cambios en los requerimientos en plena construcción, aplicación de la Ingeniería de Costos para la resolución de problemas, correcta administración de los recursos para evitar costos innecesarios posterior a la entrega, llevar una correcta operación y mantenimiento, entre otros.

Cuanto más se logren identificar y controlar estos factores y/o variables nos estaremos acercando al costo óptimo de proyecto.

2.2 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE

Un proyecto se concibe cuando se pretende satisfacer las necesidades presentes y futuras de un cliente, llámese persona física, persona moral, gobierno, etc.

Una necesidad puede ser desde una casa con los metros cuadrados necesarios y adecuados para que una familia pueda convivir y protegerse de las acciones del clima, hasta encerrar grandes espacios para proteger por un tiempo determinado productos de consumo o para la transformación, mediante edificios industriales.

Sobra decir que el origen de las necesidades del hombre es tan antiguo como el origen mismo de la humanidad.

Las tres consideraciones principales que el cliente analiza antes de tomar la decisión de invertir su capital en el proyecto son las siguientes:

- a. Justificación de la necesidad del proyecto
- b. Selección de la mejor alternativa
- c. Evaluación de los riesgos

En las consideraciones b y c, el costo tiene el mayor peso específico para determinar si el proyecto es factible de llevarse a cabo.

Es el cliente quién a partir de un listado de requerimientos da la pauta que determina los primeros pronósticos de costos del proyecto, por ejemplo: propósito de la obra, cantidad de metros cuadrados a construir, acabados, iluminación, estilo arquitectónico, etc. Se puede decir que **“un proyecto es como un traje hecho a la medida”**.

Conforme los requerimientos se acoten y se sometan a estudios de factibilidad, se podrán obtener estimados de costos más cercanos a la realidad. Posteriormente, el medio para atender la necesidad planteada, será el proceso de construcción de la obra o proyecto.

Aun después de terminada la obra, no se le podrá considerar como un satisfactor, hasta que la misma se encuentre operando adecuadamente y su rentabilidad corresponda a la inversión realizada en su construcción; en otras palabras, hasta que la obra funcione de acuerdo con la calidad, costo y tiempo deseados por el cliente.

Con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento del proyecto, sería adecuado proporcionar al cliente o usuario un manual de operatividad, el cuál podría ser un referente para calcular los costos subsecuentes a su entrega.

Los aspectos mencionados con anterioridad se han incorporado al ciclo de vida de un proyecto y se presentan en la figura 2.1.

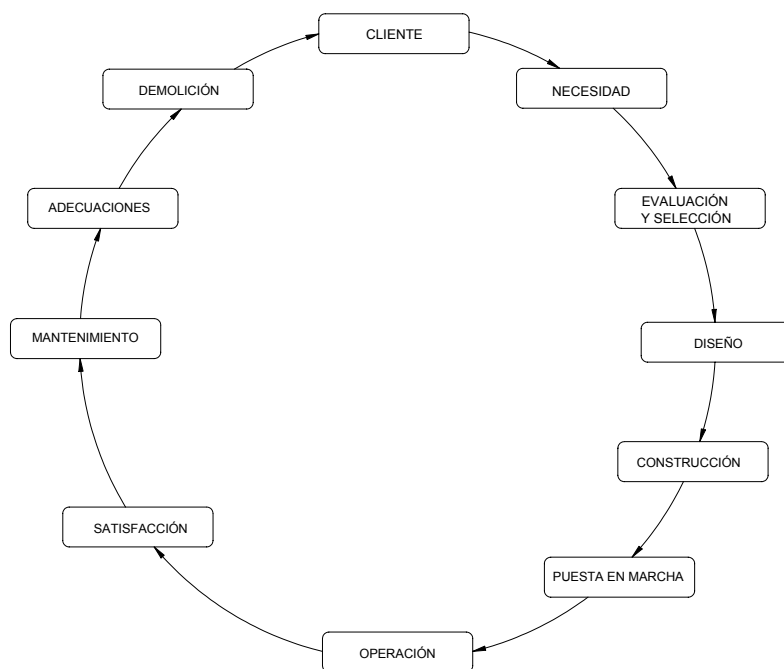


Figura 2.1 Inicio y conclusión del ciclo de vida de un proyecto

2.3 LEYES Y REGLAMENTOS

Uno de los principales puntos a cubrir en el diseño de un proyecto, es que cumpla con todas las normas, códigos y reglamentos que sean aplicables en el sitio donde se llevará a cabo su ejecución.

En México todas las disposiciones para construir en cualquier Estado de la República están reglamentadas, todos los Estados cuentan con un reglamento de construcción y una Ley de Obra Pública.

Durante el proceso de diseño, el o los diseñadores se encargan de darle forma a los requerimientos del cliente, plasmando en croquis, planos esquemáticos, en planta, cortes y alzados, maquetas, imágenes, etc., a una escala conveniente para su correcta interpretación, que expresan gráficamente la esencia de la solución del problema planteado. Para esto se basan en la información y premisas proporcionadas por el cliente, las condiciones del sitio y las disposiciones legales, reglamentarias y normativas aplicables a la industria de la construcción.

Si no se consideran las Leyes y Reglamentos durante el proceso de diseño, al momento de llevar a cabo la tramitación de los permisos, puede resultar bastante incomodo, hasta el punto de que en determinado momento el proyecto resultase inviable.

A pesar de que muchas veces se le ve al trámite burocrático cómo algo obligado, que algunos clientes tratan de evadir, en el fondo siempre resulta conveniente, además de beneficiar arquitectónicamente la imagen urbana de la zona.

El hecho de tener que normalizar los proyectos basándose en Leyes y Reglamentos vigentes de manera ineludible, además de brindar seguridad tanto a las personas y sus bienes nos trae como consecuencia una repercusión directa en cuanto a costos se refiere. Se puede tomar como ejemplo, el diseño de la cubierta o techo de una nave industrial; en la que por la ligereza de sus materiales (por lo regular lámina metálica), los montantes bien podrían espaciarse hasta donde la flexión de las mismas lo permitiesen, obteniéndose así una reducción aparente de costos, pero aquí tan solo se considerarían las solicitaciones de carga muerta y se estarían excluyendo las debidas a carga viva y accidental (granizo, acción del viento, nieve, etc.), lógicamente esto no es permitido por la reglamentación y se tendrían que buscar otro tipo de alternativas como alguna propuesta estructural o de materiales que sean aceptados y que además contribuyan realmente a una mejora económica.

Durante los últimos años, la industrialización en México se ha beneficiado con la construcción de parques industriales que contribuyen al desarrollo de la infraestructura del país. Además de evolucionar la industria, otras de las misiones de los parques industriales es la de estar en condiciones de ofrecer la infraestructura, urbanización y servicios de la mejor calidad, sin olvidarse de asegurar la eficiencia, competitividad y una ubicación estratégica, toda vez que los tiempos actuales de globalización de la economía exigen parámetros de nivel internacional y tanto la obra industrial como cualquier otro tipo tienen que tomar su lugar dentro de este contexto.

En la actualidad, la variedad y complejidad de los desarrollos industriales, ha generado confusión e incertidumbre entre los usuarios que desean establecerse dentro de los mismos. Existe una amplia variedad de ofrecimientos, tanto de infraestructura, urbanización, servicios, precios y ubicación que no observan criterios unificados, lo cual conduce a una valoración inadecuada que se traduce, ocasionalmente, en la toma de decisiones incorrectas y costosas.

En pro de dar solución a lo anterior, la Norma Mexicana de Parques Industriales resulta fundamental para establecer procedimientos con criterios claros y uniformes para la evaluación de los parques industriales de nuestro país, así como generar confianza y certidumbre a los inversionistas y usuarios.

Esta norma ofrece parámetros de evaluación para que los diseñadores y clientes potenciales tengan criterios unificados para determinar la calidad, eficiencia y costo del parque industrial.

Habría que diferenciar cuando se trate de sacar provecho de los reglamentos para proponer soluciones a favor de una reducción sustancial en los costos, sin afectar la calidad y funcionalidad de la obra (lícita), y de cuando se busquen ambigüedades en los mismos para buscar salidas falsas en algún requerimiento constructivo, incurriendo así en evasión de responsabilidades (ilícita).

2.4 DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Después de que se ha concebido un anteproyecto apegado completamente a la reglamentación correspondiente, posiblemente ya se tenga una idea del costo que implicaría su construcción, gracias a la utilización de algunos métodos de estimación como lo son:

1. Estimados de orden y magnitud
2. Estimados paramétricos

➤ Estimados de orden y magnitud

Estos estimados se basan primordialmente en la experiencia del analista de costos, se presentan como "preliminares", sobre todo en pláticas informales con el cliente. Esta forma de estimar no constituye un compromiso de las partes involucradas, es más bien una referencia inicial para que el cliente o inversionista tenga una idea del costo, basado en poca o escasa información, por lo que su nivel de confiabilidad es baja, pudiendo ser alrededor de +/- 35%, y posiblemente podría mejorar dependiendo fundamentalmente de la experiencia del estimador.

➤ Estimados paramétricos

A éste estimado "aproximado", se le obtiene sin que el proyecto se encuentre detallado al 100%, solo teniendo una idea del volumen y tipo de obra a construir, por lo regular se expresan en metros cuadrados. Aquí, además de la experiencia del analista, también entran en juego los costos históricos.

El nivel de precisión mejora al de los estimados de orden y magnitud, pero continua siendo baja, alrededor del +/-30%.

En general, entre más grande es el proyecto, más tiempo tomará su definición, situación que se complica si no se cuenta con la estructura adecuada. Se necesita contar con información suficiente y definiciones documentadas para determinar el costo y tiempo de ejecución.

En la etapa de la definición del proyecto, el diseñador puede echar mano de algunos métodos para reducir los costos en la ejecución del mismo, como los que a continuación se expresan:

1. Cuando se trate de estructuras de concreto, es aconsejable el diseño de elementos modulados y que se repitan en la mayor medida, para la reutilización de cimbras
2. Simplificar el diseño de la estructura donde sea posible; en algunos casos, existen elementos que tanto su diseño como su dibujo son relativamente fáciles, pero llevados a la ejecución resultan difíciles de construir
3. Diseñar para el uso de equipos que permitan eficientar la ejecución
4. Eliminación requisitos innecesarios en construcciones especiales
5. Diseñar para disminuir la mano de obra requerida al mínimo
6. Tratar de utilizar materiales locales
7. Utilizar especificaciones estandarizadas que sean familiares para la mayoría de los contratistas

La falta de una metodología como la IV para definir y controlar la esencia del proyecto durante las etapas de diseño, hace que ésta se pierda durante la ejecución, sobre cuando la obra inicia sin haber precisado el alcance del proyecto, lo que trae como consecuencia que éste se modifique constantemente con sus respectivas repercusiones en el costo.

2.5 PROCESOS CONSTRUCTIVOS

La elección del tipo de proceso constructivo es una decisión que influirá en el costo final de la obra, afectando principalmente a los indirectos y utilidad del constructor, además en la época actual, la intensa competencia obliga al constructor a eficientar cada vez más sus métodos y procesos constructivos.

Básicamente, el definir el tipo de proceso constructivo es darle un orden a las distintas partidas que involucran la construcción de la obra, por ejemplo: preliminares, cimentación, infraestructura, superestructura, albañilería, instalaciones, acabados, generales, etc. Además se debe especificar con quién, cuando, como y bajo que costo deberán ser ejecutadas las actividades. Todo lo anterior deberá ser debidamente registrado y transmitido a todo el personal responsable.

En esta etapa del proyecto, que aun se le puede calificar como preliminar, la participación de personal experimentado, ayudará a una operación más eficaz en campo, al prever problemas que pudiesen acontecer y tomar las medidas que puedan solucionarlas en forma anticipada.

Durante el proceso de construcción, muchos son los factores que pueden afectar el costo y tiempo de construcción, algunos de ellos de manera significativa, y que por extraño que parezca, se omiten en la etapa de planeación de los procesos constructivos, ejemplo de ellos son:

- a. Disponibilidad y costo de materiales
- b. Disponibilidad y costo de la mano de obra
- c. Costo de transportes, etc.

Siempre existe la posibilidad de implementar procesos constructivos eficientes, los cuales deben ser considerados como una parte importante del proyecto que permita facilitar su construcción con mayor eficiencia y economía dentro de un plazo aceptable. Para cumplir con estos objetivos la Industria de la Construcción ha adecuado exitosamente algunas aportaciones de la Industria de la Transformación, por ejemplo:

1. La utilización de estructuras de concreto prefabricadas
2. Aplicación del concepto de modulación
3. Uso del pre - armado en talleres
4. Equipos y herramientas cada vez más eficientes
5. Producción en serie de viviendas de tipo interés social
6. Productos en masa como el concreto

Con todo y ello, entre la Industria de la Construcción y la producción industrial existen marcadas diferencias, en la figura 2.2 se muestran las más relevantes.

CARACTERÍSTICA	PRODUCCIÓN INDUSTRIAL	CONSTRUCCIÓN
1. Productividad	Alta	Media a baja
2. Series de productos	Producción en masa, cíclica, basada en estudios de mercado Compradores anónimos, casi sin influencia en la producción	Un solo producto, construido al gusto del cliente, quien tiene la última palabra
3. Producto	Pequeño, transportable, barato e inventariable Sustituible	Grande, inamovible, caro
4. Ciclo de producción	Corto	Largo
5. Dinámica del mercado	Competencia por el cliente	Competencia en presentación a licitaciones públicas o privadas
6. Publicidad	Obligatoria	No muy relevante
7. Riesgo	Moderado. Se puede repartir entre varios productos al diversificar	Alto, utilidades marginales, gran rotación de empresas, poca elasticidad cuando disminuye la demanda
8. Control	Programas y presupuestos confiables, buen control de calidad	Es común el incumplimiento de los programas y presupuestos. Control de calidad deficiente
9. Mano de obra	Constante, estaciones de trabajo fijas y estables	Itinerante, alta movilidad de en la obra
10. Seguridad	Entorno relativamente protegido	Trabajo riesgoso
11. Entorno	Protegido del clima	Susceptible a variaciones del clima
12. Ubicación	Urbana, con fácil acceso a mano de obra, materiales y equipos	Urbana / rural, puede ser muy inaccesible, lejana
13. Grado de innovación	Bueno	Bajo
14. Investigación	Permanente	Mínima

Figura 2.2 Diferencias entre la producción industrial y la construcción

2.6 PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE OBRA

Estas etapas son fundamentales para el correcto suministro, manejo y disposición de los recursos (humanos, materiales y financieros), que cada vez son más escasos y mediante los cuales las empresas generan nueva riqueza para el incremento del patrimonio de sus inversionistas, lo cual es la principal razón de la existencia de las mismas, al mismo tiempo que se generan fuentes de empleo y se satisfacen las demandas de los clientes y de la sociedad en general.

➤ **Planeación**

La planeación con sus características modernas se introdujo de manera formal en los Estados Unidos de Norteamérica alrededor de los años cincuenta por algunas empresas comerciales, desde entonces se ha ido perfeccionado de tal modo que en la actualidad cada día es utilizada en mayor medida por diversas empresas, entre ellas las constructoras.

Planear significa diseñar un futuro deseado e identificar las formas de lograrlo, por lo que es un apoyo determinante para la gerencia de un proyecto para cumplir con sus responsabilidades. Son muchas las ventajas que brinda la planeación, pero a pesar de ello, en México existen muchos casos en donde tanto clientes como empresas, poco se han interesado en planear y controlar sus proyectos con las respectivas repercusiones en los costos.

Dependerá del tamaño del proyecto el tipo de planeación a realizar, ya que mientras en un proyecto pequeño, con la plena certeza que se conoce ampliamente, se puede aplicar una planeación poco detallada, pero finalmente llevada a cabo. En proyectos grandes, además de su mayor complejidad implícita, las pérdidas producidas por una mala planeación pueden afectar considerablemente tanto los intereses del cliente como los del constructor. Para ello habrá que aplicar una planeación bien detallada, ya que no basta el conocimiento de todos los procesos constructivos para la ejecución del proyecto.

Para que mediante la planeación se obtenga el éxito esperado, habrá que garantizar que se contará con el equipo e instalaciones adecuadas para realizar todas las actividades que ésta exija, así como buscar y seleccionar al personal adecuado para llevarla a cabo, y no pueden faltar los dineros suficientes para sufragar los gastos necesarios para su realización.

➤ **Programación**

El hecho de planear una obra, nos lleva a programar como se habrán de requerir los diferentes recursos de los que se tendrán que echar mano.

Históricamente han sido empleados diversos métodos para programar y controlar las actividades de un proyecto de construcción. Estos surgieron a partir del año 1870, en donde Federico Taylor realizó los primeros estudios formales al respecto.

En 1915, surgió la teoría de Gantt, aplicable a cualquier tipo de operación e industria, basado en sencillos pero objetivos diagramas de barras.

Finalmente en 1956, Morgan R. Walker y James E. Kelly desarrollaron otra técnica que complementaría la desarrollada por Gantt para efectos de programación y control de proyectos, que recibe el nombre de "Método de la Ruta Crítica", identificado por sus siglas en inglés como CPM (Critical Path Method).

El Método de la Ruta Crítica es una técnica "determinista", que procura identificar una "red de actividades", aquellas cuyo retraso repercute en la duración de ejecución del proyecto.

No siempre es posible tener certidumbre del tiempo en el que se ejecutará una o un conjunto de actividades, por lo que las estimaciones de tiempos, y consecuentemente de costos, deben hacerse con base a probabilidades, dando lugar a una Técnica de Evaluación y de Revisión de Programas conocida por sus siglas en inglés como: PERT (Program Evaluation and Review Technique).

El método PERT fue desarrollado por la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina Armada de los Estados Unidos de Norteamérica alrededor del año 1958. El PERT es un método probabilístico, análogo al CPM, pero que supone el desarrollo de tres escenarios básicamente: optimista, pesimista y esperado.

➤ **Control**

El control de la obra consiste en medir el avance de ésta, registrarla y compararla continuamente con la programación planteada en un principio. Este proceso continuo permite al responsable del proyecto prever los posibles cambios en cuanto a la magnitud de la obra y por consiguiente cambios en su costo y tiempo de terminación; como por ejemplo, puede presentarse la aparición de conceptos extraordinarios. Con la ayuda de la programación se puede reprogramar la obra, minimizando el costo de la misma así como los respectivos costos extras que pudieran generarse, ya que lo más importante en el control de un proyecto es administrar el tiempo y el costo del mismo.

Para llevar a cabo el control, es necesario contar con retroinformación en tiempo, calidad y cantidad suficientes, que permita al responsable de la toma de decisiones, una percepción de la realidad que sea lo más cercana posible a ésta. Desafortunadamente no siempre se logra lo anterior, debido a diversas circunstancias, entre ellas el poco esfuerzo aplicado, ya que al parecer para algunos responsables es más prioritario el avance físico del proyecto.

Un elemento de control es la bitácora de obra, que es el documento oficial en donde se lleva un registro pormenorizado de los sucesos en la ejecución de los trabajos que permiten conocer cronológicamente las desviaciones en calidad, tiempo y costo, la autorización de decisiones, órdenes de cambio de proyecto, soluciones, órdenes de demolición y reposición, conceptos extraordinarios (fuera de catálogo) y en general todo género de cuestiones que afectan significativamente a la obra.

En esta etapa, la aplicación de un sistema para controlar las mermas y desperdicios, es fundamental para mantener los costos del proyecto dentro de presupuesto.

2.7 CIRCUNSTANCIAS TEMPORALES

En cualquier proyecto, inclusive aquellos en los que se ha invertido en la mejor programación, pueden presentarse circunstancias temporales denominadas comúnmente como "imprevistos", consistentes en eventualidades que se presentan durante el proceso de construcción, quedando fuera de un posible reconocimiento en la etapa de planeación, claro que entre mayor sea el detalle de la planeación, serán más factiblemente considerarlas así como calcular sus repercusiones económicas en el proyecto.

Dependiendo de la magnitud de las circunstancias temporales se pueden clasificar en:

- a. De fuerza mayor
- b. De fuerza menor

➤ De fuerza mayor

Este tipo de circunstancias, de hecho son las que ni por un momento desearíamos que se presentasen tanto en el transcurso de la ejecución de una obra como en ninguna otra situación, pero la realidad es que existe la probabilidad y por muy pequeña que ésta sea, hay que estar preparados para ello. Se pueden mencionar las siguientes:

- a. Naturales: Inundaciones, ciclones, terremotos, tormentas eléctricas, etc.
- b. Humanas: Incendios, huelgas, explosiones, guerras, etc.
- c. Económicas: Devaluaciones, quiebras, cargos impositivos, etc.

➤ De fuerza menor

Afortunadamente las circunstancias temporales de fuerza menor resultan ser más previsibles y por lo tanto se pueden incluir en los análisis de costos en el rubro de imprevistos. Ejemplos de ellas son:

- a. Naturales: Temporada de lluvias, nevadas, avenidas pluviales, etc.
- b. Humanas: Errores de cuantificación, cambios al proyecto, suspensiones de obra, etc.
- c. Económicas: Retraso en los pagos, inflación, compras innecesarias, etc.

2.8 CAMBIOS EN LOS REQUERIMIENTOS

Para que un proyecto sea realmente exitoso, los resultados obtenidos en el tiempo de ejecución, costo y calidad deberán apegarse en la medida de lo posible a los preestablecidos. Lo ideal sería que en la obra sólo se realicen los trabajos que fueron presupuestados originalmente, pero suelen darse casos en donde se comienza a trabajar con catálogos incompletos, ya sea por una deficiente aplicación de técnicas y metodologías para definir completamente el proyecto durante las etapas del diseño y presupuestación, o que se incurra a propósito en omisiones, inclusive avaladas por el cliente con la finalidad de que la obra se lleve a cabo. Al final, y para disgusto del cliente, aparecerán todos los faltantes, solo que convertidos en costos extraordinarios de obra, y en ocasiones el pago de los mismos sufren retrasos afectando económicamente a las constructoras.

La preparación de catálogos y propuestas de costos, requiere del tiempo necesario para llevarlas a cabo. La reducción del tiempo a la ligera, puede traer como consecuencia la omisión de algunas actividades que durante el desarrollo de la obra aparecerán y inevitablemente tendrán que ejecutarse.

En otros casos, en donde los presupuestos y programación han sido correctamente elaborados, todo ello se pierde cuando el cliente o algún representante de éste, con autoridad, aunque no con responsabilidad en el control de costos, comienzan a hacer modificaciones que alteran el proyecto original y por lo tanto su costo, sobre todo cuando los presupuestos son muy ajustados.

Otro tipo de situaciones no previstas y que pueden ser motivo de algún cambio durante la etapa de construcción son las que se presentan debido a la acción de la naturaleza; como por ejemplo, el cambio del tipo de material de un estrato en un corte para la construcción de una carretera, incluso aunque se hayan realizado todos los estudios, planificación y control de obra requeridos.

De cualquier forma, todo cambio, adición, sustracción, demolición, etc., y en general, la realización de todo aquello que no se encuentre en el catálogo original, deberá ser debidamente registrado y autorizado en la bitácora de obra para que posteriormente se persiga su cobro.

En caso de que exista Supervisión de Obra, corresponderá a ésta la tarea de verificar y autorizar los cambios o desviaciones en la ejecución de los trabajos.

2.9 APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE COSTOS

La Ingeniería de Costos se encarga principalmente de estimar, programar, controlar y retroalimentar los costos de un proyecto determinado, por medio de técnicas, metodologías, conocimientos científicos y empíricos para realizar las conjeturas más realistas posibles.

En México, a partir de los años sesenta y hasta la fecha ha alcanzado su máximo desarrollo en la industria de la construcción, aunque su aplicación también existe en otros sectores de la transformación.

Al profesional que se encarga de ejercer esta disciplina se le denomina "Analista de Costos", que para poder llevar a cabo su trabajo eficazmente es recomendable que haya adquirido suficiente experiencia tanto en obra como en gabinete, así como poseer talento para realizar estimados confiables.

Todo buen analista de costos que se precie de serlo deberá tener conocimiento amplio del cuadro de materias de la figura 2.3.

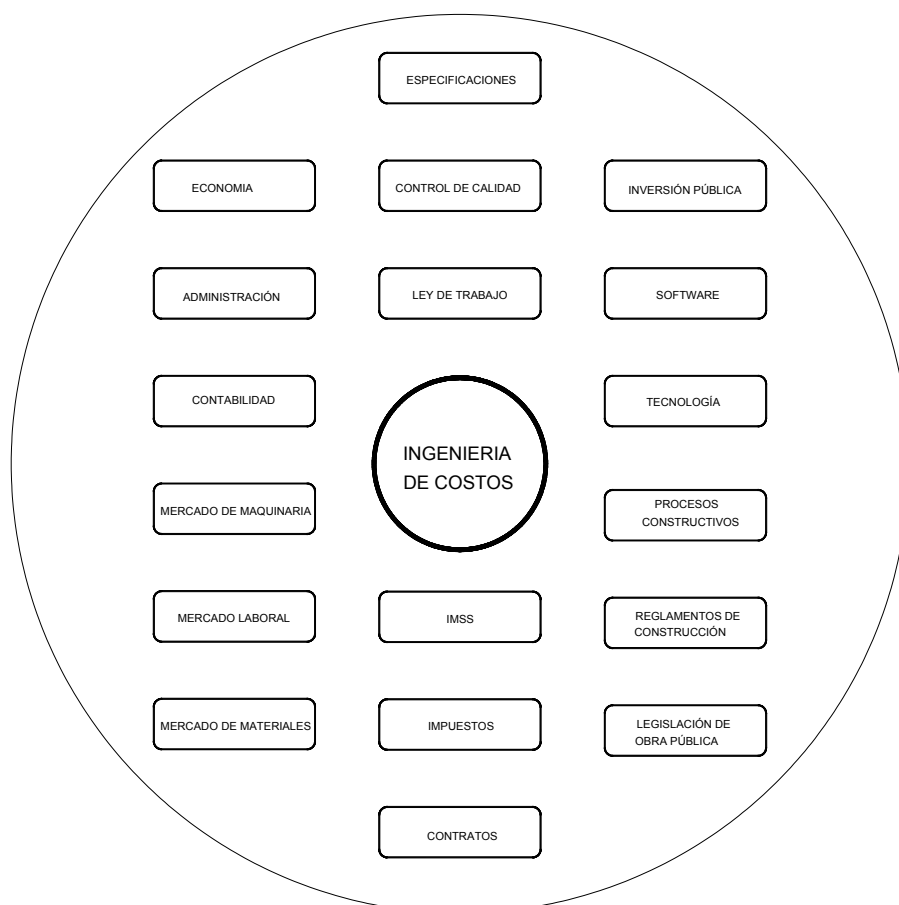


Figura 2.3 Cuadro de materias relacionadas con la Ingeniería de Costos

El departamento de Ingeniería de Costos es considerado como el motor principal de una compañía constructora. Si se sobre - estiman los costos en un concurso, es muy probable que éste se pierda, si por el contrario se sub - estiman y se gana el concurso lo que se perderá es dinero.

Mediante la Ingeniería de Costos se le da respuesta a las siguientes expectativas:

1. Información económica
2. Información financiera
3. Información de los procesos constructivos
4. Racionalización de los recursos
5. Reducción de tiempos
6. Balance positivo de los impactos social y ambiental

La Ingeniería de Costos conlleva el compromiso de establecer al mismo tiempo que la información pertinente económica y financiera, la información del proceso de construcción que permita racionalizar el uso de los recursos, acortar al mínimo el tiempo del proyecto y generar un balance positivo en el impacto ambiental y social de la obra.

La función más importante de la Ingeniería de Costos, será la tratar de mantener los costos (en constante evolución), de diseño y los de construcción dentro de los límites de los estimados y presupuestos originales y anticiparse en una etapa temprana a sobrecostos no previstos. Para ello se tendrá que apoyar en diversas técnicas y metodologías, una de ellas es la "Ingeniería de Valor".

2.10 ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS Y DEL TIEMPO

Durante la fase de construcción, es el constructor quien tiene la responsabilidad principal de controlar y administrar los recursos (económicos, humanos y materiales) y el tiempo, por lo que toma el papel de administrador. El que la obra llegue a buen término en cuanto a costo, tiempo y calidad, dependerá de cómo lleve a cabo este papel.

La administración de los recursos, incluye la responsabilidad de planificar, adquirir, almacenar y controlar los materiales, junto con la utilización óptima del personal, instalaciones y capital para proveer un servicio oportuno en pro de cumplir con los objetivos preestablecidos.

Es en ésta fase del proyecto cuando la programación de obra comienza a dar sus primeros resultados, además es el referente que nos permite la administración de los recursos. Mediante el programa de suministros de insumos y el avance de obra se tomarán las decisiones de adquisición de los recursos, dando prioridades aquellas que sean relevantes o estratégicas.

Desde el inicio del proyecto hasta su conclusión, debe ser un proceso permanente a lo largo de todas las etapas del mismo.

Un manejo y control apropiado de los materiales y su disponibilidad para la ejecución de los trabajos tiene un impacto positivo sobre la productividad de una obra.

Las principales razones de la importancia de la administración de materiales son:

1. Normalmente comprenden la mayor proporción de costo de una obra
2. La adquisición de los materiales puede afectar en forma considerable el programa de obra
3. El gasto en materiales debe planificarse de modo de optimizar el uso de los fondos

La administración eficiente de los materiales requiere de la participación de mucha gente; el encargado de elaborar las requisiciones, quien o quienes las autorizan, proveedores, bodegueros, residentes, personal de obra, etc. Para que el avance de la obra sea sostenido, todas las funciones y actividades de la administración deben establecerse y asignarse en forma precisa.

El recurso humano es el elemento más importante de una obra o proyecto, ya que en la industria de construcción su participación es clave para la ejecución de los trabajos. Por lo tanto, conocer y comprender el comportamiento del personal en el trabajo, es una de las funciones más importantes de la administración.

La administración y cumplimiento de los tiempos, forma parte de una cultura y junto con la calidad y el costo, es una de las tres características principales que deben alcanzarse en la realización de un proyecto. El factor "tiempo" hay que supervisarlo en todas las actividades a fin de controlarlo, y en su caso, corregir sus desviaciones con mayor celeridad.

Para conseguir una administración eficiente, dependerá del personal que participe en ella, por lo que el tamaño y las características de la organización, serán el reflejo del volumen de obra y de las características de la misma. No puede existir residencia grande con poca obra ni viceversa, ya que en el primer caso significaría la bancarrota y en el segundo, la escasa atención.

2.11 COSTOS INNECESARIOS

En el proceso de mejora de la calidad y costo de los proyectos, una tarea fundamental es eliminar los costos innecesarios, los cuales son originados por una mala planeación y/o administración, o dicho con otras palabras: “son los gastos erogados por concluir adecuadamente una actividad ya ejecutada, pero a mayor costo”. Ejemplos de costos innecesarios que no se deben pagar y por lo tanto combatir son los siguientes:

➤ **Costos de compras**

Cada proceso administrativo de generar un pedido conlleva un costo, sus componentes, incluyen horas - hombre consumidas en el proceso de aprobación del documento, papelería, soporte informático, teléfono y otros conceptos menores.

➤ **Costos de almacenaje**

Resulta evidente que cualquier inversión inmovilizada en inventarios tiene un importante costo financiero, máxime en la época actual, caracterizada por la escasez del dinero. Pero, además existen otros costos vinculados, tales como el personal a cargo, espacio ocupado, energía, etc.

➤ **Costos de faltantes**

Se trata del costo derivado de no disponer en el momento oportuno el material o la herramienta para la ejecución de determinado trabajo. Este hecho, puede tener como consecuencia que se incremente el tiempo durante el cual se deje de producir, o que se lleven a cabo trabajos provisionales o defectuosos. Cualquiera de estos casos, puede acarrear también, pérdidas de productividad del personal y compras de emergencia más caras.

➤ **Costos de reparaciones**

Son los costos destinados a corregir trabajos defectuosos o de mala calidad debido a la adquisición de materiales defectuosos o de una deficiente supervisión de los trabajos, por lo que son imputables totalmente al constructor y definitivamente no existen posibilidades de recuperación de los gastos generados por éste rubro.

➤ **Costos de tiempos improductivos**

Se generan éste tipo de costos por diferentes circunstancias: pueden presentarse paros de labores por cuestiones naturales como lluvia, cuando se falla en el control de la obra y no se cuenta con los materiales y equipos requeridos, retraso de actividades, accidentes, imprevistos.

En algunas ocasiones, los costos innecesarios crecen de tal manera que superan a los costos de producción o visibles, tal y como se puede apreciar en la comparativa de la figura 2.4.

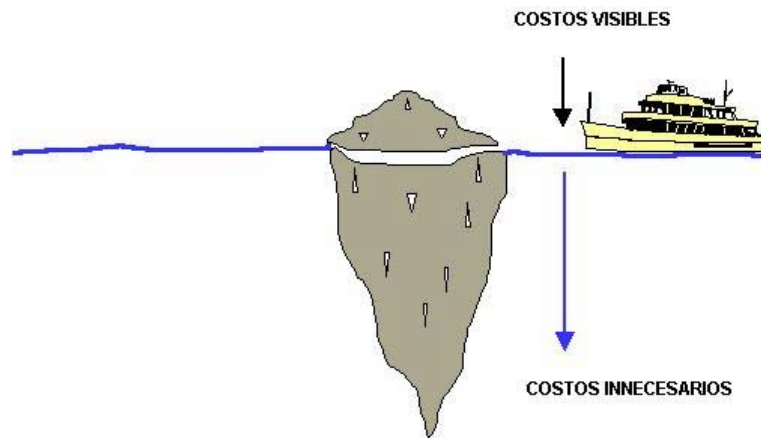


Figura 2.4 Comparativa entre costos

2.12 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los costos de un proyecto no concluyen con la entrega definitiva de éste, puesto que en lo sucesivo se presentarán costos relacionados a las etapas de operación y mantenimiento, con la finalidad de que pueda mantener su buen aspecto, conservar la durabilidad física y la resistencia mecánica de sus materiales y asegurar la funcionalidad de sus instalaciones y equipos. Será necesario pensar en estos costos desde la etapa de diseño, así como durante su vida útil para garantizar que se conserve en las mejores condiciones por un mayor tiempo y con los menores costos de mantenimiento.

Resulta natural el hecho de que con el paso del tiempo los materiales, equipos, e instalaciones de las obras se degraden, sufriendo daños y deterioro de diferente grado, los cuales deben prevenirse y corregirse con la finalidad de que la obra mantenga en lo posible las condiciones de apariencia, funcionamiento y seguridad.

El fenómeno de la degradación de las obras es específico para cada caso en particular, ya que su calidad es diferente, son tratados por sus usuarios de distinto modo y están sujetos a la acción del medio ambiente que actúa en muy diversas formas.

Las causas de la degradación y destrucción de las edificaciones pueden clasificarse según su naturaleza en: físicas (agua, sol, viento, temperatura), químicas (gases, oxidación, ácidos, etc.), mecánicas (cargas muertas, cargas vivas, asentamientos, viento, sismos, etc.) y biológicas (agentes de origen animal y vegetal).

De acuerdo a lo anterior resultan inevitables los costos de mantenimiento, pero si se realizan de manera preventiva son generalmente menores que los motivados por las acciones correctivas de reparación ó reconstrucción, además están en relación inversa con la calidad de su construcción (figura 2.5)

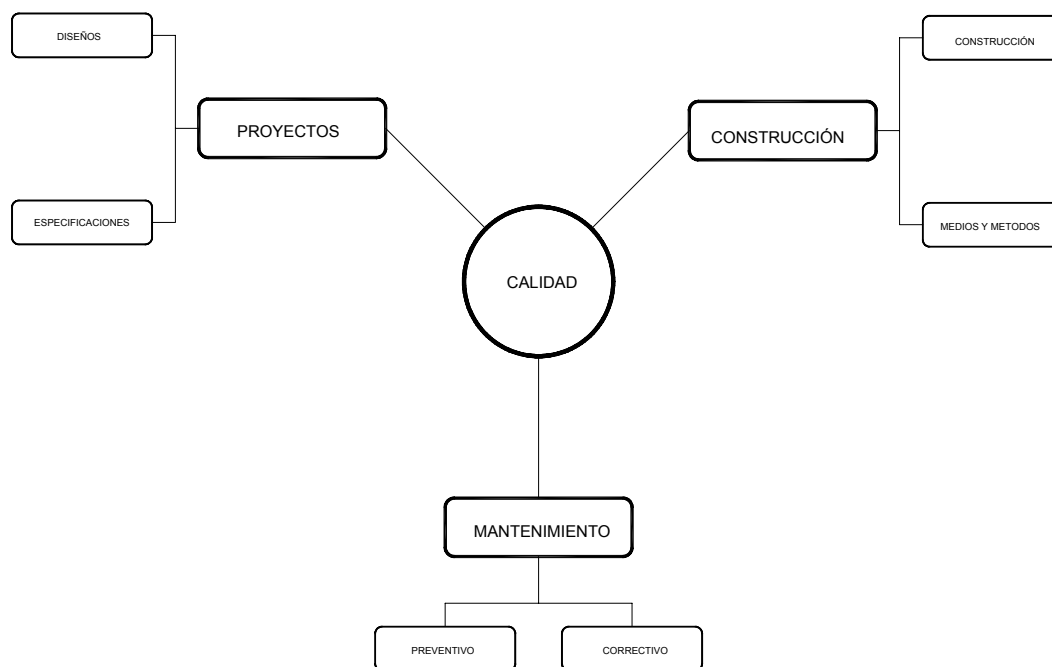


Figura 2.5 Calidad física y funcional de las obras

Los costos de operación y mantenimiento son decisores que deben considerarse en las etapas de diseño para definir las especificaciones constructivas, ya que la calidad de los materiales, elementos y componentes en cuanto a su buen comportamiento y durabilidad, están invariablemente relacionados con su precio final.

Salvo el caso de algunas construcciones especiales cuyo mantenimiento lo efectúan especialistas de acuerdo con las indicaciones del fabricante, en general las obras se entregan a sus administradores y usuarios sin informarlos ni instruirlos respecto a su utilización y conservación.

Cuando la construcción se encuentra en fase crítica del período de envejecimiento, podrá haber llegado al punto de obsolescencia, en donde se incrementan considerablemente sus costos de mantenimiento, siendo entonces en algunos casos recomendable demolerla y sustituirla.

CAPÍTULO 3

HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y PLANEACIÓN

3.1 PLANEACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN

Para llevar a cabo la aplicación de la Ingeniería de Valor, habrá que seguir un procedimiento bien definido, el cual se desarrollará en el cuarto capítulo, este proceso o procedimiento se debe apoyar con las herramientas de la Ingeniería de Costos, las cuales son necesarias para la estimación y uso apropiado de los costos en la administración de los proyectos.

➤ **Planeación**

Planear una obra consiste en ordenar la realización de todas las actividades que son parte del proceso de construcción, se pueden dictar pautas o poner restricciones a la organización del proyecto.

Los objetivos principales de la planeación son: controlar las actividades para evitar conflictos durante el proceso constructivo, así como racionalizar el empleo de los recursos.

Los beneficios que se pueden obtener de una buena planeación son:

1. Reducción de la incertidumbre en el control de los tiempos y costos
2. Optimizar la programación de la obra
3. Definir los períodos de contratos
4. Establecer metodologías de control

Dependiendo de la importancia del proyecto, los mecanismos de planificación pueden ser más o menos detallados, complejos o no, manuales o computarizados, y pueden ser orientados al control del tiempo, al control de gastos, la distribución de recursos y/o combinación de éstos.

➤ **Presupuestación**

Un presupuesto es la presentación ordenada y desglosada del costo total hasta la etapa de entrega de una obra. Los presupuestos se elaboran relacionando los diversos conceptos que se efectuarán para realizar un proyecto y por conveniencia se agrupan en grandes rubros a los que se le denominan partidas. El conjunto de partidas constituye el catálogo de conceptos.

Para garantizar una estimación de costos lo más cercana a la realidad, el proyecto debe estar definido de la forma más completa posible. Para ello es conveniente contar al menos con: planos generales y de detalle de cada una de las partes de la obra, especificaciones, reconocimientos del sitio, planificación de la obra, estudios de mecánica de suelos, estudios ambientales, etc.

Al aplicar la IV durante las primeras tapas del proyecto, es necesario conocer los costos de todos los conceptos, entre mayor sea la información disponible, se obtendrán mejores resultados.

3.2 TÉCNICAS DE PRESUPUESTACIÓN

Para la obtención del costo de un proyecto, existen diversos tipos de técnicas o métodos de presupuestación, los que se utilizan con mayor frecuencia en nuestro país son:

1. Paramétricos
2. Ensamblés
3. Precio unitario

Para la aplicación de cada uno de estos métodos, habrá que tomar las reservas del caso, ya que ellos se definen básicamente por su nivel de confiabilidad, prontitud de realización y disponibilidad de información. Esta última situación es la que determina su aplicación, tal y como se podrá apreciar en la breve descripción que a continuación se presenta:

➤ Estimados Paramétricos

Se define como parámetro a la constante de una ecuación para la obtención de un resultado, el cual, llevado a la Ingeniería de Costos se representa con la siguiente ecuación:

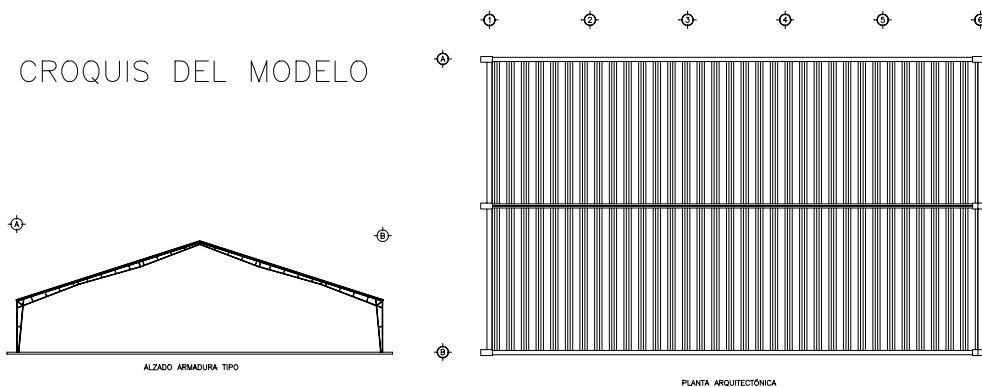
$$\text{Costo (proyecto X)} = f (\text{parámetro Y})$$

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

Estos parámetros se obtienen de publicaciones especializadas en costos, las cuales se actualizan constantemente. El proyecto del cual se presentan los parámetros de costo, debe estar bien definido, considerando características particulares de la obra tales como:

- a. Fechas
- b. Tipo y género de la obra
- c. Acabados
- d. Calidad
- e. Sistemas constructivos

Un ejemplo de cómo presenta el costo por metro cuadrado de una nave industrial es el que se muestra en la figura 3.1.



Fecha Diciembre de 2004
Tipo de obra Nave industrial para bodega
Categoría Media
Superficie 1760 m²
Características Cubierta de lámina metálica sobre armadura pesada con oficinas construidas a base de concreto

PARTIDA	%	\$/m ²
Cimentación	6.23	201.22
Subestructura	9.96	321.69
Superestructura	33.46	1,080.69
Estructura	17.01	549.39
Techumbre	0.29	9.37
Construcción interior	2.06	66.53
Sistema mecánico	2.47	79.78
Sistema eléctrico	10.94	353.34
Condiciones generales	16.57	535.18
Especialidades	1.01	32.62
Totales	100.00	3,229.79

En los costos se consideran los siguientes parámetros:

Indirectos y utilidad 24.00 %
 Proyectos y licencias +/- 5%
 IVA No incluye

Figura 3.1 Costos paramétricos de una nave industrial

Otra forma de obtención de los costos paramétricos es por cuenta propia de la empresa constructora, mediante el registro, ordenamiento y actualización de costos históricos de construcciones similares a la que se encuentra en estudio.

El nivel de precisión que se espera es alrededor del +/-30%, y tal vez podría alcanzar un +/-15% con la ayuda de estimadores experimentados.

Su manejo es muy fácil, incluso para quien no ha tenido contacto en la disciplina de los costos, como podría ser el caso de cualquier persona que desee comprar o edificar su casa.

La unidad que más se maneja es el metro cuadrado, aunque también se utilizan otras unidades con las que se puede hacer referencia a este método, como las que se presentan en la figura 3.2.

UNIDAD	OBRA
1. Kilómetro	Carreteras
2. Metro cúbico	Presas
3. Hectárea	Sistema de riego
4. Pasajeros por año	Aeropuertos
5. Camas	Hospitales
6. Cuartos	Hoteles
6. Cajón	Estacionamientos

Figura 3.2 Unidades más comúnmente utilizadas en el método paramétrico

➤ **Método de ensambles de costo**

Este método como su nombre lo indica, se basa en conjuntar o ensamblar una serie de conceptos, los cuales a su vez forman parte de otro concepto más general, por ejemplo, la construcción de una barda que incluiría los siguientes conceptos:

- Limpia y desyerbe
- Trazo y nivelación
- Excavación
- Afine del fondo y paredes
- Plantilla
- Cimentación (mampostería ó concreto)
- Dala de desplante
- Relleno y compactación
- Muros
- Castillos
- Dala de cerramiento
- Aplanados
- Acarreos
- Acabados

La forma de reunir estos conceptos es en una matriz del tipo que se utiliza en el método de presupuestación de precios unitarios.

Tomando como ejemplo el caso específico de una barda perimetral, si el volumen es muy representativo, la unidad de medida más práctica a utilizar es el metro lineal, lo cual se presenta en la figura 3.3, que es una matriz de ensamble de costos.

El método de ensambles de costos, es excelente para aplicar la IV, análisis de sensibilidad y cambios de proyecto, ya que permite de manera muy simple permutar diferentes soluciones constructivas.

INCONTROL, S.A. DE C.V.
Dependencia: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.
Obra: CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL, CELAYA, GUANAJUATO



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	%
Análisis: BARD-1.1 ALB-01 Unidad: ml						
Barda perimetral de block hueco de 15 x 20 x 40 cm de 2.50 mts de altura con dala de desplante de 20 x 20 cms, cadena de remate de 15 x 25 cm, incluye: limpieza, trazo, excavación en material tipo I, afines, plantilla, cimientado de mampostería de piedra braza, castillos a cada 2.5 mts, rellenos, extracción de escombros y pintura vinílica a dos caras.						
LIMPIA-1.1	Limpia y deshierbe del terreno, incluye: quema de hierba, y acopio de basura, mano de obra, equipo y herramienta.	m2	\$7.56	1.00	\$7.56	0.50%
TRAZ-2.5	Trazo y nivelación manual para establecer ejes, banco de nivel y referencias, incluye, materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ml	\$5.95	1.00	\$5.95	0.39%
EXCAV-4.1	Excavación de cepa a maquina en material tipo I-A, de 0.00 a -2.00 m, incluye: mano de obra, equipo y herramienta.	m3	\$22.63	0.90	\$20.37	1.35%
AFINE-1.1	Afine del fondo de la excavación a mano, incluye: compactación con pizón de mano.	m2	\$12.46	0.90	\$11.21	0.74%
CIM-1.1	Plantilla de 5 cm, de espesor de concreto hecho en obra de f'c=100 kg/cm2, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m2	\$77.66	0.90	\$69.89	4.62%
CIM/PIED-1.1	Cimientado de piedra braza de 0.80 m. de altura por 0.60 m. de base y corona de 0.30 m., asentada con mortero cemento-calhidra-arena 1:1:12, acabado común, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ml	\$254.50	1.00	\$254.50	16.83%
CAD-1.3.1	Cadena de 20x20 cm. de concreto hecho en obra de f'c=200 kg/cm2, acabado común, armado con 4 varillas de 3/8" y estribos del No.2 a cada 20 cm., incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta	ml	\$194.97	1.00	\$194.97	12.89%
MUR-5.3	Muro de 15 cm. de block extruido de concreto de 15x20x40 cm. asentado con mezcla mortero-arena 1:4 acabado aparente, con refuerzos horizontales a base de escalerilla a cada 2 hiladas, refuerzo horizontal de castillos ahogados a base de concreto f'c=150 kg/cm2	m2	\$189.92	1.90	\$360.85	23.86%
CAST-1.3.2	Castillo de 15x20 cm. de concreto hecho en obra de f'c=200 kg/cm2, acabado común, armado con 4 varillas de 3/8" y estribos del No.2 a cada 20 cm., incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta	ml	\$142.55	1.22	\$173.91	11.50%
CAD-1.2.3	Cadena de 15x25 cm. de concreto hecho en obra de f'c=200 kg/cm2, acabado común, armado con 4 varillas de 3/8" y estribos del No.2 a cada 20 cm., incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta	ml	\$175.72	1.00	\$175.72	11.62%
RELL-1.1	Relleno a volteo con material producto de la excavación, incluye: mano de obra, equipo y herramienta.	m3	\$41.54	0.42	\$17.45	1.15%
CARG-20	Carga y acarreo en camión de material producto de la excavación y/o demolición fuera de la obra, incluye: equipo y herramienta.	m3	\$115.00	0.63	\$72.45	4.79%
PINT-1.1.4	Pintura vinílica en muros marca Comex Vinimex blanco a dos manos, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta	m2	\$29.53	5.00	\$147.65	9.76%
Subtotal: BÁSICOS					\$1,512.48	100.0%
Costo directo					\$1,512.48	
Indirecto					12%	\$181.50
Financiamiento					3%	\$50.82
Utilidad					10%	\$151.25
Precio Unitario					\$1,896.04	

Figura 3.3 Matriz de ensambles de costos

En cuanto a la precisión se refiere, para ser un método preliminar, es muy aceptable, ya que se encuentra alrededor del +/- 20%.

El método de ensambles de costos resulta muy práctico, ya que ofrece las siguientes ventajas:

- a. Reducción considerable del número de conceptos a analizar
- b. Incremento de la velocidad de cuantificación
- c. En caso de alguna modificación, ésta se realiza en forma práctica

Entre los métodos preliminares, el método de ensambles de costos resulta idóneo para realizar estimados rápidos, aproximados y confiables, no tan generales como los paramétricos ni tan detallados como los de precios unitarios.

➤ **Método de precios unitarios**

El precio unitario es el valor monetario de un bien o servicio que un cliente desea adquirir y que está dispuesto a pagar por él.

El análisis de precios unitarios es en la actualidad el método más conocido, detallado y preciso para estimar el costo de cualquier proyecto, para su aplicación se requiere contar con un catálogo de actividades con su respectiva volumetría. Uno de los factores clave para asegurar su confiabilidad y precisión (+- 10%), es el hecho de que los volúmenes de obra deben ser precisos, algunas empresas menosprecian esta situación, dejando completamente a cargo de personal con poca experiencia la responsabilidad de cuantificar, tal vez por que éste proceso es bastante engorroso, por lo que se la llamado comúnmente de "talacha", para que esto no sea un factor que afecte la estimación de costo del proyecto, se hace necesaria una supervisión constante de personal experimentado. La importancia de la cuantificación lo expresó el físico inglés Lord Kelvin mediante la siguiente frase:

“Cuando se puede medir aquello de lo que se habla y se expresa en números, entonces se puede decir que se posee algún conocimiento sobre él”.

En lo tocante a su uso, el método de precios unitarios se puede dar en diversos sectores económicos; construcción, industria, servicios, agrícola, etc. Cuando su aplicación está orientada a la construcción, se utiliza además de la obtención de costos de construcción para efectos de concursar, en realizar pagos de estimaciones y reclamaciones de conceptos extraordinarios.

Es de tal relevancia este método en la industria de la construcción, que existe un tipo de contrato basado en los precios unitarios.

El precio unitario se conforma básicamente por los siguientes componentes: costos directos, costos indirectos, utilidad, costo financiero y en algunos casos se consideran los costos por imprevistos.

- **Costos directos**

Son los costos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por materiales, mano de obra, equipo y herramienta directamente involucrados para realizar dicho concepto.

- **Costos indirectos**

Son los gastos de carácter general derivados de la ejecución de los trabajos, no incluidos en los costos directos que no pueden ser imputables a una unidad de obra y que se distribuye proporcionalmente en cada uno de los conceptos que forman parte del proyecto. Se dividen a su vez en gastos de oficina central y en gastos de campo.

- **Utilidad**

Es la ganancia que debe percibir la empresa ó contratista por la ejecución del concepto de trabajo. Dentro del precio unitario, la utilidad es el único concepto subjetivo, ya que es fijada a criterio expreso del contratista.

- **Costo financiero**

Los costos financieros se derivan de la inyección de capital, propiedad del contratista o de algun tercero, el cual tiene la finalidad de sufragar los gastos generados por la obra hasta la liquidación total de los trabajos.


- **Imprevistos**

Son las eventualidades que en la construcción quedan fuera de un posible reconocimiento por parte del cliente.

La integración de los costos directos, costos indirectos, utilidad, financiamiento e imprevistos en una matriz, da como resultado el precio unitario del trabajo y/o concepto en estudio.

El tipo de estructura de las matrices dependerá si la obra en cuestión es de tipo público o para la iniciativa privada, ya que en la obra pública la conformación de las matrices se especifica en la Ley de Obras Publicas, por lo que se encuentra normalizado. Para la obra privada se tiene mayor holgura para su estructuración, por lo que solo en casos en donde al concursar se especifica un tipo de matriz a utilizar se tiene que realizar de esa manera.

La estructuración de una matriz para la obra privada se presenta en la figura 3.4.

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Concurso No. SAHUCEL-01	
Obra: CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3, LOTE 5, CIUDAD INDUSTRIAL, CELAYA, GUANAJUATO	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: CASTILLOS-1.3.2 ALB-08 Unidad: ml						
Castillo de 15x20 cm. de concreto hecho en obra de f'c=200 kg/cm2, acabado común, armado con 4 varillas de 3/8" y estribos del No.2 a cada 20 cm, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, traslapes, amarres, cimbrado, colado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.						
MATERIALES						
	Duela de pino de 3a 3/4" x 8.25'	pza	\$25.00	0.500	\$12.50	8.77%
	Alambre recocido	kg	\$12.50	0.110	\$1.38	0.97%
	Diesel	litro	\$4.40	0.210	\$0.92	0.65%
	Varilla del No 3 (3/8" 0.559 kg/ml)	ton	\$8,500.00	0.003	\$22.10	15.50%
	Estribo de 1/4"	kg	\$12.50	0.850	\$10.63	7.46%
	Clavos de 2" a 4"	kg	\$13.50	0.100	\$1.35	0.95%
	Subtotal: MATERIALES				\$48.88	34.29%
MANO DE OBRA						
	1 Oficial albañil + 1 Ayudante + 0.10 de Cabo	jor	\$517.00	/ 9.000	\$57.44	40.29%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$57.44	40.29%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	Herramienta menor	(%)mo	\$57.44	0.030	\$1.72	1.21%
	Andamios	(%)mo	\$57.44	0.050	\$2.87	2.01%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$4.59	3.22%
BÁSICOS						
	Concreto hecho en obra, f'c=200 kg/cm2, T.M.A.=19 mm, resistencia	m3	\$1,004.46	0.032	\$31.64	22.20%
	Subtotal: BÁSICOS				\$31.64	22.20%
	Costo directo				\$142.55	
	Indirecto	9			\$12.83	
	Financiamiento	3%			\$4.28	
	Utilidad	10%			\$14.26	
	Imprevistos	3%			\$4.28	
	Precio Unitario				\$178.20	
(* CIENTO SETENTA Y OCHO PESOS 20/100 M.N. *)						

Figura 3.4 Matriz de precios unitarios

Una comparativa en cuanto a la precisión con respecto al tiempo de los tres métodos descritos, es la que se presenta en la figura 3.5.

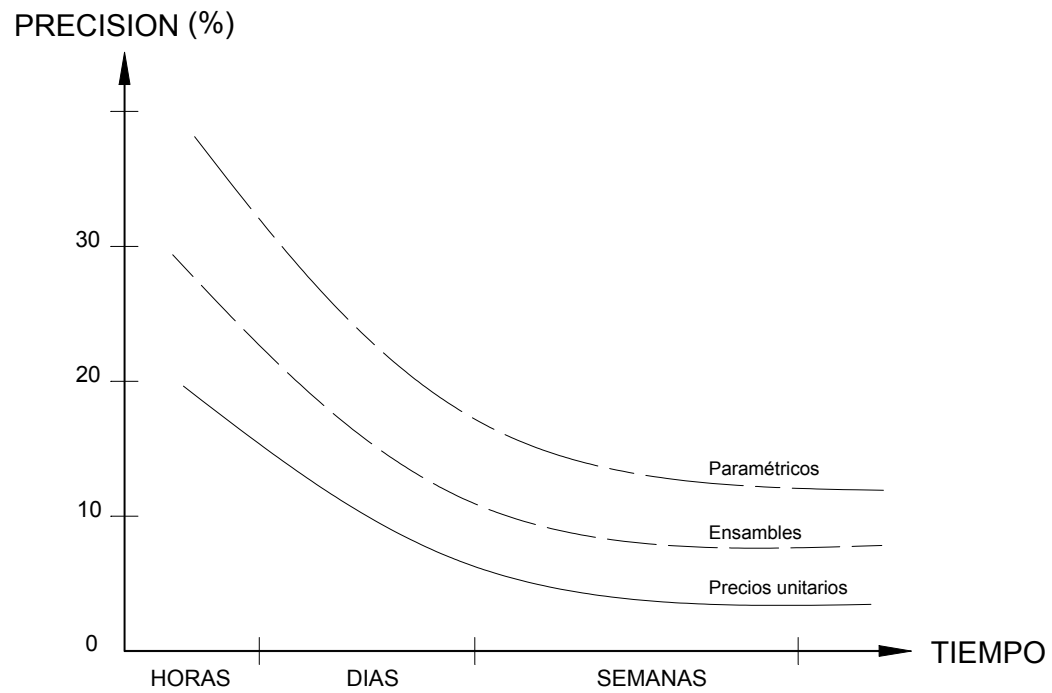


Figura 3.5 Gráfica de tiempo - precisión de métodos de presupuestación

3.3 LEY DE PARETO

Después del diagrama causa-efecto, la aplicación del principio o “**Ley de Pareto**” ha sido la herramienta más poderosa utilizada para la interpretación y análisis de datos.

En el siglo XIX, el italiano Wilfrido Pareto (1848 - 1923), concluyó en sus estudios socioeconómicos que, “la mayor parte de la riqueza estaba en manos de un porcentaje pequeño de la población, mientras que la mayoría de los individuos vivían en condiciones miserables”. Desde entonces, muchos autores e investigadores han probado que este fenómeno se presenta en muchos aspectos de la naturaleza y la sociedad.

Por la proporción numérica que existe entre los eventos relacionados por este fenómeno, al principio de Pareto se le conoce con el nombre de “La regla 80-20”. Cabe aclarar que su aplicación es válida a pesar de que no se cumpla rigurosamente dicha proporción.

En la industria de la construcción, se tiene que un 20% de los conceptos de trabajo representa el 80% del importe total de la obra, mientras que el 80% de los conceptos sólo impacta el 20%.

En todo presupuesto siempre se encontrará que existen conceptos que tienen mayor peso económico que otros, a estos conceptos relevantes se les tiene que distinguir, delimitar y realizar el mejor análisis posible, haciendo a un lado lo trivial. Si nos encontramos concursando, debemos tomar en cuenta lo antes mencionado, ya que de ello dependerá en gran medida si se gana el proyecto o no.

Solo con talento, dedicación, experiencia e información suficiente se podrá desarrollar el analista de costos paretiano, al grado que con una pequeña revisión ya sea a los planos ó catálogo de costos detectará lo que tendrá mayor peso específico, por ejemplo: maquinaria, materiales, mano de obra, etc.

En cuanto el aprovechamiento de esta herramienta para la aplicación de la IV, debemos identificar y concentrar el mayor esfuerzo posible en los conceptos con más peso específico, en cuanto a costo se refiere, ya que es en estos conceptos donde lograremos el mayor impacto posible en la reducción de los costos, de lo contrario, si se realiza en forma general tomando en cuenta todos los conceptos, se derrocharán recursos humanos y económicos.

3.4 COSTOS HISTÓRICOS

Aun cuando hoy en día se pueda disponer de información acerca de costos de proyectos actualizados, proporcionada por empresas especializadas en este ramo, en ocasiones son demasiado generales y no se ajustan o poco tienen que ver con un nuevo proyecto, en este caso los costos históricos propios, que no son otra cosa que los costos en los que se ha incurrido en la ejecución de una obra determinada (incluyendo aciertos y errores), nos son de mayor utilidad para pronosticar los costos del proyecto en estudio, tan solo haciendo las correcciones necesarias para acercarse en costo a las condiciones del nuevo proyecto, ya que se cuenta con la experiencia adquirida de forma directa, lo que permite tener una mayor sensibilidad y un panorama más amplio para presupuestar.

Desafortunadamente, en algunos casos, la continua rotación de personal, tanto de campo como de gabinete, por las características propias del sector de la construcción, limita en una gran proporción la capacidad de aprendizaje, tanto personal, como de las empresas, así como sus registros.

Los costos de los proyectos pasados no debieran ser catalogados como parte de un archivo muerto, se les podría sacar provecho clasificándolos, obteniendo estadísticas y actualizándolos para poder hacer uso de ellos en futuras cotizaciones.

En la época actual en que la inflación se encuentra un poco más controlada, el uso de los costos históricos se ve mas socorrido, lo que no ocurría en el pasado, específicamente en las décadas de los 70's, 80's y 90's, en donde la constante y exagerada pérdida del poder adquisitivo del dinero, desacreditaba a los costos de esta índole.

La utilización de costos históricos en la presupuestación, sin ningún ajuste, implica que el futuro será idéntico al período que se refieren los costos registrados, lo cual no es correcto. Sin embargo, es necesario aprovechar los costos históricos como punto de partida para predecir los costos futuros, introduciendo las correcciones pertinentes, según las condiciones futuras previsibles.

Cierto es que en una obra nueva no se repetirán las mismas condiciones de una anterior con similares características, pero si utilizamos un criterio adecuado y un índice de costo específico, tendremos un acercamiento aceptable para presupuestos preliminares.

3.5 EQUIPOS INTERDISCIPLINARIOS

En las diferentes etapas de un proyecto se ven involucrados diferentes participantes ó agentes, desde el cliente hasta diversos profesionales; personal técnico y de obra, proveedores, etc. Aunque el fin principal es el mismo para todos (la ejecución de la obra), cada uno tiene intereses y responsabilidades distintas. Las más relevantes son:

- **Cliente**

Es quien proporciona los recursos económicos necesarios, siendo este el principal impulsor del proyecto, con el objeto de que se vean satisfechas sus necesidades al hacer uso del bien o tramitar su venta con fines comerciales.

- **Proyectistas**

Son los profesionales especialistas en arquitectura, diseño estructural, Ingeniería de Costos y otras especialidades, que traducen las necesidades del cliente en planos y especificaciones que establecen las características estéticas, geométricas, estructurales, funcionales y de calidad del proyecto.

- **Autoridades**

Son las encargadas de hacer cumplir los Reglamentos, Leyes y Normas que rigen el proyecto, por lo que habrá que acudir a ellas para el otorgamiento de los permisos necesarios.

- **Contratistas y subcontratistas**

Proveen la capacidad de administrar un proceso de construcción, que tiene como objetivo la materialización del proyecto ó parte de él, aportando la tecnología y los recursos humanos necesarios.

- **Proveedores**

Proporcionan los materiales y equipamiento necesarios para la construcción.

A diferencia de una empresa de carácter industrial, en la cual existe un conjunto de funciones que ligan y coordinan a todos los participantes en el objetivo común de diseñar y crear un producto. En la industria de la construcción las relaciones de los involucrados por lo regular son antagónicas. Por un lado se encuentra el cliente, que exige costo, tiempo y calidad en la materialización de su obra. En el lado opuesto se encuentran los contratistas, que su principal objetivo es el de obtener una buena utilidad en la ejecución del proyecto, lo que puede llevarlos a reducir costos por medio de la disminución de la calidad de los materiales y trabajos.

Para resolver en gran parte este tipo de problemas se han propuesto nuevos esquemas de trabajo que unen el esfuerzo de todos con un resultado positivo. Tal es el caso de los proyectos "llave en mano", en donde existe un administrador general que coordina a todos los involucrados quienes son expertos en las diversas disciplinas requeridas.

La responsabilidad de lograr una organización productiva recae completamente en el administrador del proyecto, quien debe proveer los recursos y capacidades necesarias para ejecutar las obras, la dirección, planificación y control de estos recursos y de todo el proceso, las decisiones respecto a la metodología, secuencia y otros aspectos relevantes, un ambiente de trabajo adecuado y la información para que los equipos interdisciplinarios puedan desempeñarse productivamente.

En la figura 3.6 se presenta la relación que existe entre los diferentes participantes de la obra y los elementos del trabajo.

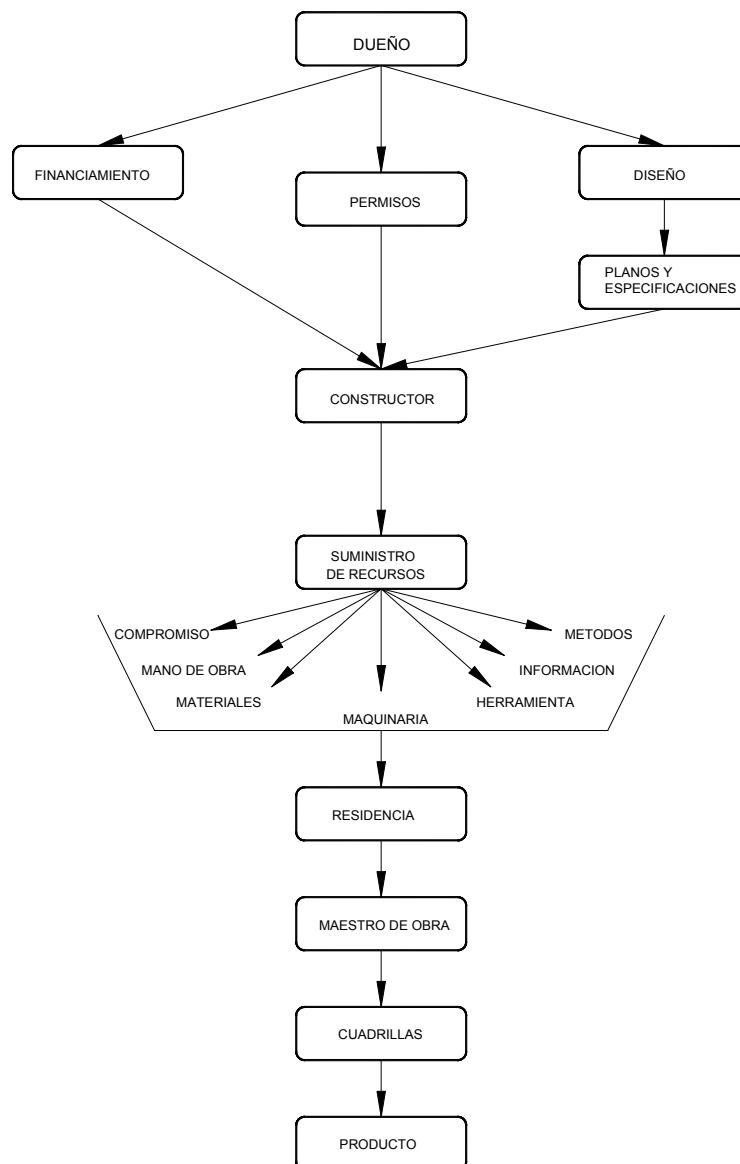


Figura 3.6 Relación entre los participantes, la obra y los elementos de trabajo

3.6 ADMINISTRACIÓN DE COSTOS ESTRATÉGICOS

La expresión "administración de costos", se ha utilizado con mayor frecuencia en la industria de la construcción en años recientes, básicamente se refiere a las acciones que se deben tomar para controlar y reducir los costos de un proyecto en proceso de construcción.

Si bien es cierto que en la etapa de planeación se toman las provisiones para disminuir en la mayor medida de lo posible los llamados costos teóricos del proyecto; es en la etapa de construcción en donde se incurre en costos reales, la mayor parte de ellos ya se habrán considerado, pero conforme se presente el avance de la obra irán apareciendo otros costos que en algunas ocasiones pudiesen ser tan ó más representativos que los considerados de antemano.

La correcta administración de todos los recursos que son necesarios para la materialización de un proyecto implica tomar decisiones en cuanto a una selección paretiana de los costos que se generarán en torno a todas las actividades. A estos costos se les conoce con el nombre de costos relevantes ó estratégicos, ya que una mala administración de los mismos impactará de tal manera que puede incluso modificar completamente los resultados que se esperan lograr al término de la construcción de la obra.

A todo tipo de costo generado durante el proceso de construcción se le debe dar la debida atención, llevando a la práctica las herramientas que son necesarias para la correcta administración y uso apropiado de los recursos, centrándose en aquellos que "pesan" de manera importante. Dependerá de algunos factores como: tipo de obra, ubicación, materiales, disponibilidad de los recursos, etc., los que determinen cuales serán los costos más significativos del proyecto.

Para citar un ejemplo, se puede comentar que en la construcción de una nave industrial cuya estructura se construye mediante marcos de acero, las partidas en donde se concentrará el mayor costo serán las de: estructura metálica, acarreos, albañilería, terracerías, pisos, instalación eléctrica y techumbre. Por lo que se deberán tomar todas las medidas necesarias para efectuar las mejores compras de materiales en cuanto a costo calidad y surtimiento a tiempo, así como el consumo adecuado de estos materiales evitando desperdicios innecesarios. De igual manera es importante poner especial atención en la correcta administración de la mano de obra que participa en estos rubros.

3.7 SELECCIÓN ÓPTIMA DE PERSONAL

En la industria de la construcción la cantidad de trabajo por ejecutar no es constante, existen tiempos de bonanza y de escasez, lo que ha obligado a las empresas constructoras a flexibilizarse, en el sentido de poderse contraer y expandir según la demanda de obra, siempre dentro de cierto rango.

Cuando el trabajo escasea las empresas se ven obligadas a contraerse por medio de una reducción en la plantilla de personal. Se comienza con el personal de campo (residente, personal técnico, administrativo, etc.), y posteriormente con el de oficina central. El personal que sobreviva deberán ser los mejores elementos, aquellos que han demostrado ser profesionales al llevar un adecuado control, y finiquito de sus respectivas obras, y no aquel que por causas imputables a su responsabilidad tenga los proyectos a su cargo sin un avance adecuado y sin estimar. Contar con el personal adecuado y suficiente evita que la empresa desaparezca.

Por el contrario, cuando se incrementa la demanda de trabajo, las empresas tienen que hacerse de los servicios de un mayor número de empleados, por lo que se deberán aplicar técnicas adecuadas que permitan la selección óptima de personal, siendo esto fundamental para el éxito de las firmas, ya que es la gente quién impulsa o destruye las organizaciones.

Ocurre regularmente, que cuando se trata de una empresa de las llamadas PYMES (pequeñas y medianas empresas), éstas no cuentan con un departamento especializado en recursos humanos, en este caso habrá que designar a un responsable que tenga ó desarrolle cierta habilidad basada en la sicología, la cual permita seleccionar y contratar las mejores opciones, y aún cuando la sicología no es una ciencia exacta, las probabilidades de equivocarse se verán reducidas en forma considerable.

El proceso de selección de personal debe considerar cuatro etapas básicas, a saber:

1. Determinar las necesidades y características requeridas del personal, según especialidades y calificaciones
2. Empezar la búsqueda de candidatos, a través de medios como:
 - Publicaciones en diarios u otros medios de comunicación
 - Avisos directos en la obra en ejecución
 - Correr la noticia por medio del personal de la empresa o cercana a ella
 - Empresas especializadas en reclutamiento de personal
 - Llamados a asociaciones de trabajadores
 - Banco de datos de la empresa.
3. Evaluación de los candidatos, por antecedentes previos, referencias y técnicas de psicología
4. Selección final del personal, etapa en la que se procede a la contratación del personal más apropiado para satisfacer las necesidades existentes

Si la empresa es grande, resulta conveniente que el jefe de departamento ó el residente de obra participe en algún momento en el proceso de selección.

Incluso en nuestros días, el elemento humano es el más importante dentro de un proyecto u obra, ya que sólo con su participación es posible llevar a cabo la ejecución de los trabajos. Por lo tanto, conocer y comprender su comportamiento en el trabajo, es una de las funciones más importantes de la administración.

3.8 SISTEMATIZACIÓN Y COMPUTARIZACIÓN

Se considera a la computación como una de las herramientas sofisticadas más poderosas, que ha evolucionado a pasos agigantados en años recientes, de hecho aquella persona que no la maneje estará cerca de la nueva definición de analfabeto, y aquel personal que no se actualiza en este sentido, con el paso de los años entrará en una fase de obsolescencia.

Su utilización en la industria de la construcción ha permitido realizar tareas que van desde el diseño, cálculos estructurales, presupuestación, planeación, programación, control, etc., con mayor rapidez, exactitud y cada vez empleando un número menor de personal. Resulta tan extraordinaria, que una vez que se ha comenzado a utilizar, es muy difícil prescindir de ella.

Es recomendable que el departamento de costos, en donde regularmente se trabaja bajo presión, cuente con los mejores equipos posibles, ya que es aquí donde se disparan y controlan los proyectos.

Debe evitarse el uso indebido de las computadoras, tal es el caso en donde por querer adjudicarse a toda costa algún proyecto se le realizan ajustes sin más criterio que solicitarle al software que realice los cambios necesarios para llegar a un número determinado.

Otro caso de un mal uso o dependencia excesiva se presenta cuando el especialista de costos se transforma en solo un "capturista de costos", al alimentar con una gran cantidad de información obtenida de bases de datos y posteriormente, obtener a gran velocidad resultados sin la aplicación de un análisis.

Las bases de datos son de gran utilidad, en la medida que un buen analista de costos sepa explotarlas, como un complemento para realizar presupuestos preliminares, y tomarse el tiempo necesario para analizar detalladamente los conceptos relevantes.

Una buena medida es que cada empresa cuente con su propia base de datos, que contenga el análisis de precios unitarios que utilicen con mayor frecuencia, pero llevando a cabo la actualización de insumos de manera oportuna, designando a un responsable a cargo de ésta tarea. Un lapso de tiempo aceptable podría ser de un mes, entre una actualización y otra, aunque siempre habrá que estar atentos a las variaciones de mercado, sobre todo de aquellos insumos relevantes que puedan afectar considerablemente un presupuesto, por ejemplo: cemento, acero, maquinaria, mano de obra, etc.

En cuanto a la utilización de software para el análisis de costos, presupuestación y control de proyectos, existen en el mercado muy variadas versiones creadas y adaptadas a las características que se presentan en nuestro país, mismas que son respaldadas por empresas de gran prestigio. Cada programa ofrece una serie de ventajas, que con el paso del tiempo se van ampliando, pero finalmente, todos parten de una misma base que es la Ingeniería de Costos.

Los paquetes de costos que en la actualidad se utilizan en mayor medida por los contratistas en México son:

- a. Neodata
- b. Opus
- c. Saicic
- d. Campeón
- e. Mega

El encargado de costos tendrá que evaluar y elegir cual de ellos resuelve sus necesidades particulares para sacarles el mayor provecho posible.

3.9 CONSULTORÍA EXTERNA

Para complementar algunas áreas en su esquema, ya sea por necesidad o conveniencia, las empresas constructoras han contratado los servicios de organizaciones o empresas ajenas a ellas, como es el caso de: despacho de contadores, bufetes de abogados, laboratorios, etc., pero en años recientes han optado cada vez con mayor frecuencia en contratar consultores externos especializados en diversas áreas, por ejemplo:

- a. Ingeniería de Valor
- b. Ingeniería de Costos
- c. Recursos humanos
- d. Administración de proyectos
- e. Estudios de factibilidad
- f. Aseguramiento de la calidad
- g. Mercadotecnia
- h. Impacto ambiental
- i. Capacitación

Esta circunstancia se ha presentado tanto en el sector privado como en el público, para hacer frente a la creciente demanda y competencia que día a día se acentúa, ya que el incremento de la población requiere de una mayor cantidad de vivienda, obra de infraestructura urbana, servicios (sin contar el rezago que se viene arrastrando en estos rubros); las inversiones que se realizan en el sector industrial que demandan más y mejores instalaciones; requerimiento urgente de obras de saneamiento ambiental (aire, agua y tierra), a todo esto se le suma el incremento reexigencia de los clientes en cuanto a costo, calidad y tiempo de ejecución de sus obras.

Este problema se reciente en mayor medida en las Pymes constructoras, quienes no cuentan con la infraestructura necesaria para ajustarse a las demandas actuales. Se provoca así una enorme paradoja de requerimientos de servicios profesionales de construcción y una falta de preparación de las Pymes constructoras para cubrir de manera eficiente dicha demanda.

Una opción interesante para la supervivencia, desarrollo y crecimiento de las Pymes luego de desarrollar una ventaja competitiva en el sector, mediante alguna especialización, es el trabajo en forma cooperativa con otras empresas o consultores externos para lograr abarcar un mercado de servicios más global y lograr competir en forma de integración contra empresas más grandes en proyectos específicos.

Las empresas o personas de consultoría externa a quienes se contrate, nunca deben ser improvisadas, por el contrario, deben tener un amplio conocimiento y experiencia a través de trabajos propios y en otras organizaciones sobre el área específica a consultar.

No se debe colocar a nadie que no tenga acomodo en la organización en esta importante labor, ya que únicamente se tendrán costos excesivos y metas no tangibles al momento de pretender ser alcanzadas.

La decisión de contratar un servicio de consultoría externa debe evaluarse con especial atención, ya que regularmente su costo es alto, pero si se cumplen con los objetivos planteados valdrá la pena invertir en este rubro.

Las empresas constructoras, deben trabajar en conjunto con otras empresas, sumando esfuerzos, pero primero deberán ser eficientes internamente.

3.10 ESPECIALIZACIÓN

En México, la industria de la construcción vive tiempos complicados y de intensa competencia entre empresas nacionales e internacionales, a ello se suma un constante desarrollo tecnológico, factores que nos obligan a los profesionales de esta industria a estar permanentemente actualizados y desarrollar nuevas actitudes, valores y capacidades de análisis.

Si hablamos particularmente del profesional que interviene en cualquier rama de la industria de la construcción, se puede decir acerca de la definición de la especialización que: "es un ciclo educativo escolarizado de corta duración, que permite profundizar en el conocimiento específico de áreas de la ingeniería, que habilite para un ejercicio profesional de mayor calidad y profundidad en el área correspondiente". El profesional especializado se debe constituir en el puente natural entre las mayores exigencias de aplicación del conocimiento y de la investigación.

La especialización es una de las respuestas a la apertura económica que ha permitido la introducción de nuevos equipos, materiales, tecnología y procesos constructivos. Esta situación se presenta tanto en el sector público como en el privado en menor o mayor grado.

Actualmente, ya no es posible decir que los profesionales de la construcción se limiten a la licenciatura para dar solución a los problemas cotidianos que enfrentan y solo en casos graves o especiales acudan a un especialista en cierta rama. Si un profesional o un director de una empresa constructora pretenden defender su posición en el mercado, deberá pensar en la orientación de su empresa o personal hacia cierta especialización en la que pueda tener los conocimientos necesarios para ofrecer cierta ventaja competitiva.

La globalización en el sector de la construcción y la caída de distancias con la Internet, harán que estos servicios se vuelvan más necesarios y la competencia sea cada día más intensa.

Es poco probable que una empresa, en especial las Pymes, puedan tener especialistas en los muy amplios nichos de mercado que ofrece el sector de la construcción. Por esta razón se hace urgente y necesario que estas empresas busquen uno o varios nichos en el que puedan ser competitivas.

3.11 COSTOS DE CALIDAD

En la conclusión de los trabajos para la entrega de las obras, suelen presentarse una lista de defectos derivados entre otras situaciones a: imprecisiones de geometría, deficientes calidades en acabados e instalaciones, y en general una serie de vicios ocultos, que tardarán cierto tiempo en detectarse, que provocarán pérdidas al constructor o por lo menos dificultad para cobrar las últimas estimaciones.

La existencia de muchos defectos en una obra terminada es una situación negativa, que puede provocar un enfrentamiento entre las partes involucradas, se vive un clima de tensión durante el tiempo en que se aclaran las responsabilidades de los errores, es costosa, y en ocasiones se llega hasta instancias legales para deslindar las responsabilidades.

Para evitar todas estas situaciones negativas, es necesario entregar obras que en todo su proceso de ejecución, cumplan y excedan la calidad demandada. Para ello se tendrá que contar ya sea directa o indirectamente con una partida presupuestal.

Se entienden como costos de calidad, aquéllos en los que se incurre en el diseño, implementación, operación y mantenimiento de los sistemas de calidad de una organización, comprometidos en los procesos de mejoramiento continuo de la calidad y los costos de los sistemas.

Es muy importante que todo el personal de una empresa (desde el director general, hasta el último eslabón de la organización), tengan conocimiento de los costos de calidad. El no contar con esta información, puede llevar a la empresa a perder competitividad frente a otras empresas con menores costos de calidad.

Se puede decir en forma general que los costos de calidad pueden ser clasificados en dos categorías:

1. Los costos que representan los recursos para asegurar en forma directa la calidad de las obras, mediante un control de calidad, el cual incluye:
 - Personal de inspección y de ensayos;
 - Mantenimiento de equipos para ensayos; y
 - Materiales de consumo en los ensayos.

2. Los costos asociados a los defectos o fallas de la obra, los cuales tendrían que desaparecer en la medida que el control de calidad sea correctamente aplicado, ejemplo de estos costos son:
 - Pérdidas de materiales y mano de obra al rehacer trabajos;
 - Inspección y ensayos de trabajos mal hechos; y
 - Pérdidas de productividad debido a los defectos.

Algunos de estos costos provocarán la pérdida de prestigio de la empresa, y posiblemente se puede presentar como consecuencia de ello, la pérdida tanto de clientes que deciden no contratar nuevamente sus servicios o de aquellos que advertidos por terceros prefieren no arriesgarse.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA DE LA INGENIERÍA DE VALOR

La filosofía de la Ingeniería de Valor es tomar al proyecto desde el punto de vista del valor para el propietario o usuario final.

Se aplica un análisis sistemático que identifica las funciones de diversos elementos de un proyecto, buscando satisfacer estas funciones al costo total más bajo sin disminuir la calidad. Una vez determinada la función, se le puede asignar un valor comparándola con otros elementos u operaciones semejantes cuyo costo se conoce de antemano o que se obtiene de bases de datos, costos históricos, y aún en otros tipos de construcción. Finalmente, se lleva a cabo un estudio para proporcionar la función solicitada al costo más bajo.

La técnica de la IV se aplica al proyecto entero, pero se usa más efectivamente cuando el costo de un elemento que pertenece a un proyecto de ingeniería, parece estar más alto en forma poco realista en las primeras etapas del diseño. Puede aplicarse también en las adquisiciones, la construcción o administración de proyectos.

Su uso constante en las tareas repetitivas de la Industria de la Construcción, puede lograr ahorros en los costos de las compañías constructoras, lo que las coloca en una situación ventajosa cuando realizan propuestas o concursan para una obra futura.

En la figura 4.1 se muestra el resumen de la metodología de la IV, aunque posteriormente se desarrollará esta metodología o plan de trabajo paso a paso con la ayuda de un ejemplo práctico.

Específicamente, el ejemplo será determinar la mejor propuesta para la colocación de diez cortinas metálicas en el área del andén de carga y descarga de una nave industrial. Esto llevado a cabo en la etapa de construcción, sin que en la fase de diseño y en el contrato se haya aplicado y especificado respectivamente la IV, tan solo se lleva a cabo como una aportación para lograr ahorros en los costos de este concepto.

FASE	OBJETIVO	PREGUNTAS	TÉCNICA
1.	Recopilación de información	¿Qué se va a estudiar? ¿Qué es? ¿Qué hace? ¿Cuánto cuesta? ¿Cuál es su costo / beneficio?	Identificar los elementos de alto costo Identificar las áreas de ahorros potenciales Obtener la información de las mejores fuentes
2.	Análisis de funciones	¿En que otra parte se puede realizar la función?	Identificar las funciones primarias y secundarias Reunir todos los costos disponibles Dar valor monetario a las funciones Trabajar sobre conceptos específicos
3.	Formulación de costos funcionales	¿Qué otra cosa podría desempeñar la función? ¿Cuánto cuestan las alternativas? ¿Cuál es la menos costosa?	Evaluar por comparación Evaluar por función
4.	Selección del mejor concepto	¿Cuál es la mejor alternativa? ¿Cuál será el posible ahorro?	Reunir hechos convincentes Seleccionar la mejor alternativa
5.	Optimización de costos	¿Es factible mejorar los costos de la propuesta?	Analizar minuciosamente la propuesta en busca de una mejora en su costo
6.	Planificación e implantación	¿Quiénes se encargarán de la implantación? ¿Qué recursos extras se requerirán?	Poner el plan en acción Resolver los problemas Expeditar la acción
7.	Seguimiento e informe de resultados	¿Funciona la alternativa? ¿Costo real?	Solicitar retroalimentación Presentar informes

Figura 4.1 Resumen del plan de trabajo de la Ingeniería de Valor

4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Una de las partes críticas en la solución de cualquier problema, es contar con los datos que reflejen lo más fielmente posible el fenómeno que se estudia.

Si no se cuenta con los datos necesarios para analizar un problema, o si estos son incorrectos, será muy difícil encontrar una solución efectiva. Una buena solución, generalmente se soporta por un análisis completo del problema.

En esta fase se identifican todas las áreas del proyecto factibles de investigación. Es necesario que se elabore un plan de trabajo que permita el uso óptimo de los recursos económicos y humanos requeridos.

La conformación de un equipo multidisciplinario en donde participen todos los responsables encargados de las tomas de decisiones es una de las piezas claves para alcanzar el éxito. La razón de su importancia es que más y mejores ideas tienden a ser generadas.

Aquellos conceptos que tienen posibilidad de ahorro potencial se establecen sobre las siguientes bases:

1. Razón de costo/valor
2. Satisfacer la ecuación inversión / rendimiento
3. Tiempo requerido para investigar y analizar
4. Tiempo y posibilidad de implantar los resultados potenciales

Se deben seleccionar los elementos de ingeniería de proyecto a ser estudiados y planear la siguiente estrategia:

1. Integración el equipo
2. Asignación de recursos
3. Fijación de metas
4. Fijación de puntos de control

Durante la fase de recopilación de la información uno de los primeros pasos será, además de identificar los diversos conceptos del proyecto con mayores posibilidades de ahorro, ordenarlos por prioridad respecto a su potencial de ahorro.

Para obtener la mayor información posible del concepto en estudio se debe contestar la siguiente serie de preguntas:

1. ¿Qué es?
2. ¿Qué hace?
3. ¿Cuál es su costo?
4. ¿Cuál es su costo/beneficio?

Se requiere aplicar en gran medida: ingenio, esfuerzo e imaginación para responder a estas preguntas. En base a las respuestas obtenidas, se puede revalorizar el criterio y limitaciones del diseño original, y determinar si aún es aplicable.

Los rápidos avances de la tecnología requieren que los encargados de aplicar la IV se mantengan al día de las nuevas ideas y técnicas. En países desarrollados continuamente surgen nuevos avances en la tecnología de la construcción, y en ocasiones tarda tanto tiempo en dar inicio la construcción del proyecto, que pudieran haberse desarrollado nuevos sistemas constructivos o materiales que podrían favorecer de manera significativa una reducción de costos. Por lo tanto, es necesario asegurarse que se recabe la información más actualizada.

▪ **Ejemplo de aplicación**

El ejemplo para ilustrar esta fase y las subsecuentes, será la instalación de diez cortinas metálicas en el andén de carga y descarga en una nave industrial, las cuales deben cubrir claros de 2.80 x 2.40 metros, permitiendo el libre acceso de carga y descarga de los vehículos mediante montacargas y patines hidráulicos. En un principio, la propuesta del proyectista fue la de construirlas por medio tiras de lámina para cortina tipo europeo calibre 24, remachadas en canal continuo, acabado en pintura horneada, con la finalidad de que resistiesen de manera adecuada el uso normal y sobre todo el ataque de factores naturales como la corrosión provocada por el agua de lluvia, además de contar con un sistema automatizado que permitiese su apertura y cierre automático. Se presenta el detalle en la figura 4.2.

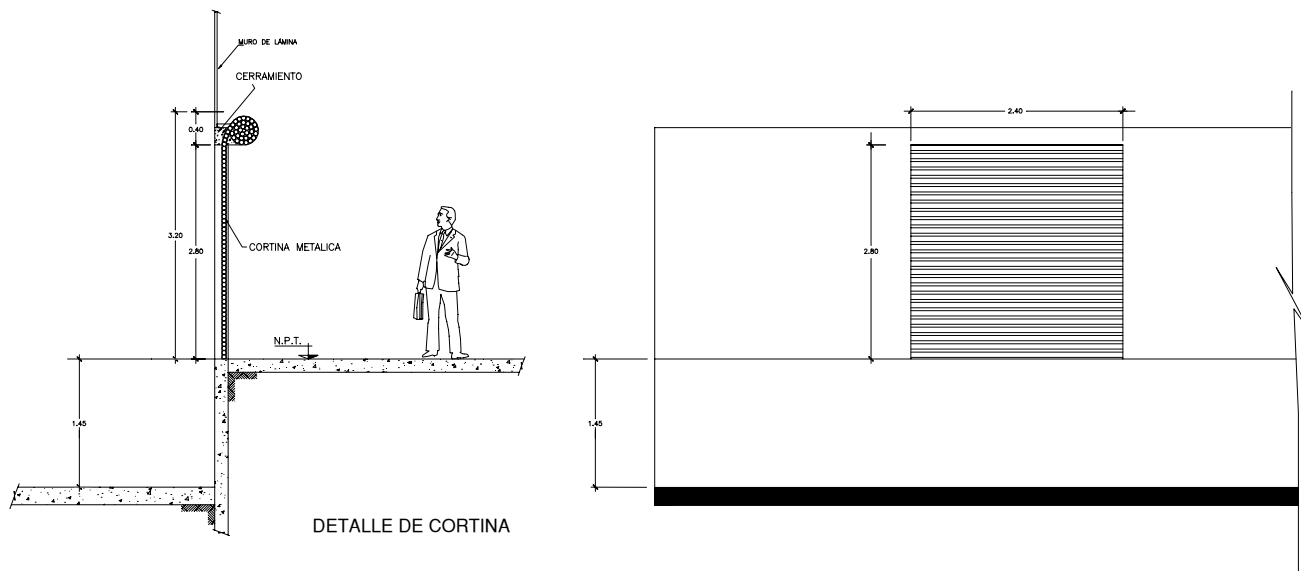



Figura 4.2 Detalle de la cortina metálica

Se estima una vida útil de la cortina metálica con estas características de 10 años en el operador o motor del mecanismo de cierre y apertura, de 15 años en el sistema mecánico y acabados, siempre y cuando reciban un trato adecuado y la aplicación de un engrasado en sus partes móviles por lo menos de una vez por año.

Para su instalación, además se deberá contar con una salida eléctrica a 220 volts de corriente normal.

El precio unitario de cada cortina es de \$12,647.82, considerando los costos directos, costos indirectos, financiamiento y utilidad, éste análisis se presenta en la matriz de la figura 4.3.

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Concurso No. SAHUCEL-01	
Obra: CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA, GUANAJUATO	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: CORT1 HERR-05 Unidad: pza

Cortina metálica con mecanismo automático para enrollarse, fabricada en tira de lámina europea acabada en pintura horneada, calibre 24 de 2.80 x 2.40 metros, incluye: instalación, desperdicios, acarreos, mano de obra, equipo y herramienta

MATERIALES

Tira de cortina pintro cal 20 color arena de 3.05 mts	pza	\$90.30	22.00	\$1,986.60	19.69%
Resorte 3/16"x40x1/4"x1.20 mts	pza	\$143.20	2.00	\$286.40	2.84%
Chumacera para cortina	pza	\$35.80	2.00	\$71.60	0.71%
Carrilera	pza	\$62.50	2.00	\$125.00	1.24%
Bombo 1/2"	pza	\$332.60	1.00	\$332.60	3.30%
Pasador para cortina	pza	\$15.00	2.00	\$30.00	0.30%
Aldaba de piso	pza	\$32.15	2.00	\$64.30	0.64%
Mecanismo impulsor HGF-152	pza	\$6,230.00	1.00	\$6,230.00	61.75%
Subtotal: MATERIALES				\$9,126.50	90.46%

MANO DE OBRA

1 Oficial herrero + 1 Ayudante + 0.10 de Cabo	jor	\$410.43 /	0.65	\$631.43	6.26%
1 Oficial electricista + 1 Ayudante + 0.10 de Cabo	jor	\$427.35 /	1.50	\$284.90	2.82%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$916.33	9.08%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

Planta de soldar Miller	hora	\$4.72	4.00	\$18.88	0.00%
Herramienta menor	(%)mo	\$916.33	0.03	\$27.49	0.27%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$46.37	0.46%
Costo directo				\$10,089.20	100.00%
Indirecto	12%			\$1,210.70	
Financiamiento	3%			\$339.00	
Utilidad	10%			\$1,008.92	
Precio Unitario				\$12,647.82	

(* DOCE MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y SIETE PESOS 82/100 MN. *)

Figura 4.3 Análisis del precio de la cortina metálica del proyecto original

4.2. ANÁLISIS DE FUNCIONES

Después de reunir y comprender toda la información pertinente sobre el tema, ahora es posible realizar una evaluación real funcional de los conceptos mediante el siguiente proceso:

1. Definir la función utilizando un nombre y un verbo, determinar la función primaria y secundaria
2. Determinar el costo del elemento, dividirlo entre las funciones primarias y secundarias

La función básica es definida como el propósito específico o destinado de un material, concepto o diseño, es la razón de su existencia, por lo que dará solución a los requisitos del cliente o usuario.

Por el contrario, las funciones secundarias no resultan esenciales para la aplicación deseada del diseño y no contribuye directamente al desempeño de las funciones básicas.

Algunos diseños tienen componentes que desempeñan tanto funciones primarias como secundarias.

▪ Ejemplo de aplicación

En esta fase se analizan los elementos que conforma la cortina metálica, comenzaremos con definirlos mediante un nombre y un verbo, además se analizará si la función del concepto es primaria (P) o secundaria (S). El valor es asignado sólo a aquellos componentes que tienen una función básica, por el contrario, se considera que los elementos que desempeñan funciones secundarias no aportan valor.

El resumen de este análisis a costo directo se presenta en la figura 4.4.

CANT.	ELEMENTO	VERBO	NOMBRE	FUNCIÓN	COSTO	VALOR	%
22	Tira metálica	Divide	Espacio	P	\$ 1,986.60	\$ 1,986.60	19.69%
2	Resortes	Retorna	Cortina	P		\$ 286.40	2.84%
2	Chumacera	Recibe	Lubricante	S	\$ 71.60		0.71%
2	Carrileras	Guía	Tiras	P	\$ 125.00	\$ 125.00	1.24%
1	Bombos	Permite	Giro	P	\$ 332.60	\$ 332.60	3.30%
2	Pasador	Asegura	Cortina	S	\$ 30.00		0.30%
2	Aldaba de piso	Asegura	Cortina	S	\$ 64.30		0.64%
1	Mecanismo impulsor	Acciona	Cortina	S	\$ 6,230.00		61.75%
	Mano de obra	Construye	Cortina	P	\$ 916.33	\$ 916.33	9.08%
	Herramienta	Facilita	Construcción	S	\$ 46.37		0.46%
	TOTALES				\$10,089.20	\$ 3,646.93	100.00%

Figura 4.4 Análisis de funciones

Con la información obtenida del análisis, se determinan los índices o proporciones de valor, el cual se define por medio de la siguiente ecuación:

$$IV = \frac{\text{Costo total del concepto}}{\text{Valor de las funciones}}$$

Sustituyendo valores:

$$IV = \frac{10,089.20}{3,646.93} = 2.92$$

Se toma como regla que, valores superiores a 2, significan la posibilidad de ahorros sustanciales.

Para nuestro ejemplo, el índice con valor de 2.92 señala que se pueden realizar algunos cambios en el concepto para mejorar el costo / valor, además se puede notar en el análisis que, elementos como las tiras metálicas y el mecanismo impulsor representan juntos el 81.44% del costo total. En el caso particular del mecanismo impulsor, su función se considera como secundaria. En estos conceptos, efectuaremos el análisis que determine una mejora en el costo, para ello nos será de gran utilidad el realizar una comparación de las ideas generadas para la mejora en el concepto en estudio con sus respectivas ventajas y desventajas (figura 4.5).

No	IDEA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1.	Cambiar las tiras metálicas de acabado en pintura horneada por tiras en acabado zintro	Reducción de costo	Tendrá un ciclo de vida un poco menor
2.	Eliminar el mecanismo impulsor automático por un mecanismo de impulso manual	Reducción de costo	Disminución de la velocidad en la apertura y cierre de la cortina
3.	Utilizar tiras metálicas de lámina negra, utilizando 3 tiras de lamina zintro en la parte inferior de la cortina	Reducción de costo	Se tendrá que proteger con primario anticorrosivo y pintura de esmalte

Figura 4.5 Comparación de ideas

4.3. FORMULACIÓN DE COSTOS FUNCIONALES

Aquí se buscan alternativas que puedan sustituir a los conceptos, elementos o materiales identificados en la fase anterior. Debe investigarse cuidadosamente cada idea de una manera libre; las funciones deben simplificarse y ajustarse a los requerimientos y a las normas, además se deberán hacer comparaciones funcionales y sencillas entre los elementos en estudio y otros conceptos, aun en aquellos que se utilizan en otro tipo de industrias.

Los elementos típicos que se hayan desarrollado con anterioridad y que han demostrado ser altamente confiables se considerarán también cuando sea apropiado, ya que su adopción resulta ser menos costosa que el desarrollo de uno nuevo adaptado al cliente.


Es recomendable utilizar productos, materiales y procesos ya consolidados, evitando “volver a inventar la rueda”.

Después de éste estudio exhaustivo, los resultados se modifican y se refinan. Se eliminan las soluciones poco prácticas antes de pasar a la siguiente fase.

▪ Ejemplo de aplicación

Del cuadro comparativo de ideas manejado en la fase anterior, se estudia la posibilidad de sustituir las tiras metálicas y el mecanismo impulsor por elementos que realicen la misma función pero con un menor costo. Si se cuenta con costos históricos, se puede echar mano de ellos para disminuir el tiempo empleado en la búsqueda de costos, de lo contrario se tendrán que realizar los análisis de precios unitarios respectivos como los que a continuación se presentan (Figuras 4.6 y 4.7).

La primera opción considera sustituir las tiras metálicas de acabado en pintura horneada por tiras metálicas en acabado zintro, mientras que para la segunda opción se maneja también un cambio de tiras metálicas de lámina negra. En ambos casos se maneja cambiar el mecanismo impulsor eléctrico por un mecanismo de impulso manual.

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Concurso No. SAHUCEL-01	
Obra: CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: CORT2 HERR-10 Unidad: pza

Cortina metálica con mecanismo de impulso para enrollarse, fabricada en tira de lámina europea acabado zintro calibre 24 de 2.80 x 2.40 metros, incluye: instalación, materiales, acarreos, desperdicios, mano de obra, equipo y herramienta

MATERIALES

Tira de cortina zintro cal 20	pza	\$80.00	22.00	\$1,760.00	52.71%
Resorte 3/16"x40x1/4"x1.20 mts	pza	\$143.20	2.00	\$286.40	8.58%
Chumacera para cortina	pza	\$35.80	2.00	\$71.60	2.14%
Carrilera	pza	\$62.50	2.00	\$125.00	3.74%
Bombo 1/2"	pza	\$332.60	1.00	\$332.60	9.96%
Pasador para cortina	pza	\$15.00	2.00	\$30.00	0.90%
Aldaba de piso	pza	\$32.15	2.00	\$64.30	1.93%
Subtotal: MATERIALES				\$2,669.90	79.96%

MANO DE OBRA


1 Oficial herrero + 1 Ayudante + 0.10 de Cabo	jor	\$410.43 /	0.65	\$631.43	
Subtotal: MANO DE OBRA				\$631.43	18.91%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

Planta de soldar Miller	hora	\$4.72	4.00	\$18.88	0.57%
Herramienta menor	(%)mo	\$631.43	0.03	\$18.94	0.57%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$37.82	1.13%
Costo directo				\$3,339.15	100.00%
Indirecto	12%			\$400.70	
Financiamiento	3%			\$112.20	
Utilidad	10%			\$333.92	
Imprevistos	0%				
Precio Unitario				\$4,185.96	

(* CUATRO MIL CIENTO OCHENTA Y CINCO PESOS 96/100 MN. *)

Figura 4.6 Análisis de PU de la cortina metálica 1ª alternativa

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Concurso No. SAHUCEL-01	
Obra: CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: CORT2 HERR-10 Unidad: pza						
Cortina metálica con mecanismo de impulso para enrollarse, fabricada en lámina negra calibre 20 de 2.80 x 2.40 metros, incluye: 3 tiras en la parte inferior de lámina galvanizada, instalación, materiales, desperdicios, acarreo, mano de obra, equipo y herramienta						
MATERIALES						
	Tira para cortina negra cal 20	pza	\$65.30	19.00	\$1,240.70	34.49%
	Tira de cortina zintro cal 20	pza	\$80.00	3.00	\$240.00	6.67%
	Resorte 3/16"x40x1/4"x1.20 mts	pza	\$143.20	2.00	\$286.40	7.96%
	Chumacera para cortina	pza	\$35.80	2.00	\$71.60	1.99%
	Carrilera	pza	\$62.50	2.00	\$125.00	3.47%
	Bombo 1/2"	pza	\$332.60	1.00	\$332.60	9.24%
	Pasador para cortina	pza	\$15.00	2.00	\$30.00	0.83%
	Aldaba de piso	pza	\$32.15	2.00	\$64.30	1.79%
	Thinner	litro	\$10.50	3.35	\$35.18	0.98%
	Pintura primario anticorrosivo color	litro	\$33.60	3.80	\$127.68	3.55%
	Pintura de esmalte 100	litro	\$52.00	4.50	\$234.00	6.50%
	Subtotal: MATERIALES				\$2,787.46	77.48%
MANO DE OBRA						
	1 Oficial herrero + 1 Ayudante + 0.10 de Cabo	jor	\$410.43 /	0.65	\$631.43	
	1 Oficial pintor + 1 ayudante + 0.10 de cabo	jor	\$410.43 /	3.00	\$136.81	
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$768.24	21.35%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	Planta de soldar Miller	hora	\$4.72	4.00	\$18.88	0.52%
	Herramienta menor	(%)mo	\$768.24	0.03	\$23.05	0.64%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$41.93	1.17%
	Costo directo				\$3,597.62	100.00%
	Indirecto	12%			\$431.71	
	Financiamiento	3%			\$120.88	
	Utilidad	10%			\$359.76	
	Imprevistos	0%				
	Precio Unitario				\$4,509.98	
	(* CUATRO MIL QUINIENTOS NUEVE PESOS 98/100 MN *)					

Figura 4.7 Análisis de PU de la cortina metálica 2ª alternativa

4.4. SELECCIÓN DEL MEJOR CONCEPTO

En base a un enfoque creativo, se analizan las posibles soluciones resultantes de la fase anterior. Se comparan estrechamente estas alternativas, ponderando las ventajas y desventajas, agrupando los costos en orden, y haciendo comparación con listas de comprobación para asegurarse que satisfacen todos los requisitos funcionales.

Habiendo establecido las mejores ideas generadas por el equipo de IV, ahora tienen que desarrollarse soluciones prácticas, respondiendo principalmente a las siguientes preguntas:

1. ¿Cumplen con todos los requisitos?
2. ¿Cuál es el costo de cada elemento alternativo?
3. ¿Existen problemas para su implantación?
4. ¿Cuáles son los ahorros?

Durante este proceso es de gran ayuda utilizar los servicios de expertos en el campo de estudio para que aconsejen en los aspectos técnicos y económicos de las conclusiones generadas.

▪ Ejemplo de aplicación


Para seleccionar el mejor concepto, además de tomar en cuenta el costo, se consideran otros tipos de repercusiones que influirán en torno al proyecto, estas se enlistan en la figura 4.8, para que posteriormente se realice el análisis que determina la selección del mejor concepto.

No	ALTERNATIVA	COSTO	AHORRO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1.	Tiras de lámina zintra con mecanismo de impulso manual	\$4,185.96	\$ 8,461.86	Reducción en el costo	Un período menor de duración
2.	Tiras de lámina negra con mecanismo de impulso manual	\$ 4,509.98	\$ 8,137.84	Reducción en el costo	Renovación periódica de la pintura para protegerla de los factores del medio ambiente

Figura 4.8 Tabla comparativa de opciones

Selección del mejor concepto

De la alternativa No 1, se puede decir que desempeña perfectamente la función principal, que es la de otorgar seguridad y permitir la salida y entrada de mercancía, se alcanza un ahorro del 66.90 % con respecto a la propuesta original, al no contar con el mecanismo impulsor, el costo de mantenimiento se reduce a engrasar las partes móviles una vez por año y además puede ser realizado fácilmente por el personal de mantenimiento. Se estima un ciclo de vida útil aproximado de 12 años. Por requerimiento del cliente, se debe contar con un fondo color blanco para rotular el logotipo de su empresa, por lo que el costo se incrementaría a \$4,721.99, según el análisis de costo de la matriz de la figura 4.9. El ahorro alcanzado sería entonces del 62.66%.

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Concurso No. SAHUCEL-01	
Obra: CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: CORT2 HERR-10 Unidad: pza

Cortina metálica con mecanismo de impulso para enrollarse, fabricada en lámina zintro calibre 20 de 2.80 x 2.40 metros, incluye: aplicación de cromato de zinc, pintura de esmalte, instalación, materiales, desperdicios, acarreo, mano de obra, equipo y herramienta

MATERIALES

Tira de cortina zintro cal 20	pza	\$80.00	22.00	\$1,760.00	46.72%
Resorte 3/16"x40x1/4"x1.20 mts	pza	\$143.20	2.00	\$286.40	7.60%
Chumacera para cortina	pza	\$35.80	2.00	\$71.60	1.90%
Carrilera	pza	\$62.50	2.00	\$125.00	3.32%
Bombo 1/2"	pza	\$332.60	1.00	\$332.60	8.83%
Pasador para cortina	pza	\$15.00	2.00	\$30.00	0.80%
Aldaba de piso	pza	\$32.15	2.00	\$64.30	1.71%
Thinner	litro	\$10.50	3.35	\$35.18	0.93%
Pintura de esmalte 100	litro	\$52.00	4.50	\$234.00	6.21%
Cromato de Zinc	litro	\$87.50	0.20	\$17.50	
Subtotal: MATERIALES				\$2,956.58	78.49%

MANO DE OBRA

1 Oficial herrero + 1 Ayudante + 0.10 de	jor	\$410.43 /	0.65	\$631.43	
1 Oficial pintor + 1 ayudante + 0.10 de	jor	\$410.43 /	3.00	\$136.81	
Subtotal: MANO DE OBRA				\$768.24	20.40%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

Planta de soldar Miller	hora	\$4.72	4.00	\$18.88	0.50%
Herramienta menor	(%)mo	\$768.24	0.03	\$23.05	0.61%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$41.93	1.11%
Costo directo				\$3,766.74	100.00%
Indirecto	12%			\$452.01	
Financiamiento	3%			\$126.56	
Utilidad	10%			\$376.67	
Imprevistos	0%				
Precio Unitario				\$4,721.99	

(* CUATRO MIL SETECIENTOS VEINTIÚN PESOS 99/100 MN. *)

Fig. 4.9 Análisis de PU de la cortina metálica 1ª alternativa modificada

En lo referente a la alternativa No 2, aquí se logra ahorrar un 64.34% respecto al costo del catálogo de conceptos original. Al igual que la opción No 1, desempeña la función principal y su mantenimiento es mínimo. El ciclo de vida es alrededor de 10 años, lo cual se logra al colocar las tres tiras de lámina zintro en la parte inferior, reduciendo en forma efectiva la aparición de la corrosión debida al rebote del agua de lluvia. Al aplicar la capa protectora de esmalte se obtendría el fondo color blanco que el cliente requiere.

En lo que respecta al mecanismo impulsor, los tiempos requeridos para carga y descarga serán alrededor de media a una hora, ya que se trata, en su gran mayoría, de vehículos de 30 toneladas de capacidad, por lo tanto se puede prescindir de él, ya que no es necesario una apertura y cierre a gran velocidad.

Si se analiza el costo que representaría anualmente con respecto a la vida útil de cada opción, se tiene lo siguiente:

No	ALTERNATIVA	COSTO TOTAL	VIDA ÚTIL (años)	COSTO ANUAL
1.	Tiras de lámina zintro con mecanismo de impulso manual	\$4,721.99	12	\$ 393.79
2.	Tiras de lámina negra con mecanismo de impulso manual	\$ 4,509.98	10	\$ 450.99

Figura 4.10 Tabla comparativa costo / vida útil

En éste análisis no se ha tomado en cuenta el costo por mantenimiento, ya que es similar en ambos casos y además no es representativo.

Al comparar los costos anuales se tiene que al final la alternativa No 1 es la que ofrece la mejor relación calidad - costo con respecto a la propuesta No 2, puesto que el tipo de materiales que la conforman garantizan mayor durabilidad a un costo menor y cumple con todos los requerimientos del cliente.

4.5. OPTIMIZACIÓN DE COSTOS

En esta etapa en la que contamos con toda seguridad con la mejor opción, que nos garantiza el costo más bajo sin haber sacrificado la calidad, lo que se persigue es optimizar aún más el costo del concepto elegido, teniendo especial atención en no desvalorizarlo ni "castigar" demasiado los precios. Esto se consigue llevando a cabo una revisión detallada de los costos de los materiales, mano de obra, equipo y herramienta que integran dicho concepto.

Se inicia un proceso con el apoyo de las herramientas que nos brinda la Ingeniería de Costos, se revisa el concepto de manera general con un análisis de tipo paretiano para encontrar áreas de oportunidad de ahorro que aseguren el abatimiento de costos en una proporción adecuada y de forma real.

El siguiente paso es determinar si es factible la disminución en los costos de los elementos elegidos, en el caso de los materiales, se deben buscar proveedores que nos ofrezcan mejores precios sin olvidarse de la calidad y el servicio, puesto que de poco nos valdrá un mejor precio si no contamos a tiempo con los materiales en el sitio donde se llevará a cabo la construcción, (llámese obra o taller), y además si éstos se encuentran dañados o con defectos de fabricación. En cuanto a la mano de obra, la forma más acertada de reducir costos es la de mejorar rendimientos aplicando diversas técnicas, de lo cual se encarga de llevarlo a cabo en forma directa el personal de residencia, por lo que resulta de gran valor la experiencia del o los analistas en éste rubro. Si la herramienta o equipo es factor importante para la optimización del costo total del concepto se debe trabajar al respecto, ya sea rentando el equipo más adecuado en las mejores condiciones de costo y servicio, o tal vez analizando la posibilidad, sea conveniente realizar su compra.

Por último se somete a un recálculo de costos toda la información obtenida en un análisis de precio unitario obteniéndose el costo optimizado.


▪ Ejemplo de aplicación

Un análisis paretiano del concepto seleccionado (figura 4.9), nos indica que los insumos de mayor peso porcentual son las tiras de cortina galvanizada (46.72%) y las cuadrillas de mano de obra (20.40%), juntas representan el 67.12% del costo total.

Después de una negociación con el proveedor, la obtención de un mejor precio en las tiras metálicas resulta posible en este caso específico, gracias a que la obra se ha ganado y se garantiza la compra y el pago de contado. El descuento adicional pactado es de un 8%, y entonces el precio final por pronto pago será de \$74.40 por cada tira metálica.

Por lo que hace a la mano de obra, para mejorar su rendimiento se ha propuesto la construcción de las cortinas en los talleres en donde se llevará a cabo la fabricación de la estructura metálica, esto durante las últimas etapas para que al ser terminadas se transporten a la obra conjuntamente con los últimos elementos de la estructura. El rendimiento de la cuadrilla se ha estimado en una jornada para la construcción de una cortina.

El costo último será entonces de \$ 4,282.19 (figura 4.11), con ahorro del 9.31% respecto al último análisis de precios unitarios.

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Concurso No. SAHUCEL-01	
Obra: CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA, GUANAJUATO	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: CORT2 HERR-10 Unidad: pza						
Cortina metálica con mecanismo de impulso para enrollarse, fabricada en lámina zintro calibre 20 de 2.80 x 2.40 metros, incluye: aplicación de cromato de zinc, pintura de esmalte, instalación, materiales, desperdicios, acarreo, mano de obra, equipo y herramienta						
MATERIALES						
	Tira de cortina zintro cal 20	pza	\$74.40	22.00	\$1,636.80	47.92%
	Resorte 3/16"x40x1/4"x1.20 mts	pza	\$143.20	2.00	\$286.40	8.38%
	Chumacera para cortina	pza	\$35.80	2.00	\$71.60	2.10%
	Carrilera	pza	\$62.50	2.00	\$125.00	3.66%
	Bombo 1/2"	pza	\$332.60	1.00	\$332.60	9.74%
	Pasador para cortina	pza	\$15.00	2.00	\$30.00	0.88%
	Aldaba de piso	pza	\$32.15	2.00	\$64.30	1.88%
	Thinner	litro	\$10.50	3.35	\$35.18	1.03%
	Pintura de esmalte 100	litro	\$52.00	4.50	\$234.00	6.85%
	Cromato de Zinc	litro	\$87.50	0.20	\$17.50	
	Subtotal: MATERIALES				\$2,833.38	82.95%
MANO DE OBRA						
	1 Oficial herrero + 1 Ayudante + 0.10 de	jor	\$410.43 /	1.00	\$410.43	
	1 Oficial pintor + 1 ayudante + 0.10 de jor		\$410.43 /	3.00	\$136.81	
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$547.24	16.02%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	Planta de soldar Miller	hora	\$4.72	4.00	\$18.88	0.55%
	Herramienta menor	(%)mo	\$547.24	0.03	\$16.42	0.48%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$35.30	1.03%
	Costo directo				\$3,415.91	100.00%
	Indirecto	12%			\$409.91	
	Financiamiento	3%			\$114.77	
	Utilidad	10%			\$341.59	
	Precio Unitario				\$4,282.19	
(* CUATRO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 19/100 MN. *)						

Figura 4.11 Análisis de PU de la cortina metálica 1ª alternativa optimizada

4.6. PLANIFICACIÓN E IMPLANTACIÓN

Esta fase es muy importante, ya que es donde se aplican las soluciones alternativas de la IV al diseño global del proyecto.

Todo cambio, modificación y en general toda la información generada durante el proceso de aplicación de la IV, debe proporcionarse al personal encargado de llevar a cabo su ejecución. Generalmente es el residente de obra el responsable de coordinar, supervisar y controlar la ejecución de las actividades evaluadas.

Tal vez sea necesario realizar algunos cambios en el programa de obra, mismos que en la medida de lo posible, debe procurarse no afecten de manera significativa el desarrollo del resto de las actividades, para lo cual, la entrega a tiempo de la información juega un papel importante.

Volviendo al ejemplo, la aplicación de los cambios tendrá además de los beneficios en la reducción de costos, un efecto positivo en cuanto al cumplimiento de tiempos de ejecución, ya que al eliminar el mecanismo automático, se cancelan otras actividades como es el caso de las salidas eléctricas que lo alimentarían. El resto de la actividad prácticamente se conserva igual y finalmente en la figura 4.12 se presenta la ejecución del mejor concepto optimizado.



Fig. 4.12 Ejecución del mejor concepto

4.7. SEGUIMIENTO E INFORME DE RESULTADOS

Para asegurar la efectividad, se recomienda un procedimiento de seguimiento para informar sobre los éxitos o fracasos técnicos y de costos. Debe buscarse la retroalimentación de todo el personal implicado en la incorporación de las recomendaciones de la IV, permitiendo que se validen o auditen los resultados.

Resulta lógico que se ponga especial atención en las actividades que se hayan creado, suprimido o modificado debido a la aplicación de la IV. Los resultados (buenos o malos), obtenidos durante el proceso de ejecución, son el parámetro que se utiliza para calificar la utilización de esta metodología.

La residencia de obra deberá entregar informes durante el proceso y al final de la ejecución de las actividades. Esta información fidedigna soportará la aplicación de la IV para otra obra a futuro.

La tabla 4.13 resume los resultados generados por los cambios propuestos por la IV. Los costos debidos a la implantación de los cambios no se definen, pero se consideran mínimos, ya que su efecto no demanda un mayor tiempo adicional.

ÁREA DE ESTUDIO	COSTOS FINALES
Costo de las actividades antes del estudio de la Ingeniería de Valor (10 cortinas metálicas)	\$ 126,478.20
Ahorros esperados por la aplicación de la Ingeniería de Valor (15 % del costo original)	\$ 18,971.73
Ahorros netos logrados (10 cortinas metálicas)	\$ 83,656.30

Figura 4.13 Resumen de la aplicación de la Ingeniería de Valor

CAPÍTULO 5

APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE VALOR EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL

5.1. LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIAL

En los últimos años, en nuestro país se ha registrado un crecimiento considerable y constante en la actividad industrial, el cual a su vez ha beneficiado de forma directa y significativa a la industria de la construcción, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, en el año 2004 la actividad industrial observó un crecimiento de un 3.9%, y la industria de la construcción un 5.9% con respecto al año 2003, para el año en curso el Banco de Desarrollo Nacional Financiero pretende destinar un presupuesto 20% mayor al que invirtió durante el 2004.

La creación cada vez mayor y de mejores parques industriales contribuye al desarrollo de la infraestructura del país.

Las 10 principales razones que han dado lugar al aumento de demanda de parques industriales en nuestro país son las siguientes:

1. **Estándares mundiales de producción:** México ha incrementado sus estándares de productividad, eficiencia y calidad, con ello logra un lugar importante dentro de los principales países productores, con todo y la enorme competencia proveniente de los países asiáticos.
2. **Tratados de libre comercio:** Los cuales se han acordado con 32 naciones alrededor del mundo, incluyendo el Tratado de Libre Comercio con Norteamérica y el Tratado con La Unión Europea, lo cual convierte al a México en un centro muy atractivo para el comercio.
3. **Mano de obra joven:** Se cuenta con mano de obra joven y capacitada (60% de esta mano de obra esta por debajo de los 25 años). Las instituciones de educación están orientando sus esfuerzos a incrementar sus niveles en la capacitación técnica, adecuando sus programas a los requerimientos de los sectores industriales.
4. **Integración productiva:** México comparte una frontera de 3,152 kilómetros con los Estados Unidos de Norteamérica, facilitando la aplicación de los programas transfronterizos, ayudando a la reducción de costos y gastos de operación para muchas compañías.
5. **Atractivo mercado interior:** Con más de cien millones de consumidores potenciales, con un grado de interés alto por todo tipo de productos.
6. **Ambiente económico y político estable:** Mismos que buscan inversionistas alrededor del mundo.
7. **Abundancia de recursos naturales y materiales:** El país cuenta con abundantes recursos naturales y materiales en todo su territorio.

8. **Localización geográfica y estratégica:** Es el país indicado para la ubicación de aquellas empresas deseosas de reducir costos y tiempos en la venta de sus productos a los mercados de Norteamérica, Centroamérica, Sudamérica y el Caribe.
9. **Infraestructura en telecomunicaciones:** En años recientes se han desarrollado de manera importante las telecomunicaciones, fibra óptica y sistemas satelitales, permitiendo a las empresas estar comunicadas eficazmente.
10. **Logística:** La inversión en el desarrollo de vías terrestres, terminales multimodales, cruces fronterizos, infraestructura en centros de distribución, ha propiciado la eficacia de la entrega del producto terminado al cliente final.

La construcción de parques industriales correctamente planeados trae consigo una serie de ventajas como lo son: se crean fuentes temporales y permanentes de empleo, aumentan la oferta de bienes de consumo, proporcionan y fomentan la modernización, incrementan la competitividad de la planta industrial, contribuyen a la preservación ecológica, fomentan la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico, reducen el consumo de agua, incrementan la recaudación fiscal, constituyen una solución integral al problema del ordenamiento industrial y en general, elevan el nivel de vida de la comunidad en que se establecen.

Además de evolucionar a la par de la industria, otras de las misiones de los parques industriales son la de estar en condiciones de ofrecer la infraestructura, urbanización y servicios de la mejor calidad, sin olvidarse de asegurar la eficiencia, competitividad y una ubicación estratégica, toda vez que los tiempos actuales de globalización de la economía exigen parámetros de nivel internacional y tanto la obra industrial como cualquier otro tipo tienen que tomar su lugar dentro de este contexto.

Es en la norma mexicana NMX-R-046-SCFI-2002, la cual hace referencia a la clasificación de los parques industriales, y cuyo objetivo primordial es el de regular el desarrollo de los parques industriales en nuestro país, así como brindar condiciones favorables para la operación de las empresas que se establezcan en los mismos.

En esta norma se establecen las siguientes definiciones:

Nave industrial

Es la instalación física o edificación diseñada y construida para realizar actividades industriales de producción, transformación, manufactura, ensamble, procesos industriales, almacenaje y distribución.

Parque industrial

Es la superficie geográficamente delimitada y diseñada especialmente para el asentamiento de la planta industrial en condiciones adecuadas de ubicación, infraestructura, equipamiento y de servicios, con una administración permanente para su operación. Busca el ordenamiento de los asentamientos industriales y la desconcentración de las zonas urbanas y conurbanas, hacer un uso adecuado del suelo, proporcionar condiciones idóneas para que la industria opere eficientemente y se estimule la creatividad y productividad dentro de un ambiente confortable. Además, coadyuva a las estrategias de desarrollo industrial de una región.

En lo que se refiere a servicios el parque industrial debe contar con lo especificado en la figura 5.1.

Servicio	Mínimo	Recomendable
Agua potable y/o de uso industrial	0.5 lits/seg/ha	1.0 lits/seg/ha
Energía eléctrica (tensión media)	150 kva/ha	250 kva/ha
Teléfono	10 líneas/ha	20 líneas/ha
Descarga de aguas residuales	0.5 lits/seg/ha	0.8 lits/seg/ha

Figura 5.1 Tabla de servicios básicos en función de la superficie vendible en parques industriales

Infraestructura y urbanización

- Carriles de aceleración y desaceleración o camino de acceso al parque
- Vialidades pavimentadas de concreto asfáltico o concreto hidráulico
- Guarniciones de concreto
- Alumbrado público suficiente y eficiente en vialidades y banquetas, mínimo de 8 luxes
- Nomenclatura de calles y número oficial
- Áreas verdes, 3 % del área total del parque
- Señalización horizontal y vertical (informativas, restrictivas y preventivas)
- Redes de energía eléctrica, agua potable, teléfonos, drenaje y descarga de aguas residuales
- Planta de tratamiento de aguas residuales

Superficie

El desarrollo industrial debe tener un mínimo de 10 ha de superficie urbanizada para considerarse parque industrial, y se recomienda contar con una reserva de terreno para su crecimiento por lo menos de 10 ha de terreno utilizable.

Terreno industrial

Dentro de un parque industrial todas las edificaciones deben cumplir con las siguientes características:

Densidad de construcción

	Hasta 2004	A partir del 2005
Superficie máxima de desplante	70 %	60 %
Espacios abiertos	30 %	40 %
Superficie de Terreno	100 %	100 %

Se recomienda utilizar materiales de construcción de alta calidad y de carácter permanente para conservar o mejorar la imagen del parque industrial.

Restricciones de construcción

Hasta el año 2004

Distancia mínima al frente de calle o avenida 5.00 m

A partir del 2005

- a) Distancia mínima al frente de calle o avenida 7.00 m
- b) Distancia mínima a colindancias laterales y posterior 5.00 m
- c) Distancia mínima a colindancias con andén de carga 32.00 m

Se recomienda que las áreas de almacenamiento exteriores estén ocultas con una barda o jardinera.

Áreas verdes

Hasta el año 2004 se debe destinar un mínimo del 3 % de la superficie del terreno para uso de áreas verdes.

A partir del 2005 se debe destinar el 5 % mínimo de la superficie del terreno para uso de áreas verdes.

Estacionamientos

A partir del 2005 cada terreno industrial, debe contar con el área de estacionamiento suficiente para albergar dentro de su terreno a los vehículos (autos, bicicletas, transporte de personal, motos, camiones, etc.), que su operación requiera para su personal, directivos, visitantes, clientes, etc., y no invadir otras áreas fuera de su propiedad. El área del estacionamiento debe estar pavimentada o recubierta con gravilla.

Como referencia se pueden utilizar los criterios que a continuación se indican:

- a) 1 Cajón de estacionamiento por cada 200 m² de área de almacenamiento
- b) 1 Cajón de estacionamiento por cada 150 m² de área de producción
- c) 1 Cajón de estacionamiento por cada 50 m² de área de oficinas
- d) 1 Cajón de estacionamiento para trailers por cada 1,000 m² de área de nave industrial
- e) Los andenes de carga no se deben ubicar frente al acceso principal, excepto si el terreno tiene 2 ó más frentes.
- f) El área del cajón de estacionamiento, incluyendo superficie de circulación sea de 25 m² para automóviles.

Reglamento Interno

Para su eficaz funcionamiento todo parque industrial debe contar con un reglamento interno. El reglamento interno sirve para proteger las inversiones y los intereses, tanto de los industriales, como de los promotores, regula el uso del suelo y su desarrollo, conserva su imagen urbana y lo mantiene en buenas condiciones, especifica los criterios de proyecto y construcción de las naves industriales, conserva el valor del inmueble y evita la especulación.

El reglamento interno debe incluirse en la escritura pública del terreno industrial y ser respetado por los industriales, proyectistas, constructores, usuarios y visitantes del parque industrial. La estructura del reglamento interno puede ser modificada de acuerdo a las necesidades específicas de cada parque industrial.

Ubicación relativa

Un elemento de éxito para el parque está definido por la cercanía que dicho desarrollo tiene con los siguientes lugares o servicios:

- a) Zonas habitacionales
- b) Centro de la ciudad
- c) Carretera federal, autopista, línea ferroviaria, aeropuerto o puerto marítimo
- d) Clientes y proveedores
- e) Frontera, terminal de carga y aduana

Se recomienda que el parque industrial esté ubicado cerca de una ciudad media de apoyo con equipamiento urbano de calidad.

Impacto Ambiental

Es requisito obtener la Manifestación de Impacto Ambiental con sus recomendaciones en su modalidad regional.

5.2. ANTECEDENTES PARTICULARES

Grupo Corvi S.A. de C.V., es una empresa mexicana con más de 60 años en el mercado de la comercialización de abarrotos al mayoreo, medio mayoreo y al detalle, con el paso del tiempo se ha logrado consolidar y colocar como uno de los principales líderes en ventas de mayoreo, por lo tanto su necesidad de espacios adecuados para almacenar temporalmente mercancía crece día a día en toda la República Mexicana.

Actualmente, cuenta con una red comercial conformada por 26 centros de distribución, establecidos en 23 entidades federativas, dedicados a distribuir y comercializar por distintos canales abarrotos y productos complementarios.

Para cubrir parte de la demanda en la zona del bajo, desde hace 5 años ha rentado una nave industrial de 3,000 m² en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Debido al incremento en las ventas y por lo tanto, también en los volúmenes de mercancía registrados en los últimos años, las áreas destinadas a almacenaje y oficinas de estas instalaciones resultan ya insuficientes.

Los resultados de las ventas respaldan la construcción de una nave industrial propia, que permita cubrir la demanda actual y un crecimiento anual del 3% promedio en un plazo de 20 años. Para ello se adquirió un terreno de 9,938.03 m² ubicado en la calle Norte 3, lote No 5, manzana 3, Ciudad Industrial Celaya, al nor-oriente de la ciudad de Celaya Guanajuato (figura 5.2).

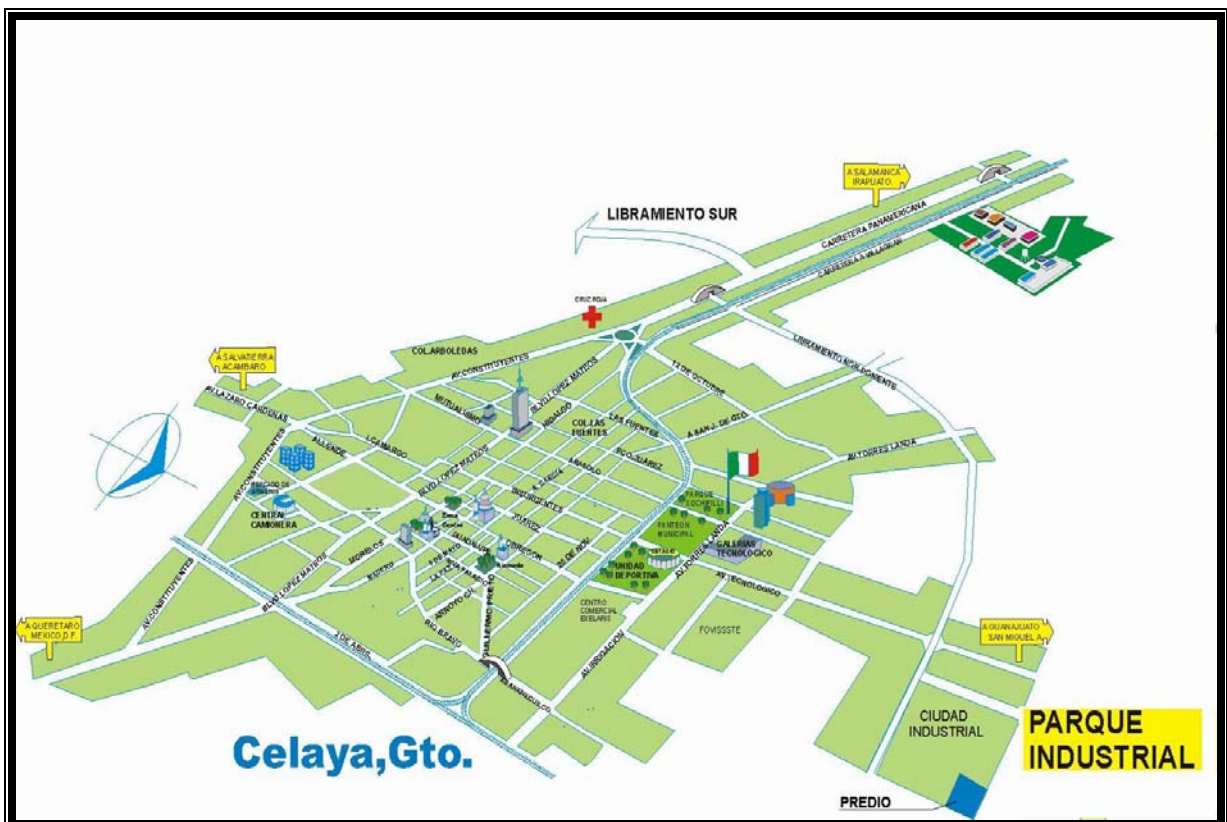


Figura 5.2 Croquis de localización

Características del lugar

La ciudad de Celaya se encuentra ubicada dentro de la región hidrológica del río Lerma - Salamanca, sub-cuenca del río Laja, entre los 101° 48' 55'' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich y a los 20° 31' 24'' de Latitud Norte, su altura sobre el nivel del mar es de mil 752 metros. Limita al Norte con el Municipio de Comonfort, al Este con los de Apaseo el Grande y Apaseo el Alto, al Sur con el de Tarimoro, al Oeste con los de Cortazar y Villagrán y al Noroeste con el de Santa Cruz de Juventino Rosas.

La principal corriente hidrológica del Municipio es el Río Laja, el cual nace en San Felipe y recorre Dolores Hidalgo y Allende, penetra a través de Comonfort por el norte del municipio de Celaya y fluye por el oriente de la ciudad, cruzándola longitudinalmente de Norte a Sur; de ahí gira al poniente para desembocar en el Río Lerma. En el área de Celaya se explotan dos acuíferos, uno inferior termal con temperatura del orden de los 40° C, formado por depósitos volcánicos tobáceos tipo riolítico. El acuífero superior es frío y está formado por un paquete de sedimentos lacustres estratificados y por derrames de rocas volcánicas basálticas. En la mayor parte del área, ambos acuíferos actúan conjuntamente por carecer de un confinante que los separe.

El municipio de Celaya se caracteriza por contar con una superficie extremadamente plana, por lo cual se explica el origen de su nombre que en lengua vasca significa "Tierra Llana". El área del territorio municipal comprende 579.30 Km cuadrados, equivalente al 1.89% de la superficie total del Estado, ésta es una zona libre de sismos, huracanes y volcanes.

El clima que predomina en la región, según la carta de clasificación de Köppen-Geiger, es el semiseco-semicálido (BSlh), con lluvias convencionales en verano y parte de otoño. La temperatura oscila entre los 39 °C y 1 °C, con una media anual de 20.8 °C. La precipitación pluvial máxima en 24 horas es de 56.3 mm y la anual de 573.3 mm.

El municipio cuenta con una infraestructura carretera de 233.4 kilómetros, entre caminos federales, estatales y municipales. Esta extensión de caminos equivale al 2.06% del total de la infraestructura con la que cuenta el Estado. La distancia entre Celaya y la ciudad de México es de 256 km. Al Estado lo cruzan 2 carreteras federales, la 45 y la 57, mejor conocidas como la carretera NAFTA, permitiendo el acceso con todos los puntos estratégicos del País, Estados Unidos y Canadá, facilitando un eficiente flujo comercial. Además, Celaya es la central nacional de carga para toda la república, de las compañías FERROMEX (ferrocarriles mexicanos) y TFM (Transportes ferrocarrileros de México) lo que facilita el traslado de mercancías por ferrocarril.

En cuanto las actividades económicas, la industria reviste gran importancia, ya que se cuenta con establecimientos productores de cajeta y derivados de la leche, empacadoras de carnes frías y legumbres; beneficiadoras de semillas; purificadoras de agua; pasteurizadoras de leche; fabricación de desodorantes, aromatizantes e insecticidas; fabricación de alimentos para animales, muebles y línea blanca, construcción de maquinaria e implementos agropecuarios, industria química, textil y plásticos. Estas empresas se ubican principalmente en las carreteras Celaya-Salamanca, Celaya-Querétaro, Celaya-San Miguel de Allende, siendo éste el asentamiento más importante para la ubicación de la "Ciudad Industrial".

El PIB de Celaya es de seis mil 804 millones de pesos, es decir, el 12.3% del PIB estatal. Las principales divisiones económicas con mayor participación del PIB municipal son: las manufactureras con el 55.9%, el comercio con 25.2% y los servicios privados no financieros con 13.2%.

Las manufactureras son la división económica más importante del Municipio y en el ámbito estatal ocupa una proporción del 11.8 %, por esto es importante mencionar el PIB manufacturero, en el cual los productos metálicos producen el 53.8%, productos alimenticios con 31.2% y sustancias químicas en un 10.9%.

Razones de la ubicación de la obra

Las principales razones que definieron la ubicación de la construcción son las siguientes:

- a) Fácil acceso por medio de vías de comunicación principales como lo son: la Autopista Celaya - León y el libramiento Nor – Poniente de Celaya, los cuales evitan que los camiones de carga tengan que cruzar por el centro de la ciudad, permitiendo con ello una reducción de tiempos de los arribos y salidas de los mismos
- b) La forma del terreno, para el cliente es importante que el terreno cuente con una forma regular, ya que de ésta manera se logra una mejor distribución y aprovechamiento de las áreas requeridas
- c) La topografía del lugar, la cual es aparentemente plana con ligera pendiente descendiente de oriente a poniente
- d) El costo del predio fue un factor relevante para tomar la decisión de llevar a cabo el proyecto, aunque no el más importante
- e) Calidad en los servicios de agua potable, energía eléctrica, seguridad, y administración por parte de la dirección del parque industrial
- f) Cercanía del sitio con zonas habitacionales existentes y de nueva creación, con lo cual se prevé un incremento en cuanto a los clientes de medio mayoreo
- g) La ubicación del predio junto a la Autopista Celaya – León, permite que los clientes potenciales detecten perfectamente la publicidad exterior

Necesidades del cliente

El hecho de contar con un lugar adecuado para almacenar mercancías genera otro tipo de requerimientos complementarios, los cuales permitirán la correcta operación de las instalaciones. Estos requerimientos o necesidades del cliente se resumen a continuación:

- a) Área efectiva de almacenamiento de 5,000.00 m² y una altura mínima de 9.00 metros para el estibamiento de mercancía en racks modulares
- b) Temperatura confort de 21 °C en el interior de la nave para evitar las mermas por descomposición de productos comestibles, sobre todo en verano
- c) Evitar construir columnas intermedias dentro de la nave para obtener el máximo aprovechamiento del espacio disponible
- d) Patio de maniobras para dar servicio a diez vehículos al mismo tiempo y para resguardar a las unidades propiedad de la empresa al final de la jornada
- e) La altura del andén debe de ser la adecuada para que las maniobras de carga y descarga se realicen con la mayor rapidez posible
- f) Un área de 390.00 m² para oficinas administrativas y otra de 300.00 m² para estacionamiento de empleados
- g) Un espacio destinado al personal de logística y almacenamiento de 70.00 m², una superficie similar para el archivo muerto y baños de empleados de bodega
- h) Comedor para empleados de 40.00 m²
- i) Estacionamiento para proveedores
- j) Subestación eléctrica
- k) Casetas de vigilancia

Restricciones

Además de las necesidades particulares que el cliente determinó, se debieron tomar en cuenta una serie de restricciones debidas principalmente al lugar donde se ejecutaría la obra; clima, reglamentos, etcétera, de los cuales se hace mención a continuación:

- a) **Lograr obtener un costo final de obra con muy pocas variaciones con respecto al presupuesto inicial:** para cualquier tipo de construcción resulta muy difícil que el costo final de las mismas sea idéntico al obtenido en presupuesto inicial, debido a diferentes circunstancias que se van presentando a lo largo del desarrollo de la obra, las cuales generan conceptos extraordinarios, por lo que éste fue uno de los principales motivos que impulsaron a la empresa constructora a decidirse por la aplicación de la IV durante la ejecución de los trabajos, ya que el diseño fue realizado por otra compañía, la cual no la llevo a cabo. De esta manera, la reducción en los costos obtenida con la utilización de esta metodología, servirá como “colchón” para sufragar los costos debidos a las partidas extraordinarias
- b) **De tiempo:** este factor que de por sí ya tiene un peso importante en toda construcción, en éste caso tomó mayor relevancia, debido a la terminación del contrato de la nave actual en renta, y además como ya se mencionó, las instalaciones actuales resultaban insuficientes para atender la demanda
- c) **Clima:** el tiempo de construcción coincidía precisamente con el período de lluvias, el cual en el año 2003 se había presentado una intensa precipitación pluvial, baste con recordar las inundaciones provocadas por el río Lerma en su cruce por la ciudad de Salamanca, provocando serios daños a la producción agrícola local
- d) **Reglamentación del parque industrial:** el parque industrial denominado “Ciudad Industrial”, en su reglamento interno considera que todo predio debe donar al parque una fracción perimetral, la cual corresponderá según las dimensiones de cada lote, con la finalidad de permitir la recarga de los acuíferos que aquí como en otras ciudades de la República Mexicana también se encuentran sobre explotados

5.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Con el objetivo de atender las necesidades de espacios que el cliente requería, dentro de un costo satisfactorio para el mismo, el proyectista desarrolló y presentó el proyecto para concurso, basándose principalmente en costos históricos obtenidos en la construcción de otros proyectos similares ejecutados durante el mismo año en las ciudades de Monterrey Nuevo León y San Luis Potosí (figura 5.3).

PARTIDA	MONTERREY N. L.		SAN LUIS POTOSI	
	\$/m2	%	\$/m2	%
PATIO DE MANIOBRAS	431.24	29.42	131.79	9.18
ÁREA BODEGA	717.87	48.97	652.19	45.43
ÁREA DE SERVICIOS	59.28	4.04	123.71	8.62
ÁREA OFICINAS	209.83	14.31	458.65	31.95
CASSETAS Y BAÑOS DE OPERADORES	12.41	0.85	14.46	1.01
SUBESTACIÓN	35.40	2.41	54.74	3.81
TOTALES	\$1,466.02	100.00	\$1,435.53	100.00

En los costos se consideran los siguientes parámetros:

Indirectos y utilidad	25.00 %
IVA	No incluye

Figura 5.3 Costos históricos de obras similares

Situación particular

El sistema utilizado para el concurso de obra fue el de sobre cerrado, del cual la empresa constructora Incontrol S.A. de C.V. resultó ser la ganadora del mismo, con un costo total de \$15,569,782.90 después de IVA (figura 5.8b). El tipo de contrato fue el de PRECIOS UNITARIOS, por lo que el contratista tenía la responsabilidad total de la mano de obra, suministro de materiales y equipos necesarios para la construcción completa de la obra, según se desprendía del contrato y sus documentos.

A grandes rasgos, el proyecto integral de construcción de la nave industrial originalmente constaba de las siguientes partidas:

Nave de almacenamiento

Con una superficie total de 5,403.42 metros cuadrados para almacenamiento, se compone de dos naves, la mayor consta de 4,611.37 metros cuadrados, con claros de 88.51 metros y 52.10 metros (plano A-01), este último claro sin columnas intermedias, por lo que se propuso la construcción de una estructura metálica tipo marco rígido de sección variable auto soportada, construida con perfiles tipo PTR de acero estructural ASTM-36 y lámina calibre 12 (plano E-05). La techumbre es a dos aguas con una altura de 17.50 metros entre la cumbrera y el nivel de piso terminado y de 9.50 metros entre nivel de piso terminado y la parte más alta del muro lateral. En cuanto a la nave menor, ésta tiene una superficie de 792.05 metros cuadrados con claros de 36.50 metros y 21.70 metros, la altura del muro lateral es la igual al de la nave principal y la de la cumbrera de 12.30 metros.

La cimentación propuesta fue a base de zapatas (corridas y aisladas), contratrabes de concreto reforzado, dados de cimentación con prolongación para el desplante de columnas metálicas y muro de contención de concreto reforzado en todo el perímetro de las naves (plano E-01).

Para los muros perimetrales de 3.00 metros de altura, el proyecto inicialmente indicaba que deberían ser de paneles tipo "Dreamuro", prefabricados en sitio (figura 5.4).

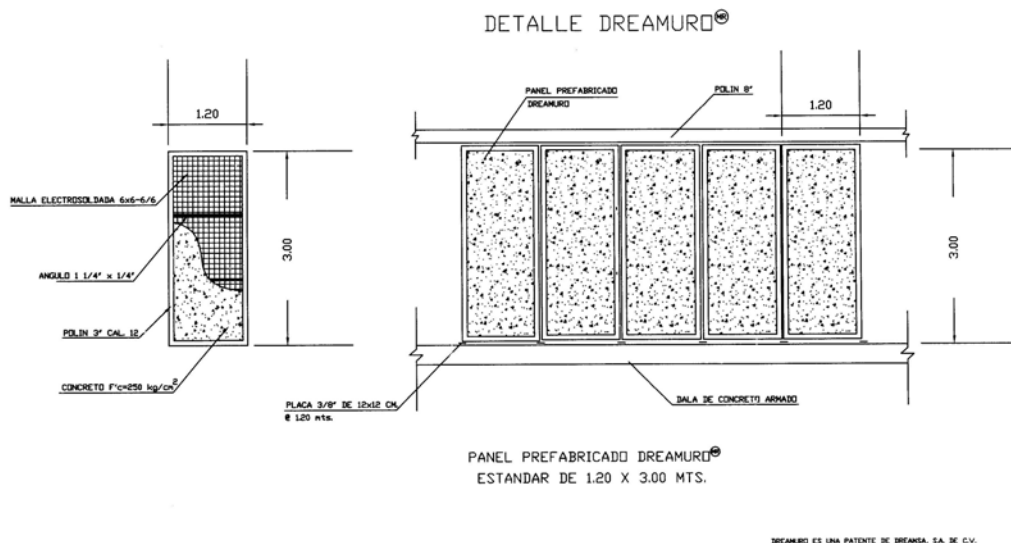


Figura 5.4 Muro a base de paneles prefabricados

Para cumplir con el requisito del inciso "e", se optó por construir un terraplén, para desplantar sobre éste los pisos interiores de la nave y el andén de carga, a un nivel de 1.45 metros con respecto al patio de maniobras, obteniéndose con ello una altura adecuada para que mediante un nivelador hidráulico se realizasen las maniobras de carga y descarga.

Para la construcción de los pisos interiores de las naves, en el catálogo original se especificaba que estos deberían de ser fabricados con un espesor de 20 centímetros, con concreto premezclado $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$ y malla de refuerzo 6-6 10-10, nivelados con enrazadora láser.

Las techumbres a dos aguas se fabricarían mediante el sistema “Engargotecho” SSR-456, fabricado en obra con lamina zintroalum calibre 24, engargolado a 180° , clips de 16 cm de longitud en lamina zintro fijado con pijas tropicalizadas.

En cuanto las fachadas de los muros cabeceros y laterales, estos se construirían en lamina pintro tipo R-101 calibre 24.

La iluminación interior se manejo con luminarias industriales de 400 watts a 220V, vapor de mercurio, tipo campana de aluminio anodizado.

Área de oficinas administrativas

Para la construcción de oficinas se destinó un área de 397.35 m² en la planta alta, y en la planta baja del mismo edificio se destinaron 40.00 m² para el comedor y 360.00 m² para estacionamiento de empleados (planos A-05, A-06 y A-07). Debido al corto tiempo con el que se contaba para su construcción se pensó en realizar la estructura del edificio a base de perfiles metálicos (plano E-02), el entrepiso y losa de azotea mediante losa – acero, los muros interiores de tablaroca y los exteriores de paneles de cemento tipo durock, dándoles una acabado similar a un muro de concreto, ya que en la planta baja se construirían muros de concreto armado.

Área de oficinas de servicios

El edificio de servicios para la nave, albergaría a las oficinas de logística, baños para empleados y archivo muerto (planos A-08 y A-09). Cada una de estas áreas ocuparía un nivel del edificio de 70.00 metros cuadrados. Por razones que obedecían principalmente a la estética, el proyectista diseñó este edificio con muros de concreto en los tres niveles y para los entrepisos y losa de azotea un sistema de losa – acero.

Patio de maniobras

La ubicación del patio de maniobras según proyecto, había de realizarse en el lado oriente del predio, para permitir el acceso de los vehículos por medio de la calle Norte 3 (plano A-02). Con un área de 1,980.00 metros cuadrados, superficie de rodamiento basándose en carpeta asfáltica en la mayor parte de la superficie y una franja de concreto armado de 5 metros ancho y 20 centímetros de peralte, paralela a los los andenes de carga y descarga.

Casetas de vigilancia y baños de operadores

Para permitir una entrada y salida controlada de los vehículos, se consideró la construcción de dos casetas de vigilancia y un área para baños de operadores (plano A-01), ésta última se encuentra desligada del resto de las instalaciones, debido a que una buena parte de los operadores son enviados por otras empresas (proveedores ó compañías especializadas en la transportación). El sistema constructivo tendría que ser de muros de block extruido, dalas, cadenas, castillos y losas de concreto armado.

Subestación

Debido a la demanda de energía eléctrica, resulta necesaria la instalación de una subestación de 150.00 KVA (plano A-02). Utilizando para ello un transformador tipo pedestal con un porcentaje de utilización del 62%. El sistema constructivo del cuarto para el transformador es similar al de las casetas de vigilancia.

En la figura 5.5 se presenta el resumen del costo paramétrico de todo el proyecto, que al compararse con los costos de los proyectos anteriores, se tiene que el proyecto de Celaya es la mejor propuesta económica comparada con las de Monterrey N.L. y San Luis Potosí.

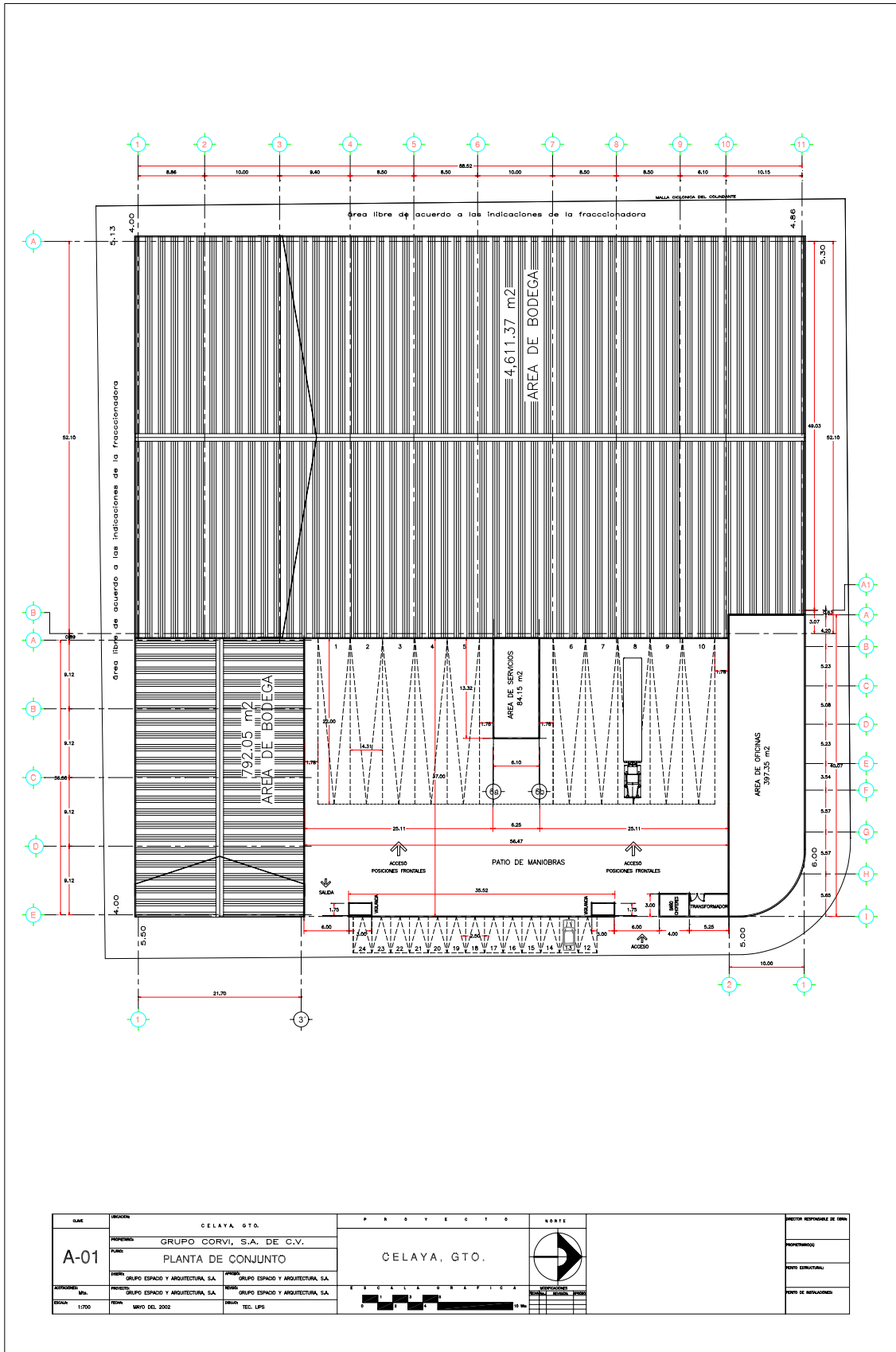
PARTIDA	\$/m2	%
PATIO DE MANIOBRAS	51.60	3.79
ÁREA BODEGA	980.22	71.95
ÁREA DE SERVICIOS	96.56	7.09
ÁREA OFICINAS	193.85	14.23
CASSETAS Y BAÑOS DE OPERADORES	11.33	0.83
SUBESTACIÓN	28.77	2.11
TOTALES	\$1,362.34	100.00

Figura 5.5 Costos paramétricos de todo el proyecto.

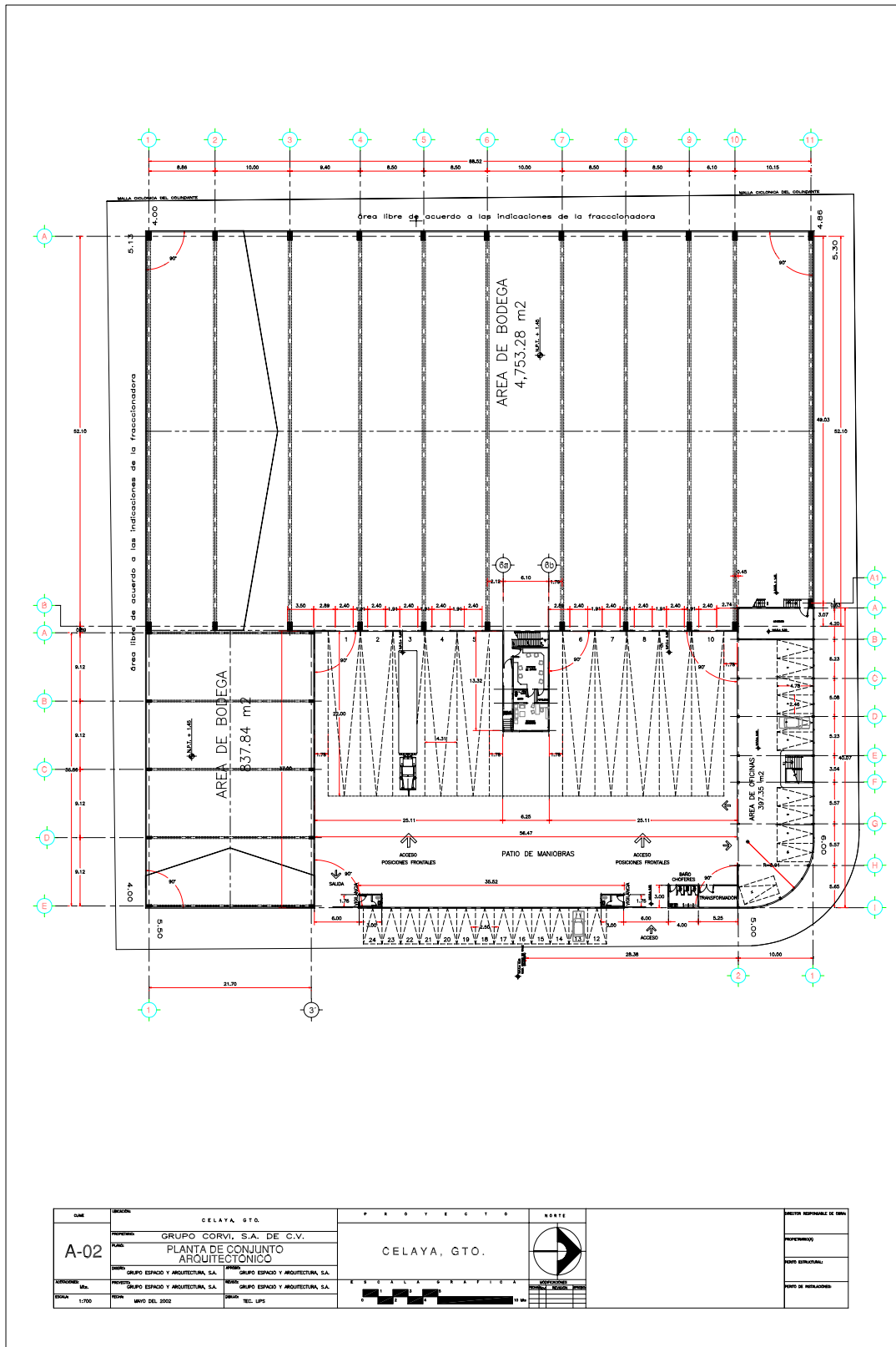
Costo paramétrico Monterrey: \$1,466.02 / m2


Costo paramétrico San Luis: \$1,435.53 / m2

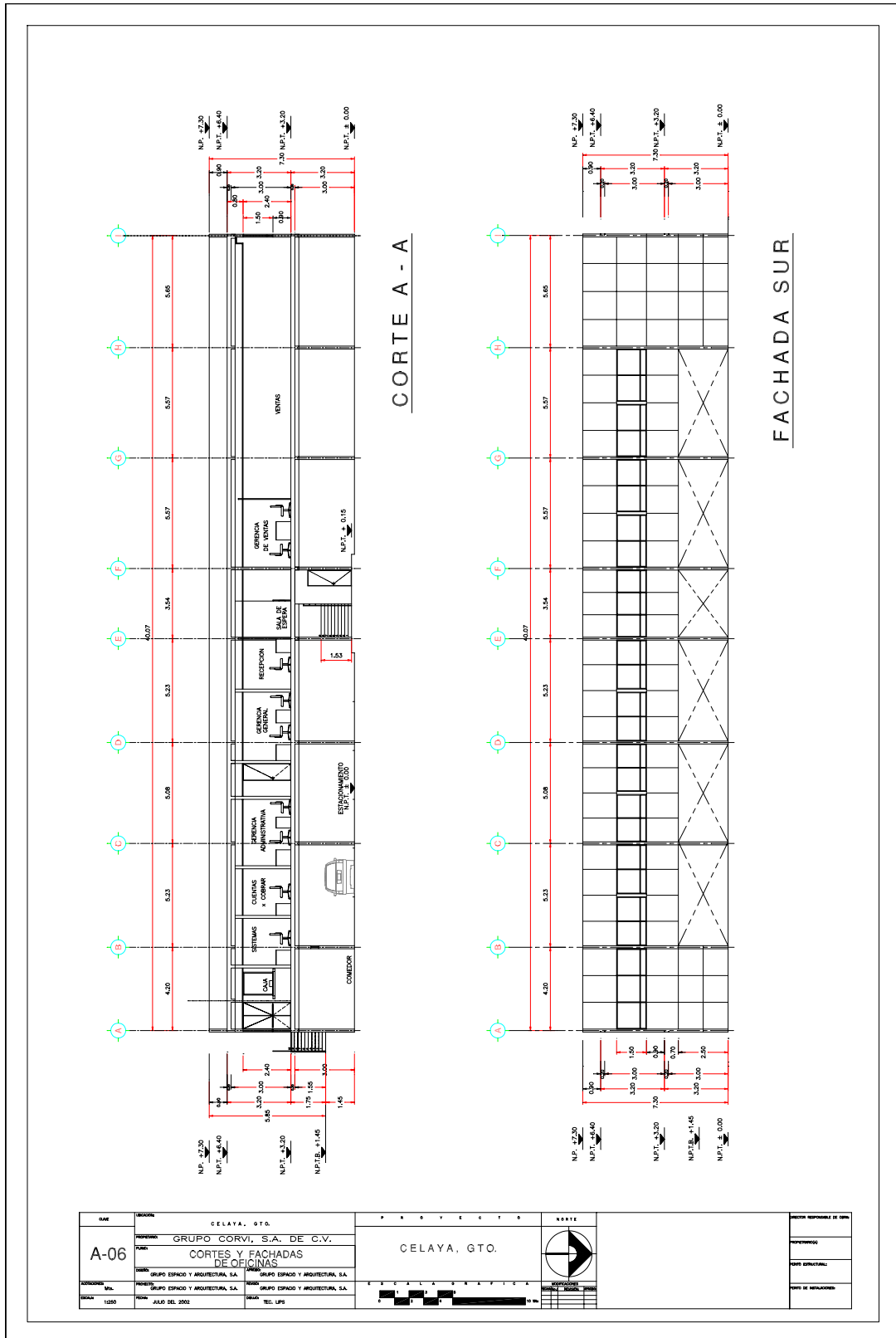
Costo paramétrico Celaya: \$1,362.34 / m2



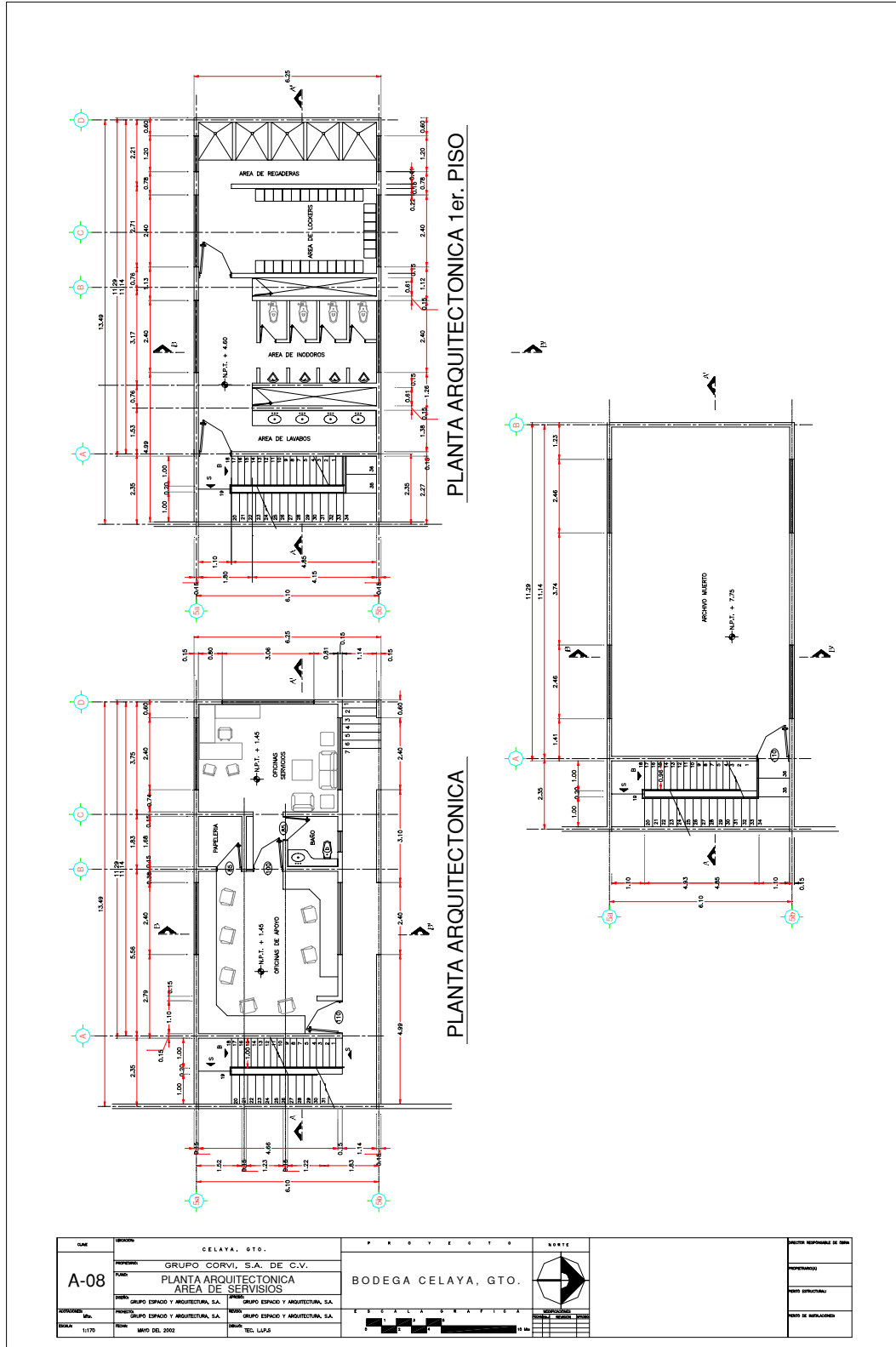
CLAVE	GRUPO	CELAYA GTO.	P A R T E	NORTE	DIRECCION RESPONSABLE DE OBRAS
A-01	PROYECTO	GRUPO CORVI, S.A. DE C.V.	CELAYA, GTO.		PROYECTADO
	PLANO	PLANTA DE CONJUNTO			REVISADO
	ELABORADO	GRUPO ESPASO Y ARQUITECTURA, S.A.			FECHA DE ELABORACION
	PROYECTADO	GRUPO ESPASO Y ARQUITECTURA, S.A.			FECHA DE PROYECTO
ESCALA	FECHA	MAYO DEL 2002			
1/700	ELABORADO	TEC. LPS			

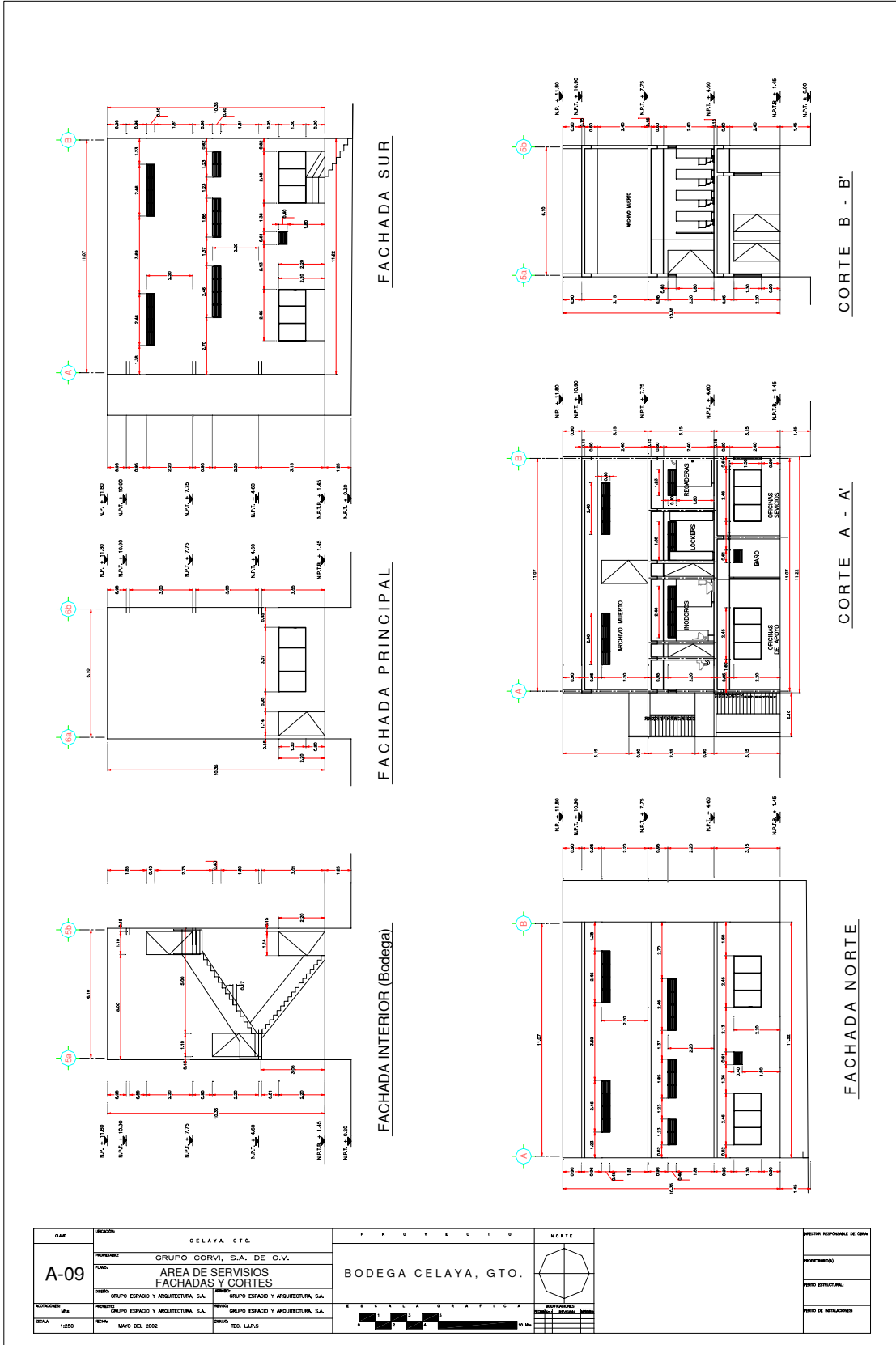


CLAVE: A-02 PROYECTO: GRUPO CORVI, S.A. DE C.V. PLANTA DE CONJUNTO ARQUITECTÓNICO		P R O Y E C T O C E L A Y A , G T O .		N O R T E 		DISEÑO RESPONSABLE DE OBRA	
DISEÑO: GRUPO ESPACIO Y ARQUITECTURA, S.A.		GRUPO ESPACIO Y ARQUITECTURA, S.A.		ESCALA: 1/700		FECHA: MAYO DEL 2002	
DISEÑO: GRUPO ESPACIO Y ARQUITECTURA, S.A.		GRUPO ESPACIO Y ARQUITECTURA, S.A.		DISEÑO: GRUPO ESPACIO Y ARQUITECTURA, S.A.		FECHA: MAYO DEL 2002	
DISEÑO: GRUPO ESPACIO Y ARQUITECTURA, S.A.		GRUPO ESPACIO Y ARQUITECTURA, S.A.		DISEÑO: GRUPO ESPACIO Y ARQUITECTURA, S.A.		FECHA: MAYO DEL 2002	



PROYECTO C E L A Y A , G T O .		PROYECTO C E L A Y A , G T O .		N O R T E		AREA RESPONSABLE DE OBRAS	
CLIENTE GRUPO CORVI, S.A. DE C.V.		C E L A Y A , G T O .				SUPERVISOR	
TITULO CORTES Y FACHADAS DE OFICINAS		C E L A Y A , G T O .		PROYECTADO POR		AREA CONSTRUCTIVA	
PROYECTADO POR GRUPO ESPAZO Y ARQUITECTURA, S.A.		GRUPO ESPAZO Y ARQUITECTURA, S.A.		REVISADO POR		AREA DE METROLOGIA	
FECHA 1080		JULIO DEL 2002		TEL. LPS		ESCALA	





QUE	UBICACIÓN		C E L A Y A G T O .		P A R Q U E C E L A Y A		B O T E C		DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRAS	
A-09	PROYECTO	GRUPO CORVI, S.A. DE C.V.				B O D E G A C E L A Y A , G T O .				
	LUGAR	ÁREA DE SERVICIOS FACHADAS Y CORTES								
CONDICIONES	DISEÑO	GRUPO ESPACIO Y ARQUITECTURA, S.A.								PROFESIONISTA
ESCALA	FECHA	GRUPO ESPACIO Y ARQUITECTURA, S.A.								FECHA ESTRUCTURAL
1:250	REVISIÓN	MAYO DEL 2002								FECHA DE REVISIÓN
		SERVICIO								
		TEC. LILIAS								

5.4. PROBLEMÁTICA

La petición por parte del cliente de reducir los costos del proyecto se presentó cuatro semanas después de haberse dado por iniciados los trabajos preliminares y de cimentación de la nave principal, una parte importante de las armaduras y columnas metálicas de la nave y oficinas ya se habían habilitado en el taller. Se contaba entonces, con poco tiempo para hacer modificaciones radicales al diseño original, además ya se tenían comprometidos recursos económicos para la compra de materiales (cemento, acero estructural, acero de refuerzo, etc.), ya que con ello se logró negociar un mejor precio con los proveedores. Necesariamente todo cambio relevante tendría una repercusión directa en la misma proporción en el programa de obra (figura 5.6). Otro punto importante es que al darse por iniciados los trabajos se contaba ya con los permisos de construcción de acuerdo al proyecto original.

Con todo lo anterior se pensó en utilizar la IV, con la idea de rescatar al máximo costos innecesarios o superfluos sin afectar la esencia y calidad del proyecto ni las utilidades de la empresa responsable del proyecto.

Dentro de razones principales para la aplicación de la IV, además de la reducción en los costos totales de la obra, son los de contar con un respaldo o justificación del porque de los cambios al proyecto original, el resultado esperado y una evaluación final, la cual determinaría si es factible de utilizarse en obras futuras.

El contratista es el responsable de llevar a cabo el análisis y aplicación de la IV, debiendo exponer sus propuestas al cliente, proyectista y supervisión, para someterlas a evaluación de todas las partes involucradas y obtener su respectiva aprobación.

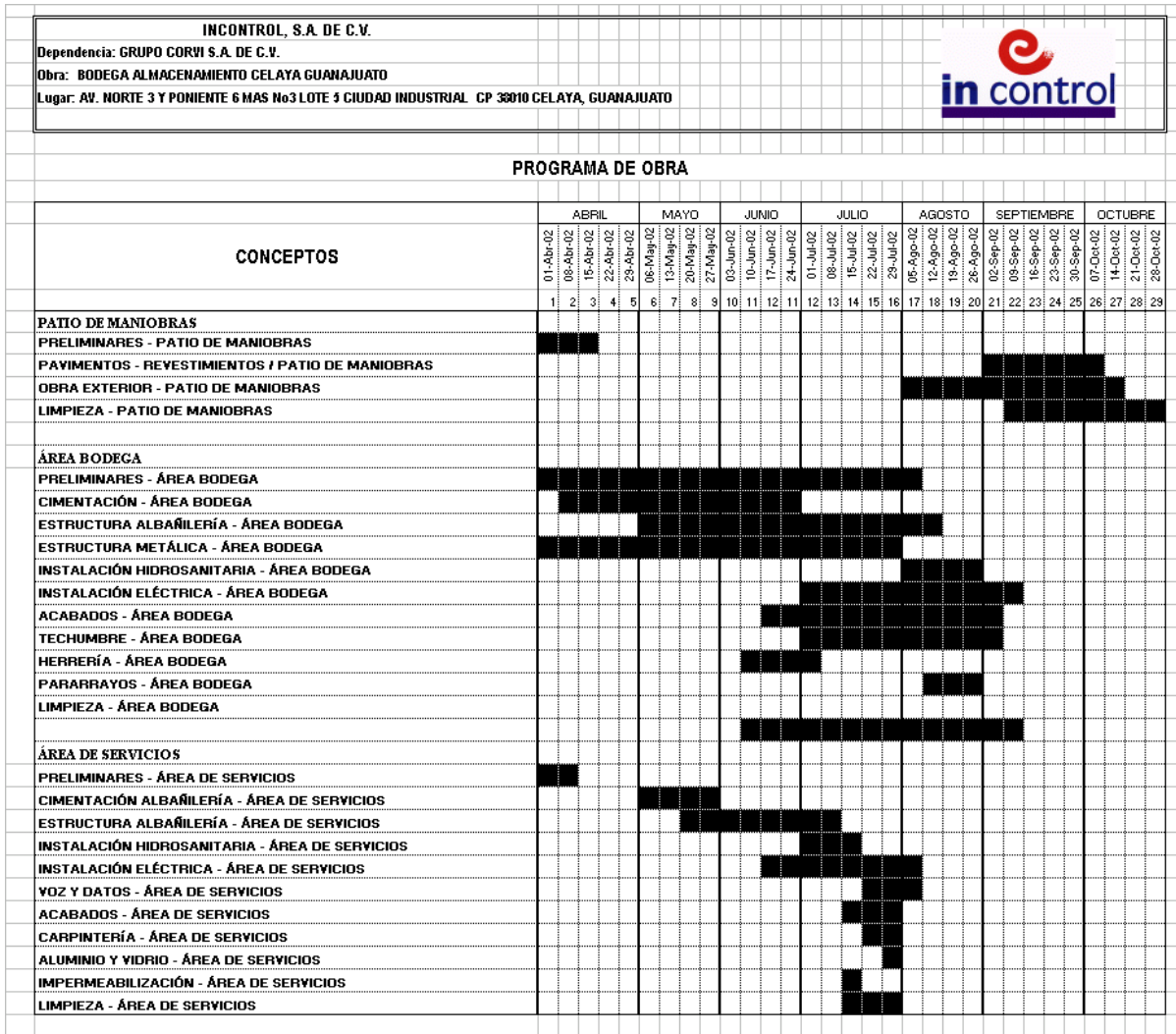


Figura 5.6a Programa de obra general

5.5. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA DE VALOR

Para el desarrollo y aplicación de la IV, se integró un equipo denominado “INGEVAL”, en el cual se me permitió participar como analista de precios unitarios, el organigrama de la figura 5.7 esquematiza lo anterior.

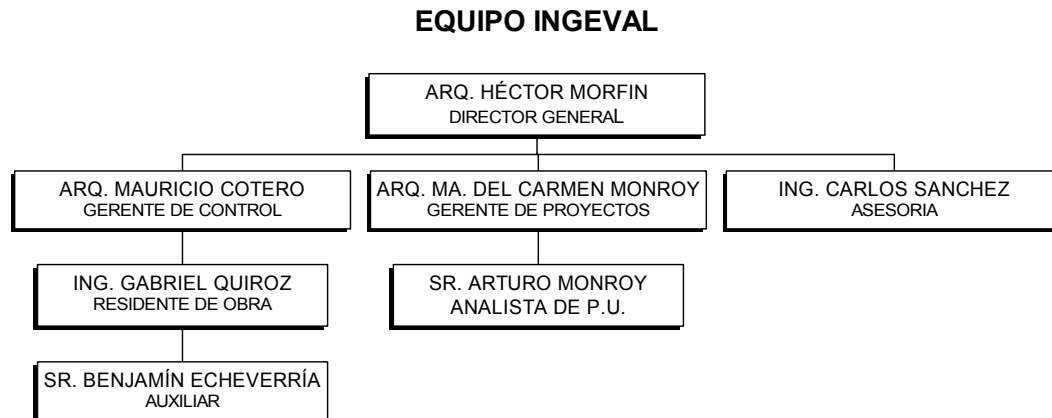



Figura 5.7 Equipo de INGEVAL

Recopilación de la información

El primer paso a seguir para llevar a cabo el estudio, es el de reunir toda la información necesaria, para ello se estudiará el presupuesto original, así como los planos y programa de obra.

Para identificar eficazmente los conceptos con posibilidades de ser evaluados y modificados mediante la IV, se debe en primera instancia realizar una revisión del presupuesto original, el cual va desde lo general a lo particular, descartando en cada paso lo trivial y resaltando lo relevante. De igual manera que como se llevo a cabo en el Capítulo 4, la herramienta que nos es de gran utilidad para lograr lo anterior es la “Ley de Pareto.”


En el resumen del presupuesto (figura 5.8), se observa que el costo de la nave representa poco más del 70 % del valor total de la propuesta, le siguen las oficinas con un 14.23%. Es en estas partidas cuya suma representan poco más de 85 % del valor total, en donde se llevará a cabo la aplicación de la IV para lograr una mejora económica, aunque no se descartarán otras opciones de aportación en alguna otra partida del proyecto, en caso de que ello convenga a los intereses generales y cumpla con los objetivos de la IV.

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MAS No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010 CELAYA, GUANAJUATO.		

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CONCEPTO	Importe	%
BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA		
PATIO DE MANIOBRAS		
PRELIMINARES - PATIO DE MANIOBRAS	59,860.03	0.44%
PAVIMENTOS Y REVESTIMIENTOS - PATIO DE MANIOBRAS	251,899.24	1.86%
OBRA EXTERIOR - PATIO DE MANIOBRAS	196,520.03	1.45%
LIMPIEZA - PATIO DE MANIOBRAS	4,544.80	0.03%
Total PATIO DE MANIOBRAS	512,824.10	3.79%
ÁREA BODEGA		
PRELIMINARES - ÁREA BODEGA	1,321,446.24	9.76%
CIMENTACIÓN - ÁREA BODEGA	1,550,551.35	11.45%
ESTRUCTURA ALBAÑILERÍA - ÁREA BODEGA	2,189,241.00	16.17%
ESTRUCTURA METÁLICA - ÁREA BODEGA	2,290,194.00	16.92%
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA - ÁREA BODEGA	134,704.27	0.99%
INSTALACIÓN ELÉCTRICA - ÁREA BODEGA	326,239.64	2.41%
ACABADOS - ÁREA BODEGA	180,969.09	1.34%
TECHUMBRE - ÁREA BODEGA	1,582,844.06	11.69%
HERRERÍA - ÁREA BODEGA	123,613.52	0.91%
PARARRAYOS - ÁREA BODEGA	34,880.58	0.26%
GENERALES - ÁREA BODEGA	6,817.20	0.05%
Total ÁREA BODEGA	9,741,500.95	71.95%
ÁREA DE SERVICIOS		
PRELIMINARES - ÁREA DE SERVICIOS	2,374.64	0.02%
CIMENTACIÓN - ÁREA DE SERVICIOS	105,707.33	0.78%
ESTRUCTURA - ÁREA DE SERVICIOS	432,847.78	3.20%
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA - ÁREA DE SERVICIOS	59,089.77	0.44%
INSTALACIÓN ELÉCTRICA - ÁREA DE SERVICIOS	82,382.96	0.61%
VOZ Y DATOS - ÁREA DE SERVICIOS	13,405.20	0.10%
ACABADOS - ÁREA DE SERVICIOS	153,025.20	1.13%
CARPINTERÍA - ÁREA DE SERVICIOS	5,324.76	0.04%
ALUMINIO Y VIDRIO - ÁREA DE SERVICIOS	93,098.51	0.69%
IMPERMEABILIZACIÓN - ÁREA DE SERVICIOS	7,256.75	0.05%
GENERALES - ÁREA DE SERVICIOS	5,112.90	0.04%
Total ÁREA DE SERVICIOS	959,625.80	7.09%

Figura 5.8a Resumen del presupuesto

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MAS No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010 CELAYA, GUANAJUATO.	

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CONCEPTO	Importe	%
ÁREA OFICINAS		
PRELIMINARES - ÁREA OFICINAS	13,154.09	0.10%
CIMENTACIÓN ALBAÑILERÍA - ÁREA OFICINAS	135,945.68	1.00%
ESTRUCTURA ALBAÑILERÍA - ÁREA OFICINAS	773,530.76	5.71%
ESTRUCTURA METÁLICA - ÁREA OFICINAS	178,590.07	1.32%
INSTALACIÓN HIDROSANITARIA - ÁREA OFICINAS	151,724.67	1.12%
INSTALACIÓN ELÉCTRICA - ÁREA OFICINAS	185,289.60	1.37%
VOZ Y DATOS - ÁREA OFICINAS	12,282.73	0.09%
ACABADOS - ÁREA OFICINAS	331,258.77	2.45%
CARPINTERÍA - ÁREA OFICINAS	31,052.88	0.23%
ALUMINIO Y VIDRIOS - AÉREA OFICINAS	70,544.41	0.52%
IMPERMEABILIZACIÓN - ÁREA OFICINAS	39,135.34	0.29%
GENERALES - ÁREA OFICINAS	3,976.70	0.03%
Total ÁREA OFICINAS	1,926,485.70	14.23%
CASETAS Y BAÑOS DE OPERADORES		
PRELIMINARES - CASSETAS Y BAÑOS	3,598.10	0.03%
CIMENTACIÓN ALBAÑILERÍA - CASSETAS Y BAÑOS	36,216.12	0.27%
ESTRUCTURA ALBAÑILERÍA - CASSETAS Y BAÑOS	43,264.80	0.32%
HERRERÍA - CASSETAS Y BAÑOS	7,640.21	0.06%
INSTALACIÓN ELÉCTRICA - CASSETAS Y BAÑOS	20,513.70	0.15%
GENERALES - CASSETAS Y BAÑOS	1,336.73	0.01%
Total CASSETAS Y BAÑOS DE OPERADORES	112,569.66	0.83%
SUBESTACIÓN		
PRELIMINARES - SUBESTACIÓN	2,518.74	0.02%
CIMENTACIÓN ALBAÑILERÍA - SUBESTACIÓN	25,351.35	0.19%
ESTRUCTURA ALBAÑILERÍA - SUBESTACIÓN	30,285.36	0.22%
HERRERÍA - SUBESTACIÓN	5,348.07	0.04%
INSTALACIÓN ELÉCTRICA - SUBESTACIÓN	52,314.54	0.39%
MEDIA TENSIÓN - SUBESTACIÓN	167,844.98	1.24%
GENERALES - SUBESTACIÓN	2,272.40	0.02%
Total SUBESTACIÓN	285,935.44	2.11%
Total BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA	13,538,941.65	100.00%
IMPORTE PRESUPUESTO	13,538,941.65	
15% IVA	2,030,841.25	
TOTAL	15,569,782.90	

(* QUINCE MILLONES QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 90/100 M.N. *)

Figura 5.8b Resumen del presupuesto

Analizando el siguiente nivel inferior del presupuesto (frentes), se puede observar que los costos paramétricos de la nave y oficinas (figuras 5.9 y 5.10), se conforman de la siguiente manera:

PARTIDA	\$/m2	%
Preliminares	244.56	13.57
Cimentación	286.96	15.92
Estructura - Albañilería	405.16	22.47
Estructura metálica	423.84	23.51
Instalación hidrosanitaria	24.93	1.38
Instalación eléctrica	60.38	3.25
Acabados	33.49	1.86
Techumbre	292.93	16.25
Herrería	22.88	1.27
Pararrayos	6.46	0.36
Generales	1.26	0.07
TOTALES	1,802.84	100.00

Tabla 5.9 Costos paramétricos de la nave

PARTIDA	\$/m2	%
Preliminares	33.10	0.68
Cimentación	342.13	7.06
Estructura - albañilería	1,946.72	40.15
Estructura metálica	449.45	9.27
Instalación hidrosanitaria	381.84	7.88
Instalación eléctrica	466.31	9.62
Voz y datos	30.91	0.64
Acabados	833.67	17.19
Carpintería	78.15	1.61
Aluminio y vidrios	177.54	3.66
Impermeabilización	98.49	2.03
Generales	10.01	0.21
TOTALES	4,848.33	100.00

Tabla 5.10 Costos paramétricos de las oficinas

En los costos se consideran los siguientes parámetros:

Indirectos	12.00 %
Utilidad	10.00 %
Financiamiento	3.00 %
IVA	No incluye
Superficie nave	5,403.42 m ²
Superficie oficinas	397.35 m ²

Revisión de las partidas

Haciendo referencia nuevamente a la “Ley de Pareto”, se tiene que las partidas con mayor peso porcentual con respecto al **costo de la nave** son las de:

- Preliminares (13.57 %)
- Cimentación (15.92 %)
- Estructura - Albañilería (22.47 %)
- Estructura - Metálica (23.51 %)
- Techumbre (17.19 %)

Con esta información, se procede a revisar a detalle los conceptos de los presupuestos de cada una de estas partidas (figuras 5.11).

Aplicando el mismo criterio de revisión, los costos más relevantes de las **oficinas** son los debidos a las partidas:

- Estructura - Albañilería (40.15 %)
- Estructura - Metálica (9.27 %)
- Instalación eléctrica (9.62 %)
- Acabados (14.39 %)

En las figuras 5.11 y 5.12 se presentan a mayor detalle las partidas relevantes de la nave y las oficinas respectivamente.

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Cliente: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO.		

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA						
ÁREA BODEGA						
PRELIMINARES - ÁREA BODEGA						
1.01	Trazo y nivelación del terreno con equipo topográfico, incluye mano de obra y herramienta menor.	m2	5,757.73	5.16	29,709.89	2.25%
1.02	Despalme de la capa vegetal de 20 cm de espesor con maquinaria.	m2	5,775.73	8.59	49,613.52	3.75%
1.03	Estabilización de terreno con cal al 3% de su peso volumétrico, incluye: escarificación, materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m2	1,963.76	27.24	53,492.82	4.05%
1.04	Sacar material producto de despalme de la capa vegetal de 20 cm en área de bodega.	m3	2,665.89	48.24	128,602.53	9.73%
1.05	Control topográfico de niveles para terraplén, incluye topógrafo, estadalero, peón y equipo necesario para la correcta ejecución del trabajo.	m2	8,198.65	2.32	19,020.87	1.44%
1.06	Suministro y colocación de relleno de tepetate al 90% proctor en capas de 20 cm.	m3	9,018.51	115.43	1,041,006.61	78.78%
Total PRELIMINARES - ÁREA BODEGA					1,321,446.24	100.00%

Figura 5.11a Presupuesto original preliminares – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Cliente: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO.	

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA						
ÁREA BODEGA						
CIMENTACIÓN - ÁREA BODEGA						
2.01	Excavación a mano de cepas de 2.00 a 4.00 mts de profundidad, en material I zona C seco . Incluye afine de taludes, fondo y apile de material a un lado de la cepa.	m3	889.91	57.32	51,009.64	3.29%
2.02	Plantilla de concreto hecho en obra, agregado máximo 3/4" F'c=150 kg/cm2 de 5 cm de espesor. Incluye acarreo a una estación.	m2	913.46	66.98	61,183.55	3.95%
2.03	Cimbra y descimbra acabado común en zapatas de cimentación, incluye materiales y mano de	m2	1,147.05	63.34	72,654.15	4.69%
2.04	Frontera de cimbra y descimbra acabado común en zapatas de cimentación. Incluye materiales y mano de obra.	ml	1,611.57	9.37	15,100.41	0.97%
2.05	Habilitado y armado de acero de refuerzo en cimentación, incluye: ganchos traslapes desperdicios, acarreos a una estación, materiales y mano de obra.	kg	34,129.93	8.73	297,954.29	19.22%
2.06	Concreto F'c=250 kg/cm2, resistencia normal agregado máximo 19 mm prefabricado. Incluye acarreo a una estación.	m3	214.65	1,428.33	306,591.03	19.77%
2.07	Muro de contención de 20 cm de espesor y 2.65 m de altura a base de concreto f'c=250 kg/cm2, incluye: acero de refuerzo del No 3 @ 20 cm, cimbrado y descimbrado aparente, materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	ml	300.30	1,485.87	446,206.97	28.78%
2.08	Concreto ciclópeo para desplante de zapata aislada Z-35 de 1.60 x 3.50 x 1.50 mts promedio y para el desplante de la zapata Z3, con concreto premezclado f'c= 150 kg/cm2 con piedra braza limpia 4" a 10", incluye: colado, materiales, mano de obra y herramienta.	m3	275.90	867.64	239,381.88	15.44%
2.09	Relleno de cepas con material producto de excavación compactado con pison de mano de agua en capas no mayores de 20 cm de espesor.	m3	672.93	39.56	26,621.11	1.72%
2.10	Extracción de material producto de excavación fuera de la obra.	m3	635.53	53.26	33,848.33	2.18%
Total CIMENTACIÓN - ÁREA BODEGA					1,550,551.35	100.00%

Figura 5.11b Presupuesto original cimentación – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Cliente: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO.	

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA						
ÁREA BODEGA						
ESTRUCTURA ALBAÑILERÍA - ÁREA BODEGA						
3.01	Piso pulido de concreto premezclado $f_c=250$ kg/cm ² , con enrazadora láser en firme de concreto de 20 cm de espesor. Incluye acabado pulido integral, vibrado, curado, acarreo a una estación, materiales y mano de obra.	m3	1,262.18	1,363.52	1,721,007.67	78.61%
3.02	Suministro y colocación de malla electrosoldada cal. 6-6-10-10, en piso de 20 cm de espesor. Incluye traslapes, desperdicios y acarreo a estación.	m2	6,353.30	11.55	73,380.62	3.35%
3.03	Muro prefabricado en obra de 1.20 x 3.00 mts con monten de 3" cal 12, malla electrosoldada 6-6 6/6 y concreto $f_c= 250$ kg/cm ² , incluye: fijación, materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	pza	270.00	1,327.87	358,524.90	16.38%
3.04a	Niveladores de acceso. Trazo y nivelación.	m2	58.93	5.16	304.08	0.01%
3.04b	Niveladores de acceso. Excavación de terreno.	m3	29.47	29.91	881.45	0.04%
3.04c	Niveladores de acceso. Muro de tabique.	m2	54.28	170.85	9,273.74	0.42%
3.04d	Niveladores de acceso. Concreto $f_c= 250$ kg/cm ² .	m3	11.78	1,428.33	16,825.73	0.77%
3.04e	Niveladores de acceso. Acero de refuerzo de 3/8.	kg	644.04	8.73	5,622.47	0.26%
3.04f	Niveladores de acceso. Cimbrado y descimbrado.	m2	44.42	77.00	3,420.34	0.16%
Total ESTRUCTURA ALBAÑILERÍA - ÁREA BODEGA					2,189,241.00	100.00%

Figura 5.11c Presupuesto original estructura albañilería – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Cliente: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO.	

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA						
ESTRUCTURA METÁLICA - ÁREA BODEGA						
4.01	TECHUMBRE: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, con grúa de patio, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36, formada a base de perfiles de monten de 8" cal. 14 y monten de 6" cal. 14.	kg	18,857.90	20.08	378,666.63	16.53%
4.02	ARMADURA: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, con grúa de patio, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36, formada a base de perfiles de monten de 8" cal. 14 y monten de 6" cal. 14 con PTR de 4" x 4" hasta 14 21 kg/ml	kg	96,441.53	18.85	1,817,922.84	79.38%
4.03	FACHADA: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, con grúa de patio, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36, formada a base de perfiles de monten de 8" cal. 14 y monten de 6" cal. 14 con PTR de 4" x 4" hasta 14 21 kg/m	kg	4,661.58	20.08	93,604.53	4.09%
Total ESTRUCTURA METÁLICA - ÁREA BODEGA					2,290,194.00	100.00%

Figura 5.11d Presupuesto original estructura metálica – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Cliente: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO.	

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA						
TECHUMBRE - ÁREA BODEGA						
8.01	Engargotecho *Servicon* SSR-456, engargolado a 180° fabricado con lamina zintroalum calibre 24, incluye clips de 16 cm de longitud en lamina zintro fijado con dos pijas tropicalizadas, equipo de fabricación e izaje, instalación y herramienta menor	m2	5,405.62	115.35	623,538.27	39.39%
8.02	Lamina traslucida (para engargotecho *Servicon* SSR) de 1.00 mt de ancho y 1.4 mm de espesor, 100% acrílica reforzada con fibra de vidrio, color blanco, incluye sello en traslapes transversales y longitudinales	m2	600.63	156.83	94,196.02	5.95%
8.03	Caballote especial para engargotecho en lamina zintro alum o similar calibre 24 de 61 cm de desarrollo, incluye closure de poliestierno, sellado en todo su perímetro y accesorios de fijación	ml	125.01	59.82	7,478.10	0.47%
8.04	Remate cabecero en lamina pinto o similar color azul exterior, gris interior cal. 24 de 45 cm de desarrollo	ml	175.78	88.89	15,625.08	0.99%
8.05	Canalón en lamina zintro alum o similar calibre 22 de 122 cm de desarrollo	ml	250.02	164.13	41,035.78	2.59%
8.06	Bajada de agua pluvial en lamina zintro alum o similar cal. 24 de 8" de diámetro	ml	198.00	118.02	23,367.96	1.48%
8.07	Remate lateral en lamina pinto o similar color azul exterior, gris interior calibre 24 de 61 cm de desarrollo	ml	250.02	97.91	24,479.46	1.55%
8.08	Fachada en lamina pinto tipo R-101 o similar calibre 24 color azul exterior, gris interior	m2	2,817.70	121.85	343,336.75	21.69%
8.09	Remate gotero en lamina pinto o similar color azul exterior, gris interior, cal. 24 de 22 cm de desarrollo	ml	250.02	54.69	13,673.59	0.86%
8.10	Remate esquinero en lamina pinto o similar color azul exterior, gris interior, cal. 24 de 45 cm de desarrollo	ml	32.00	84.49	2,703.68	0.17%
8.11	Aislante térmico a base de fibra de vidrio de 2" de espesor en rollo flexible cubierto por un lado con película de polipropileno reforzado	m2	6,006.25	65.50	393,409.38	24.85%
Total TECHUMBRE - ÁREA BODEGA					1,582,844.06	100.00%

Figura 5.12d Presupuesto original techumbre – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Cliente: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO.	

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA						
ÁREA OFICINAS						
ESTRUCTURA ALBAÑILERÍA - ÁREA OFICINAS						
3.01	Habilitado y armado de acero de refuerzo en estructura, incluye: ganchos traslapes desperdicios y acarreo.	kg	5,506.50	8.73	48,071.75	6.21%
3.02	Firme: vaciado de concreto premezclado de f'c= 200 kg/cm2 resistencia normal tamaño máximo de agregado 3/4".	m3	94.05	1,364.05	128,288.90	16.58%
3.03	Losa - acero de 10 cm. de espesor de concreto f'c=200 kg/cm2 hecho en obra, lámina Galvadec 15 cal 20 , armada con malla electrosolda 6-6 10/10, incluye:armado, colado, mano de obra, equipo y herramienta.	m2	780.00	622.45	485,511.00	62.77%
3.04	Relleno con tezontle en azoteas para dar pendiente. Incluye acarreo de materiales a una estación.	m3	94.05	229.17	21,553.44	2.79%
3.05	Entortado en azotea de 6 cm de espesor, con mortero cemento arena 1:4 sobre relleno para dar pendiente, incluye chaflán.	m2	627.66	75.13	47,156.10	6.10%
3.06	Pretil de tabique rojo recocido de 14 cm de espesor, asentado con mortero cemento arena 1:4 acabado común para recibir impermeabilizante.	m2	50.93	170.85	8,701.39	1.12%
3.07	Cadenas de concreto armado f'c=200 kg/cm2 armado con 4#3 de 1/4 @ 15 sección de 15 x 20, incluye cimbra común.	ml	53.12	102.62	5,451.17	0.70%
3.08	Acero en muro de fachada. Incluye acarreo cortes, elevación, herramienta, desperdicio, ganchos, traslapes y mano de obra.	kg	668.35	8.73	5,834.70	0.75%
3.09	Cimbra en muro de fachada, incluye acarreo, cortes, ajustes, desmoldante, herramienta y mano de obra.	m2	123.62	77.00	9,518.74	1.23%
3.10	Concreto en muro de fachada. Incluye traspaleo, artesa, vibrado, curado, acarreo, desperdicio, herramienta y mano de obra.	m3	9.85	1,364.83	13,443.58	1.74%
Total ESTRUCTURA ALBAÑILERÍA - ÁREA OFICINAS					773,530.76	100.00%

Figura 5.12a Presupuesto original estructura albañilería – área oficinas

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Cliente: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO.		

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA						
ÁREA OFICINAS						
ESTRUCTURA METÁLICA - ÁREA OFICINAS						
4.01	Suministro y colocación de canal metálico de 8" para columna K1, incluye corte, elevación, soldadura, pruebas, herramienta y mano de obra.	kg	5,281.37	19.70	104,042.99	58.26%
4.02	Suministro y colocación de vigueta metálica de 18" para trabe, incluye corte, elevación, soldadura pruebas, herramienta y mano de obra.	kg	3,781.67	19.10	72,229.90	40.44%
4.03	Suministro y colocación de placa para base de columna metálica de 30x30 cm de 5/8 de espesor, incluye anclas, nivelación, fijación, grout, soldadura, pruebas, herramienta y mano de obra.	kg	110.87	20.90	2,317.18	1.30%
Total ESTRUCTURA METÁLICA - ÁREA OFICINAS					178,590.07	100.00%

Figura 5.12b Presupuesto original estructura metálica – área oficinas

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Cliente: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO.	

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA						
ÁREA OFICINAS						
INSTALACIÓN ELÉCTRICA - ÁREA OFICINAS						
6.01	Suministro y colocación de salida para lámpara con tubo de 1/2", incluye: conectores y coples, tapas de 1/2" y cable No. 12 Condulac.	sal	105.00	265.53	27,880.65	15.05%
6.02	Suministro y colocación de salida para contactos con tubo de 1/2" p/d, conectores, coples, tapas de 1/2", cable No. 12 condulac, contactos dobles	sal	43.00	267.97	11,522.71	6.22%
6.03	Suministro y colocación de salida para sonido con tubo de 1/2" p/d, conectores, coples, placas piloto dejando guiada la tubería.	sal	13.00	258.45	3,359.85	1.81%
6.04	Suministro y colocación de salida para teléfono con tubo de 3/4" p/d, conectores, coples, placas piloto dejando guiada la tubería.	sal	13.00	291.23	3,785.99	2.04%
6.05	Contactos: Suministro y colocación de alimentación con tubo de 1 1/2" p/d con curvas, registros tipo condulet, conectores, coples y cables.	ml	86.00	73.94	6,358.84	3.43%
6.06	Luminarias: Suministro y colocación de alimentación con tubo de 1 1/2" p/d con curvas, registros tipo condulet, conectores, coplees y cables.	ml	164.40	73.94	12,155.74	6.56%
6.07	Suministro y colocación de una acometida para teléfono con 4 tubos de 3/4" dejando guiada la	lte	1.00	598.37	598.37	0.32%
6.08	Suministro y colocación de switch 3 x 100 mca. Siemens.	pza	1.00	2,925.68	2,925.68	1.58%
6.09	Suministro y colocación de una acometida para CFE con 4 tubos de 1 1/2" y una mufa dejando guiada la tubería.	lte	1.00	2,519.84	2,519.84	1.36%
6.10	Suministro y colocación de luminaria 0.61x1.22 m para empotrar en plafón con rejilla de aluminio de 8 x 16 celdas.	pza	26.00	1,121.08	29,148.08	15.73%
6.11	Suministro y colocación de luminarias de bajo voltaje Fluorsaver 2x13 w.	pza	6.00	306.04	1,836.24	0.99%
6.12	Suministro y colocación de luminaria de bajo voltaje dicroica 50 w para empotrar 127 v marca magg.	pza	4.00	276.43	1,105.72	0.60%
6.13	Suministro y colocación de luminaria de empotrar en plafón de 0.61 x 0.61 m., rejilla de aluminio de 8x8.	pza	51.00	839.13	42,795.63	23.10%
6.14	Suministro y colocación de lámparas de 2x32 w. tipo gavián.	pza	21.00	511.17	8,634.57	4.66%
6.15	Suministro y colocación de un sistema de aterrizaje con cable # 10, varilla copperwell con su conector, tramo de tubo 4" p.v.c., sales y carbón.	pza	1.00	1,742.63	1,742.63	0.94%
6.16	Suministro y colocación de armado de tablero QO12 mca. Square D, incluye material y mano de obra.	pza	1.00	8,835.37	8,835.37	4.77%
6.17	Suministro y colocación de salida para contactos de computo con tubo de 1/2" p/d cajas galvanizadas, conectores, coplees, tapas de 1/2" cable # 12 .	pza	13.00	280.98	3,652.74	1.97%

Figura 5.12c Presupuesto original instalación eléctrica – área oficinas

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Cliente: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GUANAJUATO.	

PRESUPUESTO DE OBRA

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe	%
BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA						
ÁREA OFICINAS						
ACABADOS - ÁREA OFICINAS						
8.01	Suministro y aplicación de pintura vinílica mca. Comex vinimex en muros y plafones de tablaroca hasta una altura de 3.00 mts de altura, incluye una mano de sellador y dos manos de pintura.	m2	1,005.15	25.09	25,219.21	7.61%
8.02	Suministro y colocación de pasta en muros tipo Corev o similar en muros y plafones de tablaroca, incluye fondeo y una mano de pasta.	m2	132.00	49.22	6,497.04	1.96%
8.03	Suministro y colocación de muros de panel de yeso de 13 mm de espesor a dos caras, incluye acarreo de material a una estación.	m2	90.60	151.85	13,757.61	4.15%
8.04	Suministro y colocación de muros de panel de durock de 13 mm de espesor a dos caras, incluye acarreo de material a una estación.	m2	267.85	434.05	116,260.29	35.10%
8.05	Suministro y colocación de plafond acustone omni de 61 x 61 cm con suspensión visible, incluye acarreo de material a una estación.	m2	398.00	198.14	78,859.72	23.81%
8.06	Suministro y colocación de loseta Inter ceramic línea máxima níquel color según muestra aprobada de 30x30 cm. Incluye lechadeado con cemento blanco - agua.	m2	398.00	227.80	90,664.40	27.37%
Total ACABADOS - ÁREA OFICINAS					331,258.27	100.00%

Figura 5.12d Presupuesto original acabados – área oficinas

Finalmente, en las tablas de las figuras 5.13 y 5.14 se han condensado los conceptos de la nave y las oficinas que por su peso económico impactan de manera significativa el costo total del presupuesto.

Código	Partida / concepto	Importe (\$)	%
ÁREA BODEGA			
PRELIMINARES –ÁREA BODEGA			
1.03	Estabilización de terreno con cal al 3% de su peso volumétrico, incluye: escarificación, materiales, mano de obra, equipo y herramienta	53,492.82	0.40
1.04	Sacar material producto de despalme de la capa vegetal de 20 cm. en área de bodega	128,602.53	0.95
1.06	Suministro y colocación de relleno de tepetate al 90% Proctor en capas de 20 cm	1,041,006.61	7.69
CIMENTACIÓN - ÁREA BODEGA			
2.05	Habilitado y armado de acero de refuerzo en cimentación, incluye: ganchos, traslapes, desperdicios, acarreo a una estación, materiales y mano de obra	297,954.29	2.20
2.06	Concreto $f_c=250$ kg/cm ² , resistencia normal agregado máximo 19 mm prefabricado, incluye acarreo a una estación	306,591.03	2.26
2.07	Muro de contención de 20 cm de espesor y 2.65 m de altura a base de concreto $f_c=250$ kg/cm ² , incluye: acero de refuerzo del No 3 @ 20 cm, cimbrado y descimbrado aparente, materiales, mano de obra, equipo y herramienta	446,206.97	3.30
2.10	Concreto ciclópeo para desplante de zapata aislada Z-35 de 1.60 x 3.50 x 1.50 mts promedio y para el desplante de la zapata Z3, con concreto premezclado $f_c= 150$ kg/cm ² con piedra braza limpia 4" a 10", incluye: colado, materiales, mano de obra equipo y herramienta	239,381.88	1.77
ESTRUCTURA ALBAÑILERÍA - ÁREA BODEGA			
3.01	Piso pulido de concreto premezclado $f_c=250$ kg/cm ² , con enrazadora láser en firme de concreto de 20 cm de espesor. Incluye acabado pulido integral, vibrado, curado, acarreo a una estación, materiales y mano de obra	1,721,007.67	12.71
3.03	Muro prefabricado en obra de 1.20 x 3.00 mts con monten de 3" cal 12, malla electrosoldada 6-6 6/6 y concreto $f_c= 250$ kg/cm ² , incluye: fijación, materiales, mano de obra, equipo y herramienta	358,524.90	2.65
ESTRUCTURA METÁLICA - ÁREA BODEGA			
4.01	TECHUMBRE: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36, formada a base de perfiles de monten de 8" cal. 14 y monten de 6" cal. 14 con PTR de 4" x 4" hasta 14.21 kg/ml, incluye materiales, mano de obra y equipos	378,666.63	2.80
4.02	ARMADURA: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, con grúa de patio, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36, formada a base de perfiles de monten de 8" cal. 14 y monten de 6" cal. 14 con PTR de 4" x 4" hasta 14.21 kg/ml, incluye materiales, mano de obra y equipos	1,817,922.84	13.43
TECHUMBRE - ÁREA BODEGA			
8.01	Engargotecho * Servicon * SSR-456, engargolado a 180° fabricado con lámina zintroalum o similar calibre 24, incluye clips de 16 cm de longitud en lamina zintro fijado con dos pijas tropicalizadas, equipo de fabricación de izaje, instalación y herramienta menor	623,538.27	4.61
8.08	Fachada en lamina pintor tipo R-101 o similar calibre 24 color azul exterior, gris interior	343,336.75	2.54
8.11	Aislante térmico, a base de fibra de vidrio de 2" de espesor en rollo flexible cubierto por un lado con película de polipropileno reforzado	393,409.38	2.91
TOTALES		8,149,642.57	60.22

Tabla 5.13 Resumen de conceptos de mayor peso económico de la nave

Código	Partida / concepto	Importe (\$)	%
ÁREA OFICINAS			
ESTRUCTURA ALBAÑILERÍA - ÁREA OFICINAS			
3.02	Firme: vaciado de concreto premezclado de f'c= 200Kg/ cm2 resistencia normal, tamaño máximo de agregado 3/4" rev. +10	128,288.90	0.95
3.03	Losa - acero de 10 cm de espesor de concreto f'c=200 kg/cm2 hecho en obra, lámina Galvadeck 15 cal 20, armada con malla electrosoldada 6-6 10/10, incluye: acabado común, armado, colado, mano de obra, equipo y herramienta	485,511.00	3.59
ESTRUCTURA METÁLICA - ÁREA OFICINAS			
4.01	Suministro y colocación de canal metálico de 8" para columna K1, incluye corte, elevación, soldadura, pruebas, herramienta y mano de obra	104,042.99	0.77
4.02	Suministro y colocación de vigueta metálica de 18" para trabe, incluye corte, elevación, soldadura pruebas, herramienta y mano de obra	72,229.90	0.53
INSTALACIÓN ELÉCTRICA - ÁREA OFICINAS			
6.01	Suministro y colocación de salida para lámpara con tubo de 13 mm, cajas galvanizadas conectores y coples, tapas de 1/2" y cable No. 12	27,880.65	0.21
6.10	Suministro y colocación de luminaria 0.61x1.22 mts para empotrar en plafón con rejilla de aluminio de 8 x 16 celdas	29,148.08	0.22
6.13	Suministro y colocación de luminaria de empotrar en plafón de 0.61 x 0.61 mts con rejilla de aluminio de 8 x 8 celdas	42,795.63	0.32
ACABADOS - ÁREA OFICINAS			
8.04	Suministro y colocación de muros de panel de durock de 13 mm de espesor a dos caras, incluye acarreo de material a una estación	116,260.29	0.86
8.05	Suministro y colocación de plafond Acustone omni de 61 x 61 cm con suspensión visible, incluye acarreo de material a una estación	78,859.72	0.58
8.06	Suministro y colocación de loseta Inter Ceramic línea máxima níquel color según muestra aprobada de 30x30 cm Incluye junteo con cemento blanco	90,664.40	0.67
TOTALES		1,175,681.56	8.68

Tabla 5.14 Resumen de conceptos de mayor peso económico de las oficinas

Análisis de funciones

Para analizar la función que cada concepto desempeña en el proyecto, y determinar si esta función es de carácter primario o secundario se revisan una a una. En la figura 5.15 se muestra el resumen de este análisis, posteriormente se revisarán con mayor detalle al nivel de matriz de precio unitario para encontrar algún posible sustituto.

Cod.	Partida / concepto	Verbo	Nombre	Función	Costo (\$)	Valor (\$)	%
ÁREA BODEGA							
PRELIMINARES –ÁREA BODEGA							
1.03	Estabilización de terreno con cal al 3% de su peso volumétrico	Estabiliza	Superficie	S	53,492.82		0.40
1.04	Sacar material producto de despilme de la capa vegetal	Extraer	Material no adecuado	P	128,602.53	128,602.53	0.95
1.06	Suministro y colocación de relleno de tepetate al 90% Proctor en capas de 20 cm	Mejora	Superficie de desplante	P	1,041,006.61	1,041,006.61	7.69
CIMENTACIÓN - ÁREA BODEGA							
2.05	Habilitado y armado de acero de refuerzo en cimentación	Refuerza	Concreto	P	297,954.29	297,954.29	2.20
2.06	Concreto f'c=250 kg/cm2, resistencia normal agregado máximo 19 mm	Sustenta	Estructura	P	306,591.03	306,591.03	2.26
2.07	Muro de contención de 20 cm de espesor y 2.65 m de altura a base de concreto f'c=250 kg/cm2	Contiene	Terraplén	S	446,206.97		3.30
2.10	Concreto ciclópeo para desplante de zapata aislada Z-35 de 1.60 x 3.50 x 1.50 mts promedio	Disminuye	Nivel de desplante	S	239,381.88		1.77
EST. ALBAÑILERÍA - ÁREA BODEGA							
3.01	Piso pulido de concreto premezclado f'c=250 kg/cm2, con enrazadora láser en firme de concreto de 20 cm de espesor	Permite	Un tránsito adecuado	S	1,721,007.67		12.71
3.03	Muro prefabricado en obra de 1.20 x 3.00 mts con monten de 3" cal 12, malla electrosoldada 6-6 6/6 y concreto f'c= 250 kg/cm2	Limita	Espacio	S	358,524.90		2.65
EST. METÁLICA - ÁREA BODEGA							
4.01	TECHUMBRE: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36	Sustenta	Techumbre	P	378,666.63	378,666.63	2.80
4.02	ARMADURA: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36	Sustenta	Estructura para techumbre	P	1,817,922.84	1,817,922.84	13.43
TECHUMBRE - ÁREA BODEGA							
8.01	Engargotecho *Servicon* SSR-456, engargolado a 180° fabricado con lámina zintroalum o similar calibre 24	Protege	Interior de nave	P	623,538.27	623,538.27	4.61
8.08	Fachada en lámina pintro tipo R-101 o similar calibre 24 color azul exterior, gris interior	Limita	Espacio	S	343,336.75		2.54
8.11	Aislante térmico, a base de fibra de vidrio de 2" de espesor en rollo flexible	Disminuye	Temperatura interior	S	393,409.38		2.91
TOTALES					8,149,642.57	4,594,282.20	60.22

Figura 5.15 Resumen del análisis de funciones de los conceptos de la nave

Los índices o proporciones de valor para la nave serán entonces:

$$IV = \frac{\text{Costo total del concepto}}{\text{Valor de las funciones}}$$

Sustituyendo valores:

$$IV = \frac{8,149,642.75}{4,594,282.20} = 1.77$$

Este índice es inferior de 2.00, por lo que los ahorros esperados tal vez no sean muy significativos con respecto al costo total del proyecto, debido a que la IV se está aplicando cuando ya se tiene un grado de avance importante en la obra.

El análisis de las funciones de los conceptos de las oficinas se presenta en la figura 5.16 y el índice de valor es el siguiente:

$$IV = \frac{1,175,681.56}{689,664.54} = 1.70$$

El índice de valor es muy similar al de la nave, ya que se dan las mismas condiciones en cuanto a la aplicación en tiempo de la IV.

Cod.	Partida / concepto	Verbo	Nombre	Función	Costo (\$)	Valor (\$)	%
ÁREA OFICINAS							
EST. ALBAÑILERÍA - ÁREA OFICINAS							
3.02	Firme: vaciado de concreto premezclado de f'c= 200Kg/ cm2	Permite	Un tránsito adecuado	S	128,288.90		0.95
3.03	Losa - acero de 10 cm. de espesor de concreto f'c=200 kg/cm2 hecho en obra, lámina Galvadeck 15 cal 20	Cubre	Claros	P	485,511.00	485,511.00	3.59
EST. METÁLICA - ÁREA OFICINAS							
4.01	Suministro y colocación de canal metálico	Sustenta	Estructura	P	104,042.99	104,042.99	0.77
4.02	Suministro y colocación de vigueta metálica de 18" para trabe	Sustenta	Losa	P	72,229.90	72,229.90	0.53
INST. ELÉCTRICA - ÁREA OFICINAS							
6.01	Suministro y colocación de salida para lámpara con tubo de 13 mm	Conduce	Electricidad	P	27,880.65	27,880.65	0.21
6.10	Suministro y colocación de luminaria 0.61x1.22 mts para empotrar en plafón con rejilla de aluminio de 8 x 16	Ilumina	Pasillos	S	29,148.08		0.22
6.13	Suministro y colocación de luminaria de empotrar en plafón de 0.61 x 0.61 mts con rejilla de aluminio 8x8	Ilumina	Oficinas	S	42,795.63		0.32
ACABADOS - ÁREA OFICINAS							
8.04	Suministro y colocación de muros de panel de durock de 13 mm de espesor a dos caras	Limita	Espacio	S	116,260.29		0.86
8.05	Suministro y colocación de plafond Acustone omni de 61 x 61 cm con suspensión visible	Oculto	Instalaciones	S	78,859.72		0.58
8.06	Suministro y colocación de loseta Interceramic línea máxima níquel	Mejora	Acabado de pisos	S	90,664.40		0.67
TOTALES					1,175,681.56	689,664.54	8.68

Figura 5.16 Resumen de análisis de funciones de los conceptos de las oficinas

Formulación de costos funcionales

Se revisan las matrices de los conceptos involucrados en el análisis, en búsqueda de alternativas y los costos de las mismas, evaluando las repercusiones que traerán al proyecto, para ello, ya no se consideran aquellos conceptos que no tienen posibilidades de ser modificados por tener funciones primarias, o porque en este caso en particular, algunos de ellos ya se han ejecutado.

Los conceptos que no son factibles de ser modificados para la construcción de la nave y las oficinas se muestran en la figura 5.17.

Cód.	Partida / concepto	Verbo	Nombre	Función	Costo (\$)	Valor (\$)	%
ÁREA BODEGA							
PRELIMINARES -ÁREA BODEGA							
1.06	Suministro y colocación de relleno de tepetate al 90% Proctor en capas de 20 cm	Mejora	Superficie de desplante	P	1,041,006.61	1,041,006.61	7.69
CIMENTACIÓN - ÁREA BODEGA							
2.05	Habilitado y armado de acero de refuerzo en cimentación	Refuerza	Concreto	P	297,954.29	297,954.29	2.20
2.06	Concreto $f_c=250$ kg/cm ² , resistencia normal agregado máximo 19 mm	Sustenta	Estructura	P	306,591.03	306,591.03	2.26
EST. METÁLICA - ÁREA BODEGA							
4.01	TECHUMBRE: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36	Sustenta	Techumbre	P	378,666.63	378,666.63	2.80
4.02	ARMADURA: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, con grúa de patio, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36	Sustenta	Estructura para techumbre	P	1,817,922.84	1,817,922.84	13.43
TECHUMBRE - ÁREA BODEGA							
8.11	Aislante térmico a base de fibra de vidrio de 2" de espesor en rollo flexible	Disminuye	Temperatura interior	S	393,409.38		2.91
ÁREA OFICINAS							
INST. ELÉCTRICA - ÁREA OFICINAS							
6.01	Suministro y colocación de salida para lámpara con tubo de 13 mm	Conduce	Electricidad	P	27,880.65	27,880.65	0.21
EST. ALBAÑILERÍA - ÁREA OFICINAS							
3.02	Firme: vaciado de concreto premezclado de $f'c=200$ Kg/ cm ²	Permite	Un tránsito adecuado	S	128,288.90		0.95
EST. METÁLICA - ÁREA OFICINAS							
4.01	Suministro y colocación de canal metálico	Sustenta	Estructura	P	104,042.99	104,042.99	0.77
4.02	Suministro y colocación de vigueta metálica de 18" para trabe	Sustenta	Losa	P	72,229.90	72,229.90	0.53

Figura 5.17 Conceptos no factibles de ser modificados

Siendo un requisito principal la construcción del terraplén de la nave, para que el nivel superior del andén quede a + 1.45 mts con respecto al patio de maniobras y para evitar posibles inundaciones en el interior de la nave, éste no se puede cancelar.

En la ciudad de Celaya, debido a que los bancos de materiales se encuentran muy distantes, los costos de los mismos se incrementan en forma considerable, por lo que pensar en una reducción en el costo del tepetate es difícil a pesar del volumen a emplear.

Debido al avance registrado hasta la fecha en los trabajos de cimentación, se optó por concluir la según proyecto original, además de que ésta tiene una función principal.

En el caso del aislante térmico, que aunque es un concepto con una función secundaria, se debe colocar para reducir la temperatura interior, ya que la alternativa de instalar un equipo de aire acondicionado implicaría un incremento considerable en los costos iniciales y de operación.

Un caso especial es el de la estructura metálica de la nave y las oficinas; debido al grado de avance del habilitado en taller de la misma hasta el momento en que fue solicitada la revisión al presupuesto, es poco factible realizar un cambio en esta parte del proyecto, de no ser así tal vez se podría haber optado por otro tipo de estructura con claros más cortos entre columnas con un menor costo debido a la reducción de:


- Acero estructural.
- Concreto en cimentación
- Acero de refuerzo en cimentación
- Cimbra en cimentación
- Etc.

Debido a una mayor distribución de las cargas al terreno.

Las salidas eléctricas no son susceptibles de modificación, no es conveniente disminuir el número de ellas ni bajar la calidad en los materiales.

Para el piso de concreto en el estacionamiento del área de oficinas se tienen pocas posibilidades de reducción de costos, ya que el mayor peso económico del concepto lo tiene el concreto premezclado con un 82.4% (figura 19a), su precio se encuentra bien acotado por la empresa concretera que lo suministrará, y pensar en la reducción de la resistencia no sería una decisión acertada ni mucho menos ética.

Se tendrá que trabajar entonces con el resto de los conceptos, cuyas matrices de precios unitarios se presentan en las figuras 5.18 y 5.19.

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: EST1 1.02 Unidad: m2

Estabilización de terreno con cal al 3% de su peso volumétrico, incluye: escarificación, materiales, mano de obra, equipo y herramienta.

MATERIALES

CALHIDRA	ton	\$990.00	0.010	\$9.90	45.56%
Subtotal: MATERIALES				\$9.90	45.56%

MANO DE OBRA


CUADRILLA No 1 (1 PEÓN + 0.10 DE CABO)	JOR	\$149.90 /	60.000	\$2.50	11.50%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$2.50	11.50%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

MOTOCONFORMADORA	HORA	\$391.66	0.018	\$7.01	32.26%
CAMIÓN DE VOLTEO DE 7 M3	HORA	\$160.03	0.015	\$2.32	10.68%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$9.33	42.94%
Costo directo				\$21.73	
Indirecto	12%			\$2.61	
Utilidad	10%			\$2.17	
Financiamiento	3%			\$0.73	
Precio Unitario				\$27.24	

(* VEINTISIETE PESOS 24/100 M.N. *)

Figura 5.18a Análisis de P.U. de la estabilización – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1.04 1.03 Unidad: m3


Sacar material producto de despalme de la capa vegetal de 20 cm. en área de bodega.

EQUIPO Y HERRAMIENTA

CAMIÓN DE VOLTEO DE 7 M3	HORA	\$160.03 /	4.50	\$35.56	92.41%
CARGADOR SOBRE LLANTAS CAT	HORA	\$262.78 /	90.00	\$2.92	7.59%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$38.48	100.00%
Costo directo				\$38.48	
Indirecto				12%	\$4.62
Utilidad				10%	\$3.85
Financiamiento				3%	\$1.29
Precio Unitario				\$48.24	

(* CUARENTA Y OCHO PESOS 24/100 M.N. *)

Figura 5.18b Análisis de P.U. de la extracción de material no adecuado – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO.	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo	Importe	%
--------	----------	--------	----------	-------	---------	---


Análisis: 2.07f Unidad: ml

Muro de contención de 20 cm de espesor y 2.65 m de altura a base de concreto $f_c=250$ kg/cm², incluye: acero de refuerzo del No 3 @ 20 cm, cimbrado y descimbrado aparente, materiales, mano de obra, equipo y herramienta.

ACERCONT	Acero en muro de contención. Incluye acarreo cortes, elevación, herramienta, desperdicio, ganchos, traslapes y mano de obra.	kg	47.61	6.96	331.57	27.97%
CIMBCONT	Cimbra en muro de contención, incluye: acarreos, cortes, ajustes, desmoldante, herramienta y mano de obra.	m2	4.35	61.42	267.45	22.56%
CONCCONT	Concreto premezclado $f_c=250$ kg/cm ² en muro de contención.	m3	0.50	1,179.99	586.26	49.46%

Subtotal: BÁSICOS					\$1,185.28	100.00%
Costo directo					\$1,185.28	
Indirecto	12%				\$142.23	
Utilidad	10%				\$118.53	
Financiamiento	3%				\$39.83	
Precio Unitario					\$1,485.87	

Figura 5.18c Análisis de P.U. de concreto en muro de contención – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: CONC-CICL 1.06 Unidad: m3

Concreto ciclópeo para desplante de zapata aislada Z-35 de 1.60 x 3.50 x 1.50 mts promedio y para el desplante de la zapata Z3, con concreto premezclado $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ con piedra braza limpia 4" a 10", incluye: colado, materiales, mano de obra equipo y herramienta.

MATERIALES

CONCRETO PREM. $f'c=150 \text{ KG/CM}^2$	M3	\$825.00	0.650	\$536.25	77.48%
PIEDRA BRAZA	M3	\$97.44	0.650	\$63.34	9.15%
AGUA (MANEJO)	M3	\$38.50	0.030	\$1.16	0.17%
Subtotal: MATERIALES				\$600.75	86.80%

MANO DE OBRA


CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES + 0.10 DE CABO)	JOR	\$1,241.92 /	14.00	\$88.71	12.82%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$88.71	12.82%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$88.71	0.03	\$2.66	0.38%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$2.66	0.38%
Costo directo				\$692.12	
Indirecto	12%			\$83.05	
Utilidad	10%			\$69.21	
Financiamiento	3%			\$23.26	
Precio Unitario				\$867.64	

(* OCHOCIENTOS SESENTA Y SIETE PESOS 64/100 M.N. *)

Figura 5.18d Análisis de P.U. de concreto ciclópeo – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.	

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 15.- 3.01 Unidad: m3

Suministro y vaciado de concreto premezclado $f'c=250$ kg/cm², con enrazadora láser en firme de concreto de 20 cm de espesor. Incluye acabado pulido integral, vibrado, curado, acarreo a una estación, materiales y mano de obra.

MATERIALES

CONCRETO PREM. C-1, $f'c=250$	M3	\$951.94	1.02	\$970.98	89.27%
Subtotal: MATERIALES				\$970.98	89.27%

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 22 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES + 0.10 DE CABO)	JOR	\$1,241.92 /	13.0	\$95.53	8.78%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$95.53	8.78%


EQUIPO Y HERRAMIENTA

VIBRADOR PARA CONCRETO	HORA	\$33.50	0.30	\$10.05	0.92%
HERRAMIENTA MENOR	%	\$95.53	0.03	\$2.87	0.26%
ALLANADORA	HOR	\$41.27	0.20	\$8.25	0.76%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$21.17	1.95%

Costo directo				\$1,087.68	
Indirecto	12%			\$130.52	
Utilidad	10%			\$108.77	
Financiamiento	3%			\$36.55	
Precio Unitario				\$1,363.52	

(* UN MIL TRESCIENTOS SESENTA Y TRES PESOS 52/100 M.N. *)

Figura 5.18e Análisis de P.U. de firme de concreto – área bodega


INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA DE ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE BÁSICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: MURPREF2 1.15		Unidad: pza				
Muro prefabricado en obra de 1.20 x 3.00 mts con monten de 3" cal 12, malla electrosoldada 6-6 6/6 y concreto f'c= 250 kg/cm2, incluye: fijación, materiales, mano de obra, equipo y herramienta.						
MATERIALES						
	SOLDADURA ELECTRODO 70-18 1/8"	KG	\$16.50	0.75	\$12.38	1.65%
	ÁNGULO DE 1 1/4" x 1/4"	KG	\$5.06	7.40	\$37.44	4.16%
	MALLA ELECTROSOLDADA 6-6/6-6	ROLLO	\$1,045.00	0.04	\$39.71	4.42%
	PLACA A36 DE 3/8"	KG	\$6.05	3.53	\$21.36	2.38%
	CANAL MONTEN CAL. 12 de 3"	TON	\$7,040.00	0.03	\$211.20	23.49%
	Subtotal: MATERIALES				\$322.09	36.10%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL + 1 PEÓN + 0.10 DE CABO)	JOR	\$393.52 /	3.00	\$131.17	9.79%
	CUADRILLA No 9 (1 HERRERO + 1 AYUDANTE + 0.10 DE CABO)	JOR	\$410.43 /	3.00	\$136.81	8.57%
	CUADRILLA No 10 (1 HERRERO + 2 AYUDANTES + 0.10 DE CABO)	JOR	\$557.47 /	4.00	\$139.37	
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$407.35	18.35%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$165.00	0.03	\$4.95	0.55%
	VIBRADOR PARA CONCRETO	HORA	\$33.82	0.15	\$5.07	0.56%
	EQUIPO DE CORTE ACETILENO	HORA	\$229.31	0.05	\$11.47	1.28%
	PLANTA DE SOLDAR MILLER	HORA	\$5.70	0.30	\$1.71	0.19%
	CAMIÓN HIAB DE 2 TON	HORA	\$380.00	0.30	\$114.00	12.68%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$137.20	15.26%
BÁSICOS						
7.01	Pintura de esmalte comex 100	KG	\$1.12	25.00	\$28.00	3.11%
	Cimbra para muro prefabricado	PZA	\$1,665.45	0.03	\$49.96	5.56%
	Concreto f'c=250 kg/cm2	M3	\$971.15	0.20	\$194.23	21.61%
	Subtotal: BASICOS				\$272.19	30.28%
	Costo directo				\$1,138.83	
	Indirecto	12%			\$136.66	
	Utilidad	10%			\$13.67	
	Financiamiento	3%			\$38.26	
	Precio Unitario				\$1,327.87	

(* UN MIL TRESCIENTOS VEINTISIETE PESOS 87/100 M.N. *)


Figura 5.18f Análisis de P.U. de muro prefabricado – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO.		

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: 77.- 8.12 Unidad: m2						
Engargotecho * servicon * SSR-456, engargolado a 180° fabricado con lamina zintroalum o similar calibre 24, incluye clips de 16 cm de longitud en lamina zintro fijado con dos pijas tropicalizadas, equipo de fabricacion de izaje, instalacion y herramienta menor.						
MATERIALES						
	LAMINA ZINTRO-ALUM CAL.24	M2	\$70.80	1.18	\$83.54	84.44%
	PIJA ESTRUCTURAL	PZA	\$0.48	2.00	\$0.96	0.97%
	Subtotal: MATERIALES				\$84.50	85.41%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA No1(2 OF. LAMINERO+2AJOR		\$840.62 /	60.00	\$14.01	14.16%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$14.01	14.16%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$14.01	0.03	\$0.42	0.42%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.42	0.42%
	Costo directo				\$98.93	100.00%
	Indirecto	12%			\$11.87	
	Utilidad	10%			\$1.19	
	Financiamiento	3%			\$3.32	
	Precio Unitarios				\$115.35	
(* CIENTO QUINCE PESOS 35/100 M.N. *)						

Figura 5.18g Análisis de P.U. de techumbre – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: NAVE DE ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE BÁSICOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 77.- 8.12 Unidad: m2

Fachada en lámina pintro tipo R-101 o similar calibre 24 color azul exterior, gris interior colocado.

MATERIALES

PIJA ESTRUCTURAL	PZA	\$0.28	4.00	\$1.12	1.12%
SELLADOR SIKA-FLEX	KG	\$147.57	0.02	\$2.21	2.21%
SELLADOR DE BUTILO	KG	\$60.00	0.04	\$2.40	2.40%
LAMINA ZINTRO R-101 CAL. 24	M2	\$349.51	0.22	\$77.66	77.62%
Subtotal: MATERIALES				\$83.39	83.35%

MANO DE OBRA


CUADRILLA No11 (2 OF. LAMINEROS + 2 AYUDANTES + 0.10 DE CABO)	JOR	\$840.62 /	41.00	\$20.50	16.16%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$20.50	16.16%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$16.17	0.03	\$0.49	0.49%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.49	0.49%
Costo directo				\$104.38	
Indirecto				12%	\$12.53
Utilidad				10%	\$1.25
Financiamiento				3%	\$3.51
Precio Unitario				\$121.85	

(* CIENTO VEINTIÚN PESOS 85/100 M.N. *)

Figura 5.18h Análisis de P.U. de fachada de lámina – área bodega


INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: 5.12ser 6.11 Unidad: pza						
Suministro y colocación de luminaria 0.61x1.22 m para empotrar en plafón con louver de aluminio de 8 x 16 celdas.						
MATERIALES						
	CINTA DE AISLAR PLÁSTICA	PZA	\$4.62	0.13	\$0.58	0.06%
	LUMINARIA PARA EMPOTRAR DE	PZA	\$778.30	1.00	\$778.30	87.03%
	Subtotal: MATERIALES				\$778.88	87.10%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA No 19 (1 ELECTRICISTA + AY.ESP. + 0.10 DE CABO)	JOR	\$427.35 /	4.00	\$106.84	11.95%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$106.84	11.95%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$106.84	0.03	\$3.21	0.36%
	ANDAMIOS	%	\$106.84	0.05	\$5.34	0.60%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$8.55	0.96%
	Costo directo				\$894.26	
	Indirecto	12%			\$107.31	
	Utilidad	10%			\$89.43	
	Financiamiento	3%			\$30.05	
	Precio Unitario				\$1,121.08	

(* UN MIL CIENTO VEINTIÚN PESOS 08/100 M.N. *)

Figura 5.19c Análisis de P.U. de luminaria 0.61 x 1.22 mts – área oficinas

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 5.07.. 5.08 Unidad: pza

Suministro y colocación de luminaria de empotrar en plafón de 0.61 x 0.61 m aluminio de 8 x 8 celdas.

MATERIALES

CINTA DE AISLAR PLÁSTICA	PZA	\$4.62	0.10	\$0.46	0.07%
LUMINARIA PARA EMPOTRAR DE 0.61 X 0.61 M.	PZA	\$592.00	1.00	\$592.00	88.44%
Subtotal: MATERIALES				\$592.46	88.51%

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 19 (1 ELECTRICISTA + AY.ESP. + 0.10 DE CABO)	JOR	\$427.35 /	6.00	\$71.23	10.64%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$71.23	10.64%


EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$71.23	0.03	\$2.14	0.32%
ANDAMIOS	%	\$71.23	0.05	\$3.56	0.53%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$5.70	0.85%

Costo directo				\$669.39	
Indirecto	12%			\$80.33	
Utilidad	10%			\$66.94	
Financiamiento	3%			\$22.49	
Precio Unitario				\$839.13	

(* OCHOCIENTOS TREINTA Y NUEVE PESOS 13/100 M.N. *)

Figura 5.19d Análisis de P.U. de luminaria 0.61 x 0.61 mts – área oficinas

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: ACAOF15 Unidad: m2

Suministro y colocación de muros de panel de durock de 13 mm de espesor a dos caras, incluye acarreo de material a una estación.

MATERIALES

PANEL DUROCK	PZA	\$308.00	0.72	\$221.76	64.05%
CANAL DE AMARRE CE-1524 de 3.05 MTS, CAL 20	PZA	\$55.00	0.34	\$18.70	5.40%
POSTE METÁLICO PE-1524 de 3.05 MTS, CAL 20	PZA	\$71.50	0.07	\$5.01	1.45%
RECUBRIMIENTO PREMEZCLADO DE 15 KG	BASE CAJA	\$225.50	0.10	\$22.55	6.51%
CINTA DE FIBRA DE VIDRIO DE 0.15x23 MTS	ROLLO	\$93.50	0.16	\$14.96	4.32%
TORNILLO CUERDA SENCILLA 1"	CAJA	\$495.00	0.01	\$6.93	2.00%
PIJA	PZA	\$0.39	6.00	\$2.34	0.68%
TAQUETE	PZA	\$0.39	6.00	\$2.34	0.68%
Subtotal: MATERIALES				\$294.59	85.08%

MANO DE OBRA


CUADRILLA No 12 (1 TABLAROQUERO+ AY.UDANTE + 0.10 DE CABO)	JOR	\$551.65 /	11.00	\$50.15	14.48%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$50.15	14.48%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

Herramienta menor	%	\$50.15	0.03	\$1.50	0.43%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$1.50	0.43%
Costo directo				\$346.24	100.00%
Indirecto	12%			\$41.55	
Utilidad	10%			\$34.62	
Financiamiento	3%			\$11.63	
Precio Unitario				\$434.05	

(* CUATROCIENTOS TREINTA Y CUATRO PESOS 05/100 M.N. *)

Figura 5.19e Análisis de P.U. de muro de durock – área oficinas


INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: 7.03.. 7.03 Unidad: m2						
Suministro y colocación de plafond Acustone omni de 61 x 61 cm con suspensión down, incluye acarreo de material a una estación.						
MATERIALES						
	TE PRINCIPAL ARMS. 15/16 DE 3.66 M.	PZA	\$42.30	0.25	\$10.58	6.69%
	TE SECUNDARIA ARMS 15/16 DE 1.22 M	PZA	\$12.80	1.35	\$17.28	10.93%
	TE SECUNDARIA ARMS 15/16 DE 0.61 M	PZA	\$7.30	2.70	\$19.71	12.47%
	ANGULO PERIMETRAL ARMS 15/16 DE 3.66 M	PZA	\$35.60	0.25	\$8.90	5.63%
	ALAMBRE GALVANIZADO CAL. 12	KG	\$10.18	0.05	\$0.51	0.32%
	ACUSTONE OMNI 61 x 61 CM	M2	\$56.82	1.03	\$58.52	37.03%
	Subtotal: MATERIALES				\$115.50	73.08%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA No 12 (1 TABLAROQUERO+ AYUDANTE + 0.10 DE CABO)	JOR	\$551.65 /	14.00	\$39.40	24.93%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$39.40	24.93%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	\$39.40	0.03	\$1.18	0.75%
	ANDAMIOS	(%)mo	\$39.40	0.05	\$1.97	1.25%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$3.15	1.99%
	Costo directo				\$158.05	100.00%
	Indirecto	12%			\$18.97	
	Utilidad	10%			\$15.81	
	Financiamiento	3%			\$5.31	
	Precio Unitario				\$198.14	

(* CIENTO NOVENTA Y OCHO PESOS 14/100 M.N. *)

Figura 5.19f Análisis de P.U. de plafond – área oficinas

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 7.04.. 8.05 Unidad: m2

Suministro y colocación de loseta Interceramic línea máxima níquel color según muestra aprobada de 30x30 cm, incluye lechadeado con cemento blanco - agua.

MATERIALES

PISO DE LOSETA INTERCERAMIC LÍNEA MÁXIMA NÍQUEL	M2	\$121.92	1.05	\$128.02	70.45%
PEGAZULEJO	KG	\$2.42	4.00	\$9.68	5.33%
Subtotal: MATERIALES				\$137.70	75.78%

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 11 (1 AZULEJERO + AYUDANTE + 0.10 DE CABO)	JOR	\$427.35 /	10.00	\$42.74	23.52%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$42.74	23.52%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

Herramienta menor	(%)mo	\$42.74	0.03	\$1.28	0.71%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$1.28	0.71%
Costo directo				\$181.71	100.00%
Indirecto	12%			\$21.81	
Utilidad	10%			\$18.17	
Financiamiento	3%			\$6.11	
Precio Unitario				\$227.80	

(* DOSCIENTOS VEINTISIETE PESOS 80/100 M.N. *)

Figura 5.19g Análisis de P.U. de loseta – área oficinas

Búsqueda de alternativas y selección de los mejores conceptos

De las posibles opciones contempladas en el cuadro comparativo de ideas, las que a continuación se mencionan, son las que el equipo de INGEVAL ha determinado como las más viables, ya que ofrecen las siguientes ventajas:

- a) Mejor incorporación al proyecto original
- b) Menor impacto al programa de obra
- c) Cumplen con las normas y reglamentos de construcción vigentes
- d) Cumplen con el reglamento del parque industrial
- e) Ofrecen los mejores resultados respecto a la relación costo / valor

Nave industrial

Las propuestas para la nave son las siguientes:

➤ **Estabilización del terreno**

El estabilizar el terreno tiene como objetivo principal el hecho de obtener una mejor superficie de trabajo (evitar el fango), al mejorar las propiedades del material localizado en el primer estrato (de 0.00 a 0.40 mts), de acuerdo al estudio de mecánica de suelos, el material depositado es una arcilla limosa de mediana plasticidad color café oscuro, con clasificación según el S.U.C.S. de **OL**, que al entrar en contacto con el agua de lluvia, no permitirá una circulación adecuada del personal, vehículos y equipo para montaje.

Para prescindir de este concepto se optó por realizar un tendido de una vialidad provisional a base de una capa de 30 cms de espesor con grava de 1 ½" después del retiro de la capa vegetal, esta superficie de rodamiento preliminar ya no podrá ser recuperada, pero formará parte del terraplén, reduciendo el volumen de tepetate. Su costo es de \$192.97 por metro cúbico (figura 5.20a), y su costo total de \$ 35,120.54, por lo que con ello se puede lograr un ahorro de \$18, 372.28.

➤ **Extracción de materiales no adecuados**

Para el concurso se consideró un tiro a 20 km, pero reconsiderando esta situación, se encontró un socavón a 8 km de la obra, cuya finalidad en un principio era el de convertirse en un relleno sanitario, solo que por no cumplir con la normatividad vigente éste fue cancelado, dando opción a recibir materiales adecuados para su relleno, de esta manera se reduce en más de la mitad la distancia de tiro y el tiempo de traslado de los camiones es de apenas una tercera parte de lo estimado, por lo tanto el costo unitario del concepto es de \$ 20.68 (figura 5.20b), el ahorro total es de \$ 73, 471.93.

➤ Muro de contención

La alternativa a evaluar en este caso, es la construcción de un muro de contención a base de mampostería de block extruido 15x20x40 cm, castillos ahogados a cada 80 cm, confinada mediante castillos y dalas de 15x20 cm de concreto reforzado. Se ha optado por desplantarlo desde la cimentación, apoyado en las zapatas corridas y prolongando los castillos en el terreno, con ello se lograrán ahorros debido a una menor utilización de acero de refuerzo y de concreto, ya que éste tipo de muros demanda cantidades mucho menores de estos insumos, en comparación con los de concreto armado.

Se aconseja construir el muro de concreto como se indica en el proyecto original, en el eje correspondiente al andén de carga y descarga, debido a que en este punto los camiones provocan al estacionarse, constantes impactos laterales al mismo, los cuales podrían afectarlo no obstante la protección que ofrecen los topes de neopreno.

El proceso constructivo indica que se debe construir el muro de contención y posteriormente el terraplén, para que el equipo de compactación no lo dañe, se recomienda dejar una separación de 3.00 mts entre el muro y el terraplén, la cual se rellenará y compactará con equipo menor.

Su precio unitario es de \$ 594.27 por metro lineal, según la matriz de ensamble de costos de la figura 5.20c, la longitud de este es de 300.30 mts y el costo total de \$ 178,459.28.

El costo total de la construcción del muro concreto es de \$ 446,206.97, por lo que ahorro esperado es de \$ 267, 747.69

➤ Concreto ciclópeo

De acuerdo a los resultados obtenidos de las diferentes pruebas efectuadas por el laboratorio de mecánica de suelos a los materiales recuperados de las exploraciones, la estratigrafía que presenta el terreno en el sitio de la exploración y a las características del proyecto, se recomienda iniciar el desplante de la cimentación al inicio del estrato con profundidad de - 3.70 mts con respecto al nivel superficial actual del terreno.

Para evitar que la cimentación se desplante hasta esta profundidad después de efectuar la excavación correspondiente, se podrá efectuar un relleno mediante material inerte (tepetate), que cumpla con las especificaciones para capas de sub-base, compactado al 90% de la prueba Proctor ó mediante un relleno con concreto ciclópeo constituido de piedra limpia de 4" a 10" y concreto $f'c = 150$ kg/cm².

Para la elaboración del concurso se incluyó la segunda opción, pero en cuestión de costos la primera opción es mucho más económica (figura 5.20d), con ella se logra un ahorro de \$ 201,572.54.

➤ Pisos de concreto

El proyectista consideró la construcción de pisos pulidos de concreto de 20 cms de espesor, con concreto premezclado $f'c = 250$ kg/cm² y malla electrosoldada 6-6 10/10 como refuerzo.

El volumen de concreto a utilizar es bastante considerable (1,262.18 m³), en base a ello se opta por realizar un nuevo diseño de piso, el cual permita utilizar un espesor menor de piso cumpliendo con las normas y reglamentos vigentes.

Como resultado del nuevo diseño de piso, se tiene un espesor de 15 cm con concreto premezclado $f'c = 250$ kg/cm² con agregado grueso de 1 ½" y fibra metálica con bajo contenido de carbón como refuerzo. Este diseño de piso se ha utilizado en otros proyectos similares dando excelentes resultados.

Además de la reducción obtenida por la disminución en el volumen del concreto, se logra también una reducción en el costo por mano de obra al utilizar la fibra metálica, ya que para su utilización tan solo se requiere mezclarla con el concreto dentro de la revolvedora, como si se tratara de un agregado o aditivo más, lo que permite una rápida colocación y acabado del piso.

El costo de esta alternativa por metro cuadrado es de \$ 271.48 (figura 5.20e), la diferencia en el costo total es de \$ 327,467.82.

➤ **Muro perimetral**

Si la opción de cambiar el muro de contención de concreto por el de mampostería es aceptada, resulta conveniente continuar con la misma estructuración para conformar el muro perimetral a base de block extruido 15x20x40 cms, dalas y castillos en acabado aparente.


La matriz es de ensamble de costos (figura 5.20f), y el concepto tiene un precio unitario de \$840.58 por metro lineal, contra los \$ 1, 106.56 por metro lineal del muro prefabricado logramos un ahorro de \$79,876.79.

➤ **Techumbre**

Para lograr reducir costos en este concepto se ha propuesto cambiar la sección de la lámina SSR-456, por una sección SSR-3/24 de calibre 24 auto soportable, acabado zintro-alum con uniones engargoladas en los extremos y sujetadores tipo clip. La razón de la propuesta, es debido a que éste perfil tiene 3" (7.62 cm) de peralte, que nos da mayores capacidades estructurales e hidráulicas, y además cuenta con un poder cubriente de 24" (60.96 cm), con lo cual se logra obtener un mayor rendimiento en la instalación. Aparentemente pareciera que esta reducción no impactara de manera importante el costo total, pero si se refleja a toda el área por cubrir, los resultados la justifican. Su precio unitario es de \$107.53 (figura 5.20g), la reducción total en el costo es de \$ 42,271.95.

➤ **Fachada de lámina**


Se plantea la reducción del calibre de la lámina de 24 a calibre 26, ya que el calibre 24 se encuentra sobrado para ser aplicado en muro, ya que en la ciudad de Celaya, las cargas por viento no son considerables y tras confirmarlo con el diseño estructural, el precio unitario entonces será de \$103.16 (figura 5.20h), con un ahorro de \$ 52,662.80.

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: CAMINO1 1.22 Unidad: m3						
Suministro y colocación de base de 20 cms de espesor con grava de 1 1/2" para habilitar superficie de rodamiento de camión hiab en el área de bodega, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.						
MATERIALES						
	GRAVA 1 1/2"	M3	\$90.00	1.20	\$108.00	70.16%
	Subtotal: MATERIALES				\$108.00	70.16%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	RETROEXCAVADORA CAT 416-B	HORA	\$382.76	0.12	\$45.93	29.84%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$45.93	29.84%
	Costo directo				\$153.93	
	Indirecto	12%			\$18.47	
	Utilidad	10%			\$15.39	
	Financiamiento	3%			\$5.17	
	Precio Unitario				\$192.97	
(* CIENTO NOVENTA Y DOS PESOS 97/100 M.N. *)						

Figura 5.20a Análisis de P.U. de superficie de rodamiento – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 1.04 1.03 Unidad: m3


Sacar material producto de despalme de la capa vegetal de 20 cm. en área de bodega.

EQUIPO Y HERRAMIENTA

CAMIÓN DE VOLTEO DE 7 M3	HORA	\$160.03	0.09	\$13.60	92.41%
CARGADOR SOBRE LLANTAS CAT	HORA	\$262.78	0.01	\$2.89	7.59%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$16.49	100.00%
Costo directo				\$16.49	
Indirecto	12%			\$1.98	
Utilidad	10%			\$1.65	
Financiamiento	3%			\$0.55	
Precio Unitario				\$20.68	

(* VEINTE PESOS 68/100 M.N. *)

Figura 5.20b Análisis de P.U. de acarreo de material no adecuado – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 3.01mur 3.01 Unidad: ml

Suministro y construcción de muro de contención perimetral de block hueco de 15 x 20 x 40 cm de 2.65 mts de altura con dalas y castillos, incluye: castillos ahogados a cada 80 cm, castillos a cada 2.30 mts, dala intermedia y de cerramiento, mano de obra, equipo y herramienta.


BÁSICOS

3.08	Dala T2 de 20x20 cm armada con 4 varillas de 3/8" y estribos de alambón a cada 20 cm, incluye cimbrado, descimbrado, colado con concreto f'c=200 kg/cm2 y acarreo de materiales.	ML	\$68.12	2.00	\$136.24	28.74%
3.05	Castillo de concreto f'c=200 kg/cm2, armado con 4 varillas de 3/8" y estribos de 1/4" @ 20 cm con sección de 15 x 15 cm, incluye: cimbra común.	ML	\$70.30	1.46	\$102.64	21.65%
3.08	Muro de block 15x20x40 acabado aparente asentado con mortero cemento arena 1:5 a 2.65 mts de altura promedio, incluye castillo ahogado, andamios, desperdicios y todo lo necesario para su correcta ejecución.	M2	\$114.72	2.05	\$235.18	49.61%

Subtotal: BÁSICOS					\$474.05	100.00%
Costo directo					\$474.05	
Indirecto	12%				\$56.89	
Utilidad	10%				\$47.41	
Financiamiento	3%				\$15.93	
Precio Unitario					\$594.27	

(* QUINIENTOS NOVENTA Y CUATRO PESOS 27/100 M.N. *)

Figura 5.20c Análisis de P.U. del muro de contención – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: FIRMAGR1 1.28 Unidad: m2

Firme de concreto de 15 cm. de espesor, de concreto premezclado de $f_c=250$ kg/cm² acabado con acabado pulido integral con enrasadora láser, agregado metálico como refuerzo, incluye: materiales, acarreo, preparación de la superficie, nivelación, cimbrado.

MATERIALES

AGREGADO METÁLICO (50 MM x 1 MM)	KG	\$11.00	3.25	\$35.75	16.51%
CIMBRA METÁLICA	ML	\$33.00	0.06	\$1.98	0.91%
CONCRETO PREM. C-1, $f_c=250$ KG/CM2, NORMAL	M3	\$951.94	0.16	\$152.31	70.33%
AGUA (MANEJO)	M3	\$38.50	0.10	\$3.85	1.78%
Subtotal: MATERIALES				\$193.89	89.54%

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEÓN + 0.10 DE CABO)	JOR	\$393.52 /	17.89	\$22.00	10.16%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$22.00	10.16%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$22.00	0.03	\$0.66	0.30%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.66	0.30%

Costo directo

\$216.55

Indirecto

12%

\$25.99

Utilidad

10%

\$21.66

Financiamiento

3%


\$7.28

Precio Unitario

\$271.48

(* DOSCIENTOS SETENTA Y UN PESOS 48/100 M.N. *)

Figura 5.20e Análisis de P.U. de piso de concreto – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 82.- 8.14 Unidad: m2

Lámina autosoportable perfil SSR-3/24, engargolada a 180°, fabricada con lamina zintro-alum calibre 24, incluye clips de 16 cm de longitud en lamina zintro fijado con dos pijas tropicalizadas, equipo de fabricación de izaje, instalación y herramienta menor.

MATERIALES

LAMINA ZINTRO-ALUM CAL.24	M2	\$70.80	1.09	\$76.86	83.32%
PIJA ESTRUCTURAL	PZA	\$0.48	2.00	\$0.96	1.04%
Subtotal: MATERIALES				\$77.82	84.36%

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 11 (2 OF. LAMINEROS + 2 AYTES. + 0.10 DE CABO)	JOR	\$840.62 /	60.00	\$14.01	15.19%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$14.01	15.19%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$14.01	0.03	\$0.42	0.46%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.42	0.46%

Costo directo				\$92.25	100.00%
Indirecto	12%			\$11.07	
Utilidad	10%			\$1.11	
Financiamiento	3%			\$3.10	
Precio Unitario				\$107.53	

(* CIENTO SIETE PESOS 53/100 M.N. *)

Figura 5.20g Análisis de P.U. de la techumbre de lámina – área bodega

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 77.- 8.12 Unidad: m2

Fachada en lámina pintro tipo R-101 o similar calibre 26 color azul exterior, gris interior colocado.

MATERIALES

PIJA ESTRUCTURAL	PZA	\$0.28	4.00	\$1.12	1.27%
SELLADOR SIKA-FLEX	KG	\$147.57	0.02	\$2.21	2.50%
SELLADOR DE BUTILO	KG	\$60.00	0.04	\$2.40	2.71%
LÁMINA ZINTRO R-101 CAL. 26	M2	\$285.90	0.22	\$63.53	71.78%
Subtotal: MATERIALES				\$69.26	78.26%

MANO DE OBRA

CUADRILLA No11 (2 OF. LAMINEROS + 2 AYTOS. + 0.10 DE CABO)	JOR	\$840.62 /	45.00	\$18.68	21.11%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$18.68	21.11%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$18.68	0.03	\$0.56	0.63%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$0.56	0.63%
Costo directo				\$88.50	100.00%
Indirecto	12%			\$10.62	
Utilidad	10%			\$1.06	
Financiamiento	3%			\$2.97	
Precio Unitario				\$103.16	

(* CIENTO TRES PESOS 16/100 M.N. *)

Figura 5.20h Análisis de P.U. de muro de lámina – área bodega

Oficinas

Análogamente, las propuestas para las oficinas son:

➤ **Losa – acero**

Para las losas, tanto de entrepiso como de azotea, se propone cambiar el sistema de losa – acero por el de losa-fácil, el cual se puede ajustar al tipo de estructura sin tener que realizar modificaciones radicales. Después de realizar un nuevo cálculo estructural, se sugieren los siguientes cambios: colocar casetones de poliestireno entre las armaduras de IPR y sobre estos una capa de compresión de 5 centímetros de concreto premezclado $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con malla de refuerzo 6-6 / 10-10 y varilla de 3/8" @ 25 cm en un solo sentido.

El costo del tipo de losa sugerida es de \$399.43 por metro cuadrado (figura 2.21a), y el ahorro es de \$173,955.60 con respecto al concepto original.

➤ **Luminaria 61x61 cm para empotrar**

Se propone cambiar la rejilla difusora de aluminio de 64 celdas por una de 16 celdas, que es una rejilla que se compone de una menor cantidad de aluminio y con lo que se reduce su costo en un 17%, con lo que su precio unitario es \$713.08 (figura 5.21b), la diferencia en el costo total es de \$ 6,428.55.

➤ **Luminaria 61x122 cm para empotrar**

Al igual que el concepto anterior, se propone cambiar la rejilla difusora de aluminio de 128 celdas por una de 32 celdas y con lo que se reduce su costo en un 22%, con lo que su precio unitario es \$908.37 (figura 5.21c), la diferencia en el costo total es de \$ 5,530.46.

➤ **Muros a base de panel durock**


El muro perimetral de las oficinas manejado en el catalogo de precios unitarios del concurso se especificaba a dos caras, la opción propuesta es la de manejar una cara de panel de cemento exterior y una cara de tablaroca interior, el precio unitario de este concepto es de \$ 325.01 por metro cuadrado (figura 5.21d), el ahorro entonces es de \$ 29,206.36.

➤ **Plafond modular y loseta cerámica**

Para ahorrar en estos conceptos se propone utilizar loseta y placas de plafond con un costo menor al de catalogo de precios original (figuras 5.21e y 5.21f), aquí se pueden realizar los cambios sin necesidad de disminuir la calidad de los acabados, debido a que tan solo se cambiara de modelos, los cuales determinan el costo. Los ahorros serán por lo tanto de:

Plafond modular: \$ 11,116.14

Loseta cerámica: \$ 12,743.96


INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
Análisis: 79.- 8.16 Unidad: m2						
Losa - fácil de 5 cm. de espesor de concreto premezclado $f_c=250$ kg/cm ² , casetón de poliestireno de 50 cm de espesor, armada con malla electrosolda 6-6 10/10 y Ø 3/8 @ 25 cm en sentido corto, incluye: acabado común, armado, colado, mano de obra, equipo y herramienta.						
MATERIALES						
	PLACA DE POLIESTIRENO DE 1.3 x 0.50 x 0.30 MTS	PZA	\$53.57	2.60	\$139.28	40.64%
	MALLA ELECTROSOLDADADA 6x6/10-10	M2	\$5.06	1.10	\$5.57	1.62%
	VARILLA DE 3/8" DE DIÁMETRO	KG	\$3.41	3.08	\$10.50	3.06%
	ALAMBRE RECOCIDO	KG	\$4.95	0.10	\$0.50	0.14%
	CLAVOS DE 2 A 4"	KG	\$6.05	0.05	\$0.30	0.09%
	BARROTE DE PINO DE 3a	PZA	\$19.80	0.20	\$3.96	1.16%
	POLIN DE PINO DE 3a	PZA	\$39.05	0.10	\$3.91	1.14%
	DUELA DE PINO DE 3a	PZA	\$15.40	0.25	\$3.85	1.12%
					\$167.86	48.99%
MANO DE OBRA						
	CUADRILLA No 5 (1 ALBAÑIL+1 PEÓN + 0.10 DE CABO)	JOR	\$393.52 /	12.00	\$32.79	9.57%
	CUADRILLA No 7 (1 CARP. O.N. + AYUDANTE + 0.10 DE CABO)	JOR	\$448.14 /	10.00	\$44.81	13.08%
	CUADRILLA No 6 (1 FIERRERO + 1 AYUDANTE + 0.10 DE CABO)	JOR	\$410.04 /	15.00	\$27.34	7.98%
	Subtotal: MANO DE OBRA				\$104.94	30.62%
BÁSICOS						
	CONCRETO PREM. C-1, $f_c=250$ KG/CM2, NORMAL	M3	\$951.94	0.05	\$49.98	14.58%
	Subtotal: BÁSICOS				\$49.98	14.58%
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
	VIBRADOR PARA CONCRETO	HORA	\$33.50	0.50	\$16.75	4.89%
	HERRAMIENTA MENOR	%	\$104.94	0.03	\$3.15	0.92%
	Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$19.90	5.81%
	Costo directo				\$342.68	100.00%
	Indirecto	12%			\$41.12	
	Utilidad	10%			\$4.11	
	Financiamiento	3%			\$11.51	
	Precio Unitario				\$399.43	

(* TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS 43/100 M.N. *)

Figura 5.21a Análisis de P.U. de losa – área oficinas

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010, CELAYA, GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 5.07.. 5.08 Unidad: pza

Suministro y colocación de luminaria de empotrar en plafón de 0.61 x 0.61 mts, rejilla de aluminio de 8 x 8 celdas.

MATERIALES

CINTA DE AISLAR PLÁSTICA	PZA	\$4.62	0.10	\$0.46	0.08%
LUMINARIA PARA EMPOTRAR DE 0.61 X 0.61 MTS	PZA	\$495.00	1.00	\$495.00	87.02%
Subtotal: MATERIALES				\$495.46	87.10%

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 19 (1 ELECTRICISTA.+ AY.ESP. + 0.10 DE CABO)	JOR	\$427.35 /	6.00	\$71.23	12.52%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$71.23	12.52%


EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$71.23	0.03	\$2.14	0.38%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$2.14	0.38%

Costo directo				\$568.82	
Indirecto	12%			\$68.26	
Utilidad	10%			\$56.88	
Financiamiento	3%			\$19.11	
Precio Unitario				\$713.08	

(* SETECIENTOS TRECE PESOS 08/100 M.N. *)

Figura 5.21b Análisis de P.U. de luminaria de 61x61 cm área oficinas

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 5.12ser 6.11 Unidad: pza

Suministro y colocación de luminaria 0.61x1.22 mts para empotrar en plafón con rejilla de aluminio de 4 x 8 celdas.

MATERIALES

CINTA DE AISLAR PLÁSTICA	PZA	\$4.62	0.13	\$0.58	0.08%
LUMINARIA PARA EMPOTRAR DE 0.61 X 1.22 MTS	PZA	\$610.00	1.00	\$610.00	84.65%
Subtotal: MATERIALES				\$610.58	84.73%

MANO DE OBRA


CUADRILLA No 19 (1 JOR	\$427.35 /	4.00	\$106.84	14.83%	
Subtotal: MANO DE OBRA				\$106.84	14.83%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	%	\$106.84	0.03	\$3.21	0.44%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$3.21	0.44%
Costo directo				\$720.62	
Indirecto	12%			\$86.47	
Utilidad	10%			\$72.06	
Financiamiento	3%			\$24.21	
Precio Unitario				\$903.37	

(* NOVECIENTOS TRES PESOS 37/100 M.N. *)

Figura 5.21c Análisis de P.U. de luminaria 61x122 cm – área oficinas

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: ACAOF15 Unidad: m2

Suministro y colocación de muros a base de panel de durock de 13 mm de espesor a una cara y panel de tablaroca de 13 mm, incluye acarreo de material a una estación.

MATERIALES

PANEL DUROCK	PZA	\$308.00	0.36	\$110.88	42.77%
PANEL DE YESO 12.7mm	PZA	\$67.12	0.36	\$24.16	9.32%
PASTA ESTREY STD 21.80 KG	PZA	\$68.81	0.04	\$2.75	1.06%
TORNILLO 2.5 CM. 6x1" CS.	MIL	\$45.54	0.01	\$0.57	0.22%
CINTA CUBRE JUNTAS 5x75 MT	PZA	\$21.76	0.03	\$0.72	0.28%
CANAL DE AMARRE CE-1524	PZA	\$55.00	0.34	\$18.70	7.21%
POSTE METÁLICO PE-1524	PZA	\$71.50	0.07	\$5.01	1.93%
RECUBRIMIENTO	CAJA	\$225.50	0.10	\$22.55	8.70%
CINTA DE FIBRA DE VIDRIO	ROLLO	\$93.50	0.16	\$14.96	5.77%
TORNILLO CUERDA SENCILLA 1"	CAJA	\$495.00	0.01	\$6.93	2.67%
PIJA	PZA	\$0.39	6.00	\$2.34	0.90%
TAQUETE	PZA	\$0.39	6.00	\$2.34	0.90%
Subtotal: MATERIALES				\$211.91	81.74%

MANO DE OBRA


CUADRILLA No 12 (1 TABLAROQUERO + AY. + 0.10 DE CABO)	JOR	\$551.65 /	12.00	\$45.97	17.73%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$45.97	17.73%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

Herramienta menor	%	\$45.97	0.03	\$1.38	0.53%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$1.38	0.53%
Costo directo				\$259.26	100.00%
Indirecto	12%			\$31.11	
Utilidad	10%			\$25.93	
Financiamiento	3%			\$8.71	
Precio Unitario				\$325.01	

(* TRESCIENTOS VEINTICINCO PESOS 01/100 M.N. *)

Figura 5.21d Análisis de P.U. de muro de durock – área oficinas

INCONTROL, S.A. DE C.V.		
Dependencia : GRUPO CORVI S.A. DE C.V.		
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO		
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6 MZA No3 LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010,CELAYA,GTO.		

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Código	Concepto	Unidad	Costo	cantidad	Importe	%
--------	----------	--------	-------	----------	---------	---

Análisis: 7.03.. 7.03 Unidad: m2

Suministro y colocación de plafón modular de 61 x 61 cm con suspensión aparente, incluye acarreo de material a una estación.

MATERIALES

TE PRINCIPAL ARMS. 15/16	PZA	\$39.15	0.25	\$9.79	7.21%
TE SECUNDARIA ARMS 15/16	PZA	\$11.50	1.35	\$15.53	11.43%
TE SECUNDARIA ARMS 15/16	PZA	\$6.70	2.70	\$18.09	13.32%
ANGULO PERIMETRAL ARMS	PZA	\$34.50	0.25	\$8.63	6.35%
ALAMBRE GALVANIZADO CAL. 12	KG	\$10.18	0.05	\$0.51	0.37%
ACUSTONE OMNI 61 x 61 CM	M2	\$39.50	1.03	\$40.69	29.96%
Subtotal: MATERIALES				\$93.22	68.66%

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 12 (1 TABLAROQUERO + AY. + 0.10 DE CABO)	JOR	\$551.65 /	14.00	\$39.40	29.02%
Subtotal: MANO DE OBRA				\$39.40	29.02%

EQUIPO Y HERRAMIENTA

HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	\$39.40	0.03	\$1.18	0.87%
ANDAMIOS	(%)mo	\$39.40	0.05	\$1.97	1.45%
Subtotal: EQUIPO Y HERRAMIENTA				\$3.15	2.32%
Costo directo				\$135.78	100.00%
Indirecto				12%	\$16.29
Utilidad				10%	\$13.58
Financiamiento				3%	\$4.56
Precio Unitario				\$170.21	

(* CIENTO SETENTA PESOS 21/100 M.N. *)

Figura 5.21e Análisis de P.U. de plafón modular – área oficinas

5.6. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en cuanto ahorros se refiere, por la aplicación de la Ingeniería de Valor en las áreas de nave y oficinas, se resumen en las figuras 5.22 y 5.23 respectivamente.

Cod.	Concepto Inicial	Propuesta	Costo Inicial (\$)	Costo Propuesta (\$)	Ahorros (\$)
ÁREA BODEGA					
PRELIMINARES –ÁREA BODEGA					
1.03	Estabilización de terreno	Construcción de camino provisional	53,492.82	35,120.54	18,372.28
1.04	Sacar material producto de despalme de la capa vegetal	Tiro de material a 8 Km	128,602.53	55,130.60	73,471.93
1.06	Suministro y colocación de terraplén	----	1,041,006.61	----	----
CIMENTACIÓN - ÁREA BODEGA					
2.05	Habilitado y armado de acero de refuerzo en cimentación	----	297,954.29	----	----
2.06	Concreto f _c =250 kg/cm ² , resistencia normal agregado máximo 19 mm	----	306,591.03	----	----
2.07	Muro de contención de 20 cm de espesor y 2.65 m de altura a base de concreto f _c =250 kg/cm ²	Muro de contención a base de mampostería de block	446,206.97	178,459.28	267,747.69
2.10	Concreto ciclópeo para desplante de zapata aislada Z-35 de 1.60 x 3.50 x 1.50 mts promedio	Relleno con tepetate compactado	239,381.88	37,809.33	201,572.54
EST. ALBAÑILERÍA - ÁREA BODEGA					
3.01	Piso pulido de concreto premezclado f _c =250 kg/cm ² , con enrazadora láser en firme de concreto de 20 cm de espesor	Piso de concreto premezclado con fibra metálica	1,794,388.29	1,466,920.47	327,467.82
3.03	Muro prefabricado en obra de 1.20 x 3.00 mts	Muro perimetral a base de mampostería de block	332,302.97	252,426.17	79,876.80
EST. METÁLICA - ÁREA BODEGA					
4.01	TECHUMBRE: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36	----	378,666.63	----	----
4.02	ARMADURA: Fabricación y montaje, hasta 16 m de altura, de estructuras metálicas de acero estructural ASTM-36	----	1,817,922.84	----	----
TECHUMBRE - ÁREA BODEGA					
8.01	Engargotecho * Servicon * SSR-456, engargolado a 180° fabricado con lámina zintroalum o similar calibre 24	Colocación de perfil SSR-3/24 calibre 24 zintroalum	623,538.27	581,266.32	42,271.95
8.08	Fachada en lámina pintro tipo R-101 o similar calibre 24 color azul exterior, gris interior	Reducción a calibre 26	343,336.75	290,673.95	52,662.80
8.11	Aislante térmico a base de fibra de vidrio de 2" de espesor en rollo flexible	----	393,409.38	----	----
TOTALES			8,196,801.26	2,897,806.66	1,063,443.82

Cod.	Concepto Inicial	Propuesta	Costo Inicial (\$)	Costo Propuesta (\$)	Ahorros (\$)
ÁREA OFICINAS					
EST. ALBAÑILERÍA - ÁREA OFICINAS					
3.02	Firme: vaciado de concreto premezclado de f'c= 200 kg/ cm2	-----	128,288.90	-----	-----
3.03	Losa - acero de 10 cm. de espesor de concreto f'c=200 kg/cm2 hecho en obra, lámina Galvadeck 15 cal 20	Cambio de sistema de losas	485,511.00	311,555.40	173,955.60
EST. METÁLICA - ÁREA OFICINAS					
4.01	Suministro y colocación de canal metálico	-----	104,042.99	-----	-----
4.02	Suministro y colocación de vigueta metálica de 18" para trabe	-----	72,229.90	-----	-----
INST. ELÉCTRICA - ÁREA OFICINAS					
6.01	Suministro y colocación de salida para lámpara con tubo de 13 mm	-----	27,880.65	-----	-----
6.10	Suministro y colocación de luminaria 0.61x1.22 m para empotrar en plafón	Cambio de difusor	29,148.08	23,617.62	5,530.46
6.13	Suministro y colocación de luminaria de empotrar en plafón de 0.61 x 0.61 m	Cambio de difusor	42,795.63	36,367.08	6,428.55
ACABADOS - ÁREA OFICINAS					
8.04	Suministro y colocación de muros de panel de durock de 13 mm de espesor a dos caras	Una cara de durock y la otra de tablaroca	116,260.29	87,053.93	29,206.36
8.05	Suministro y colocación de plafond Acustone omni de 61 x 61 cm con suspensión down	Cambio de diseño de plafond	78,859.72	67,743.58	11,116.14
8.06	Suministro y colocación de loseta Interceramic línea máxima níquel	Cambio de modelo de loseta	90,664.40	77,920.44	12,743.96
TOTALES		-----	1,175,681.56	604,258.05	238,981.07

Aportaciones adicionales

Otro tipo de aportaciones (producto también de aplicar la IV), realizadas en diversas áreas del proyecto para la reducción costos, se enlistan en la figura 5.24.

Cod.	Concepto Inicial	Propuesta	Costo Inicial (\$)	Costo Propuesta (\$)	Ahorros (\$)
ÁREA BODEGA					
9.01	Cortinas metálicas en el anden de carga y descarga de 2.80 x 2.40 mts, a base de tiras de lámina para cortina tipo europeo calibre 24 remachadas en canal continuo, acabado en pintura horneada con un sistema automatizado (10 pzas)	Cortina metálica con mecanismo de impulso, fabricada en lámina zintro calibre 20 de 2.80 x 2.40 metros, incluye: aplicación de cromato de zinc, pintura de esmalte (10 pzas)	126,478.20	42,821.90	83,656.30
9.04	Suministro y colocación de niveladores de acceso hidráulicos de 2.0 x 2.40 mts (10 pzas)	Colocación de 5 niveladores neumáticos y 5 niveladores mecánicos (alternados)	145,325.8	96,278.34	49,047.45
ÁREA OFICINAS					
4.01	Suministro y colocación de salida para luminarias con tubo de 13 mm	Redistribución de ramales eléctricos para ahorrar en tubería y cable	86,845.23	66,597.50	20,247.73
2.08	Hechura de cisterna de 4.00 de largo x 3.00 de ancho x 1.50 de alto a base de muros de concreto de 10 cm de espesor	Cisterna plástica de 10,000 lits de capacidad en el área de estacionamiento de oficinas	72,229.90	39,523.81	32,706.09
COMÚN					
1.01	Consumo de diesel y depreciación en generador para producir electricidad para soldadoras y equipos menores	Instalación provisional de un transformador de 5 KVA	23,540.25	14,705.30	8,834.95,
TOTALES			454,419.38	259,926.85	194,492.52

Figura 5.24 Resumen de los ahorros logrados adicionalmente

Los suma de los ahorros logrados en la construcción de la nave, las oficinas y las aportaciones adicionales, ascienden a \$ 1, 496,917.41 antes de IVA. El porcentaje ahorrado con respecto al proyecto original es del 11.05%, lo cual puede considerarse como un excelente resultado, a pesar de que la aplicación de la IV no se llevó a cabo desde el diseño del proyecto.

En cuantos los gastos que se tuvieron que erogar para desarrollar ésta metodología, ascienden a \$ 22,140.13 (figura 5.25), apenas un 0.176% con respecto al presupuesto inicial.

INCONTROL, S.A. DE C.V.			
Dependencia: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.			
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO			
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6, LOTE 5 CIUDAD INDUSTRIAL CP 38010 CELAYA, GUANAJUATO.			
INICIO:	01-Abr-02	FIN:	28-Oct-02
PLAZO:	211 DIAS		


DESGLOSE DE COSTOS INDIRECTOS

MONTO DE LA OBRA A C.D. \$ 13,538,941.65

CONCEPTO	TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS			
	OFICINAS CENTRALES		DE CAMPO	
	MONTO	PORCENTAJE	MONTO	PORCENTAJE
I.- HONORARIOS SUELDOS				
1.1 Personal directivo incluye: Prestaciones	1,250.00	0.009%		
1.2 Personal técnico incluye: Prestaciones	5,571.43	0.041%	2,428.57	0.018%
1.3 Personal administrativo incluye: Prestaciones	357.14	0.003%	714.29	0.005%
SUBTOTALES	7,178.57	0.053%	3,142.86	0.023%
II.- SERVICIOS				
3.1 Consultores, Asesores	3,000.00	0.022%		
SUBTOTALES	3,000.00	0.022%		
IV.- GASTOS OFICINA				
4.1 Papelería y útiles de escritorio	925.80	0.007%	425.30	0.003%
4.2 Correos, teléfonos, fax, radio, telégrafos	634.20	0.005%	368.10	0.003%
4.3 Copias y duplicados	235.50	0.002%	125.80	0.001%
4.4 Luz, gas y otros consumos	150.00	0.001%	59.00	0.000%
SUBTOTALES	1,945.50	0.014%	978.20	0.007%
V.- OTROS GASTOS				
5.1 Viáticos	6,280.00	0.046%	1,360.00	0.010%
SUBTOTALES	4,535.00	0.046%	1,360.00	0.010%
TOTALES	16,659.07	0.136%	5,481.06	0.040%
INCONTROL, S.A. DE C.V.	TOTALES \$ 22,140.13 % INDIRECTO			0.176%
DIRECTOR GENERAL				

Conceptos fuera de catálogo

Con lo respecta a los costos de los conceptos adicionales o fuera de catálogo, al final de la obra el monto de estos fue de \$ 1, 012,614.24 (figura 5.26).

INCONTROL, S.A. DE C.V.	
Dependencia: GRUPO CORVI S.A. DE C.V.	
Obra: BODEGA ALMACENAMIENTO CELAYA GUANAJUATO EXTRAS	
Lugar: AV. NORTE 3 Y PONIENTE 6, LOTE 5, CIUDAD INDUSTRIAL, CELAYA, GUANAJUATO.	

RESUMEN DE CONCEPTOS EXTRAORDINARIOS

FRETE	IMPORTE
PATIO DE MANIOBRAS	216,828.36
ÁREA BODEGA	371,723.64
ÁREA SERVICIOS	84,246.61
ÁREA OFICINAS	297,354.24
CASSETAS Y BAÑOS DE OPERADORES	29,939.04
SUBESTACIÓN	12,522.35
Subtotal	1,012,614.24
15% IVA.	151,892.14
T O T A L	1,164,506.38
(* UN MILLÓN CIENTO SESENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS SEIS PESOS 38/100 MN. *)	

Al final de cuentas, los ahorros generados por la IV fueron suficientes para solventar los conceptos extraordinarios, y más aun, queda un remanente de \$ **462,163.04**, de los cuales el 30% se entregaran como incentivo a la empresa constructora y del resto dispondrá el cliente para darle un mayor valor agregado a la obra mediante la compra de mobiliario nuevo para las oficinas, instalación de dos plantas bio-enzimáticas para el tratamiento de aguas negras, la colocación de un sistema hidroneumático para todos los muebles sanitarios, la automatización de los portones de entrada y salida, la instalación de un sistema neumático interno para envíos de dinero y documentos y la construcción de un punto de venta en las mismas instalaciones.

Respecto a la aceptación de los cambios por parte del proyectista, para algunos de ellos (como era de esperarse), hubo rechazo, como en el caso del edificio de servicios, en donde los muros se tuvieron que construir de concreto armado, tal y como se especificaba en el catalogo original.

El impacto al programa de obra no fue relevante, ya que los cambios planteados se enfocaron principalmente a los sistemas constructivos tratando de no afectar la esencia del proyecto, además de que se puso especial atención respecto a la fluidez de la información transmitida de oficina central a la residencia y viceversa.

Para complementar todo lo anterior, se presenta una reseña fotográfica de los trabajos efectuados.



Despalme de terreno



Compactación del terreno natural



Excavación de cepas para zapatas corridas



Excavación de cepas para zapatas aisladas



Excavación de cepas para prolongación de dados



Colado de zapata corrida



Colado de zapata aislada



Cimentación y muro de contención



Estructura metálica de oficinas y nave principal



Colocación de marcos y montantes en nave principal



Conclusión de estructura metálica



Aplicación de pintura en estructura metálica



Colocación de aislante térmico



Tendido y nivelado de tepetate para terraplén



Compactación de tepetate para terraplén



Canalización para instalación eléctrica



Construcción de pisos de concreto



Colado de muros en edificio de servicios



Colado de piso de concreto en patio de maniobras



Edificio de oficinas



Nave secundaria



Interior de la nave principal



Acabados en oficinas

CONCLUSIONES

Uno de los principales aspectos en todo proyecto de construcción es el costo que éste representa para el inversionista, ya sea una empresa constructora o cualquiera otra persona moral o física interesada en que se lleve a cabo. Es por ello que, un ingeniero de costos debe tener conocimiento amplio de todos los aspectos que se relacionen con el proyecto en estudio (ingeniería de costos, topografía, mecánica de suelos, geotecnia, mecánica de rocas, diseño de estructuras, hidráulica, instalaciones, procesos constructivos, acabados, etc.), a fin de tener desde un principio todos los elementos económicos que le permitan obtener el presupuesto más aproximado a la realidad y evitar el incremento sustancial de dicho proyecto.

A lo anterior se suma el hecho de que debe conocer y manejar materias como administración, contabilidad, legislación laboral, ingeniería financiera, etc. Sin estas bases será muy difícil que sus estimados sean confiables, porque es muy difícil evaluar y dar un valor monetario certero a aquello que no se conoce ampliamente.

Una característica particular que distingue al ingeniero de costos, es el hecho de que es “paretiano”, lo cual quiere decir que sabe muy bien distinguir, delimitar y concentrarse en lo que es relevante.

La ley de Pareto es ampliamente utilizada por la IV, en éste trabajo en particular se utilizó en las fases de recopilación de información y en la formulación de costos funcionales, llevándose a cabo una revisión “paretiana” del catalogo inicial para la construcción de la “Nave Industrial en Celaya Guanajuato”, el cual se conforma de 348 conceptos, de los cuales tan solo se tuvieron que analizar 24 (6.9 %), lo cual significa que se pueden lograr estimados de reducción de costos en un lapso de tiempo corto invirtiendo pocos recursos humanos y financieros.

Es de vital importancia lograr un equilibrio entre el costo y calidad, en primera instancia, son los costos de un proyecto los que impactan al consumidor; sin embargo, la calidad es también un factor relevante que incide en la decisión de llevar a cabo la ejecución de los trabajos o la compra de un bien inmueble; es por ello que la disminución del costo de un proyecto de construcción no puede pasar por alto la calidad de sus componentes; de lo contrario se puede correr el riesgo de lograr una imagen negativa de la empresa constructora.

Uno de los principales problemas que existen y que hay que atacar en la industria de la construcción, es la falta de integración de los diferentes actores (cliente, supervisión, contratista, subcontratistas, proveedores, etc.), que intervienen en las distintas etapas que se presentan en la ejecución de una obra. En este sentido la IV puede apoyar de importante manera respecto a la integración de equipos multidisciplinarios cuyo objetivo principal sea el aglutinar y dar un cause correcto a todos sus esfuerzos en la reducción adecuada de costos del proyecto.

En general, después que se ha ganado un proyecto algunas empresas constructoras realizan pocos o nulos aportes que permitan perseguir una disminución en el costo de la obra, para aprovechar las ventajas que ofrece la IV, es aconsejable que se incluyesen en los contratos de construcción, cláusulas en donde los constructores se obligasen a proponer y promover reducciones en los costos de obra, para que ellos no lo interpretasen tan solo como una disminución en el volumen de trabajo y por consiguiente un decremento en sus ganancias, se pueden proponer incentivos; como lo podrían ser, el de otorgarles un porcentaje de los ahorros obtenidos, todo ello perfectamente definido, dándole un seguimiento hasta el final de los trabajos.

Respecto a los resultados obtenidos mediante la aplicación de la IV en el proyecto de construcción de la **Nave Industrial en la Ciudad de Celaya Guanajuato**, se tiene que éstos son satisfactorios, a pesar de que su aplicación se llevó a cabo en las primeras etapas de ejecución del proyecto, y no en el la fase de diseño, en donde seguramente se habría influenciado en mayor medida al proyecto para la obtención de mejores costos, con todo y ello, el gasto dedicado a la aplicación de la IV es mínimo comparado con los resultados obtenidos, los cuales respaldan la aplicación de la IV en futuros proyectos.

La IV es fundamentalmente una herramienta que se utiliza en mayor medida durante el diseño y la planeación, pero de igual manera puede rendir excelentes frutos, como en este caso, si se aplica in-situ, cuando se requiere tomar decisiones en modificaciones de proyecto.

Esta metodología así como nos ofrece grandes ventajas para reducir costos de construcción, también tiene sus riesgos, pero aquí vale la pena citar a Francis Bacon: "Quien no aplica remedios nuevos, tendrá que aceptar nuevos males, por que el tiempo es el máximo innovador".

BIBLIOGRAFÍA

1. Aguayo González Francisco.
"Metodología del Diseño Industrial ". 2003.
Ediciones Alfaomega.
2. Ahuja Hira N.
"Ingeniería de Costos y Administración de Proyectos". 1989
Ediciones Alfaomega.
3. Castillo Tufiño Jorge Luis.
"La Vida Diaria de los Costos". 1998
Instituto Mexicano del Cemento y Concreto.
4. Dell' Isola Alphonse.
"Value Engineering in the Construction Industry". 1982
Mc Graw Hill.
5. Fasal John H.
"Métodos Prácticos del Análisis Económico en Ingeniería Industrial". 1976
Editorial Limusa.
6. Gómez Lara Gustavo.
"Factores de Costo en Construcción". 1972
Editorial Trillas.
7. H. Webber James.
"La Inflación, el Reto más Grande de la Construcción". 1985
Engineer New Records.
8. James J. O'Brien.
"Value Analysis in Design and Construction ". 1976
Mc Graw Hill.
9. Lawrence D. Miles.
"Techniques of Value Analysis and Engineering ". 1972
Mc Graw Hill.
10. Puyana García Germán.
"Control Integral de la Edificación". 1986
Editorial Escala.
11. R. Fisk Edward.
"Construction Project Administration". 1992
Prentice Hall Career & Technology.
12. Serpell B. Alfredo.
"Administración de Operaciones de Construcción". 2002.
Ediciones Alfaomega
13. Suárez Salazar Carlos.
"Costo y Tiempo en Edificación. 1983.
Editorial Limusa
14. Varela Alonso Leopoldo.
"Ingeniería de Costos". 2002
Bimsa CMDG, S.A. de C.V.