

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS MONTERREY
DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY

SISTEMA DE ADMINISTRACION DE ORDENES
DE CAMBIO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA Y ADMINISTRACION
DE LA CONSTRUCCION
(ADMINISTRACION DE PROYECTOS)

JOSE MANUEL MARTINEZ VAZQUEZ.

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE 2005

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY**

**SISTEMA DE ADMINISTRACION DE ORDENES
DE CAMBIO**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN INGENIERIA Y ADMINISTRACION
DE LA CONSTRUCCION
(ADMINISTRACION DE PROYECTOS)**

JOSE MANUEL MARTINEZ VAZQUEZ

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE 2005

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

**CAMPUS MONTERREY
DIVISIÓN DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.**

SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE ÓRDENES DE CAMBIO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN
(ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS)**

JOSÉ MANUEL MARTÍNEZ VÁZQUEZ

MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE DE 2005

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de superarme.

A mis padres, por darme la vida y una sólida formación, su apoyo me motiva a ser cada día mejor.

A mis hermanos, por ser parte de mi formación

A Claudia, mi novia, por todo su apoyo y su comprensión.

ÍNDICE

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1.- Definición del problema	2
1.2.- Justificación	3
1.3.- Objetivo	3
1.4.- Supuesto	4
1.5.- Método	4

CAPÍTULO 2 ÓRDENES DE CAMBIO

2.1.- Terminología	5
2.2.- Tipos de cambios	6
2.3.- Grupos de interés en el proyecto.	9
2.3.1.- Grupos de interés como fuente de Cambios	10
2.4.- Modificaciones a contrato: la orden de Cambio	12
2.4.1- Orden de cambio	12
2.4.1.1.- Origen de las órdenes de cambio	14
2.4.1.2.- Condiciones que generan órdenes de cambio	15
2.4.1.3.- Elementos de una orden de cambio	17
2.5.- Productividad en Construcción asociada a Órdenes de Cambio.	17
2.5.1.- Efectos de los Cambios en la Productividad de proyectos de Construcción	18
2.5.2.- Términos asociados a cambios y productividad en los proyectos	18
2.5.3.- Relación de la productividad en construcción de acuerdo al porcentaje de cambio	22
2.5.4.- Productividad durante el diseño y en la construcción	23
2.5.5.- El efecto acumulado de cambios pequeños	24
2.5.6.- Recuperación del Programa y del Presupuesto	25
2.5.7.- Relación de los cambios con el inicio de la construcción	27

CAPÍTULO 3 SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE CAMBIOS

3.1.- Administración de proyectos	29
3.2.- Administración de los cambios	31
3.2.1.- Enfoque tradicional o informal	31
3.2.2.- Métodos para estimar y administrar el impacto de los cambios	33
3.3.- Sistema de Administración de Cambios	37
3.3.1.- Hacia una Administración de Cambios Eficaz	38
3.3.1.1.- Elementos sujetos a cambio	39
3.3.2.- Principios del Sistema de Administración de Cambios (SAC	43
3.2.2.1.- Promover una cultura equilibrada del cambio	44
3.2.2.2.- Reconocer el cambio	48
3.2.2.3.- Evaluar el cambio	50
3.2.2.4.- Implementar el cambio	52
3.2.2.5.- Mejora continua a partir de las lecciones aprendidas	55
3.3.3.- Requerimientos para implementar un sistema de administración de cambios	58

CAPITULO 4 SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE ÓRDENES DE CAMBIO.

4.1.- Sistemas administrativos de información de proyectos	60
4.2.- Sistema gestor de base de Datos Access	62
4.2.1 Base de datos	62
4.2.1.1.- Componentes de una Base de datos	63
4.2.1.1.1.- Tablas	63
4.2.1.1.2.- Campo	63
4.2.1.1.3.- Registro	66
4.2.1.1.4.- Formularios	66
4.2.1.1.5.- Informes	70
4.2.1.1.6.- Macro	72

4.2.1.1.7.- Ventana Base de Datos	73
4.3.- Manual de operación del Sistema de Administración de Órdenes de Cambio	74
4.3.1.- Inicio	75
4.3.2.- Panel de Control Proyectos	76
4.3.2.1.- Panel de Control para proyecto seleccionado	77
4.3.2.1.1.- Formulario Proyecto	78
4.3.2.1.2.- Formulario Constructor	80
4.3.2.1.3.- Formulario Solicitud de Cambio	81
4.3.2.1.4.- Formulario Orden de Cambio	84
4.3.2.1.5.- Formulario Lecciones Aprendidas	86
4.3.2.1.6.- Formulario Cierre del Proyecto	87
CAPITULO 5 CASO DE ESTUDIO	
5.1.- Aspectos generales del caso de estudio	90
5.1.1.- Clasificaciones del sistema de administración de órdenes de cambio en el Caso de Estudio	91
5.2.- Caso de Estudio	91
5.2.1- Consideraciones sobre el Análisis del Impacto de los cambios.	94
5.2.2.- Ejemplo Proyecto Edificio de Consultorios Médicos	96
5.2.2.1.- Cambio en el Alcance al agregar dos niveles adicionales al proyecto	97
5.2.2.2.- Construcción de Cubo de elevadores	99
5.2.2.3.- Construcción de pretilas de block en escalera	101
5.2.2.4.- Cierre	103
5.2.3.- Ejemplo Proyecto Cisterna	104
CAPITULO 6 CONCLUSIONES	
6.1.- Crítica particular de la investigación	107
6.2.- Conclusiones	107
6.3.- Recomendaciones	109
BIBLIOGRAFÍA	110
ANEXOS	112
	iii

**CAPÍTULO 1
INTRODUCCIÓN**

La información y el conocimiento son dos herramientas invaluableles en la actualidad, permiten a quien las emplea tomar decisiones adecuadas y planear en base a los eventos que se presentan o que se pueden presentar. Permiten evaluar el cumplimiento de los objetivos y en un momento dado, corregir el camino en caso de que no se tenga un desempeño acorde a lo planeado.

Todos los proyectos, y en especial los constructivos, requieren de un nivel de control adecuado para asegurar que las actividades requeridas sean realizadas de manera que permitan alcanzar los mayores beneficios. Un fuerte condicionante del éxito o fracaso de un proyecto depende de los cambios que se presenten en lo planeado, ya que el efecto benéfico o perjudicial de estos cambios repercutirá tarde o temprano en el proyecto.

En esta investigación se hace uso de la tecnología de la información aplicada al control en proyectos de construcción desarrollando un sistema de administración de cambios en base a un sistema gestor de base de datos. El propósito es registrar las modificaciones que se presenten sobre lo planeado, analizando sus efectos directos y secundarios en el proyecto, de manera que estos efectos sean conocidos por aquellos involucrados en el cambio, además de contar con un registro histórico de las experiencias de los participantes claves en el proyecto, las cuales permitirán evitar situaciones semejantes en el futuro, proporcionando las soluciones que se presentaron en ese momento, así como la sugerencia sobre como se solucionaría con la experiencia actual.

1.1 Definición del problema

El esquema de administración de cambios al alcance que se maneja en la gran mayoría de las obras, ya sea en el sector público como en el privado, está basado en la informalidad y la improvisación, ya que rara vez se hace un análisis del impacto que tendrá dicho cambio sobre el desarrollo del proyecto en cuestión.

Un cambio al programa original del proyecto, en caso de que no exista un control adecuado sobre el mismo, representa costos mayores, cambios de ritmo de trabajo, repetición de trabajos, incremento en tiempos, menor productividad y baja de moral en la fuerza de trabajo.

La administración de cambios no es sencilla. Uno de los problemas mas frecuentes es aceptar cambios pequeños que a simple vista no afectan mucho el proyecto, y se desconoce el efecto conjunto de muchos cambios pequeños. También se pueden tomar decisiones a un nivel menor del indicado, lo que implica que los "dueños" del proyecto pueden no obtener el resultado esperado.

Por lo general estos cambios conllevan mayores costos y atrasan la obtención de los resultados, dos temas que impactan directamente a las gerencias de las empresas.

La mayoría de lo que se entiende sobre el impacto de los cambios en la construcción está basado en información anecdótica y en experiencia personal, se requiere una base para cuantificar estos impactos en el costo, tiempo alcance y calidad del proyecto, así como identificar y registrar los factores o situaciones que provocaron dicho cambio, con el propósito de evitarlos en lo futuro, o contar con una solución en caso de enfrentar una situación similar.

La aprobación de los cambios en el proyecto debe ser realizada por un acuerdo entre los participantes principales del mismo, de manera formal y con un análisis de los impactos que se pudieran presentar en los trabajos de construcción, ya que es la única manera de que se alleguen los recursos adicionales necesarios y se ajusten las expectativas de los involucrados.

1.2 Justificación

El desarrollo de un sistema computacional de control de cambios, en donde se registre oportunamente cada uno de ellos, analizando el impacto que tendrá en el presupuesto y programa del proyecto, facilitará la toma de decisiones a la gerencia de la obra, además de resultar una herramienta útil durante la fase de cierre del proyecto.

1.3 Objetivo

Desarrollar un sistema de control de cambios a partir de una base de datos realizada en el programa Microsoft Access 2000, el cual permitirá al administrador del proyecto llevar el control de cualquier cambio autorizado en el proyecto (especificación, cantidad u otro aspecto), además de proporcionar información sobre el impacto de dicho cambio en tiempo y costo, integrando un apartado donde se registren las experiencias o situaciones más relevantes relacionadas con alguna modificación y que permitan el aprendizaje y la mejora del equipo del proyecto.

Dicho sistema deberá:

- Ser fácil de usar y contar con un grado de detalle adecuado para ser efectivo.
- Ser una herramienta útil para la toma de decisiones.

- Contribuir a la administración de la información dentro del proyecto.

1.4 Supuesto

El empleo de un sistema de control de cambios, con un reporte previo del impacto que tendrán esos cambios en el presupuesto y en la programación del proyecto, facilitará la toma de decisiones de la gerencia del proyecto, permitirá mantener el control de la obra, además de agilizar el proceso de cierre del proyecto, con esto se evitaban conflictos al final del proyecto.

1.5 Método

La investigación se basará en recopilar la información disponible sobre control de cambios, así como evaluar herramientas que permitan mantener un control sobre el impacto que tendrán esos cambios en cada proyecto en particular, analizando situaciones recurrentes que los provocan, o que dificultan determinar el impacto que tendrá en cuanto a tiempo y costo.

Desarrollando un Sistema en el programa computacional Access, este sistema abarcará los formatos necesarios para llevar un control de los cambios.

CAPÍTULO 2

ÓRDENES DE CAMBIO

Es común que los proyectos de construcción presenten cambios durante su desarrollo, ya sea en la etapa del diseño o bien durante la etapa de construcción, estos cambios tendrán un efecto benéfico o perjudicial, en ocasiones obligarán a realizar modificaciones en el contrato.

En este capítulo analizaremos el concepto de orden de cambio, los orígenes de esas modificaciones al contrato, así como los elementos que las componen.

Otro aspecto importante es el efecto que tienen esas modificaciones a lo planeado en la productividad durante el diseño y la construcción, que puede verse reflejado en retrasos y costos por encima del presupuesto.

2.1.-Terminología

Alcance.- El alcance establece las actividades que habrán de realizarse para cumplir las necesidades del cliente, las cantidades de materiales y la calidad de la obra, es el punto de enlace fundamental para concretar el proyecto ligando los requerimientos conceptuales con el diseño arquitectónico, estructural y de instalaciones, abarca cada parte del proyecto. Es la suma de los productos y de los servicios que se proporcionarán como proyecto.

Proyecto.- Se puede definir como el conjunto de esfuerzos temporales enfocados a alcanzar un objetivo.

Un proyecto puede ser el diseño, la construcción, o una combinación de diseño y construcción.

Cambio.- Es toda modificación a la guía contractual proporcionada al constructor por parte del dueño, agente del dueño o diseñador del proyecto. Por lo tanto abarca planos, especificaciones y otras guías orales y escritas. Cualquier adición, cancelación, o revisión de las metas y del alcance son consideradas como cambios si producen un incremento o un decremento en el programa y el costo del proyecto.

Un cambio del alcance es cualquier modificación del proyecto convenido como fue definido en la WBS aprobada. Los cambios del alcance a menudo requieren ajustes de tiempo, calidad u otros objetivos del proyecto.

Los cambios del alcance del proyecto durante la etapa de diseño afectan el proceso de planeación, a los documentos técnicos y al programa.

Línea de base.-Una línea de base es el conjunto de fechas originales de comienzo y fin, duraciones, trabajo y costo estimados que se guardan una vez terminado y ajustado el plan del proyecto pero antes de su comienzo. Es el punto de referencia principal con el que se comparan los cambios que se realizan en el proyecto.

2.2.- Tipos de cambios

Los cambios pueden implicar la adición de trabajo (cambios aditivos), cancelación de trabajo (cambios deductivos), demolición y reanudación, cambios en especificaciones, o una cierta combinación de éstos. Así mismo hay cambios que no implican cantidades de trabajo, pero que alteran los costos acordados en el contrato, el retraso en la entrega de materiales o equipo por parte del dueño son un ejemplo.

Los cambios también pueden ser clasificados como formal, constructivo, y cardinal. Un cambio formal es introducido por el dueño o el agente de dueño bajo el mecanismo de la Cláusula de Cambios del contrato. Un cambio constructivo resulta de una acción por el dueño o el representante del dueño que tienen el efecto sobre la dirección del proyecto pero no como se había planeado. Un cambio cardinal es un cambio fuera del alcance del contrato actual y sólo debe ejecutarse después de la renegociación del contrato.

Los cambios se pueden clasificar también como **evitables o elegibles e inevitables o requeridos** .

Los cambios que habrían podido ser previstos o que son de naturaleza elegible se consideran evitables, opcionales o elegibles. Un ejemplo es la selección de materiales sustitutos por parte del dueño o del constructor. En principio, los materiales originalmente especificados eran convenientes, pero se hace la sustitución buscando reducir costos, mejorar el funcionamiento, u otra razón.

Estos cambios a primera vista parecen buenos por ahorrar material u otros costos directos, sin embargo pueden tener consecuencias negativas en otras actividades del proyecto. Un cambio elegible significa que el gerente tiene la opción de modificar las metas, presupuesto y programa originales del proyecto. Este tipo de cambio solo será aprobado si los beneficios sobrepasan substancialmente el costo. Muchas compañías utilizan un comparativo de costo beneficio como línea base para llevar a cabo la aprobación de algún cambio elegible, la Figura 1 muestra como los cambios que se presentan tarde en el desarrollo del proyecto, tienden a ser más costosos que aquellos que se presentan en etapas tempranas, debido a los impactos imprevistos en costos asociados a cambios tardíos.

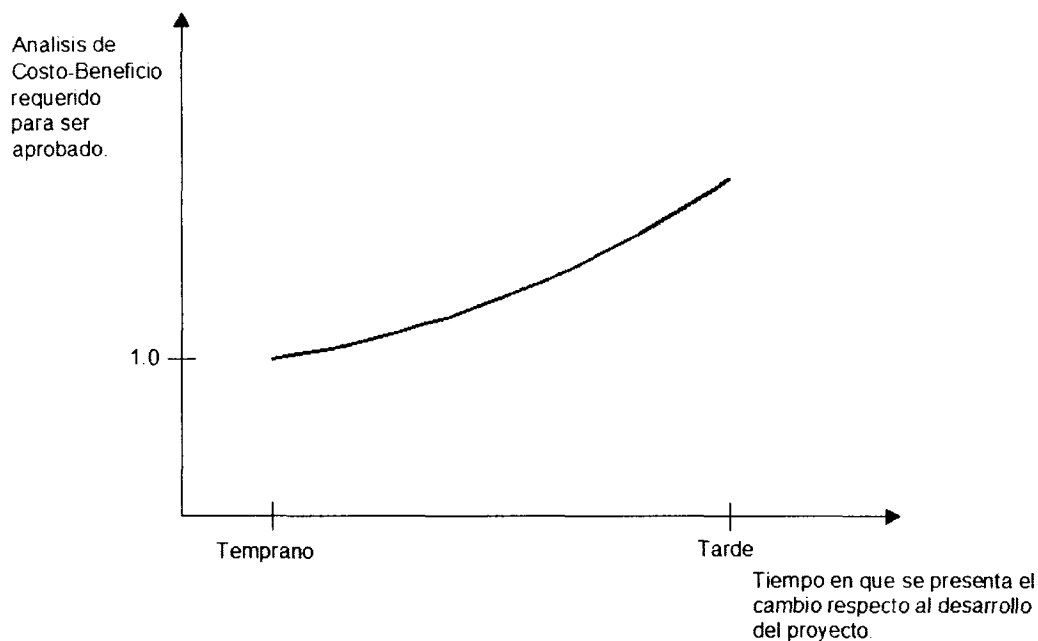


Figura 1.-Análisis de Costo-beneficio requerido para un cambio elegible. (Ibbs, 2001).

Los cambios inevitables o requeridos, son los que no habrían podido ser previstos o no eran elegibles. Por ejemplo el diseño de un edificio que requiere cumplir con regulaciones técnicas y ambientales, probablemente requerirá rediseñar algunas partes específicas de ese proyecto.

Es muy importante distinguir entre los cambios evitables y los inevitables, ya que en ocasiones se emplea mucho tiempo por parte de la gerencia de la obra tratando de justificar cambios inevitables. Además, en el caso de los cambios evitables o elegibles, conviene evaluar el beneficio que puedan aportar, ya que es indispensable evitar cualquier cambio innecesario, que no contribuya para alcanzar los objetivos del proyecto ni con el retorno de la inversión

Identificar la causa por la que se presenta un cambio es importante para el administrador del proyecto. La causa aparente o base real de un cambio es la

razón dada en la orden del cambio. La causa raíz para un cambio puede ser muy diferente a la declarada en la orden de cambio.

2.3.- Grupos de interés en el proyecto.

Un proyecto implica poner en marcha una serie de actividades encaminadas a satisfacer una necesidad en particular, la cual, debido al tamaño del mismo o al sector de la población hacia el que va dirigido, puede ampliar su grado de influencia más allá de lo planeado originalmente.

Es por ello que resulta conveniente identificar a aquellos involucrados de manera directa en el proyecto, individuos u organizaciones que debido a su participación durante las etapas de planeación, diseño y desarrollo influyen en el mismo, ya sea con acciones u omisiones pueden alterar la línea base del proyecto.

Para los efectos de esta investigación los denominaremos *grupos de interés*.

“Los grupos de interés en el proyecto son individuos y organizaciones que están activamente involucrados en el proyecto o cuyos intereses pueden ser afectados positiva o negativamente como resultado de la ejecución o conclusión del proyecto. Ellos pueden también ejercer influencia sobre el proyecto y sus resultados.” (PMI 2000).

Los *grupos de interés* clave, por su importancia se pueden clasificar de la siguiente manera:

Cliente.- La persona u organización que utilizará el resultado del proyecto. Puede haber múltiples niveles de clientes. En algunas áreas cliente y usuario son sinónimos mientras que en otras, cliente se refiere a la entidad que compra el resultado del proyecto y usuarios son aquellos que usan directamente el resultado del proyecto.

Constructor o ejecutor.- Se considera como la parte ejecutora a todos los contratistas y subcontratistas que realizan directamente actividades necesarias para cumplir con el alcance determinado. La especialización del contratista dependerá del giro y el tamaño del proyecto. (Sepúlveda 2004).

Diseñador Arquitectónico y de Ingenierías.- Puede ser un individuo o una organización, quien tiene la función de plasmar las necesidades del dueño en un proyecto acorde con sus expectativas. Pueden ser parte o no de una misma empresa, cuidando siempre que se mantenga un adecuado nivel de colaboración para garantizar la compatibilidad entre diseño arquitectónico e ingenierías.

Dueño o patrocinador.- Individuo o grupo externo a la empresa ejecutante que proporciona los recursos financieros para la ejecución del proyecto. Debe fijar objetivos, buscando optimizar el costo, tiempo y calidad, buscando satisfacer sus necesidades.

Gerencia.- Es el equipo que cuida los intereses del dueño durante todo el desarrollo del proyecto, controlando que el desarrollo de los trabajos sea de acuerdo al programa y supervisando los trabajos realizados. Tiene además la responsabilidad de contratar a los ejecutores.

2.3.1.- Grupos de interés como fuente de Cambios

Los cambios se pueden presentar por una demanda del constructor, cancelación o adición de trabajo, clarificación del diseñador del contrato, o cualquier otra modificación en el trabajo, el tiempo del contrato o la remuneración.

Los cambios pueden ser originados por el dueño, el agente del dueño, diseñador, o ejecutor.

Dueño.- El dueño puede desear realizar un cambio para alcanzar de una mejor manera el uso previsto del proyecto después de que la construcción sea completa. En ocasiones puede ser durante el desarrollo del proyecto, o al momento de ser construido, puede ser buscando un ahorro en algún material, o debido a una modificación de sus necesidades.

Diseñador.- Los diseñadores ejecutan un proceso en el cual balancean regulaciones, mantenimiento, y factores humanos, existiendo la posibilidad de pasar por alto algún detalle; adicionalmente esta labor involucra múltiples disciplinas trabajando en paralelo que deben ser compatibles entre sí, lo que incrementa el potencial peligro de interferencias de diseño, además de generar problemas al delimitar responsabilidades.

El diseño también debe cumplir con regulaciones de seguridad, de salud y de orden ambiental, lo cual hace al proyecto más susceptible a cambios. Otra fuente de cambios son las necesidades y apreciación del “staff” (usuarios) de operación y mantenimiento, el hecho de involucrar a este grupo debe lograrse de inmediato en la etapa conceptual, para que en caso de haber cambios, debidamente analizados, los sobre costos se minimicen.

Resulta fundamental considerar la constructabilidad que debe atenderse desde la etapa conceptual con sumo cuidado ya que en ocasiones sólo se manifestará durante la etapa de construcción.

Constructor.- El constructor puede ser factor de cambio si descubre un error u omisión en planos o especificaciones, o en todo caso si no cumple en tiempo y calidad con los trabajos especificados, lo cual puede generar en una modificación al contrato.

2.4 Modificaciones a contrato: la orden de Cambio

Es una práctica normal en contratos de construcción otorgar al dueño el derecho de hacer cambios en el trabajo después de que el contrato ha sido firmado y durante el periodo de construcción.

Dependiendo del contrato y de sus términos específicos, esos cambios pueden implicar adiciones o cancelaciones de trabajo, cambios en los métodos constructivos o en el funcionamiento del equipo de trabajo, cambios en materiales o instalaciones o incluso cambios en la programación del contrato u orden de trabajo. (*Fisk 1997*).

“Los cambios pueden ser así mismo ejecutados para corregir errores en planos o especificaciones, o bien pueden ser el resultado directo de sugerencias del constructor que sean aprobadas por el dueño y por el responsable del diseño.”
(*Fisk 1997*)

El mecanismo para realizar cambios durante la construcción es la orden de cambio, un documento escrito que describe la modificación en el trabajo.

2.4.1- Orden de cambio

La Orden de cambio es definida como una orden escrita al constructor, la cual ha sido firmada por el dueño y por el diseñador, publicada después de que el contrato haya sido firmado y que autoriza un cambio en el alcance del trabajo o de un ajuste en el monto del contrato o el tiempo del contrato, o en ambos. (Sydney).

La orden de cambio es un acuerdo por escrito para modificar, agregar, o alterar de una u otra manera el trabajo dispuesto en los documentos contractuales al tiempo de la apertura de propuestas, a condición de que tal alteración se pueda

considerar dentro del alcance del proyecto original; de no ser así, puede ser requerida una modificación del contrato. (*Fisk 1997*).

Solicitud de cambio.- Para los efectos de ésta investigación, se denomina solicitud de cambio al documento mediante el cual se documentan los detalles de los cambios requeridos, al autorizarse da origen a la orden de cambio.

Para comprender mejor el efecto que tiene una orden de cambio es necesario reconocer la diferencia entre dos términos de uso frecuente. En la industria de la construcción, los términos “trabajo adicional” y “trabajo extra” son empleados como sinónimos, sin embargo, existe una diferencia legal bastante importante que es indispensable tomar en cuenta.

Trabajo extra implica la requisición de realizar algún trabajo completamente independiente del contrato. (*O’Brien 1998*).

“Trabajo extra es el desarrollo de trabajo o equipamiento de materiales requeridos que se encuentra fuera del contrato, son completamente independientes de éste y no son necesarios para completarlo, o bien, cualquier cosa hecha o equipada y que excede los requerimientos del contrato, no está contemplado por las partes, y no es controlado por el contrato.” (*Cohen Henry A., 1961*)

Trabajo Adicional (Aditivas) es el trabajo que puede ser impuesto dentro de los documentos del contrato. Es un cambio o alteración a los planos o especificaciones debido a un número de razones implícitas en el acuerdo original. (*O’Brien 1998*).

Estas razones pueden incluir omisiones en planos o especificaciones, el conocimiento de métodos o materiales mejores para lograr el efecto requerido, soluciones a problemas reconocidos o a condiciones imprevistas del sitio, y ajustes que guarden semejanza con lo acordado en el contrato original.

Como parte de las órdenes de cambio de trabajos adicionales, el dueño puede imponer cambios para actualizar el equipo empleado o que permita cumplir con diferentes requerimientos funcionales.

Esos cambios, por su naturaleza, pueden ser identificados más como trabajo extra que como trabajo adicional, en este contexto, por ser un trabajo que esta más allá del contrato, el constructor puede elegir rechazar estas órdenes de cambio.

Sin embargo, el constructor por lo general, prefiere aceptar tanto la orden de cambio que implica trabajo adicional como la de trabajo extra, siempre y cuando no implique entorpecer el progreso en la obra y pueda negociar un buen acuerdo.

Para cualquier negociación de una orden de cambio, el punto de atención es el incremento en las unidades de trabajo y el costo por unidad, cuando la orden de cambio suprime algún trabajo previamente contratado remplazándolo con otro trabajo, es muy difícil determinar el alcance de la orden de cambio.

Las órdenes de cambio crean trabajo adicional para cada uno de los involucrados en la construcción. Una de las condiciones más agravantes es la extensión del tiempo que transcurre desde que una propuesta de modificación al contrato es anunciada hasta que finalmente se rechaza o se aprueba como orden del cambio.

2.4.1.1.-Origen de las órdenes de Cambio

En ocasiones el contrato no alcanza a cubrir las condiciones de trabajo ni el alcance deseado en el trabajo, es muy importante reconocer cuando se presenta dicha situación, ya que el hecho de reconocerlo en etapas tempranas del proyecto, llevará a atenuar el impacto que tendrán esos cambios.

La responsabilidad de reconocer éstas condiciones de cambio recae en el diseñador (ingeniero o arquitecto), el supervisor de obra (el caso de las condiciones inesperadas en el sitio), y el constructor.

Para determinar si una orden de cambio dará como resultado un crédito o un pago para el constructor es necesario la revisión e interpretación de los planos y especificaciones, las cuales corresponden al supervisor de la obra, quien realizará dicha investigación por medio de una solicitud de cambio, en los documentos de diseño, para en base al análisis de estos, determinar si el cambio se está o no incluido en el alcance del proyecto, así como el grado de inclusión, (parcial o total).

Es recomendable que el supervisor evite realizar comentarios o acuerdos casuales con el constructor sobre posibles acuerdos económicos respecto a los cambios.

Las órdenes de Cambio se inician de varias maneras, alguna de las causas más comunes son:

- Requisición de información
- Revisión de listas de precios del contratista
- Directivas hechas de manera verbal

2.4.1.2- Condiciones que generan órdenes de cambio.

Categorías comunes o condiciones que generalmente dan lugar a la necesidad de una orden de cambio del contrato.

- Condiciones diferentes del sitio.
- Errores y omisiones en planos y especificaciones.
- Un error u omisión al definir el alcance del producto (Ej., la omisión de una característica requerida en el diseño de un sistema de telecomunicaciones).

663182

- Un error u omisión al definir el alcance del proyecto. (Ej., utilizar una lista de materiales en lugar de una estructura detallada del proyecto.)
- Cambios instituidos por agencias reguladoras.
- Cambios en el diseño.
- Un cambio con valor agregado (Ej., una mejora en un proyecto ambiental puede reducir costos utilizando una tecnología que no estaba disponible cuando se definió originalmente el alcance del proyecto).
- Sobrantes o faltantes en cantidades provocando alteración a los límites.
- Factores que afectan tiempos de terminación.

Las causas de algunas ordenes de cambio pueden caer fuera de éstas categorías, sin embargo, por lo general tendrán características similares a las antes mencionadas.

Las órdenes de cambio pueden ocurrir de varias formas –orales o escritas- directa o indirectamente, originadas interna o externamente, por imperativo legal u opcionalmente. Los cambios pueden requerir expandir el alcance o permitir contraerlo.

Autorización Verbal.

El más común acercamiento para la autorización de una orden de cambio al trabajo es la autorización verbal o directiva. El diseñador envía un bosquejo al constructor o discute un posible cambio en el trabajo con el gerente del proyecto, quien a su vez prepara una estimación del costo del trabajo.

Esto puede implicar valoraciones de costos del contratista, incluyendo los precios de los subcontratistas, o una combinación de ambos.

El gerente de proyecto debe recordar que aunque ahora se cuente con una autorización verbal de proceder, seguida por una confirmación escrita, sigue

siendo importante obtener una orden formal del cambio lo más rápido posible. El trabajo adicional se puede terminar puntualmente, pero no puede ser incluido en la requisición mensual para el pago hasta que la orden formal del cambio haya sido debidamente ejecutada por todos los participantes.

2.4.1.3.- Elementos de una orden de cambio

Una orden de cambio especifica el cambio convenido al contrato y debe incluir la siguiente información:

- Identificación de la orden de cambio
- Descripción del cambio
- Razón del cambio
- Cambio en precio del contrato
- Cambio en precio de unidades (de ser aplicable)
- Cambios al tiempo del contrato
- Declaración de que los impactos secundarios son incluidos
- Aprobación por los representantes del dueño y del constructor. (Fisk, 1997)

El dueño probablemente requiera la firma del diseñador para control interno, pero esta no sustituye la firma del dueño.

La orden de cambio se origina generalmente como una demanda o recomendación para un cambio por parte del constructor o como una petición o propuesta del dueño, buscando una modificación a los documentos contractuales existentes.

2.5.- Productividad en Construcción asociada a Órdenes de Cambios

Los cambios en los proyectos de construcción tienen un impacto directo en el proyecto, ya sea que se presenten durante el desarrollo del mismo, o bien antes de echarlo a andar. Cualquier variación en lo planeado, impacta en el proyecto

ya sea de manera positiva o negativa, uno de los aspectos mas importantes a considerar, es el impacto que tiene el cambio en la productividad de la mano de obra, ya que esta influye directamente en el desarrollo de los trabajos requeridos.

2.5.1.-Efectos de los Cambios en la Productividad de proyectos de Construcción.

La Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. Estos recursos productivos, incluyen el factor trabajo, capital y, dependiendo del tipo de trabajo a realizar, otros insumos como la tierra, energía, materias primas, e incluso, la información. (Bitt. 2001)

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. Decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (Insumos) si en un periodo de tiempo dado obtiene el máximo de productos.

Una Productividad mayor significa la obtención de más resultados con la misma cantidad de recursos o el logro de una mayor productividad en volumen y calidad con el mismo insumo.

La productividad de los trabajadores en un proyecto se ve fuertemente reducida al producirse cambios en lo planeado, desde luego que existe una diferencia enorme si el cambio es realizado cuando la actividad que se ve modificada aun no se realiza a si este cambio plantea un retrabajo.

2.5.2.- Términos asociados a cambios y productividad en los proyectos

Impacto. La palabra impacto proviene del latín *impingere*, que significa empujar o golpear. Impacto se define como “la fuerza de la impresión de una cosa sobre otra” (Webster’s 1986). En construcción las órdenes de cambio pueden impactar

porciones del proyecto de manera directa o indirecta y dar por resultado una disminución en la eficiencia laboral. (Hanna 2002)

En el uso actual, la palabra se aplica al efecto que tienen los cambios en el presupuesto y programa del proyecto, provocando retrasos, baja productividad, el derroche de materiales, y otros factores.

Los métodos para medir el impacto de una orden de cambio en la productividad de una construcción tienden a ser subjetivos, lo cual ocasiona disputas entre el dueño y el constructor, el constructor considera que la pérdida producida por la orden de cambio es ocasionada por fallas del diseñador y del dueño, por su parte el dueño considera que la disminución en la productividad se debe a una pobre administración por parte de los constructores. (Hanna 2002)

Las órdenes de cambio múltiples o que se presentan de forma inusual a menudo causan pérdidas en la productividad ya que la construcción está basada en la producción secuencial. Cualquier ruptura en la secuencia de una tarea, impactará en las tareas restantes aun cuando la orden de cambio no incluya esas áreas. Esto es normalmente conocido como efecto en cadena o impacto acumulado de los cambios (Lee 2004)

Efecto en cadena.- Este término se emplea en la industria de la construcción para hacer referencia a un gran número de cambios, la ruta crítica en la programación de cualquier proyecto de gran tamaño demuestra que muchas actividades ocurren paralelamente y solamente un porcentaje pequeño de tareas se realiza de manera aislada a las demás. Por ello, lo más lógico es suponer que cualquier cambio en una actividad puede fácilmente ocasionar un efecto en cadena en las otras.

El “efecto en cadena” afecta tanto al dueño como al constructor, debido a los altos incrementos en costo, incremento en el programa y la pérdida de productividad en el proyecto.

Desmotivación.- Los cambios se presentan como un elemento importante en la pérdida de motivación. El término desmotivación se aplica a cualquier condición que contribuya a bajar la moral del trabajador y, por consiguiente, a una productividad baja. Los efectos potenciales de los cambios abarcan una reducción de la productividad, horas de trabajo adicionales, incremento en costos y tiempo.

Cuando un equipo de trabajo ha desarrollado con ímpetu su labor, el parar para cambiar lo que están haciendo les desmoralizará y tardarán en recuperar el ímpetu, si ese trabajo se debe retirar como parte del cambio, se perderán los materiales empleados y las horas de trabajo del equipo se extienden además a la labor de demolición.

Interferencias: Una interferencia ocurre cuando el trabajo del contratista es obstaculizado inesperadamente por las condiciones físicas en el sitio, o por acciones de otros contratistas, del diseñador o del dueño. Una interferencia inesperada es aquella no detallada claramente en los contratos o aquella que un contratista prudente no tiene razón alguna de esperar.

Ineficacias: La operación del contratista se puede tornar ineficaz en el momento en que los trabajadores o el equipo sean menos productivos que lo esperado de acuerdo a los requisitos particulares del proyecto y a los rendimientos promedio del ramo de la construcción.

La limitación del acceso a un área o forzar un contratista a compartir el espacio de trabajo con otros contratistas conduce a la ineficacia.

Retrasos.- Pueden representar cambios de costos. Los materiales, herramientas, y equipo de construcción, requeridos para el trabajo que sufre un cambio, no pueden tener la misma disponibilidad que la planeada originalmente, además que en caso de estar involucrados tiempos de procuración, estos sufrirán una alteración.

Interrupciones.- Las frases comúnmente empleadas para describir la interrupción incluyen, efectos secundarios, extensión del programa del proyecto, costosos cambios en la procuración del material y pérdida de productividad. Incluso si el cambio es deductivo y se requieren pocas operaciones en la construcción, el contratista puede necesitar replanear otras actividades dentro de la construcción, cambiarles el orden o realizar otros cambios en actividades planeadas o actuales a un costo agregado substancial. Por lo general, los impactos directos de cambios se pueden documentar o estimar de manera confiable. Sin embargo, los efectos secundarios de los cambios, es decir, daños por interrupción son aun en el mejor de los casos difíciles de evaluar.

Pérdida de empuje.- Al presentarse una interrupción a los trabajadores o a los equipos especializados debido a un cambio o cualquier otra razón, los trabajadores se hacen menos productivos. Esta pérdida de productividad se conoce comúnmente como pérdida de empuje. La mayoría de las tareas realizadas en la industria de la construcción requieren seguir una serie de pasos y para cada tarea el trabajador o el equipo especializado establece un paso o una cadencia natural.

Cuando la secuencia natural de los pasos para realizar dicho trabajo se interrumpe, la eficacia del ciclo del trabajo está trastornada y se pierde el ímpetu. La interrupción no puede requerir necesariamente al trabajador realizar ningún trabajo diferente, y no necesariamente implica un cambio, pero el simple hecho de que se ha interrumpido el trabajo previsto interrumpe la secuencia natural, la más productiva.

Extensión de Costos indirectos: Son los costos asociados a manejar un proyecto, incluyendo el mantenimiento de instalaciones temporales, los costos de personal de gerencia, y otros servicios de ayuda. Los costos indirectos extendidos

se refieren a los costos fijos adicionales atribuibles a retrasos motivados por cambios.

2.5.3.- Relación de la productividad en construcción de acuerdo al porcentaje de cambio.

Se define el " porcentaje de cambio " como el número de horas laborales empleadas en "cambios autorizados que se originaron durante la fase de construcción" dividido por el número total de horas laborales empleadas para la construcción. (CII, 1995)

De acuerdo con investigaciones realizadas por el Instituto de la Industria de la Construcción, CII (Publication 43-2, Quantitative Effects Of Project Change), - aplicadas a 104 proyectos, de 35 miembros de dicho Instituto- aunque hay una dispersión significativa en proyectos con cambios pequeños, existe una tendencia muy marcada a la baja en productividad conforme el porcentaje de cambios avanza, y ningún proyecto con más del 25 por ciento de cambios exhibió un índice de productividad mejor que lo planeado.

Mientras que aquellos proyectos que presentaron un porcentaje de cambio menor al 6 por ciento, tuvieron una productividad mejor que la prevista. (CII, 1995)

La investigación del CII sobre el impacto de las órdenes del cambio encontró que la cantidad media de cambio en una población diferenciada de proyectos estudiados era también seis por ciento.

Muchos estimadores toman en cuenta una ineficiencia esperada, la cual está asociada con la implementación de un cambio debido a que el proyecto queda fuera de secuencia. Sin embargo, muy pocos consideran el efecto de implementar múltiples cambios o los grandes cambios en la productividad a lo largo del

proyecto. Este impacto es significativo y puede ser reconocido si se analiza con detenimiento.

El alcance de los servicios de ingeniería tiende a ser incierto al principio y llega a ser más claro en tanto se desarrolla el proyecto. Por lo tanto, el alcance de la línea base del trabajo es difícil de establecer, muchos cambios se caracterizan como el "desarrollo del diseño" y por lo tanto los "cambios" son difíciles de identificar.

2.5.4.- Productividad durante el diseño y en la construcción.

La Productividad real en la industria de la construcción se ve determinada por múltiples factores, pero la investigación del CII demuestra que los proyectos que comienzan bien y se ejecutan con pocos cambios en el diseño, por lo general tienden a funcionar adecuadamente en el campo.

De manera inversa, un alto porcentaje de cambio ocasiona una interrupción del proceso en el diseño de las ingenierías, lo cual genera más oportunidades para errores, omisiones y retrasos tanto en los documentos clave de la construcción como en los materiales necesarios para la misma, causando ineficiencias y tiempos muertos durante el proceso de construcción.

La productividad durante el diseño de las ingenierías tiende a presentar una relación directa con la productividad que se tendrá durante la fase de construcción, ya que de acuerdo al estudio realizado por el CII, un proyecto donde se presente una productividad baja en las ingenierías debido a múltiples cambios, por lo general se verá afectado de igual forma durante el desarrollo de la obra, así como en el caso de presentar una productividad alta debido a un porcentaje pequeño de cambios, se reflejará en una productividad cercana a lo planeado.

2.5.6.- Recuperación del Programa y del Presupuesto.

En la construcción, a diferencia de la industria de la manufactura, los proyectos son únicos e irrepetibles, pueden presentarse múltiples oportunidades durante el desarrollo del proyecto las cuales, independientemente de que sean o no aprovechadas no volverán a repetirse. Existe una creencia demasiado optimista por parte de algunos administradores de proyectos de que los retrasos al programa que se presentan en etapas tempranas del proyecto serán recuperados con el paso del tiempo.

Esto ocasiona que en ocasiones, aun en proyectos que se encuentren atrás del programa o por encima del presupuesto, se introduzcan cambios que terminan empeorando la situación. Una de las causas de este optimismo es que el efecto de los cambios pequeños resulta muy difícil de monitorear, sobre todo el impacto en el programa.

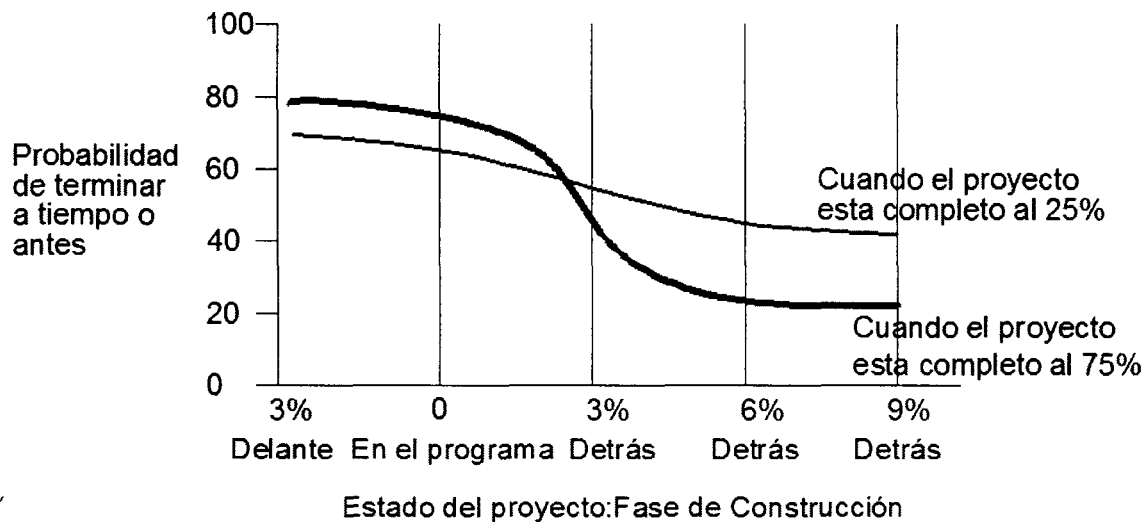


Figura 2 (CII Sp 43-1,1994)

La Figura 2 muestra que los proyectos que tienen retrasos en el programa tienden a terminar tarde, mientras que la probabilidad de recuperar el programa declina conforme el tiempo avanza. De acuerdo con la investigación realizada por el CII en

19 proyectos, se encontró que la probabilidad de terminar en el tiempo planeado aun y cuando se presente un atraso es mayor en etapas tempranas del proyecto, que si se pretende hacerlo en etapas posteriores, en cuanto a los pronósticos de costo, es complicado que proyectos que tienen predicciones de costo por encima de lo planeado terminen dentro del presupuesto original.

De acuerdo con la investigación, cuando el proyecto se encuentra en un 25% de avance, las probabilidades de recuperar el programa con un porcentaje de cambio son más altas que cuando se encuentran en etapas posteriores, en este caso al 75% de avance.

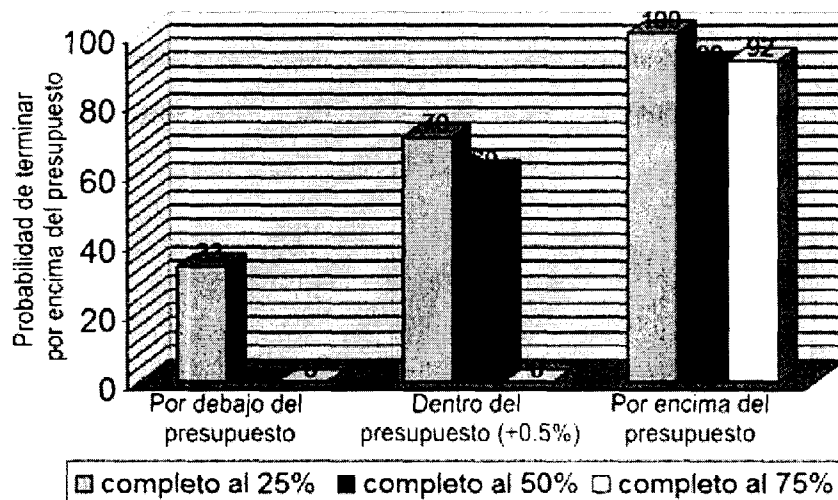


Figura 3 (CII, 1995)

En la figura 3 se muestra la probabilidad de terminar por encima del presupuesto, analizando el avance en tres etapas diferentes, 25%, 50% y 75%, donde se aprecia que aquellos proyectos que tienen pronósticos de terminar con un presupuesto por encima de lo planeado presentan altísimas probabilidades de hacerlo independientemente de la etapa del proyecto en que se presente dicho pronóstico.

2.5.7.-Relación de los cambios con el inicio de la construcción

El proceso de construcción de un proyecto requiere de una planeación adecuada que abarque todos los aspectos necesarios para llevar a buen término el proyecto en cuestión.

Este proceso de planeación requiere identificar las actividades de mayor importancia, así como el tiempo adecuado para llevar a cabo dicha actividad, la decisión de cuando iniciar la movilización hacia el sitio de la obra reviste especial importancia, ya que es el momento en que da inicio el proyecto en su etapa constructiva. Una movilización temprana tiende a generar holgura dentro del programa y permite ganar tiempo para resolver problemas asociados a condiciones inesperadas del sitio, mientras que una movilización tardía permite mantener un flujo continuo en los documentos de diseño y en los materiales, lo cual se refleja en un ordenado flujo de trabajo.

Investigaciones realizadas por el CII han demostrado que un traslape excesivo entre los procesos de diseño y construcción puede provocar interrupciones y una baja productividad. La diferencia entre el porcentaje de cambio entre un inicio muy anticipado de la construcción y un inicio tardío en relación al diseño se representa en la Figura 4.

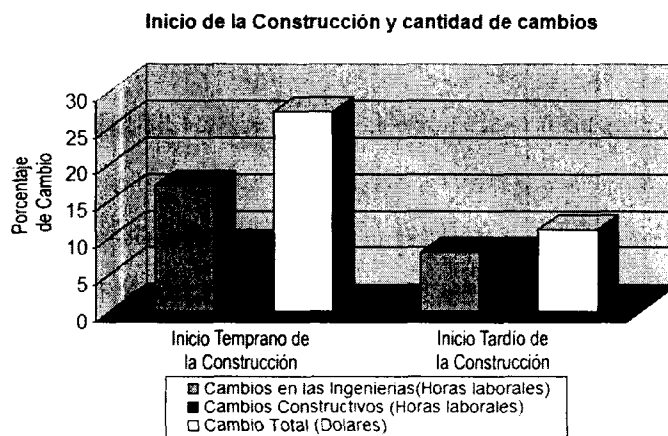


Figura 4 (CII, 1995)

Traslape se define como el número de días del programa entre el inicio de la construcción y el final del diseño de las ingenierías dividido por el total de los días programados del proyecto, es decir, desde el inicio del diseño hasta el final de la construcción.

Los cambios en los proyectos de construcción impactarán de algún modo en el desarrollo de los trabajos, es importante visualizar que aunque un proyecto haya sido planeado lo mejor posible, existirán múltiples factores que pueden desembocar en modificaciones a lo planeado, por ello, es conveniente contar con un sistema de administración de los cambios.

Dueños y contratistas por igual, pueden obtener beneficio de un incremento en la productividad, teniendo programas más confiables y garantizando la satisfacción del usuario final.

2.5.5 El efecto acumulado de cambios pequeños

Un sistema de administración de cambios debe estimar de modo correcto el impacto en costo de cada cambio en forma individual, lo cual tendría que dar como resultado, proyectos donde la productividad fuera neutral, es decir, que ni castiguen la actuación del contratista, ni le permitan tomar ventaja de los cambios realizados.

En la investigación desarrollada por el CII, los resultados arrojados demuestran que no se presenta esa situación, una de las probables explicaciones que se consideraron, fue que la estimación para esos cambios fue realizada bajo presión debido a la necesidad de contar a la brevedad con el análisis del impacto en costo, lo cual ocasiona que no se cuente con un análisis completo del alcance del cambio.

Es importante identificar los trabajos asociados con cambios en el alcance, ya que si no se llegan a considerar dentro de la estimación del impacto de los cambios, estos trabajos no considerados pueden ser la diferencia entre el presupuesto estimado para los cambios y el requerimiento real de trabajo, por ello, lo que parece ser un declive en la productividad, en realidad son horas hombre empleadas en trabajos no identificados dentro del cambio.

Otra posible explicación es que al estimar cada cambio de manera individual, el personal de control del proyecto tiende a producir estimaciones basadas en las proporciones de unidad usadas en la estimación original, en un nivel pequeño, esto aparenta ser acorde con los cambios realizados, sin embargo el hecho de acumular muchos cambios pequeños ocasiona que el programa original no sea suficiente para cumplir con las nuevas necesidades, lo cual genera trabajo adicional y en ocasiones la necesidad de contratar a corto plazo o incluso de cumplir con horas extra, dando como resultado programas menos productivos que los planeados con anterioridad.

CAPÍTULO 3

ADMINISTRACIÓN DE CAMBIOS.

Dentro de la administración de proyectos, los cambios pueden provocar ajustes sustanciales a la duración establecida en el contrato, a los costos directos o indirectos, o ambos. Es por ellos que los encargados de la administración del proyecto deben tener la habilidad de implementar un control de cambios efectivo para minimizar lo más posible el impacto en el proyecto.

El hecho de que los cambios sean comunes en los proyectos, obliga a entender que los administradores deben encarar, adaptarse y usar los cambios para impactar positivamente las situaciones que enfrentan.

Debido a que los cambios son comunes en los proyectos de construcción. Kartam (1996) ha sugerido que los conflictos serán minimizados cuando un problema es estudiado tan pronto como es posible, cuando los problemas pueden ser identificados y los cambios benéficos pueden hacerse.

3.1 Administración de proyectos.

Es el arte y ciencia de coordinar personas, equipo, materiales, dinero, y programas para completar un proyecto a tiempo y dentro del costo autorizado (Oberlender 2000).

Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para proyectar actividades que logren alcanzar o exceder las necesidades y expectativas del propietario del proyecto (PMI 1999).

La administración de proyectos busca cumplir con 4 funciones principales: planeación, organización, ejecución y control.

Planeación: Establecer metas y medios para alcanzarlas.

Organización: Ordenar y distribuir las tareas, las responsabilidades y recursos entre los miembros de la organización.

Ejecución: Realizar la obra, en base a la planeación y a la organización previas.

Control: Monitorear en Costo, Tiempo y Especificaciones (Calidad) la ejecución de la obra cuidando se ajuste a lo planeado y en su caso tomar acciones correctivas

Una administración de proyectos efectiva requiere planear, medir, evaluar, pronosticar y controlar todos los aspectos del proyecto.

La administración de la integración es una de las áreas de conocimiento de la administración de proyectos. La administración de la Integración del proyecto tiene como objetivo garantizar que todos los elementos del proyecto se coordinen correctamente, la integración está comprendida por:

- El desarrollo del plan del proyecto
- El sistema de control de cambios
- Las Lecciones Aprendidas

Plan del proyecto: Herramienta que guía la ejecución y el control del proyecto, facilita la comunicación efectiva entre los involucrados y establece los criterios para medir el desempeño del proyecto. (Chamoun, 2004)

Sistema de Control de cambios: Sistema para administrar los cambios que aparecen a lo largo del proyecto. Documenta la autorización de los cambios y de los efectos en Tiempo, Costo, Calidad y Alcance y en todos los documentos afectados.

Lecciones Aprendidas: Sirve para registrar situaciones y experiencias trascendentales dentro del proyecto, de manera que permitan aprender de logros y errores.

En este contexto, se analiza la importancia que tiene el control de cambios en el proyecto.

3.2.-Administración de los cambios

3.2.1.- Enfoque tradicional o informal

A pesar de la importancia que puede llegar a tener la administración de los cambios para cumplir con los objetivos del proyecto, el enfoque tradicional que se sigue, tiende a basarse en la informalidad, se toman decisiones sin analizar todas las consecuencias que se pueden presentar, además de que no se acostumbra actualizar los documentos del proyecto, ya que se suelen comunicar decisiones de manera verbal, lo cual ocasiona conflictos en la comunicación a los responsables del cambio(tabla 1).

Este enfoque que se da a los cambios en los proyectos de construcción tiende a ser ineficaz, se asemeja a una rueda, que al girar produce un ciclo interminable.

En la Figura 5 se muestra como se desarrolla esta situación, comienza con una definición inadecuada de los cambios, lo cual ocasiona que se lleguen a implementar cambios innecesarios para el proyecto (dirigidos, cambios innecesarios de materiales), al no existir esa definición, tampoco se analizan los impactos indirectos de los cambios en el proyecto (efecto cadena, acumulado u ocultos), todo esto ocasiona que no se evalué correctamente el alcance del cambio y ocasione una confusión respecto a la participación de los distintos involucrados respecto al cambio.

La tendencia natural en la mayoría de los proyectos es:	Consecuencias del enfoque informal o tradicional
Tomar decisiones informalmente	Confusión (La comunicación verbal no asegura efectividad a través de los involucrados y el equipo del proyecto).
Comunicar decisiones verbalmente	Conflictos (fallas en la comunicación, trabajos con información obsoleta, etc.).
No evaluar impactos y justificaciones	Programas no cumplidos pues los compromisos de contrato ya no están vigentes
Ignorar y omitir actualizar los documentos del proyectos	Proyecto fuera de presupuesto
Crecer gradualmente el Alcance (scope creep)	Clientes y proveedores molestos (uno no quiere pagar extras pues siente que están abusando de él, y el otro ya realizó el trabajo y siente que su Cliente está sacando ventaja).

Tabla 1.-Práctica común respecto a los cambios. (Chamoun, 2002).

Además surgen conflictos y disputas entre los constructores, diseñadores y dueños al momento de reconocer al responsable de pagar por el cambio.

Esta perspectiva, lleva a reconocer la importancia de contar con un sistema eficiente de administración de los cambios que permita evitar cambios innecesarios y predecir o controlar el efecto que tendrán en el proyecto.

Los especialistas en la industria de la construcción han propuesto algunas alternativas.

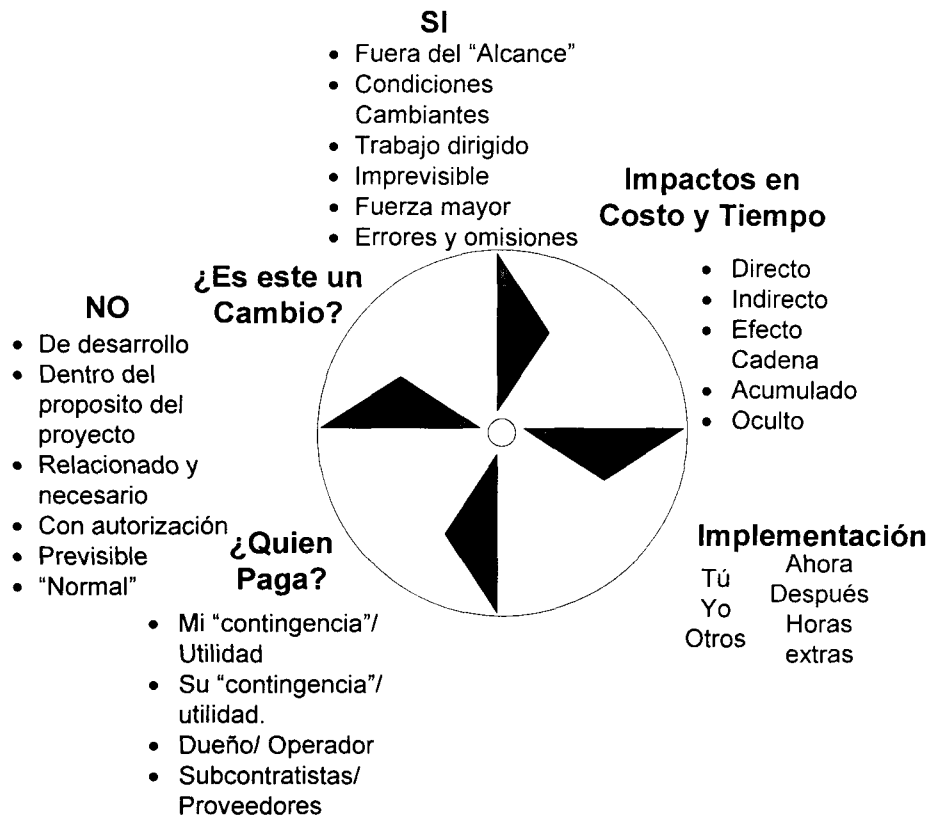


Figura 5.- Administración Ineficaz de los Cambios (CII, 1994)

3.2.2.-Métodos para estimar y administrar el impacto de los cambios.

"Administrar un cambio significa poder anticipar sus efectos y controlarlos o por lo menos supervisar los impactos en costos y programa asociados al cambio". (Hester, 2001).

Las tres técnicas de administración de cambios que son mas frecuentemente mencionadas en la literatura especializada son:

- El desglose estructurado del trabajo o WBS (Work Breakdown Structures).
- Factores de mercado (Market Factors)

- Forensic scheduling.

Desglose estructurado del trabajo (WBS).- “Estructura de entregables de lo general a lo particular para definir el Alcance total del proyecto. Sirve como columna vertebral para establecer a nivel general las estructuras del programa y el costo” (Chamoun, 2002).

La WBS define el trabajo a ser desarrollado, identifica necesidades, apoya en la selección del equipo de proyecto, y establece la base para la selección y control del proyecto.

Es una herramienta administrativa para identificar y definir el trabajo. El WBS proporciona una estructura para resumir datos y para supervisar y reportar costos, programa y desempeño técnico.

30 CONSTRUCCION
30.1 Servicios Técnicos en obra
30.2 Preliminares
Demoliciones
Excavaciones
30.3 Construcción
30.3.1 Terracerías
30.3.2 Cimentación
30.3.3 Estructura de Concreto y Metálica
30.3.5 Albañilería
30.3.6 Acabados
30.3.7 Fachada
30.3.8 Aislantes e Impermeabilizantes
30.3.9 Instalación eléctrica

Tabla 2. - Ejemplo de Work Breakdown Structures (WBS).

Un ejemplo de aplicación de la técnica WBS para el impacto de las órdenes de cambio lo realizó Suhanic en 1980, al emplear un sistema de WBS para realizar una valoración limitada de algunas de las 260 órdenes de cambio que se

presentaron en un solo proyecto. Si los requerimientos de recursos para cada actividad pueden ser identificados, cualquier cambio en el WBS puede ser trazado a los elementos críticos que afectará. Estos elementos a su vez pueden ser planeados durante el trabajo para determinar el efecto total de los cambios.

Sistema del Factor del Mercado (Frecuencia Intermedia).- Este sistema prevé y sigue el costo de los materiales. Debido a que los costos cambiantes del equipo, los materiales de construcción y los suministros relacionados a lo largo del ciclo de vida del proyecto representan un riesgo para dueños y gerentes del proyecto (llegan a representar entre 50% y 60% del costo), sobre todo al acontecer una orden de cambio, se desarrolló este sistema, que controla el impacto de esas órdenes en los costos.

Forensic scheduling.- Método que determina el impacto de las ordenes de cambio una vez que el proyecto está terminado.

El diccionario Webster ha definido la palabra Forensic como: "perteneciente a, usado en, o conveniente para cortes judiciales o para la discusión pública y el debate."

El método consiste en emplear tres programas representados de acuerdo al Método de Ruta Crítica, los cuales son representados para el análisis como:

- Programa según lo planeado.
- Programa según lo construido.
- Programa ajustado.

El programa según lo planeado es acorde con la línea base de planeación. El programa ajustado muestra los cambios autorizados por el dueño incluyendo los ajustes en el tiempo. El programa según lo construido representa el programa de

obra actual incorporando los correspondientes efectos de los cambios en el tiempo de otras actividades. Esto es con el propósito de explicar la relación en variación de tiempo entre el programa actual y el ajustado respecto a actividades que no fueron directamente cambiadas.

Otra técnica empleada por los analistas Forensic es el diagrama de causa y efecto. El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de pescado y se utiliza en las fases de diagnóstico y solución de la causa.

Los análisis de causa y efecto o diagramas de causa y efecto son herramientas que se usan para organizar y mostrar gráficamente todos los conocimientos que un grupo tiene sobre el problema en particular. Usualmente los pasos que se siguen para desarrollar un diagrama de causa y efecto son:

1. Definir el problema que se quiere solucionar.
2. Hacer una lluvia de ideas de todas las posibles causas del problema.
3. Organizar los resultados de la lluvia de ideas en categorías racionales
4. Construir un diagrama causa y efecto que muestre de manera precisa las relaciones entre todos los datos de cada categoría.

Esta técnica inicia con la identificación de un efecto final, como un excedente de costo en la cimentación de una edificación, a continuación se agrega las ramas de causas, este primer nivel de ramas identifica por lo general categorías de costos totales (ej. Mano de obra, materiales y equipo). El siguiente nivel identifica variables dentro de cada categoría (salarios y productividad por ejemplo), los siguientes niveles revelan las fuerzas que afectan el artículo (efectos climáticos afectando productividad).

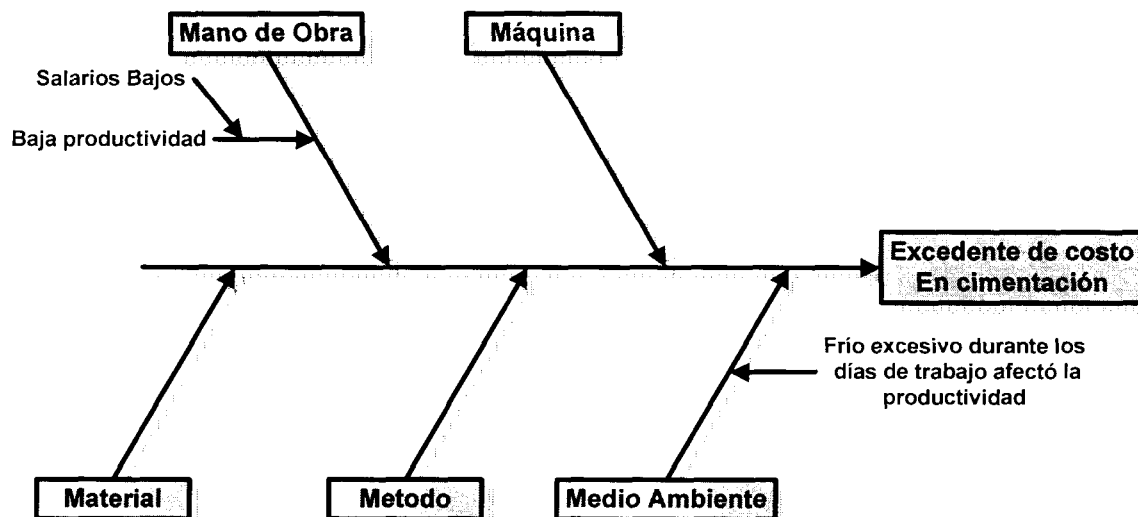


Figura.6.- Diagrama de Causa y Efecto para excedente de costo en cimentación

Una vez completo el diagrama se puede identificar los elementos controlables e incontrolables y eventualmente la causa raíz o las causas del problema.

Una vez que hemos analizado la situación en que se realiza la administración de los cambios en la gran mayoría de los casos, además de mencionar algunas alternativas, queda claro que es conveniente integrar algunos de los principios de los métodos anteriores en un Sistema eficaz de Administración de cambios.

3.3 Sistema de Administración de Cambios

“Dueños, diseñadores y contratistas de la construcción están consientes que la introducción de cambios en un proyecto puede conducir a problemas y dificultar el éxito del proyecto. Los cambios pueden interrumpir el flujo de trabajo, crear retrasos, causar desfases en el programa, e inflar costos, estos a su vez pueden generar demandas e incluso costosos litigios”. (CII, 1994).

Buscando una solución a esta problemática que atañe a los grupos de interés en la industria de la construcción, en los inicios de la década de los noventas, el CII estableció un equipo especializado en cambios en los proyectos denominado "Project Change Management Research Team" el cual buscó no solamente solucionar éstos problemas, sino establecer una metodología que permitiera evitarlos.

El equipo investigador hizo énfasis en la naturaleza y origen de los problemas debidos a cambios, así como el impacto que tienen en el proyecto según el nivel de avance de este.

3.3.1 Hacia una Administración de Cambios Eficaz

El equipo investigador de CII propuso un modelo eficaz de Administración de Cambios, el cual busca desarrollarse como un proceso que fluye hacia delante, dejando atrás el ciclo interminable de la administración ineficaz de los cambios.

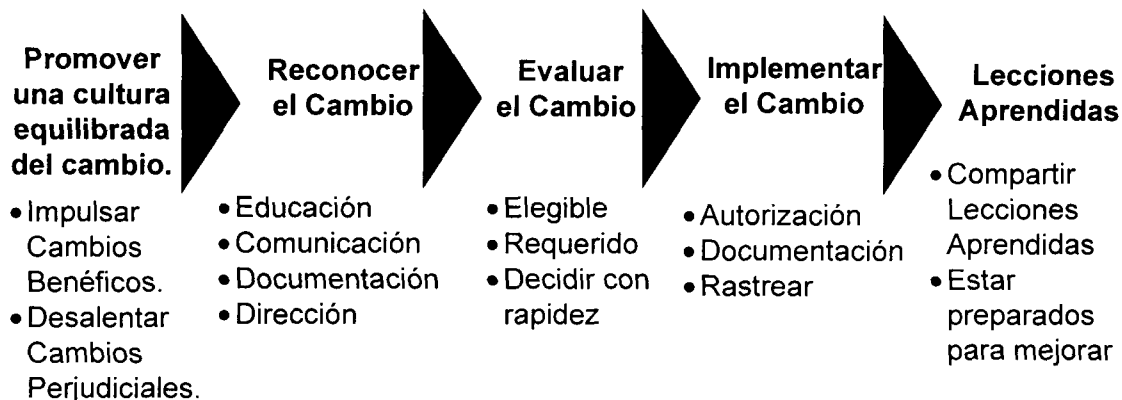


Figura 7.- Administración Eficaz de los Cambios (CII, 1994)

De acuerdo con los resultados del análisis de los impactos de los cambios, así como los métodos y técnicas de control, el CII (1994) identifica los siguientes como los elementos de un proyecto que están más sujetos a cambios y que por lo tanto afectarán el proceso de administración de cambios.

- Alcance del proyecto.
- Organización del proyecto.
- Métodos de ejecución del trabajo.
- Métodos de Control
- Contratos y Asignación de Riesgo.

Los cambios a dichos elementos tendrán diferentes efectos a lo largo del desarrollo del proyecto, además la interacción entre tales elementos será más compleja conforme el proyecto avance.

La administración de cambios puede sufrir variaciones debido al tipo del proyecto, el avance de este, los contratos y el programa del proyecto.

3.3.1.1 Elementos sujetos a cambio

Alcance del proyecto.

El alcance del proyecto incluye los parámetros y volúmenes del proyecto, programas e hitos para ejecución, presupuestos y los resultados esperados del proyecto. Por lo tanto el alcance del proyecto tiene impactos directos y significativos en el costo del proyecto. El alcance del proyecto es el determinante mayor del costo de un proyecto.

Organización del proyecto.

La organización del proyecto relacionada con la ejecución en cualquier etapa del proyecto afectará la administración de cambios. De hecho, los cambios organizacionales por si mismos representan un cambio al proyecto. De esa manera un cambio puede abarcar la estructura, el personal asignado al proyecto y su nivel de habilidades, experiencia y conducta.

La organización necesita incluir gente experimentada para reconocer, evaluar e implementar cambios. Los cambios en la organización del proyecto deben ser realizados después de un análisis que evalúe los probables impactos en la ejecución del proyecto.

Métodos de ejecución del trabajo.

Abarcan todos los procesos, métodos, sistemas y procedimientos empleados por los involucrados en la ejecución de proyectos. Un cambio en los métodos de ejecución de trabajo que fueron planeados o que han sido empleados hasta el momento puede representar un cambio muy significativo en el proyecto.

Métodos de Control

Se refiere a controles presupuestales, controles del programa, reportes de progreso y todas las técnicas empleadas para medir el desempeño del proyecto a partir de parámetros establecidos.

Los métodos de control deben permitir actuar de manera proactiva para identificar y manejar los cambios que se vayan presentando en el proyecto, además de medir el impacto acumulativo que tengan esos cambios a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

“El método de Control de cambios en el proyecto debe ser apropiado para la magnitud, naturaleza, avance del proyecto e impacto evaluado de los cambios. Un control desproporcionado de cambios conducirá a retrasos y trabajos adicionales, lo cual probablemente tendrá un efecto adverso en la ejecución del proyecto”. (CII, 1994).

Contratos y Asignación de Riesgo.

Dos factores que pueden llegar a impactar directamente en el control de cambios y en general en el éxito del proyecto son el tipo de contrato y la asignación de riesgos en el sitio del proyecto.

La falta de contratos y de acuerdos escritos frecuentemente conduce a problemas durante la ejecución de las actividades y dificulta enormemente el control de los cambios. Es conveniente evitar acuerdos verbales, los cuales pueden ser mal interpretados, mal informados, e inclusive eludidos. Aunque existen situaciones en que es apropiado un acuerdo verbal, este al menos debe ser confirmado y comunicado por escrito.

Un acuerdo entre las partes, debe establecer el plazo para autorizar las órdenes de cambio, (por ejemplo en una reunión semanal), sin embargo es recomendable establecer un procedimiento para casos de emergencia, donde al menos con un correo electrónico se avise del cambio.

Asignación de Riesgo.

Existen situaciones intangibles que considerar durante el proceso de planeación, ya que en base a la experiencia de proyectos previos o a datos estadísticos pueden determinar el éxito o fracaso de un proyecto.

La manera en que se manejen los riesgos está fuertemente relacionada con la experiencia del equipo administrador del proyecto, además del registro histórico de los sucesos que han ocurrido en el proyecto, poniendo especial énfasis en aquellas situaciones que provocaron una alteración en lo planeado, las cuales deben ser traducidas a lecciones aprendidas, que serán útiles en el resto del proyecto y en proyectos futuros.

Es fundamental para determinar acciones preventivas y de solución a los impactos de los riesgos, determinar y responsabilizar a un encargado. Este individuo es responsable de prever las situaciones de riesgo que presenta el

proyecto, estar preparado en caso que se presenten y actuar de forma adecuada. Generalmente esta asignación recae en el administrador del proyecto, el cual debe delegar en su equipo los riesgos para las diferentes áreas del proyecto.

Los factores de riesgo en la construcción se pueden clasificar en:

- **Controlables**: Este tipo de riesgos pueden ser controlados por los contratistas y ejemplos de ellos son: rendimiento adecuado de la mano de obra, evitar errores técnicos con supervisión, entregas a tiempo de los materiales. El contratista es el único responsable de evitarlos y no puede solicitar pagos extra por incurrir en alguno de estos riesgos.
- **No controlables**: Consisten en factores sobre los cuales el contratista tiene nulo o ningún control, tales como: la inflación, el clima, las condiciones geológicas desconocidas del terreno. Este tipo de riesgos son los que forman parte del monto de imprevistos y contingencia en un presupuesto.

Algunas de las estrategias de control de riesgos son: evitar, asumir, reducir y transferir esos riesgos. (Akinci, 1998).

Evitarlo.- Eliminar la causa, no aceptar el sistema o la opción propuesta.

Reducirlo.- Tomar las medidas necesarias para controlar y continuamente reevaluar los riesgos, y desarrollar planes de contingencia aplicables en su caso.

Asumirlo.- Aceptar las consecuencias del riesgo, en caso de que ocurra.

Transferirlo.- Compartir los riesgos parcialmente con otros o transferirlos en su totalidad. (contratos, fianzas, seguros.)

Considerando estos elementos sujetos a cambio, el CII desarrolló un modelo de administración de cambios, basado en cinco principios producto de la investigación.

3.3.2.- Principios del Sistema de Administración de Cambios (SAC).

El Sistema de Administración de Cambios (SAC) se funda en cinco principios:

- 1).- Promover una cultura equilibrada del cambio.
- 2).- Reconocer el cambio.
- 3).- Evaluar el cambio.
- 4).- Implementar el cambio
- 5).- Mejora continua a partir de las lecciones aprendidas.

Cada uno de los principios trabaja de común acuerdo con el otro. De hecho, es necesaria una interacción de cada principio con los otros para maximizar la función del sistema.

Como resultado, los sobre costos y los retrasos que se presentan en un proyecto pueden reducirse al mínimo siempre que se cuente con un método sistemático de implementar cambios eficazmente o bien de comparar los conflictos en proyectos similares.

Es importante analizar cada cambio de forma individual, pero además, considerar el impacto que tendrá en todo el proyecto la implementación de ese cambio, - necesidad de contar con mayor número de trabajadores, tiempo empleado en las actividades necesarias para llevarlo a cabo, retraso de otras actividades, empalme de contratistas, posible limitación de recursos- considerando cualquier cambio por pequeño que pueda parecer.

Por otra parte, la toma de decisión es una característica significativa que ocurre en cada fase de un proyecto. Durante el desarrollo de prácticamente la totalidad de las etapas de que se compone un proyecto, la toma de decisiones es una característica significativa. Por lo regular esas decisiones pueden afectar a otras tareas que ocurrirán o que están ocurriendo.

Para lograr un proceso de toma de decisiones exitoso en su totalidad, se requiere que el administrador del proyecto y demás personal directamente involucrado tenga un conocimiento detallado de otros proyectos relacionados o similares. Esto subraya la importancia de tener un buen sistema de comunicación y documentación.

3.3.2.1.- Promover una cultura equilibrada del cambio.

El primer principio de la Administración eficaz de Cambios es promover una cultura equilibrada del cambio. El objetivo principal es llevar el mayor beneficio al usuario final del proyecto. Los principales responsables de esta etapa son el Gerente del proyecto y los miembros clave del proyecto designados por este.

En este principio, son de vital importancia la comunicación entre los miembros del equipo y la documentación de los factores críticos para el éxito del proyecto ya que éstos formaran parte del alcance del proyecto. Todo esto, además, contribuirá a reducir la posibilidad de que se presenten conflictos. No todos los cambios son malos, de acuerdo con la ingeniería de valor, un cierto nivel de cambio es deseable.

La ingeniería de valor (Value Engineering o VE) no es sólo un proceso de administración, sino una filosofía de administración de proyectos. Es una metodología para resolver problemas y/o reducir costos, al mismo tiempo que mejora los requerimientos de desempeño y calidad. Puede aplicarse a cualquier

negocio o sector económico, incluyendo la industria, el gobierno, la construcción y los servicios (Esquivel et. al., 2003).

Es importante introducir en el S.A.C. los conceptos de cambios benéficos y cambios perjudiciales, además de comprender la necesidad de impulsar los cambios benéficos y buscar evitar o minimizar los perjudiciales.

Los cambios benéficos que resulten de procesos de ingeniería de valor y que permitan reducir costos, tiempos de duración de las actividades, o el grado de dificultad en la ejecución de las mismas, deben ser no solamente bienvenidos por el equipo administrador, sino que se debe estar en una búsqueda constante de esos cambios, ya que aportan un beneficio al proyecto, el cual no tiene que representar necesariamente un beneficio inmediato, sino que puede ser la base sobre la que se presenten los beneficios mas representativos en etapas posteriores.

Del mismo modo en que los cambios benéficos se deben impulsar, así se deben evitar los cambios perjudiciales, los cuales tienen impactos perjudiciales en los proyectos.

La principal problemática que presentan los cambios perjudiciales es que difícilmente se les reconoce como tales, hasta que se presentan los problemas. Por lo general esos cambios se deben a que no existe un número suficiente de soluciones a las cuestiones que originan los cambios, por lo cual es importante desde la etapa de planeación y diseño identificar áreas que puedan ser susceptibles de sufrir cambios, para en caso de ser requeridas, contar con suficientes opciones que permitan implementar el cambio mas adecuado.

Por ello es importante estar plenamente conscientes de que cada posible solución dependerá del grado de avance que tenga el proyecto, ya que ciertas sugerencias en etapas tempranas del mismo pudieran ser altamente benéficas, mientras que

posiblemente no lo sean tanto en etapas posteriores. En la figura 8 se representan mediante un diagrama de flujo los pasos que se deben seguir para llevar a cabo este primer principio del S.A.C.

El primer paso consiste en establecer, documentar y comunicar las metas y objetivos del proyecto (1.1), igualmente se establece documenta y comunica la línea base del alcance del proyecto, costo y programa (1.2).

El siguiente paso (1.3) es establecer, documentar y comunicar roles y responsabilidades individuales, organizacionales y corporativas donde: El autor del cambio justifica el cambio identificado (1.3.1), enseguida se establecen las directrices que se seguirán para revisar y aprobar un cambio, (1.3.2).

De manera simultanea al paso 1.3, se desarrolla el paso 1.4, que consiste en establecer y comunicar la filosofía de cambios del proyecto. Para ello se fija una filosofía por escrito, que sea justa y entendible para todas las partes involucradas (1.4.1), en este apartado se establecen asignaciones de riesgo para los imprevistos del proyecto (1.4.1.1). Es necesario establecer en esta etapa las políticas que se seguirán en el caso de presentarse cambios pequeños en relación al presupuesto total del proyecto, el equipo del proyecto establece quienes tienen la facultad para autorizar estos cambios, así como los criterios para que un cambio se pueda considerar pequeño, por ejemplo, establecer que si el total del cambio no excede del 10% del monto de la partida que sufre modificación y no sobrepasa el monto total autorizado del contrato, este cambio podrá ser autorizado por el residente de obra, previa consulta con el departamento de costos de la oficina central. El contratista debe ser conciente de que para poder incluir esta modificación en su estimación debe obtener una autorización por escrito.

Aquí es donde se comienzan a impulsar los cambios benéficos (1.4.2) y a desalentar los cambios perjudiciales (1.4.3). El siguiente paso (1.4.4), es establecer los criterios para diferenciar los cambios elegibles de los cambios

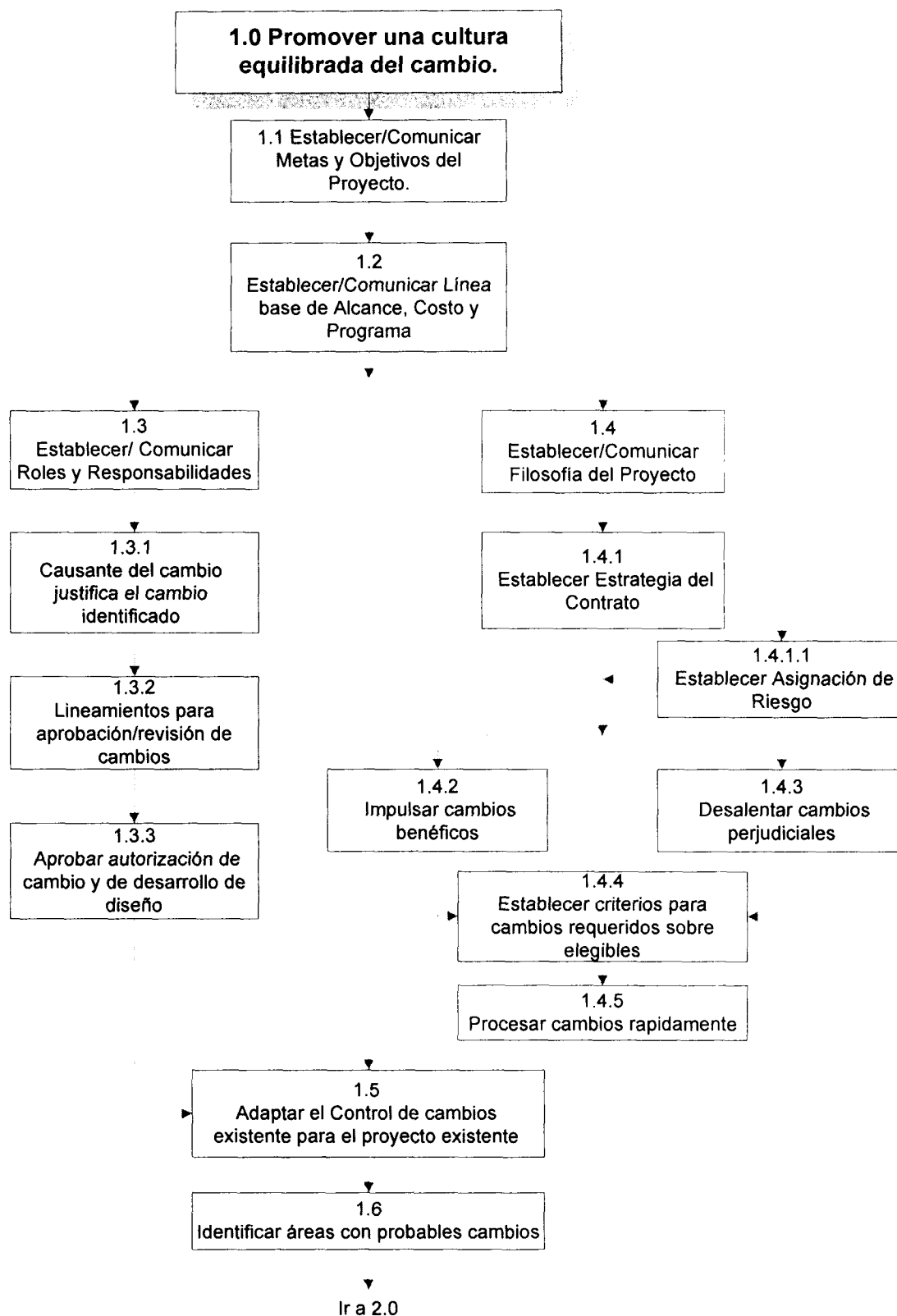


Figura 8.- Promover una cultura equilibrada del cambio. (CII, 1994)

requeridos. A continuación, (1.4.5) se identifican y ejecutan los cambios con presteza. (puntualmente y con precisión).

Enseguida (1.5), se adaptan los procedimientos del control de cambios existente para que se ajusten a las necesidades actuales del proyecto.

El paso final de este primer principio, es identificar áreas de riesgo o incertidumbre donde los cambios muy probablemente ocurran (1.6).

3.3.2.2.- Reconocer el cambio.

En este segundo principio de la Administración efectiva de los cambios, es importante que exista una buena comunicación entre los miembros del equipo administrador. El principal responsable de esta actividad es el autor o "champion" del cambio. Este principio funciona a partir de que dichos participantes sean impulsados a discutir e identificar cambios potenciales. En la figura 9 se representa de manera gráfica el proceso que sigue este principio.

Lograr identificar esos cambios potenciales (2.1), puede ayudar al equipo a administrar los cambios mejor y en etapas mas tempranas del ciclo de vida del proyecto. Para que un cambio potencial sea identificado, es necesario describir ese cambio (2.1.1), identificar las bases para que se produzca ese cambio (2.1.2), y como parte primordial, categorizar el tipo de cambio (2.1.3), esto es, determinar si éstos son requeridos (2.1.3.1) o elegibles (2.1.3.2).

Un cambio requerido es una variación necesaria para mantener el diseño del proyecto en conformidad con un reglamento constructivo, por lo tanto es obligatorio y debe ser revisado y procesado de manera distinta a un cambio elegible.

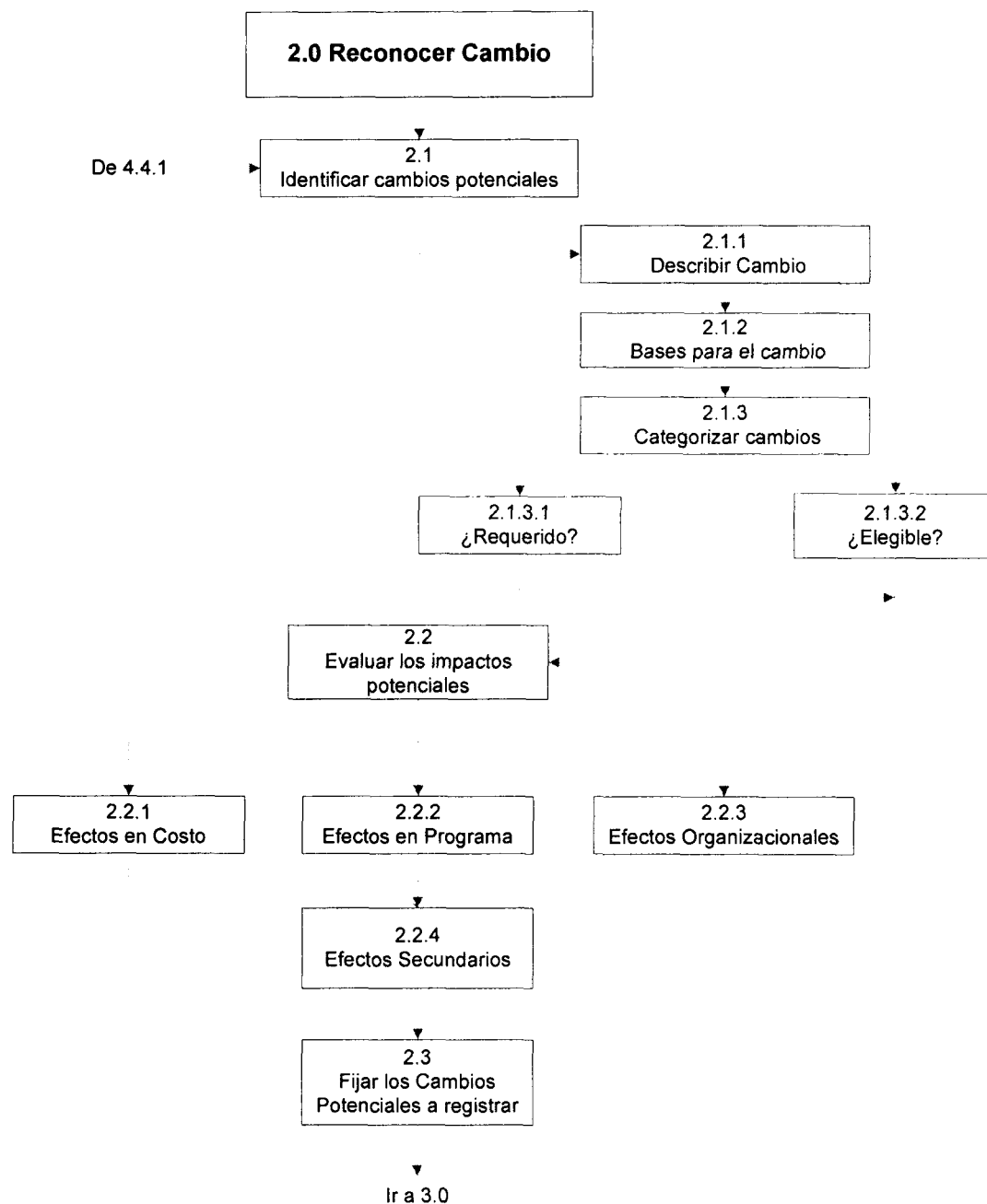


Figura 9.- Reconocer el cambio. (CII, 1994)

Independientemente de si el cambio sea elegible o requerido, por si mismo tiene impactos potenciales en el proyecto, por ello, es necesario evaluar y comparar con lo acordado en la línea base (2.2), es probable que este esfuerzo genere un panorama extenso en cuanto al alcance, pero no necesariamente preciso, la

exactitud del estimado no es tan importante como la pronta identificación de las áreas de potencial impacto, se evalúa el impacto en costo (2.2.1), y en tiempo (2.2.2), además se determinan los efectos en otras funciones, disciplinas y en la organización.

A continuación se realiza una cuidadosa revisión de los impactos indirectos, en cadena y secundarios (2.2.4). El paso final (2.3) es registrar o anotar los cambios potenciales.

3.3.2.3.- Evaluar el cambio.

Este principio se apoya en el reconocimiento del cambio, y consiste en determinar si el cambio debe ser aceptado e implementado por el administrador. Los principales responsables son los miembros del equipo del proyecto designados en el SAC.

La Figura 10 muestra gráficamente el proceso que sigue este principio. Si el cambio tiene una prioridad alta (3.1.1), entonces es un cambio requerido, la gerencia deberá determinar la fuente de financiamiento para obtener la aprobación interna (3.2) e implementarlo de manera inmediata, ya que por lo general, cualquier retraso al efectuar algún cambio representa un costo mayor.

En el caso de que el cambio no tenga que realizarse de manera inmediata, lo más conveniente es realizar un análisis completo (3.2.1) en costos (directos e indirectos), programa, calidad, seguridad, recursos y otros elementos además de evaluar soluciones y opciones alternativas (3.2.2).

A continuación se identifican los impactos (3.3), determinando los impactos finales en costos y programa, tanto los primarios (3.3.1.1), como los secundarios

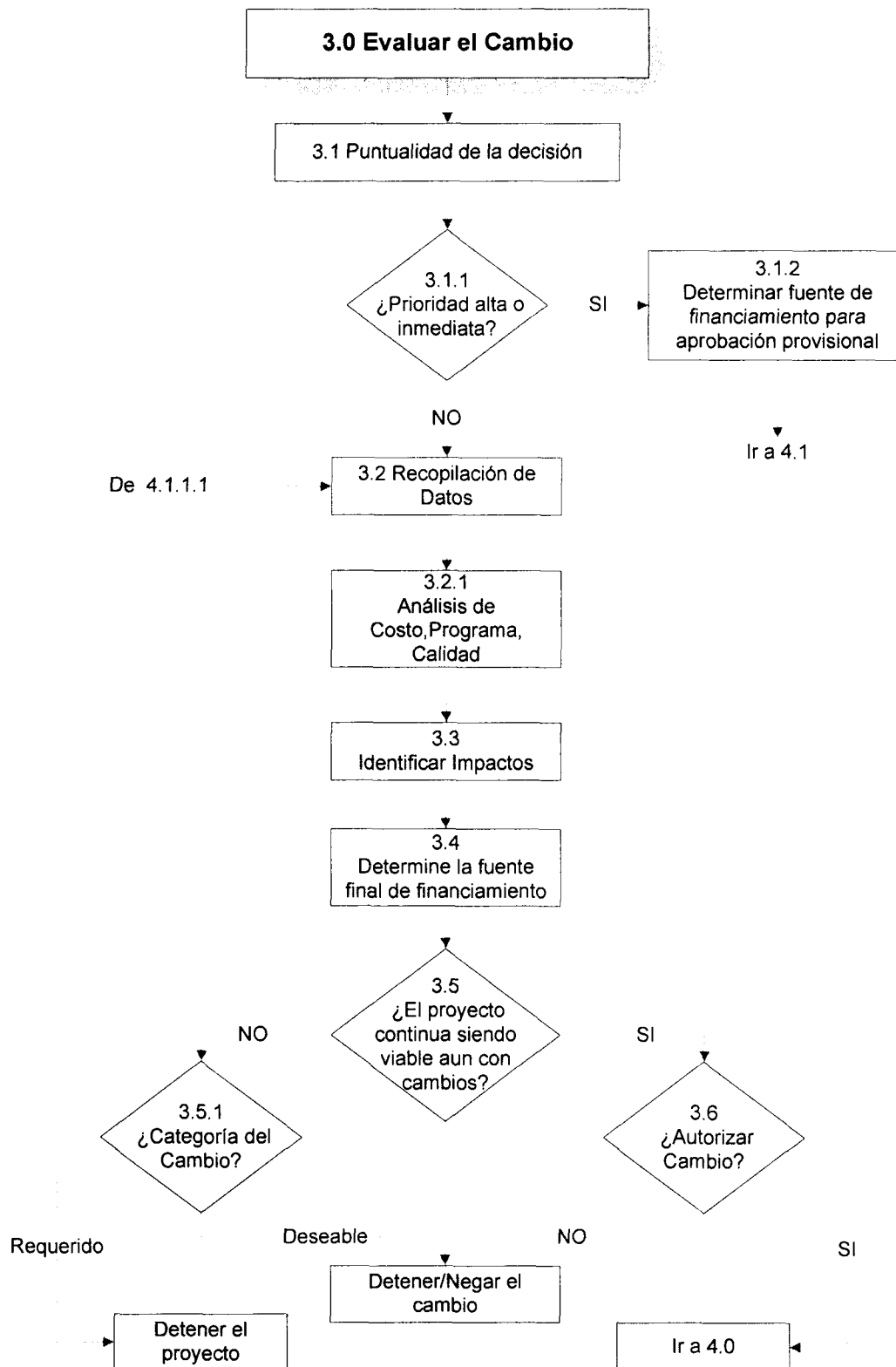


Figura 10.-Evaluar el Cambio (CII, 1994)

(3.3.1.2). Además de encausar a todas las disciplinas, funciones y organizaciones con respecto al impacto (3.3.2).

El siguiente paso (3.4) consiste en determinar la fuente de recursos o ¿quién paga? (costo reembolsable, precios alzados y otros) en caso de aplicar, se corrobora la fuente interna de recursos. En seguida se reevalúa la factibilidad del proyecto incluyendo los cambios propuestos (3.5). En este punto, es importante considerar que se puede presentar el caso de un cambio requerido para el alcance del proyecto cuyo impacto en el costo represente una carga demasiado onerosa para el cliente, el cual no dispone de recursos para cubrir ese cambio, en esta situación el administrador del proyecto debe encontrar la manera de absorber este sobre costo dentro del presupuesto límite, mediante una negociación con el cliente respecto al alcance de otras partidas, buscando alternativas que representen oportunidades de ahorro, además de hacer uso de los ahorros de actividades ya terminadas del proyecto.

3.3.2.4.-Implementar el cambio.

Este principio es prácticamente la razón de ser del Sistema de Administración de Cambios. La autorización de los cambios es hecha por la gerencia y debe tener una alta prioridad. Dicha autorización debe ser concedida cuando todas las partes involucradas -directa e indirectamente- hayan sido informadas del cambio pendiente. La responsabilidad principal recae en el equipo del proyecto.

En algunas instancias, los cambios pueden guiar a otros problemas, y cambios adicionales, debido a que la gerencia ha fallado en anticipar y contactar a las otras partes sobre los cambios pendientes. La figura 11 muestra como se desarrolla este principio.

El primer paso (4.1), es asegurar la autorización oportuna y formal del cambio, así como su ejecución, para ello es necesaria la autorización provisional, (aprobado,

aprobado con modificaciones o desaprobado). Entonces se comunica a las partes afectadas la decisión provisional sobre el cambio (4.1.1.1), de manera paralela, se procede con la evaluación completa del cambio potencial, comenzando con el párrafo 3.2. Se efectúa la autorización final (aprobado, aprobado con modificaciones o desaprobado).

El siguiente paso es comunicar la decisión final del cambio a las partes afectadas. Una estrategia para asegurarse que todas las partes afectadas estén enteradas del cambio es mantenerles informados mediante juntas periódicas con los participantes del proyecto, gerencia, ejecutor, subcontratistas, diseñadores arquitectónicos y de las distintas ingenierías, de manera que los posibles cambios no sean sorpresivos para nadie, así, al momento en que se presente la decisión final los afectados contarán con un panorama preliminar sobre el efecto del cambio, una herramienta útil para este propósito es la bitácora de obra, ya que al ser obligatoria su permanencia en el sitio de la obra, se convierte en un instrumento útil para registrar las modificaciones debidas a los cambios.

Una vez efectuado el paso anterior, se procede a documentar la autorización (4.3), la cual incluye:

- La categorización o clasificación final del tipo de cambio.
- Actualizar los documentos de la línea base para: costos, programa, alcance y acuerdos y documentos contractuales.
- Monitorear la implementación del cambio después de la aprobación.

El punto (4.4) monitorear la aplicación de los cambios no solamente requiere supervisar el proceso de aplicación de un cambio, sino que también debe ser visto como la oportunidad del equipo del proyecto de resolver otras dificultades que pudieran encontrarse en el proyecto. Supervisar la aplicación del cambio requiere documentación substancial sobre los cambios, de tal modo que las disputas por los impactos puedan ser resueltas después o bien aprender de las lecciones del

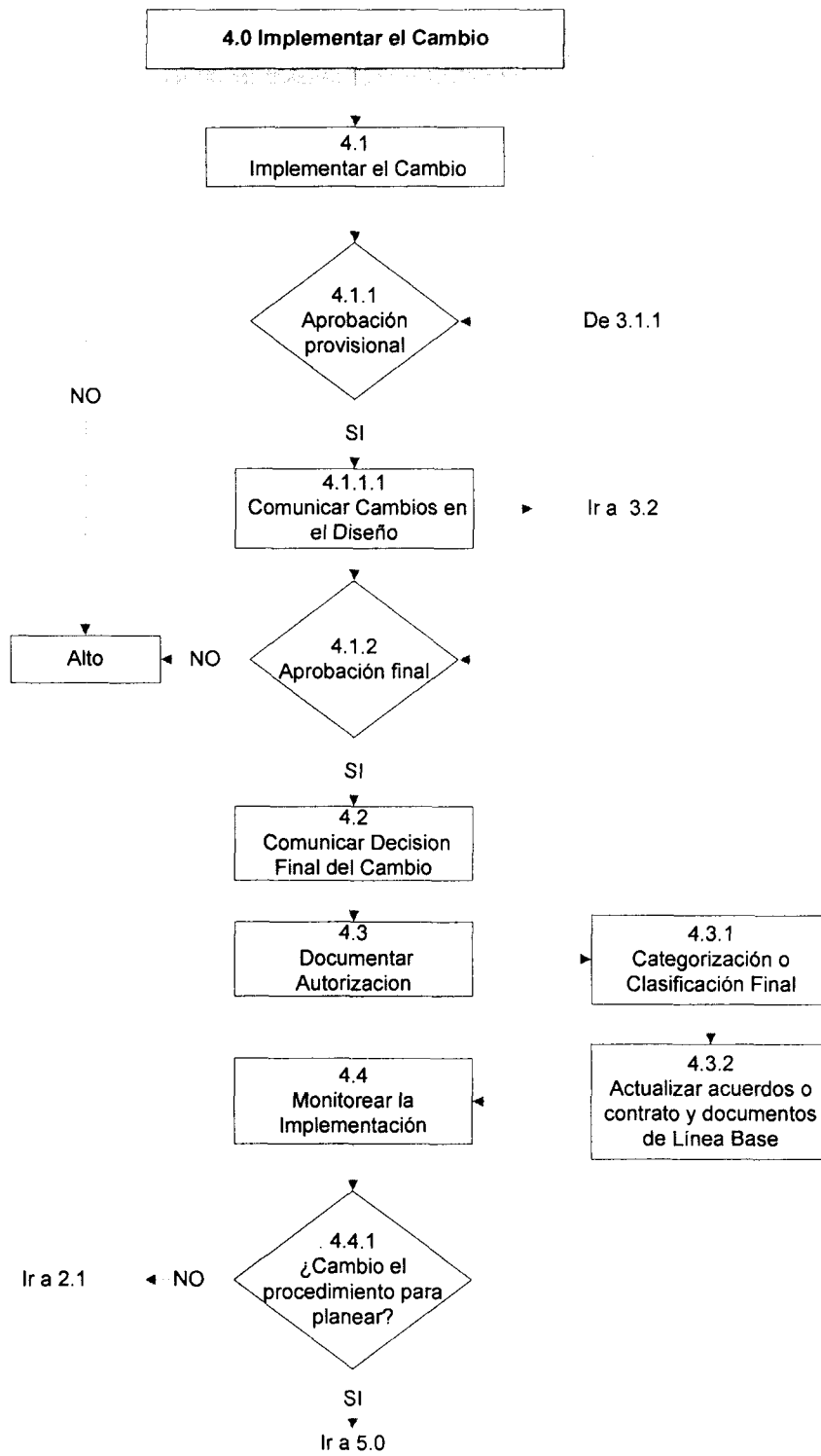


Figura 11.-Implementar el Cambio. (CII,1994)

cambio. Esta situación queda a cargo del residente de obra, quien tiene la responsabilidad de verificar si la implementación del cambio procede según lo autorizado, si el cambio se desvía significativamente de su autorización, se procede a manejarlo como un nuevo cambio potencial, comenzando con la sección 2.0.

3.3.2.5.- Mejora continua a partir de las lecciones aprendidas.

El quinto y último principio del SAC es aprender continuamente a partir de los errores que causaron cambios. La figura 12 representa de manera gráfica la secuencia que sigue este principio.

La idea principal de este principio es desarrollar la evaluación de las causas de raíz (5.1) y corregir de manera sistemática esos problemas. Debe discutirse abiertamente entre todos los miembros del equipo para que tengan la oportunidad de identificar la causa raíz de un cambio. Debe existir entre los miembros del equipo el entendimiento de que conocer la causa raíz de un cambio es importante, debido a que les permitirá evitar errores similares en el futuro.

En seguida se preparan las lecciones aprendidas (5.2), esto debe realizarse durante el ciclo de vida del proyecto, no esperar hasta el final de este, una vez que se han tomado las acciones correctivas en el proyecto, se procede a actualizar las bases de datos, (5.3) tanto del proyecto actual como de la empresa, registrando el impacto en Costo, Alcance, Programa y Tiempo, dichos resultados son comparados con los Objetivos Iniciales del proyecto (5.4).

A continuación se incorporan las lecciones aprendidas a los estándares y procesos de la empresa, (5.5), con una especial atención en agregar elementos útiles para la lista de control de riesgos del proyecto, así como medidas significativas para los sistemas de reporte del progreso.

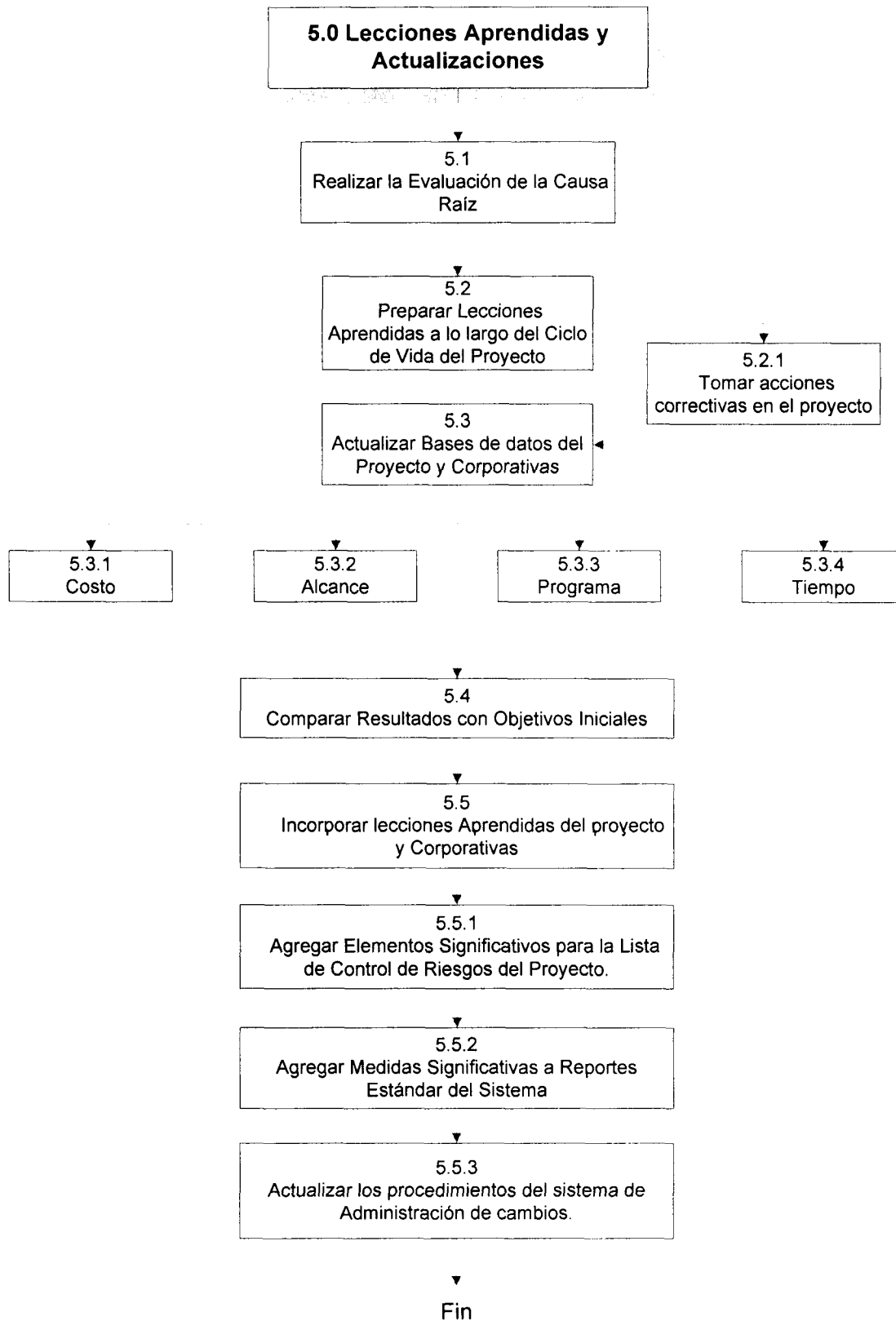


Figura 12.-Lecciones Aprendidas y Actualización. (CII,1994)

Lecciones Aprendidas.

Al hablar de lecciones aprendidas, la primera pregunta que salta a la mente es: ¿Qué tipo de experiencias conviene convertir en lecciones aprendidas?

Las experiencias que se esperan convertir en lecciones aprendidas no necesariamente tienen que ser a través de una situación negativa, (como pueden ser tomar una decisión inadecuada o emplear algún procedimiento inadecuado), sino que también puede ser en base a una experiencia positiva, alguna situación que dejó alguna enseñanza positiva (el aprendizaje de un nuevo procedimiento o alguna iniciativa que tuvo un impacto positivo en el proyecto.)

Es importante que al momento de plasmar la lección aprendida, se haga una evaluación sobre si podrá ser utilizada en otro proyecto, ya que puede presentarse el caso de registrar experiencias que jamás se utilizarían nuevamente.

Si la experiencia es relevante, la evaluación de la experiencia debe comentarse con los miembros del proyecto. Deberá hacerse una votación entre las personas que estén evaluando la lección. Entre más personas estén realizando este procedimiento, mejor, ya que así podrán refinar la lección y pueden ayudar a que se mejore la idea. (Vega, 1997).

El Instituto de Administración de Proyectos de Estados Unidos (PMI) recomienda que todas las lecciones aprendidas generadas por variaciones en los proyectos, es decir la razón por la que se tomaron decisiones correctivas, deberán documentarse para que formen parte de una base de datos histórica tanto para el proyecto en que se está trabajando, así como para futuros proyectos que se realicen en la organización. (Duncan, 1996).

Documentación de las órdenes de cambio y lecciones aprendidas.

La administración de cambios, -independientemente del método o sistema que se decida emplear para llevarse a cabo- requiere contar con un registro de las situaciones que provocan la variación en lo planeado, además de tener un registro de las experiencias que se tuvieron respecto a esa modificación, y de esta manera evitar que se presente en proyectos futuros.

3.3.3.- Requerimientos para implementar un sistema de administración de cambios

La implementación de un Sistema de Administración de Cambios requiere contar con herramientas adecuadas para controlar éstos cambios, éstas herramientas además de las propias del sistema necesita contar con una línea base sobre la cual se va a comparar, además de un sistema de monitoreo, que verifique la implementación de los cambios autorizados y la presencia de cambios no autorizados.

Formatos y documentos necesarios para implementar un sistema de administración de cambios.

Los siguientes documentos y formatos son necesarios para poder desarrollar y registrar cada cambio que se presente en el proyecto:

- 1.-Documento oficial con la autorización de la utilización del sistema de administración de cambios.
- 2.-Listado de clasificación de los cambios.
- 3.- Programa de obra, actual y modificado para el cálculo del impacto en el tiempo.
- 6.-Tarjeta de precios unitarios para el cálculo del impacto en el costo (en el caso de adición de conceptos nuevos).

- 6.- Presupuesto de control con el registro de la adición de los cambios autorizados.
- 7.- Orden de Cambio
- 8.- Solicitud de Cambio
- 9.- Formato de registro de los cambios durante el proyecto.
- 10.- Archivo de Lecciones Aprendidas.

De acuerdo con los principios que hemos referido y considerando la importancia que tienen los diferentes formatos y documentos mencionados, queda claro que es necesario contar con una herramienta que permita integrar la mayoría de los formatos o documentos, con el propósito de hacer más fácil y ordenado el proceso de control de los cambios.

CAPÍTULO 4

SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE ÓRDENES DE CAMBIO

La información representa un activo importante en cualquier aspecto de la vida, más aun si se enfoca a situaciones que tienen un impacto directo en el éxito o fracaso de alguna situación.

En la administración de proyectos, es fundamental emplear herramientas que permitan a los participantes clave contar con información oportuna y útil respecto a la evolución que tiene el proyecto. Para ello se debe contar con un sistema administrativo de información de proyectos.

4.1.-Sistemas administrativos de información de proyectos.

Un sistema de administración de la información es un sistema por el cual los datos son recolectados, procesados y luego comunicados con el propósito de fundamentar las tomas de decisiones por aquellos que son responsables para la administración de recursos, proveyendo información precisa y relevante concerniente a los recursos y en el tiempo apropiado. (Pilcer, 1994).

Giannotty (1993), considera que los objetivos principales de un sistema de información son:

1.- Mejorar la calidad de la administración.- Ya que facilita que todo el personal de los proyectos tenga la información a tiempo y ésta sea precisa.

2.-Disminuye el trabajo de personal técnico en labores de oficina, ya que se esta disminuyendo el uso de secretarias y el ingeniero y/o arquitecto tiene que estar realizando el trabajo secretarial; pero los sistemas de información ayudan a tener bases de datos con información completa.

3.- Automatiza el trabajo.- Facilita el flujo de información, ya que el sistema está siendo constantemente actualizado, lo que permite que se tengan reportes al día

4.-Estandariza los procedimientos. Con el sistema de información se define y entiende más fácilmente el proceso administrativo del proyecto.

5.-Provee entrenamiento a toda la compañía. El sistema cuenta con herramientas y procedimientos estandarizados que brindan oportunidad de un entrenamiento fácil.

6.- Mantiene flexibilidad.- Permite la flexibilidad para poder satisfacer las necesidades del cliente, pero conserva la estructura de la información. El sistema puede ser parcialmente implementado y adaptado para satisfacer las necesidades del proyecto.

La tecnología de la información es esencial para mejorar la productividad de las empresas, aunque su aplicación debe llevarse a cabo de forma inteligente. El mero hecho de introducir tecnología en los procesos empresariales no es garantía de un aumento de la productividad. (Homs, 2003).

Este investigación, se basa en el desarrollo de una herramienta de la tecnología de la información, aplicada específicamente en un área que impacta directamente en el éxito del proyecto, el control de los cambios, y más específicamente en el control de las órdenes de cambio.

Para llevar a cabo un control adecuado de las órdenes de cambio es necesario contar con un registro sistemático de los cambios que se presenten en el proyecto, desde que surge la intención de realizar el cambio, hasta el momento en que se evalúa y determina la importancia que tuvo la modificación en el proyecto.

Para desarrollar esta herramienta se eligió hacerlo en un programa accesible y amigable con el usuario, Microsoft Access 2000.

4.2.- Sistema gestor de base de Datos Access

El sistema de administración de órdenes de cambio se desarrolló en Access 2000, un sistema gestor de bases de datos, realizado por Microsoft. El motivo principal por el que se seleccionó Microsoft Access es la facilidad de adquirirlo al estar incluido en Microsoft Office, además de que existe una gran cantidad de información referente a su manejo, la cual se podrá consultar en caso de requerir modificaciones al sistema.

En Access, una base de datos consiste en más que simplemente "información en bruto". Además de los datos (organizados en tablas), Access también contiene consultas relacionadas, formularios, informes e instrucciones de programación.

A continuación se hace referencia a los elementos principales que componen una base de datos, se utilizaron elementos del sistema de administración de órdenes de cambio para ejemplificar mejor los componentes de las bases de datos en Access.

4.2.1.- Base de datos

“Una base de datos es un conjunto de información relacionada con un asunto o con una finalidad. En Access, una base de datos es un archivo que puede contener tablas donde se encuentra toda la información sobre un tema específico, consultas, formularios, informes entre otros. Tal como una colección de música, el control de alumnos en un colegio o un directorio telefónico.”
(www.infotutoriales.com)

4.2.1.1.- Componentes de una Base de datos

Microsoft Access es un potente sistema de administración de bases de datos relacionales. Las bases de datos en Access son documentos combinados donde se divide la información por parcelas de objetos especializados. Así, por ejemplo, como elemento primario de información se encuentran las tablas. Aunque las tablas se crean de manera independiente, pueden crearse otros elementos relacionados a las tablas como formularios, consultas, informes, entre otros.

4.2.1.1.1.- Tablas

Las tablas son el componente básico o elemental de las bases de datos. O lo que es lo mismo, una base de datos está principalmente compuesta por varias tablas relacionadas. Las tablas contienen datos sobre algo o alguien, por ejemplo, constructores, proyectos, contratos.

Aunque las tablas se crean de manera independiente, pueden crearse relaciones hacia éstas que pueden estar vinculadas a la captura o muestra de la información contenida en dicha tabla. Es decir, una vez creada la tabla se pueden desarrollar sobre ella diferentes acciones que nos permitan adicionar, editar o eliminar información.

4.2.1.1.2.- Campo

Un campo es un componente de una tabla que contiene un elemento específico de información, como ejemplo, nombre apellidos, edad, sexo, etc.

Nombre del campo	Tipo de datos	Descripción
idconstructor	Autonumérico	Número asignado a cada nueva categoría
NombreEmpresa	Texto	Nombre de la Empresa Constructora
TipoContrato	Texto	Forma de Contratación
Nombrecontacto	Texto	
CargoContacto	Texto	
Domicilio	Texto	
ColoniaoLocalidad	Texto	
Ciudad	Texto	Estado o Localidad
CodPostal	Texto	
País	Texto	
Estado	Texto	
DelMunicipio	Texto	Delegación o Municipio
Telefono	Texto	Incluye código de país o de área
Fax	Texto	Incluye código de país o de área
PáginaPrincipal	Hipervínculo	Página principal del constructor en el Web
Especialidad	Texto	
correoelectronicocontact	Texto	
idtipocontrato	Número	Igual al Id. de la tabla Contrato

Figura 13.-Ejemplo de Tabla en vista diseño.

Tipos de campos

A continuación se muestran los tipos de campos que soporta Access para las tablas, así también como características y el tipo de dato que se puede almacenar en ellos.

TIPO DE CAMPO	DESCRIPCIÓN
Texto	En este tipo de campo se puede almacenar texto o combinaciones de texto y números, así como números que no requieran cálculos, como los números de teléfono o códigos postales. Este campo puede soportar un máximo de 255 caracteres, aunque el tamaño se puede controlar en la propiedad Tamaño del campo .
Memo	Se utiliza para almacenar texto extenso o de gran longitud, como notas o descripciones. También puede llevar combinación de texto y números. Puede soportar hasta 65535 caracteres.
Numérico	Se utiliza para almacenar datos numéricos que pueden ser utilizados en todo tipo de operaciones matemáticas, excepto

	operaciones monetarias (para este tipo de operaciones se utiliza el tipo de campo Monetario), la propiedad Tamaño del campo define el tipo numérico especificado.
Fecha/Hora	Sirven para almacenar fechas y horas. Puede establecer valores de fecha y hora desde el año 100 hasta el 9999. Los formatos se establecerán en la propiedad Formato correspondiente a este tipo de campo.
Moneda	Los campos de este tipo se utilizan para almacenar valores monetarios. Para los números almacenados en este tipo de campo se tiene una precisión de 15 dígitos a la izquierda de la coma decimal y 4 dígitos a la derecha.
Auto numérico	Este tipo de campo almacena exclusivamente números secuenciales (en incrementos de uno), o números aleatorios insertados automáticamente por Access cuando se agrega un registro.
Si / No	Son campos que solo contienen uno de dos valores, como: Si/No, Verdadero/Falso, Activado/Desactivado
Objeto OLE	En este campo se pueden insertar objetos de cualquier tipo creados en otros programas, como imágenes, sonidos u otros. Incluso se puede insertar documentos de Microsoft Word u hojas de cálculo de Microsoft Excel mediante el protocolo OLE.
Hipervínculo	Tipo de campo que sirve para almacenar hipervínculos. Un hipervínculo puede ser una ruta de acceso a una ubicación de red local, o una dirección URL para acceder a una pagina Web.
Asistente para búsquedas	Crea un campo que permite elegir un valor de otra tabla o de una lista de valores mediante un cuadro combinado. Al introducir los datos de manera manual en una tabla, se inicia un asistente que permite definirlo de manera automática.

Tabla 3.- Tipos de Campo en Microsoft Access

4.2.1.1.3.- Registro

Un registro esta compuesto por todos los campos de la tabla, de manera que un campo es una parte de un registro.

En una tabla, las filas corresponden a los registros, los cuales son individuales; y las columnas corresponden a los campos, que son una parte única de un registro. De manera tal que la información contenida en la tabla "Contrato", tiene la siguiente estructura:

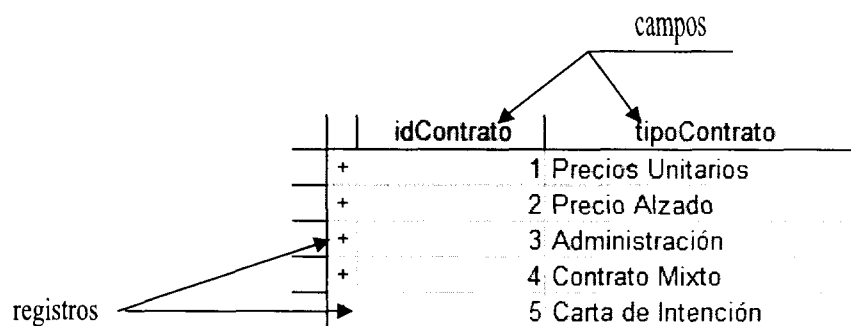


Figura 14.-Tabla Contrato.

La tabla anterior contiene 2 campos (idContrato y tipoContrato); y cinco registros individuales. De manera que no puede haber dos registros iguales; a menos que estén duplicados, lo cual sería inadecuado e innecesario.

4.2.1.1.4.- Formularios

Los formularios son otra herramienta poderosa de Access que permite visualizar, introducir y modificar los datos de las tablas de una manera muy sencilla e interactiva que hace más ameno el trabajo al usuario. Al abrir un formulario,

Access recupera en él los datos de una o varias tablas y les muestra en un diseño de ficha creado, bien de forma automática por el Asistente para Formularios, o manualmente por el usuario. Al mostrar los datos, el usuario puede desplazarse en la tabla visualizando toda la información y realizando operaciones sobre los registros.

“Un formulario es un tipo de objeto de base de datos que se utiliza fundamentalmente para introducir o mostrar datos en una base de datos. También puede utilizar un formulario como un panel de control que abre otros formularios e informes de la base de datos, o como un cuadro de diálogo personalizado que acepta las entradas del usuario y realiza una acción basada en las entradas.” (Ayuda de Microsoft Office Access, 2003).

- ① Formulario de entrada de datos
- ② Formulario de panel de control
- ③ Cuadro de diálogo personalizado

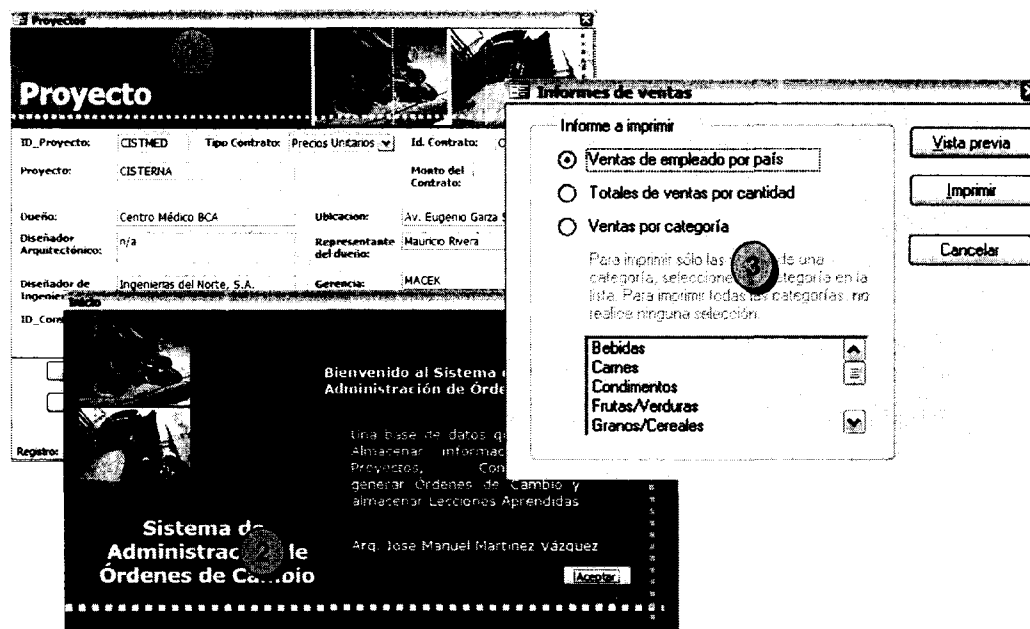


Figura 15.-Ejemplos de las tres maneras en que se puede emplear un Formulario.

La mayoría de los formularios están enlazados a una o varias tablas y consultas de la base de datos. El origen de registros de un formulario hace referencia a los campos de las tablas y consultas base. No es necesario que un formulario contenga todos los campos de cada una de las tablas o consultas en las que está basado.

Para crear rápidamente un formulario, se utiliza el comando Autoformato o un Asistente. La función Autoformulario crea un formulario que muestra todos los campos y registros de la tabla o consulta base. El asistente hace preguntas y crea un informe basándose en las respuestas que obtiene. Después, se puede personalizar el formulario en la vista Diseño.

Vista Diseño.- ventana que muestra el diseño de estos objetos de base de datos: tablas, consultas, formularios, informes, macros y páginas de acceso a datos nuevos y modificar el diseño de otros existentes.

La mayoría de la información de un formulario proviene de los registros originales de una tabla, aunque en un formulario existen elementos que forman parte del formulario pero que no pueden ser modificados a menos que se haga desde la vista diseño.

Tal es el caso de elementos gráficos, de texto, o cualquier otro elemento decorativo que funciona solo para hacer más estético el formulario como objetos de dibujo, un logotipo de la empresa, líneas, etc. El vínculo entre un formulario y su origen de registros se crea utilizando objetos gráficos denominados controles. El tipo más común de control es el cuadro de texto.

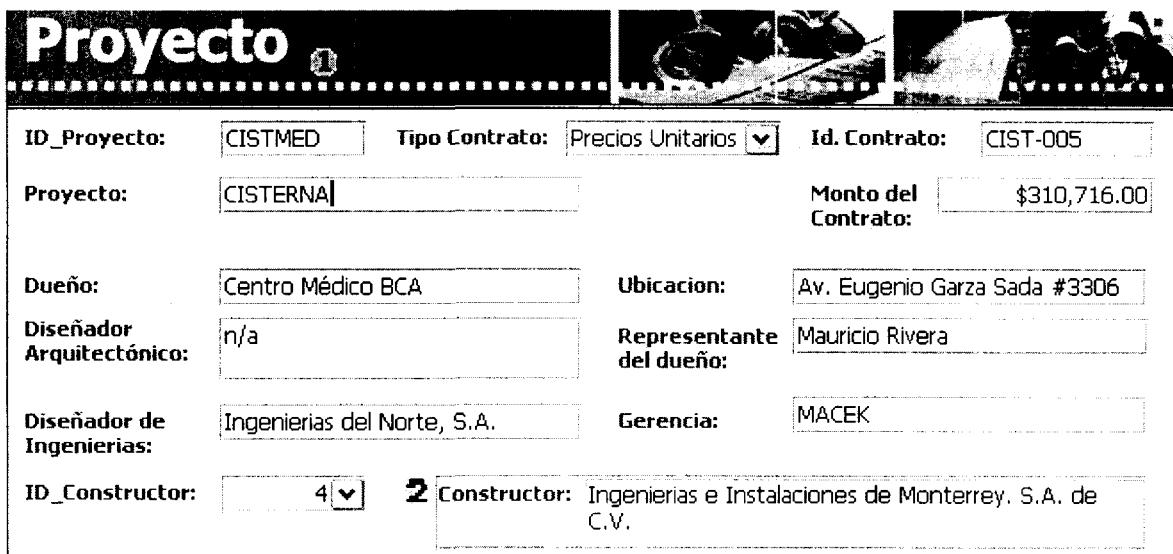
Subformularios

Un subformulario es un formulario que se inserta en otro. El formulario principal se denomina formulario principal (formulario principal: formulario que contiene uno o más subformularios), y el formulario dentro del formulario se denomina

subformulario. Una combinación formulario/subformulario se denomina a menudo formulario jerárquico, formulario principal/detalle o formulario principal/secundario.

Los subformularios suelen ser muy eficaces cuando se desea mostrar datos de tablas o consultas (consulta: pregunta sobre los datos almacenados en las tablas o solicitud para llevar a cabo una acción en los datos específicos. Una consulta puede unir datos de varias tablas para servir como origen de datos de un formulario, informe o página de acceso a datos) con una relación uno a varios (relación uno a varios: asociación entre dos tablas en la que el valor de clave principal de cada registro de la tabla principal se corresponde con el valor del campo o los campos coincidentes de varios registros de la tabla relacionada.). (Ayuda de Microsoft Office Access, 2003).

Por ejemplo, puede crear un formulario con un subformulario para mostrar los datos de una tabla Proyecto y de una tabla Constructor. Los datos de la tabla Proyecto es el lado "uno" de la relación. Los datos de la tabla Constructor constituyen el lado "varios" de la relación, ya que cada proyecto puede tener más de un constructor.



ID_Proyecto:	CISTMED	Tipo Contrato:	Precios Unitarios	Id. Contrato:	CIST-005
Proyecto:	CISTERNA	Monto del Contrato:	\$310,716.00		
Dueño:	Centro Médico BCA	Ubicación:	Av. Eugenio Garza Sada #3306		
Diseñador Arquitectónico:	n/a	Representante del dueño:	Mauricio Rivera		
Diseñador de Ingenierías:	Ingenierías del Norte, S.A.	Gerencia:	MACEK		
ID_Constructor:	4	Constructor:	Ingenierías e Instalaciones de Monterrey, S.A. de C.V.		

Figura 16.-Formulario principal y Subformulario.

- 1 El formulario principal muestra los datos de la parte "uno" de la relación.
- 2 El subformulario muestra los datos de la parte "varios" de la relación.

El formulario principal y subformulario de este tipo de formularios están vinculados para que el subformulario presente sólo los registros que están relacionados con el registro actual del formulario principal. Por ejemplo, cuando el formulario principal presenta la categoría idproyecto, el subformulario muestra sólo los datos para el proyecto con ese ID en específico.(Figura 17).

ID Proyecto	CONMED <input type="button" value="v"/>
Nombre del Proyecto:	Edificio de Consultorios Médicos
ID Contrato:	CMED-005

Figura 17.-Vinculación entre Formulario principal y Subformulario.

4.2.1.1.5.- Informes

Los Informes se utilizan primordialmente para presentar, resumir e imprimir los datos de la forma que resulte más apropiada para cada proyecto. Permite realizar impresiones personalizadas. Se pueden crear informes que incorporen cálculos basados en los datos de las tablas para mostrar resultados totales o promedios o bien para generar catálogos.

Si bien es cierto, los Formularios solucionan en gran medida el problema de presentar los datos en pantalla para su mantenimiento interno, no ofrecen un método eficaz para realizar la impresión en papel. Esto es precisamente lo que se consigue con los informes.

Un informe es una forma efectiva de presentar los datos en un formato específico. Con los informes se puede controlar el tamaño y aspecto de todos los elementos que aparecen en el mismo, lo que permite determinar con exactitud la forma en que ha de presentarse la información en pantalla o en las páginas impresas.

En el Sistema de Administración de Órdenes de Cambio, la impresión de las órdenes de cambio se realiza en base a un formulario, el cual obtiene los datos del formulario Orden de Cambio y los presenta en un formato para impresión (Figura 18).


 Orden de Cambio		
Nombre del proyecto:	Edificio de Consultorios Médicos	
Id. Orden de Cambio:	1	
Cargo a:	PRESUPUESTO	
Id Proyecto:	COMMED	
Fecha de autorización:	03-08-2008	
Descripción del Cambio:	CONSTRUCCIÓN DE DOS NIVELES ADICIONALES A LOS YA EXISTENTES N. 620 17 a 624 47 y N. 624 47 a 626 77. Escala estándar 1/2 del 620 17 a 626 77	
Monto Original del Proyecto:	\$9 264 435 00	
Monto de esta Orden de Cambio:	\$2 213 255 00	
Monto acumulado de las órdenes de cambio:	\$2 213 255 00	
Monto Actual:	\$11 477 740 00	
Impacto de esta orden de cambio en el programa es de:	53 <i>días</i>	
Impacto acumulado de las órdenes de cambio en programa:	53 <i>días</i>	
Referencias		
Planos de Referencia:	E3 E-4 A-2 A3 A-4	
Claves PL:	16100 16200 16300 19200	
<i>Válida hasta que cuente con la firma de la Gerencia, Constructor y Dueño</i>		
Vo. Bo. Gerente	Vo. Bo. Constructor	Autorización Dueño
MADEK	Gama & Daza C	Centro Médico BSA
Mauricio García	Alberto Rodríguez	Alberto González

Figura 18.-Informe para Orden de Cambio

4.2.1.1.6.- Macro

“Una macro es un conjunto de una o más acciones que realiza una operación determinada, como abrir un formulario o imprimir un informe. Las macros pueden ayudar a automatizar las tareas comunes. Por ejemplo, puede ejecutar una macro que imprima un informe cuando el usuario haga clic en un botón de comando.” (Ayuda de Microsoft Office Access, 2003).

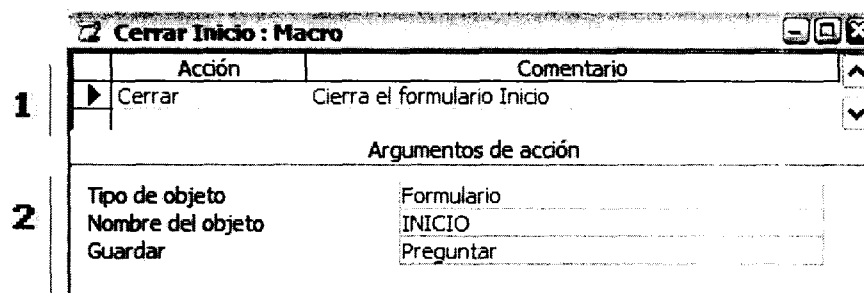


Figura 19.-Macro en vista diseño.

1 Cuando se crea una macro, las acciones que se desea realizar se escriben en esta parte de la ventana Macro (ventana en la que se crean y modifican las macros.).

2 En esta parte de la ventana se puede especificar los argumentos de una acción.

Una macro puede ser una macro compuesta de una secuencia de acciones, o puede ser un grupo de macros (grupo de macros: colección de macros relacionadas que se almacenan juntas bajo un único nombre de macro. A menudo, se hace referencia a la colección simplemente como una macro.).

La siguiente macro (Figura 20) está compuesta de una serie de acciones. Microsoft Access lleva a cabo estas acciones cada vez que se ejecuta la macro. Para ejecutar esta macro se hace referencia al nombre de la macro Volver de Proyecto Cisterna a Panel.

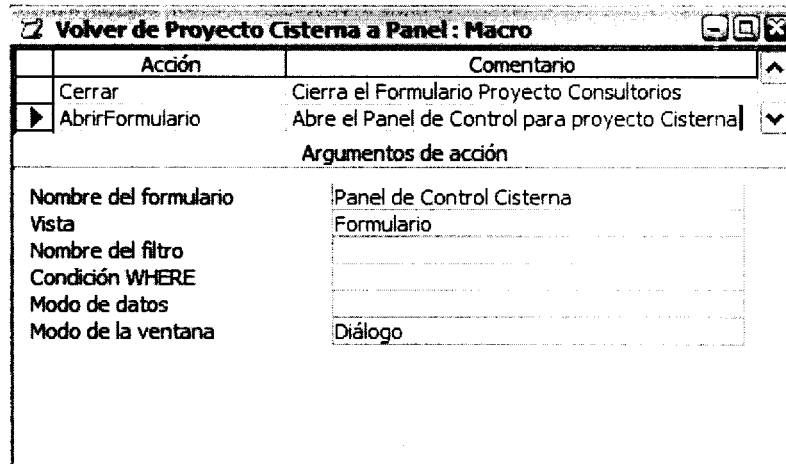


Figura 20.-Macro compuesta por más de una acción, en vista diseño.

4.2.1.1.7.- Ventana Base de Datos

Ventana Base de datos.- ventana que aparece cuando se abre una base de datos o un proyecto de Access. Muestra métodos abreviados para crear objetos de base de datos nuevos y abrir otros existentes (Figura 21).

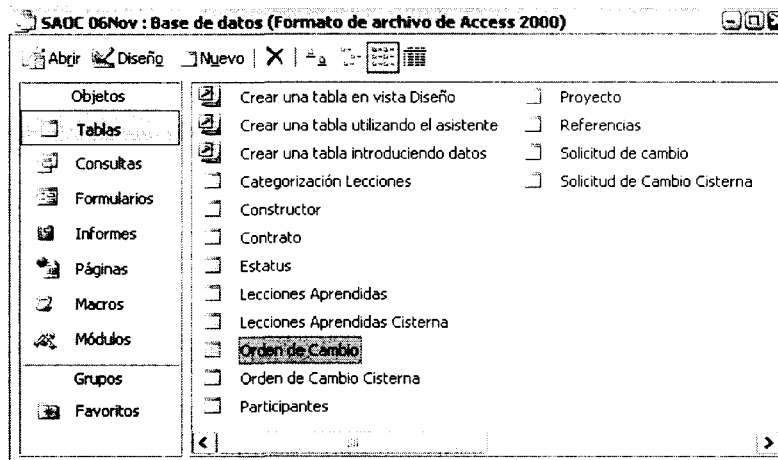


Figura 21.- Ventana Base de Datos

4.3.- Manual de operación del Sistema de Administración de Órdenes de Cambio.

Como se indicó en el capítulo anterior, existen formatos y documentos con los que es necesario contar para poder implementar un sistema de administración de cambios. Para facilitar su manejo e integración, se desarrolló una base de datos en Microsoft Access 2000, la cual cuenta permite manejar de un modo apropiado estos formatos.

El sistema de administración de órdenes de Cambio, genera la solicitud de cambio, la orden de cambio, el formato de registros de cambios durante el proyecto y el registro de las lecciones aprendidas, la lista de clasificación de los cambios se requiere para registrar los cambios, por lo que se tiene que contar con esta lista para comenzar a utilizar el sistema.


El Sistema de administración de órdenes de cambio fue diseñado para ser lo más amigable posible con el usuario y proporcionar una manera práctica y efectiva de almacenar la información referente a las órdenes de cambio, desde el momento en que se genere la solicitud de cambio hasta su aprobación.

Con el propósito de controlar los efectos que tendrá la orden de cambio sobre el proyecto en tiempo y costo, proporcionando una herramienta para evitar disputas y reclamos al cierre del proyecto.

Para operar este Sistema, se requiere contar con Microsoft Office, donde viene incluido Access.


Abrir una base de datos de Access.

Una vez que ha ingresado a Microsoft Office Access:

1.-En el menú Archivo, haga clic en Abrir .

2.-Haga clic en un acceso directo en la parte izquierda del cuadro de diálogo **Abrir** o en el cuadro **Buscar en**, y haga clic en la unidad o carpeta que contenga la Base de datos de Microsoft Access que desee. En este caso la Base de datos se encuentra en la carpeta Tesis, dentro de la carpeta Mis Documentos.

3.-En la lista de carpetas, haga doble clic en las carpetas hasta abrir la carpeta que contiene la base de datos.

Si no encuentra la base de datos que desea abrir, haga clic en Herramientas en la barra de herramientas del cuadro de diálogo Abrir y, a continuación, haga clic en **Buscar** . En el cuadro de diálogo **Buscar**, especifique criterios de búsqueda adicionales.

4.3.1.-Inicio

El sistema de Administración de Órdenes de Cambio inicia con una pantalla de presentación, denominada Inicio, la cual se muestra en la figura 22, esta pantalla aparece de manera automática al iniciar el sistema.

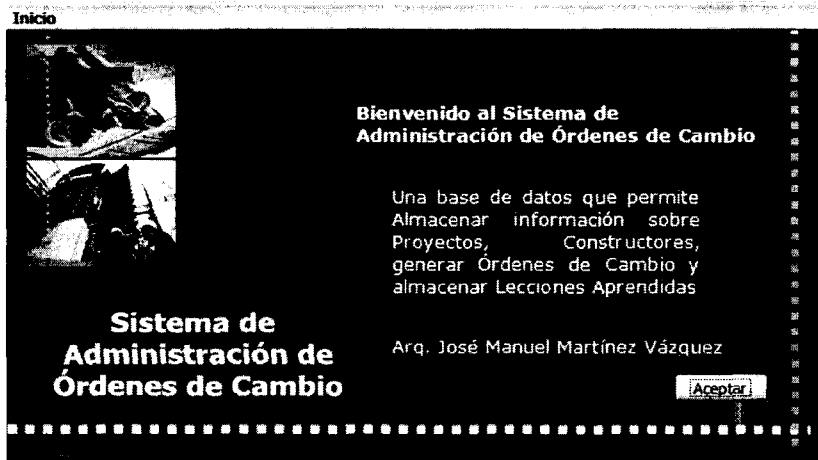


Figura 22.- Pantalla de Inicio

4.3.2.-Panel de Control Proyectos

Al cerrar la ventana Inicio, se abre el Panel de Control Proyectos, (Figura 23) el cual muestra los proyectos que se encuentran registrados, para ingresar a estos basta con pulsar el botón lateral al nombre del proyecto, además presenta las opciones:

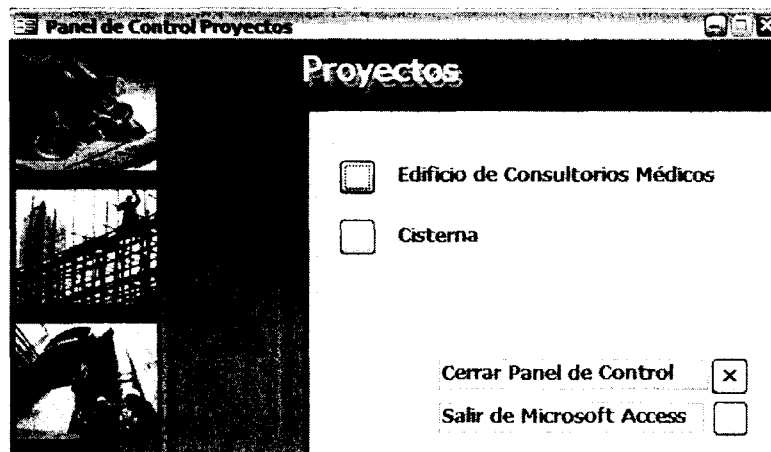


Figura 23.-Panel de Control Proyectos

- Cerrar Panel de Control.- Cierra el Panel de Control Proyectos.
- Salir de Microsoft Access.- Cierra la base de datos y sale de Access.

4.3.2.1-Panel de Control para proyecto seleccionado.

Al seleccionar alguno de los proyectos disponibles, (en este ejemplo se selecciona el proyecto Consultorios) se ingresa a una pantalla en la que aparece el panel de control para el proyecto específico, (Figura 24) el cual muestra al centro de la pantalla las opciones:

- *Proyecto.*-Abre el formulario que contiene información específica sobre el proyecto.
- *Constructor.*- Abre el formulario con información de los constructores que intervienen en el proyecto.
- *Solicitud de Cambio.*- Formulario donde se dan de alta las solicitudes de cambio, permite imprimir la solicitud.
- *Orden de Cambio.*- Formulario donde una vez aprobadas las solicitudes se generan las órdenes de cambio.

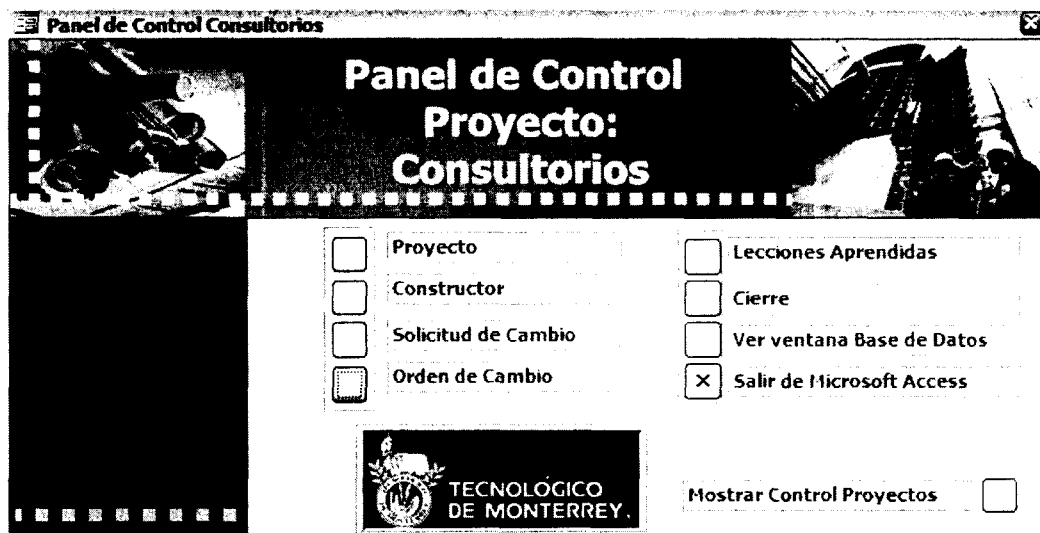


Figura 24.-Panel de Control Proyecto Consultorios

Al extremo derecho del panel aparecen las siguientes opciones:

- *Lecciones Aprendidas.*- Abre el Formulario Lecciones Aprendidas para este proyecto específico.
- *Cierre.*- Abre el Formulario Cierre del proyecto.
- *Ver ventana Base de Datos.*- Cierra el Panel de Control y muestra la ventana Base de Datos
- *Salir de Microsoft Access.*-Cierra la base de datos y sale de Access

En el extremo inferior derecho aparece la opción Mostrar Control Proyectos la cual cierra el panel de control actual y regresa al panel de control por proyectos. Esta Opción es particularmente útil si se desea analizar otro proyecto.

4.3.2.1.1.-Formulario Proyecto.

Este formulario (Figura 25) tiene como objetivo registrar los datos principales de cada proyecto, mismos que se utilizaran para informes y consultas sobre los cambios.

En el formulario *Proyectos* se dan de alta los datos del proyecto:

- *ID_Proyecto.*- Clave del proyecto.
- *Tipo Contrato.*- Abre un menú a partir de un cuadro combinado, donde se escoge el tipo de contrato a partir de una lista preestablecida.
- *ID_Contrato.*-Está formado por cuatro letras iniciales del proyecto.
- *ID_Constructor.*- Clave numérica generada de manera automática por el sistema.
- *Monto del Proyecto.*-Monto original del proyecto.
- *Proyecto.*- Nombre del Proyecto.

- *Dueño.*- Persona física o moral para la que se desarrolla el proyecto.
- *Gerencia.*- Entidad encargada de la administración del proyecto.
- *Diseñador Arquitectónico.*- Persona o empresa encargada del diseño arquitectónico.
- *Diseñador de Ingenierías.*- Persona o empresa encargada del diseño de las ingenierías.
- *Representante del dueño.*- persona autorizada por el dueño para autorizar o solicitar cambios.

Proyecto

ID_Proyecto:	CISTMED	Tipo Contrato:	Precios Unitarios	Id. Contrato:	CIST-005
Proyecto:	CISTERNA	Monto del Proyecto:	\$372,651.00		
Dueño:	Centro Médico BCA	Ubicación:	Av. Eugenio Garza Sada #3306		
Diseñador Arquitectónico:	n/a	Representante del dueño:	Mauricio Rivera		
Diseñador de Ingenierías:	Ingenierías del Norte, S.A.	Gerencia:	MACEK		
ID_Constructor:	4	Constructor:	Ingenierías e Instalaciones de Monterrey, S.A. de C.V.		

Solicitud de Cambio Cerrar Proyecto
 Orden de Cambio Regresar a Panel de Control



Registro: 1 de 2

Figura 25.-Formulario Proyecto.

En el pie del formulario aparecen las opciones:

- *Solicitud de cambio.*- Abre el Formulario Solicitud de Cambio.
- *Orden de cambio.*- Abre el Formulario Orden de Cambio
- *Cerrar proyecto.*- Cierra el formulario Proyecto
- *Regresar a Panel de control.*- Cierra el formulario Proyecto y abre el Panel de Control del Proyecto actual.

4.3.2.1.2.-Formulario Constructor.

La función principal de este formulario es la de contar con un registro histórico de todos los constructores que participen en los proyectos asignados a la compañía.

En este formulario se almacenan los datos de los contratistas que participan en el proyecto (Figura 26), abarca los datos siguientes:

- *ID Constructor.*- Clave numérica única asignada de manera automática por el sistema.
- *Tipo de Contrato.*- Modalidad de contratación del proyecto.
- *Empresa.*- Razón social de la entidad ejecutora.
- *Domicilio.*- Calle y número en donde se encuentra ubicada la empresa.
- *Colonia o Localidad.*- Ubicación de la empresa
- *Especialidad.*- Área de especialidad del ejecutor (por ejemplo Obra Civil).
- *Página Principal.*- Página Web de la empresa.
- *País.*- País de origen de la empresa.
- *Estado.*- Estado donde tiene sede la empresa.
- *Ciudad.*-Ciudad en la que se encuentra la sede.
- *Delegación o municipio.*
- *Código Postal.*

Además se especifican los datos de la persona con la que se mantiene el contacto en el apartado Contacto de negocio, con la siguiente información:

Nombre del contacto.- Persona con la que se tiene contacto

Cargo del contacto.- Puesto que desempeña el contacto.

Correo Electrónico.- Dirección de e-mail.

Teléfono.-Teléfono donde se localiza el contacto

Fax.- Número de Fax.

Constructor
Proyecto: Consultorios

Constructor

ID Constructor:

Tipo de Contrato: Precio Azado

Empresa: Gama & Delta Construcciones

Domicilio: CALLE C. JUSTO DIAZ 197

Colonia o Localidad: Colonia

Especialidad: Obra Civil

Página Principal: www.gamadelta.com.mx

País: Mexico

Estado: Nuevo León

Ciudad: Monterrey

Delegación o Municipio: Monterrey

Codigo Postal: 66100

Contacto de negocio:

Nombre del Contacto: LIC. ALBERTO RODRIGUEZ ORTIZ

Cargo del Contacto: DIRECTOR GENERAL ADJUNTO

Correo Electrónico: alrdgz@gamdel.com

Telefono: (81) 83368268

Fax: 83363619

Salir de Constructores

TECNOLOGICO DE MONTERREY

Registro: 14 de 4

Figura 26.-Formulario Constructor.

En el pie del formulario aparece la opción Salir de Constructores, la cual cierra el formulario Constructor.

4.3.2.1.3.-Formulario Solicitud de Cambio.

Como se estableció en el capítulo anterior, la solicitud de cambio es uno de los documentos requeridos para el funcionamiento de un Sistema de Administración de Cambios, es el documento previo cuya autorización da origen a la orden de cambio.

El formulario Solicitud de Cambio (Figura 27) permite ingresar los datos para generar una solicitud de Cambio. Los campos incluidos son:

Solicitud de Cambio

Id Solicitud de Cambio: 1 ID Proyecto: CONMED

Fecha de Solicitud: 12/01/2005

Quien Solicitó: Gerencia Estatus: Aprobado

Concepto: Afinación de terracerías para firme

Descripción Solicitud: Escarificar y compactar al 95% proctor de las terracerías. Se requiere formar un terraplen, porque el terreno natural esta por debajo del nivel del firme del primer piso.

Razón del Cambio: Solicitud del cliente Con cargo a: PRESUPUESTO

Errores u omisiones y Condiciones diferentes cargan a Costo

Nueva fecha de terminación: Importe del cambio: \$32,953.37

Impacto en programa: 0 días Impacto en planos: n/a

Imprimir Solicitud Autorizada

Cerrar Solicitud Eliminar registro

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

Registro: 1 de 16

Figura 27.-Formulario Solicitud de Cambio.

ID Solicitud de Cambio.-Clave numérica única asignada de manera automática por el sistema.

ID Proyecto.-Clave del proyecto, igual a la registrada en el formulario proyecto.

Fecha de Solicitud.-Fecha en que se hace la Solicitud de Cambio.

Quien Solicitó.- Responsable de la Solicitud de Cambio. Este campo se genera a partir de un cuadro combinado, que permite escoger entre las opciones previamente registradas. (Figura 28).

Quien Solicitó:	<input type="text" value="Gerencia"/>
Concepto:	<input type="text" value="Constructor"/> <input type="text" value="Dueño"/> <input type="text" value="Gerencia"/>
Descripción Solicitud:	<input type="text" value="Escarificar y compactar al 95%"/>

Figura 28.-Cuadro combinado para responsable de solicitud.

Estatus.- Estado en que se encuentra la solicitud. Se genera a partir de un cuadro combinado que incluye las opciones: Revisión, Aprobado, No aprobado.

Concepto.-Trabajos o elementos de los que consiste la modificación.

Descripción Solicitud.- Descripción de las actividades que comprende el o los cambios.

Razón de la Solicitud.- Motivo por el cual se efectúa la solicitud de cambio.

Nueva fecha de terminación.- Fecha de terminación del proyecto una vez realizados los cambios.

Impacto en programa.- Número de días en que se incrementará o disminuirá el programa del proyecto.

Impacto en planos.- Clave de los planos modificados en caso de ser necesario, en caso de no aplicar se registra n/a (no aplica).

Importe del cambio: Monto total del cambio.

En el pie del formulario aparecen las opciones:

Imprimir Solicitud.-Imprime la solicitud de cambio actual.

Cerrar Solicitud.- Cierra el formulario Solicitud de Cambio.

Autorizada.- Cierra el formulario Solicitud de Cambio y abre el Formulario Orden de Cambio.

Eliminar Registro.- Elimina los datos del registro actual.

4.3.2.1.4.-Formulario Orden de Cambio.

El formulario Orden de Cambio (Figura 29) permite ingresar la información para generar una orden de cambio al proyecto.

Orden de Cambio

ID Orden de Cambio: 1 ID Proyecto: CONMED

ID Solicitud: 1 Nombre del Proyecto: Edificio de Consultorios Médicos

Fecha de Autorización: 03/06/2005 ID Contrato: CMED-005

Actualizar

Fecha de Solicitud: 25/05/2005

Concepto: Construcción de dos niveles adicionales a los ya existentes.

Descripción del Cambio: Construcción de dos niveles adicionales a los ya existentes, N.620.17 a 624.47 y N.624.47 a 628.77. Escaleras tipo 1 y 2 del 620.17 a 628.77

Razón del Cambio: Solicitud del cliente Cargo a: PRESUPUESTO

Impacto en programa: 53 días Referencias

Planos de Referencia: E-3,E-4,A-2,A-3,A-4

Importe del Cambio: \$2,213,255.00 Claves PU: 16100,16200,16300,192

Salir de Orden de Cambio Abrir Panel de Control

Imprimir Orden de Cambio

Eliminar registro

Registro: 14 de 3

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

Figura 29.-Formulario Orden de Cambio.

Los campos que incluye son:

ID Orden de Cambio.- Clave numérica única asignada de manera automática por el sistema.

ID Solicitud.- Solicitud que dio origen al cambio. (Escoge de un cuadro de diálogo, el cual muestra todas las claves de las solicitudes disponibles).

Fecha de Autorización.- Fecha en que se autorizó el cambio.

ID Proyecto.- Igual al ID asignado a cada proyecto en el formulario Proyectos.

Este campo sirve para generar los registros que aparecen en un subformulario siguiente que muestra la siguiente información:

Nombre del Proyecto.- Nombre del proyecto actual.

ID Contrato.- Clave asignada al proyecto en el formulario Proyecto.

Fecha de Solicitud.- Fecha en que se solicitó el cambio. (Opción que se genera automáticamente al indicar ID Solicitud).

Concepto.-Trabajos o elementos de los que consiste la modificación.(Se genera de la misma manera que la anterior)

La identificación de la solicitud de cambio proporciona los registros siguientes:

Descripción del cambio.- descripción de los trabajos en que consistirá el cambio.

Razón del cambio.- Causa o motivo por el que se presenta el cambio

Impacto en programa.-Número de días en que se ve afectado el programa.

Importe del Cambio.- Importe económico que tiene el cambio.

Planos de Referencia.-Planos que fueron modificados o agregados en caso necesario.

Claves PU.- Claves o códigos de referencia de Precios Unitarios.

En el pie del formulario aparecen las opciones:

Salir de Orden de Cambio.- Cierra el formulario Orden de Cambio.

Imprimir Orden de Cambio.-Imprime la orden de cambio actual.

Eliminar Registro.- Permite borrar los datos que contiene el registro actual.

Abrir Panel de Control.- Cierra el formulario Orden de Cambio y abre el Panel de Control para el proyecto actual.

Vista previa de la Orden.- Vista preeliminar de la orden de cambio actual.

Ver todas las órdenes.- Muestra todas las órdenes de cambio registradas para el proyecto que se está analizando.

Presupuesto.- Abre un informe que muestra los trabajos requeridos, las cantidades en volumen y los precios unitarios.

Programa.- Representación gráfica de la duración de las actividades.

4.3.2.1.5.-Formulario Lecciones Aprendidas.

“Podemos cometer errores, lo que no es permitido es cometer el mismo error varias veces...” (Chamoun, 2002).

El propósito de este Formulario (Figura 30), es registrar aquellas situaciones que representaron un cambio importante en el proyecto, así como la solución o bien, la forma en que se puede evitar, o encausar en beneficio del proyecto.

Los campos que presenta este formulario son:

ID Lección.- Clave numérica única asignada de manera automática por el sistema.

ID Categorización.- Clave de Clasificación de la Lección Aprendida.

Escenario.-Registro de la situación que dio origen a la lección aprendida.

Fecha.-Fecha en que se registra la lección aprendida.

Solución.- Descripción de la manera en que se encaró o soluciono la situación.

Lección Aprendida.- Sugerencia sobre otra manera de enfrentar este escenario con la experiencia con que ahora se cuenta, debe tratarse de experiencias que sean útiles en el futuro para otros proyectos, se recomienda registrar además las situaciones benéficas.

Lecciones Aprendidas

Id. Lección: 1 Fecha: 20/06/2005 Id. Categorización: OA

Escenario: El sistema limpiafachadas considerado para el proyecto quedaba fuera del presupuesto paramétrico

Efectos: Se iba a tener que hacer limpieza de cristales por medio de elevadores o grúas para personal, lo cual implica un costo de mantenimiento muy elevado.

Solución: Se analizaron diferentes sistemas más económicos y se eligió uno que será colocado en el momento que se requiera la primera limpieza y con dinero proveniente de otras partidas

Lección Aprendida: Hacer una evaluación mas a conciencia, desde la elaboración del presupuesto paramétrico para que no quede fuera de alcance, ya que son sistemas que pueden llegar a costar mucho dinero dependiendo de su grado de tecnología

Imprimir Lección Actual Ir a Panel de Control
 Cerrar Lecciones Aprendidas Eliminar Lección

Registro: 1 de 3

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

Figura 30.-Formulario Lecciones Aprendidas.

En el pie del formulario aparecen las opciones:

Imprimir Lección Actual.- Imprime la Lección de Cambio actual.

Cerrar Lecciones Aprendidas.- Cierra el Formulario Orden de Cambio.

Ir a Panel de Control.- Cierra el formulario Orden de Cambio y abre el Panel de Control.

Elimina Lección.- Borra la información del registro actual.

4.3.2.1.6.-Cierre del proyecto.

Este formulario (Figura 31) registra el caso de que exista diferencia entre la duración del proyecto con las órdenes de cambio y la duración real que se presentó.

Los campos que presenta son:

ID Proyecto.- Cave del proyecto analizado.

Duración autorizada por órdenes de cambio.- Duración total del proyecto considerando las órdenes de cambio.

Duración total del proyecto.- Duración real del proyecto.

Monto total del proyecto.- Monto que incluye las órdenes de cambio.

Figura 31.-Formulario Cierre del proyecto.

Además se ingresa el Monto total con las órdenes de cambio, de manera que se obtiene la diferencia entre el Monto Original y el Monto con órdenes de Cambio esto se representa en el informe cierre del proyecto (Figura 32).

<i>Cierre del proyecto</i>				
<i>ID Proyecto:</i>	<i>Duración con órdenes de cambio</i>	<i>Duración total</i>	<i>Monto Total</i>	<i>Monto Original</i>
	162	170	\$11,791,147.00	\$9,264,485.00
	<i>Diferencia:</i>	8 <i>días</i>	<i>Diferencia:</i>	\$2,526,662.00

Figura 32.-Informe Cierre del proyecto.

Los diferentes formularios e informes que se realizan en el Sistema de Administración de Órdenes de Cambio permiten tener información clara respecto a los cambios autorizados en el proyecto, registrando los efectos que tiene en el programa y en el presupuesto, el registro de la información se presenta durante el desarrollo de los trabajos.

CAPITULO 5 CASO DE ESTUDIO

5.1.-Aspectos generales del caso de estudio

Con el propósito de probar el sistema de administración de órdenes de cambio con datos y eventos de la vida real, se procedió a la búsqueda de una empresa constructora o gerencia de proyectos que facilitara información. Por propósitos prácticos y para mantener la confidencialidad requerida por dicha empresa al hacer referencia a la misma, la compañía será denominada MACEK.

La empresa se dedica a la construcción y gerencia de proyectos de construcción. Para este proyecto en específico, su participación es como gerencia. El proyecto del que se obtuvo información es un edificio de consultorios médicos, ubicado en la ciudad de Monterrey, por las mismas razones de confidencialidad se omite el nombre de la empresa para la que fue realizado el proyecto, para efectos de esta investigación se le denominó Centro Médico BCA, de la misma manera se modificaron los nombres de los participantes en el diseño arquitectónico, de ingenierías y de la empresa constructora principal, a la cual se identifica como Gama & Delta Construcciones.

Este proyecto se desarrolló como complemento a otro edificio del Centro Médico BCA, el cual fue construido con anterioridad. Para efectos de esta investigación se decidió dividir el proyecto en dos apartados: Consultorios Médicos y Cisterna, ya que los trabajos en cada uno se llevan por separado y no tienen relación directa entre sus actividades.

La información aquí proporcionada respecto a costos y modificaciones al programa corresponde al área de Obra Civil. Los precios unitarios de los conceptos referidos han sido modificados a petición de la compañía.

5.1.1.-Clasificaciones del sistema de administración de órdenes de cambio en el Caso de Estudio.

Lista de clasificación de cambios.

El sistema de administración de Órdenes de Cambio requiere establecer algunos criterios particulares para el proyecto o los proyectos que se registran.

Como se mencionó en el capítulo anterior, una de las requerimientos con que debe contar el sistema de Administración de Cambios es una lista de clasificación de los cambios.

En el caso de los proyectos Consultorios Médicos BCA y Cisterna, se estableció la clasificación de los tipos de cambio de acuerdo a la que se sugiere en Administración profesional de Proyectos (Chamoun 2002), y que clasifica las causas que dan orígenes a los cambios de la siguiente manera:

- Solicitud del Cliente (SC)
- Errores u omisiones (E/O)
- Condiciones Inesperadas (CI)
- Oportunidades de Ahorro (OA)

A partir de esta consideración, los cambios debidos a Condiciones Inesperadas (CI) y a Errores u Omisiones (E/O) se cargan directamente a la partida de imprevistos dentro del presupuesto (debido a las características del proyecto, los costos de extras y cambios fueron absorbidos en el presupuesto paramétrico.)

La misma categorización se utilizó para las lecciones aprendidas, con un especial énfasis en los cambios debidos a errores u omisiones, ya que son las experiencias que pueden tener mayor aplicación en proyectos posteriores.

Claves de las referencias.- Debido al tipo de contrato de este proyecto en específico, se hace referencia a la Clave de Precios unitarios (Clave PU) en los formatos de Solicitudes y Órdenes de Cambio.

Claves de Identificación del Proyecto.- La asignación de las claves de identificación en este caso de estudio, se realizó buscando que resultaran lo más sencillas posibles, tal es el caso de las claves para la Solicitud de Cambio, Orden de Cambio y Constructor, las cuales se basaron en números secuenciales.

La clave del proyecto se estableció a partir de las letras iniciales del nombre de este, para facilitar la identificación de cada proyecto en los informes y al momento de relacionar consultas.

Para el Proyecto Edificio de Consultorios Médicos se definió CONMED y para el proyecto Cisterna CISTMED.

5.2.-Caso de Estudio.

Las modificaciones más importantes que se presentaron fueron las siguientes:

- Omisiones en las especificaciones originales del proyecto.
- Cambio en el alcance del proyecto.

Omisiones en las especificaciones originales del proyecto.

Al momento en que MACEK realizó la revisión del catálogo de conceptos para elaborar el programa de obra, se descubrieron numerosas omisiones, sobre todo en lo referente a obra civil, lo cual obligó a que se agregaran conceptos adicionales (extras del catálogo original), se presentó una revisión posterior y se determinó que se habían superado todas las omisiones iniciales. A continuación se procedió a elaborar el programa de obra, el cual incluía las actividades

requeridas para subsanar las omisiones originales, esto dio como resultado que el programa de obra incluyera todos los conceptos necesarios para cumplir con el alcance del proyecto.

El proyecto de Consultorios Médicos BCA, contó con un presupuesto paramétrico, en el cual se incluyó un apartado para obra civil, este consideró un excedente, de manera que los anexos que se presentaron después de la primer revisión al catalogo de conceptos por parte de MACEK, se cubrieron en base a este excedente, lo mismo sucedió con los cambios que se presentaron durante el desarrollo de los trabajos.

Los presupuesto paramétricos son aquellos que se basan en el método de los “Factores parámetros” y se utilizan principalmente para el caso de construcciones repetitivas, el fin es consignar los valores de los integrantes fundamentales de este tipo de edificaciones, así como la cantidad en que intervienen en la construcción de la misma, esto con el objetivo de averiguar el costo directo. (Suárez 2005).

Cambio en el alcance del proyecto.

El cambio en el alcance del proyecto principió cuando Consultorios Médicos BCA identificó el área de oportunidad de ampliar el edificio, ya que los consultorios de la primera etapa se vendieron con gran rapidez, a continuación se solicitó a MACEK que informara mediante un oficio a todos los participantes la necesidad de realizar un presupuesto de los dos pisos de ampliación, el cual incluyó los indirectos de campo y de oficina. Los dueños en conjunto con la gerencia analizaron el costo de los dos niveles adicionales, ampliaron el alcance del presupuesto paramétrico y autorizaron recursos adicionales para el proyecto.

La recopilación de la información que se registró en el sistema de administración de órdenes de cambios (SAOC), se realizó durante la fase final de los trabajos de Obra Civil, por lo que se pudo obtener la información de todos los extras al

catálogo de conceptos original así como de la ampliación y los extras que se presentaron durante esa ampliación.

El programa de obra inicial y el modificado fueron proporcionados por MACEK, así como el presupuesto de control.

5.2.1-Consideraciones sobre el Análisis del Impacto de los cambios.

Los cambios pueden impactar en el costo, tiempo, alcance y calidad del proyecto, Para los efectos de esta investigación se mencionan a continuación la manera en que se pueden determinar los efectos de los cambios en estos cuatro aspectos y la forma en que impactó en los proyectos Edificio de Consultorios Médicos y Cisterna.

Alcance

El impacto en el alcance de un proyecto por lo general se presenta por la intención de modificar ese alcance de manera directa y no debido a alteraciones en otras áreas del proyecto.

Para este caso en particular es muy claro el cambio que se presenta en el alcance, ya que la adición de dos niveles al edificio impacta directamente en el alcance original del proyecto.

El cálculo del impacto que tendrá en el alcance, se puede realizar al agregar las actividades propias de la ampliación al programa de obra. En el caso de una adición tan grande, el impacto es fácil de identificar.

Costo

Para identificar el efecto en el costo al momento de ocurrir un cambio en el proyecto es importante identificar tanto el impacto directo que representará un

costo en alguna actividad, como el impacto indirectos que afectara el tiempo, el cual se vera reflejado en los costos indirectos.

El impacto directo que tiene el cambio en el costo del proyecto se puede determinar con el análisis de los precios unitarios que comprenda el cambio ocurrido. En caso de que no se cuente con el precedente de los precios unitarios para los conceptos que se agregan con el cambio es necesario que el dueño o en su caso la gerencia analicen y negocien con el constructor los precios de los conceptos nuevos.

En este caso en particular los contratistas elaboraron un presupuesto para los trabajos de ampliación, los precios unitarios de los conceptos adicionales fueron negociados entre la gerencia y el constructor.

Tiempo

El tiempo puede ser afectado de diversas maneras por una orden de cambio, un cambio buscando modificar el costo, la calidad o el alcance puede impactar en el tiempo. El impacto que tendrá la orden de cambio en el tiempo adquiere una mayor importancia en virtud de que afectará el costo, el efecto más representativo se presenta en la alteración que sufre el cálculo del costo indirecto. La determinación del efecto que tiene la orden de cambio en el tiempo del proyecto requiere de un análisis más complejo, ya que una actividad que se agrega al programa como parte de un cambio puede impactar en el inicio o la duración de otras actividades en forma que resulte difícil de detectar a simple vista.

El cálculo del impacto que tendrá un cambio sobre el tiempo es muy importante, tanto para el dueño como para el constructor de la obra, ya que le permitirá determinar la factibilidad del cambio y le proporcionará un panorama más completo para la planeación.

Calidad

La calidad en la construcción es algo que idealmente no debería sufrir variaciones en lo planeado, puede ser que el cambio que se presente sea en beneficio de la calidad, lo cual aportará un valor agregado al proyecto, sin embargo puede presentarse el caso de que la calidad se vea perjudicada como un impacto indirecto del cambio, ya que debido al efecto que tenga ese cambio en el tiempo o en el costo, el contratista busque minimizar estos efectos en detrimento de la calidad.

El impacto que tiene el cambio sobre la calidad es fácilmente identificable, se puede determinar al efectuar una comparación con las especificaciones generales de obra.

En el caso del proyecto Edificio de Consultorios Médicos BCA, no se presentó esta situación, debido a que los errores u omisiones fueron descubiertos durante la fase de planeación, lo cual dio como resultado que se incluyeran en el programa de obra, de la misma manera se asignaron recursos adicionales para realizar los trabajos, en el caso de la ampliación en el alcance del proyecto, fue reconocido dicho cambio en el alcance por los dueños, por lo que no se presentó ningún menoscabo en la calidad debido a presiones de tiempo o falta de recursos.

5.2.2.-Ejemplo Proyecto Edificio de Consultorios Médicos

Como se mencionó al principio de este capítulo, los recursos para este proyecto fueron asignados en base a un presupuesto paramétrico, el cual fue calculado con un amplio margen para los imprevistos, lo cual permitió que los conceptos omitidos fueran absorbidos por el mismo. Al presentarse el cambio en el alcance de construir niveles adicionales a los planeados, este apartado de imprevistos resultó

insuficiente, por lo que se incremento el alcance del presupuesto paramétrico, con un nuevo apartado para imprevistos.

5.2.2.1.- Cambio en el Alcance al agregar dos niveles adicionales al proyecto.

El registro de la solicitud de cambio en el sistema de administración de órdenes de cambio se muestra en la Figura 33, se especifica que el cambio fue solicitado por el Dueño, la fecha de la solicitud y la razón del cambio, además se referencia el cargo a presupuesto, lo cual indica que se requiere asignar recursos adicionales al presupuesto, los detalles respecto a Impacto en programa e Importe del cambio se detallan a continuación.

Solicitud de Cambio

Id Solicitud de Cambio: 1 ID Proyecto: CONMED

Fecha de Solicitud: 25/05/2005

Quien Solicitó: Dueño Estatus: Aprobado

Concepto: Construcción de dos niveles adicionales a los ya existentes.

Descripción Solicitud: Construcción de dos niveles adicionales a los ya existentes, N.620.17 a 624.47 y N.624.47 a 628.77. Escaleras tpo 1 y 2 del 620.17 a 628.77

Razón del Cambio: Solicitud del cliente Con cargo a: PRESUPUESTO
Errores u omisiones y Condiciones diferentes cargan a Imprevistos.

Nueva fecha de terminacion: 29/08/2005 Importe del cambio: \$2,213,255.27

Impacto en programa: 53 dias Impacto en planos: n/a

Imprimir Solicitud Autorizada
Cerrar Solicitud Eliminar registro

Registro: 14 de 3

TECNOLOGICO DE MONTERREY

Figura 33 Pantalla de Solicitud de cambio Proyecto Edificio Consultorios Médicos

**CAPITULO 5
CASO DE ESTUDIO**

El impacto en el programa es de 53 días, que es el número de días que se incrementa la duración de las actividades de obra civil en el edificio, tal y como se muestra en la Figura 34, la Nueva fecha de terminación es la que se indica en el programa de obra, lunes 29 de agosto de 2005.

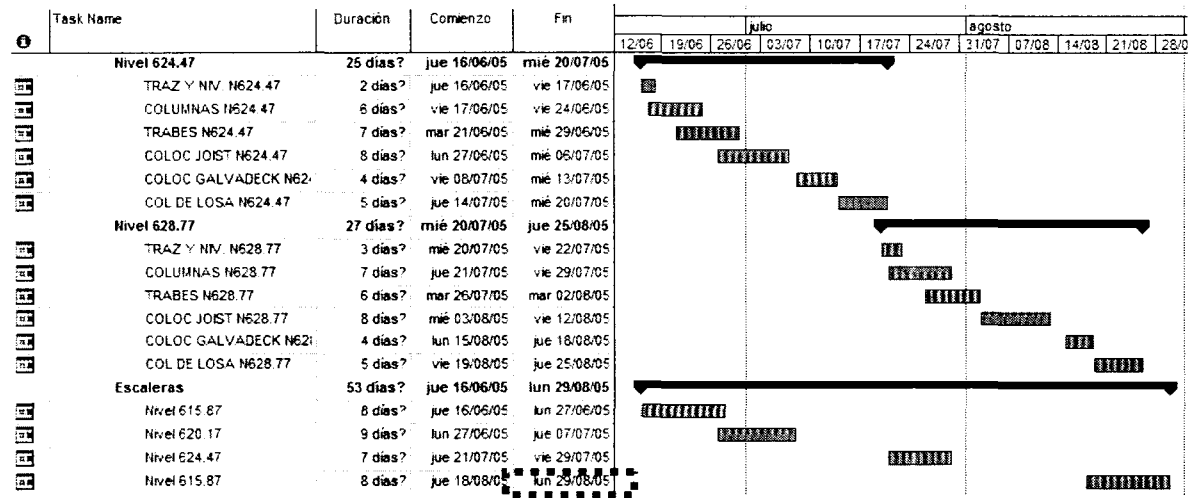


Figura 34 Programa de obra para ampliación de edificio de consultorios médicos.

El importe de esta ampliación asciende a \$2'213,255.27 (Figura 35), por lo tanto se autorizaron recursos adicionales y se extendió el alcance del presupuesto paramétrico, de modo que se contara con un fondo para cubrir las contingencias que se presentaran en el transcurso de los trabajos.

**CAPITULO 5
CASO DE ESTUDIO**

AMPLIACION					
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	MONTO
16000	NIVELES N. 620.17 A 624.47				
16100	Columnas de Concreto a N 624.47				
	Cimbra Aparente a base de triplay	M2	233.06	\$166.55	\$38,816.14
	Cimbra Aparente a base de sonotubo en	M2	24.31	\$256.24	\$6,229.10
	Acero de refuerzo, S, H y C	Kg	4,794.52	\$15.00	\$71,917.80
	S y C de concreto bombeado f'c = 300 Kg/cm ²	M3	39.66	\$1,230.00	\$48,781.80
16200	Trabes de Concreto a N 624.47				
	Cimbra Aparente a base de triplay	M2	552.74	\$166.55	\$92,058.85
	Acero de refuerzo, S, H y C	Kg	10,335.69	\$15.00	\$155,035.35
	S y C de concreto bombeado f'c = 300 Kg/cm ²	M3	74.30	\$1,230.00	\$91,389.00
16300	Losa del Nivel N 624.47				
	S, F y M de Acero estructural A-50 fy = 3,500	Kg	14,119.60	\$18.50	\$261,212.60
	S y C de concreto premezclado F'c = 200 Kg/cm ²	M3	79.00	\$1,216.20	\$96,079.80
	S, H y C de lámina Galvadeck 25 calibre 24.	M2	895.00	\$161.20	\$144,274.00
	Malla Electrosoldada 6x6-10/10	M2	895.00	\$24.20	\$21,659.00
	Frontera de Madera perimetral en losacero	ML	0.00	\$37.50	\$0.00
TOTAL	NIVELES N. 624.47				\$1,027,453.44
16000	NIVELES N. 624.47 A 628.77				
16100	Columnas de Concreto a N 628.77				
	Cimbra Aparente a base de triplay	M2	233.06	\$166.55	\$38,816.14
	Cimbra Aparente a base de sonotubo en	M2	24.31	\$256.24	\$6,229.10
	Acero de refuerzo, S, H y C	Kg	4,794.52	\$15.00	\$71,917.80
	S y C de concreto bombeado f'c = 300 Kg/cm ²	M3	39.66	\$1,230.00	\$48,781.80
16200	Trabes de Concreto a N 628.77				
	Cimbra Aparente a base de triplay	M2	552.74	\$166.55	\$92,058.85
	Acero de refuerzo, S, H y C	Kg	10,335.69	\$15.00	\$155,035.35
	S y C de concreto bombeado f'c = 300 Kg/cm ²	M3	74.30	\$1,230.00	\$91,389.00
16300	Losa del Nivel N 628.77				
	S, F y M de Acero estructural A-50 fy = 3,500	Kg	14,119.60	\$18.50	\$261,212.60
	S y C de concreto premezclado F'c = 200 Kg/cm ²	M3	79.00	\$1,216.20	\$96,079.80
	S, H y C de lámina Galvadeck 25 calibre 24.	M2	895.00	\$161.20	\$144,274.00
	Malla Electrosoldada 6x6-10/10	M2	895.00	\$24.20	\$21,659.00
	Frontera de Madera perimetral en losacero	ML	0.00	\$37.50	\$0.00
TOTAL	NIVELES N. 628.77				\$1,027,453.44
19200	Escaleras tipo 1 y 2 del 620.17 a 628.77				
	Cimbra Aparente a base de triplay	M2	236.76	\$166.55	\$39,432.38
	Acero de refuerzo, S, H y C	Kg	5,366.40	\$15.00	\$80,496.00
	S y C de concreto bombeado f'c = 200 Kg/cm ²	M3	32.12	\$1,196.14	\$38,420.02
TOTAL	ESCALERAS				\$158,348.39
				TOTAL	\$2,213,255.27

Figura 35 Anexo a Catálogo de conceptos por ampliación de dos niveles.

5.2.2.2.- Construcción de Cubo de elevadores

Debido al crecimiento del edificio, se hizo necesario contar con elevadores, dicha actividad representó un incremento de siete días en el programa del proyecto (Figura 36), ya que la duración de los trabajos requeridos para completar este

**CAPITULO 5
CASO DE ESTUDIO**

concepto sobrepasaba la de las actividades previas, esto postergó la fecha de terminación de los trabajos de obra civil en el edificio al día 6 de Agosto del 2005.

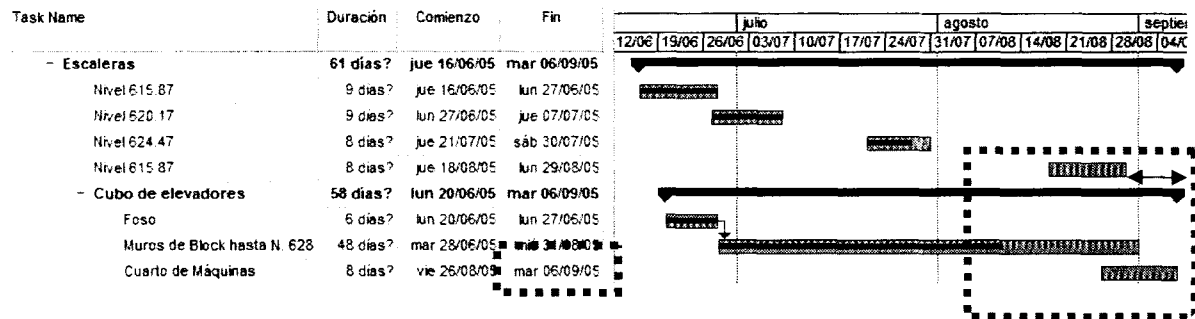


Figura 36 Programa de obra para cubo de elevadores en edificio de consultorios médicos.

El monto del concepto ascendió a \$194,891.78, (Figura 37) los recursos para construir el cubo de los elevadores se obtuvieron del excedente del presupuesto paramétrico.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	MONTO
19100	Cubo de Elevadores				
	Trazo y nivelación	M2	322.83	\$2.15	\$694.08
	Excavación material tipo 2	M3	56.67	\$128.95	\$7,307.60
	Afine de excavación	M2	18.56	\$22.25	\$412.96
	Plantilla de concreto	M2	18.56	\$64.25	\$1,192.48
	Frontera de madera	ML	12.24	\$91.30	\$1,117.51
	Cimbra aparente	M2	75.02	\$322.50	\$24,193.95
	Acero de refuerzo	Kg	1,994.65	\$15.00	\$29,919.75
	Concreto	M3	16.66	\$1,300.55	\$21,667.16
	Relleno compactado	M3	17.28	\$147.20	\$2,543.62
	Carga y Acarreo	M3	53.81	\$60.80	\$3,271.65
	Junta de expansión	ML	17.78	\$24.90	\$442.72
	Castillo de 15 x 15	ML	135.00	\$225.20	\$30,402.00
	Cerramiento de 15 x 20	ML	122.40	\$191.00	\$23,378.40
	Muro de Block de 15 x 20	M2	238.70	\$202.23	\$48,272.30
	Demolición de concreto en viga	M3	0.72	\$105.00	\$75.60
	TOTAL				\$194,891.78

Figura 37 Anexo de Cubo de Elevadores al Catálogo de conceptos.

La Figura 38 muestra la manera en que se registra la solicitud de cambio en el Sistema de Administración de Órdenes de Cambio, presentando los datos

respecto al importe del cambio, el impacto en el programa y la nueva fecha de terminación.

Solicitud de cambio

Solicitud de Cambio

Id Solicitud de Cambio: 2 ID Proyecto: CONMED

Fecha de Solicitud: 27/05/2005

Quien Solicitó: Gerencia Estatus: Aprobado

Concepto: Cubo de elevadores

Descripción Solicitud: Excavación de foso de elevadores, Muros de block hasta Nivel 628.90 y construcción de cuarto de maquinas (ver catalogo anexo)

Razón del Cambio: Errores u omisiones Con cargo a: IMPREVISTOS
Errores u omisiones y Condiciones diferentes cargan a Imprevistos.

Nueva fecha de terminación: 06/09/2005 Importe del cambio: \$194,891.78

Impacto en programa: 7 días Impacto en planos: n/a

Imprimir Solicitud Autorizada
Cerrar Solicitud Eliminar registro

TECNOLOGICO DE MONTERREY

Registro: 2 de 3

Figura 38 Pantalla de Solicitud de cambio Proyecto Edificio Consultorios Médicos.

5.2.2.3.- Construcción de pretilos de block en azotea

Además se solicitó la colocación de pretilos de block en la azotea (Figura 39), esta actividad no tuvo efecto en el programa ya que no representó retraso en otras actividades (Figura 40).

Figura 39 Pantalla de Solicitud de cambio pretil de block en azotea

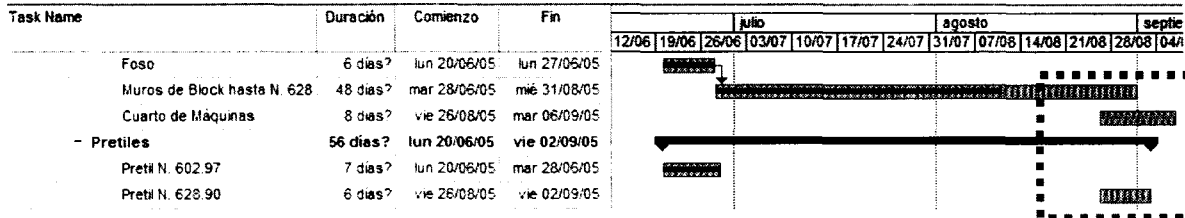


Figura 40 Programa de obra para pretil en azotea.

El monto económico de esta actividad asciende a \$118,514.56 (Figura 41).

19100 Pretil de Block en Azotea					
Muro de Block No. 6	M2	99.00	\$202.10	\$20,007.90	
Castillo ahogado	pza	206.00	\$123.20	\$25,379.20	
Dala de 15 x 20	ML	165.00	\$182.10	\$30,046.50	
Construcción de sardinel	ML	9.68	\$122.00	\$1,180.96	
Escotilla Bilco	pza	2.00	\$20,950.00	\$41,900.00	
			TOTAL	\$118,514.56	

Figura 41 Anexo de pretil de block en azotea al Catálogo de conceptos

5.2.2.4.- Cierre

La duración total del proyecto autorizada por las órdenes de cambio es de 162 días, y el monto del proyecto es de \$11'791,257.00. Al final del proyecto se tiene una duración de 170 días los cuales se registran en el formulario cierre, para determinar la diferencia entre lo autorizado por las órdenes de cambio y lo generado al final. La figura 42 muestra el formulario.

Figura 42 Pantalla de formulario Cierre

Este informe (Figura 43) arroja los siguientes resultados: la diferencia entre los días justificados por órdenes de cambio y la duración total del proyecto es de 8 días, la diferencia entre el monto original y el monto total es de \$2'526,662.00.

Cierre del proyecto				
<i>ID Proyecto:</i>	<i>Duración con órdenes de cambio</i>	<i>Duración total</i>	<i>Monto Total</i>	<i>Monto Original</i>
	162	170	\$11,791,147.00	\$9,264,485.00
Diferencia:	8	días	Diferencia:	\$2,526,662.00

Figura 43 Informe al Cierre del Proyecto.

Esta información es particularmente útil desde el punto de vista del dueño, ya que muestra los días de retraso que quedan fuera de lo autorizado en las órdenes de cambio.

5.2.3 Ejemplo Proyecto Cisterna.

El programa original del proyecto fue planeado para terminar los trabajos en el área de la Cisterna en 82 días (Figura 44) con un monto de \$372,651.00

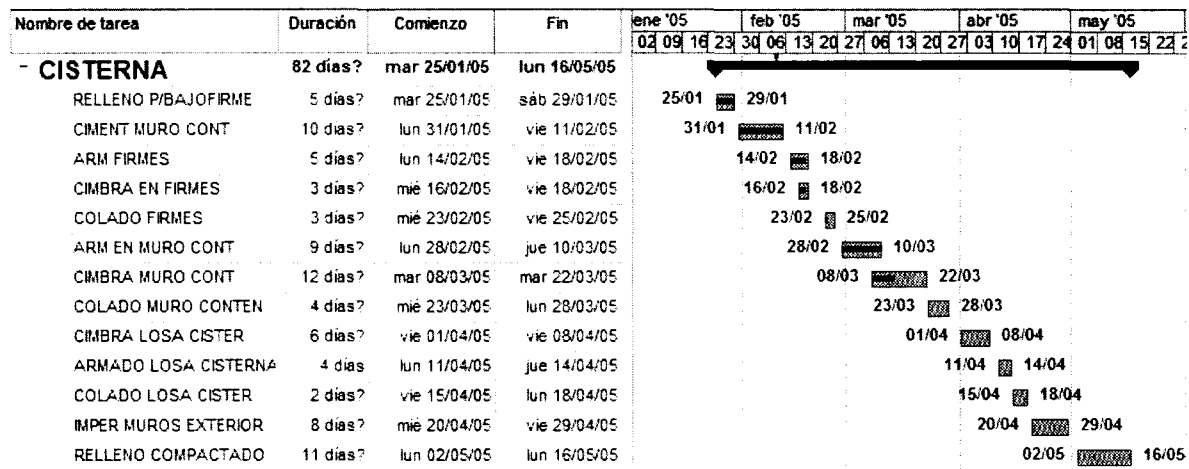


Figura 44 Programa de Obra Proyecto Cisterna

Al momento de comenzar los trabajos se descubrió la omisión del concepto de la impermeabilización interior de los muros, por lo que se realizó la corrección y se agregaron los días adicionales de la actividad al programa, los cuales no impactaron en la duración final del proyecto, debido a que no interferían con la actividad final que en este caso fue relleno compactado. (Figura 45).

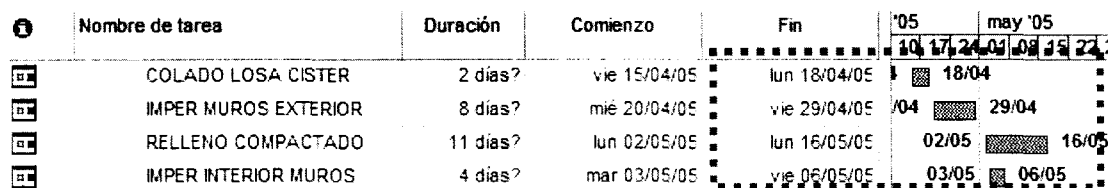


Figura 45 Anexo de actividad en programa.

El monto de esta actividad ascendió a 35,769.44, el cual fue absorbido por la partida de imprevistos del presupuesto (Figura 46).

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	MONTO
11500	Impermeabilización y Aislamiento en CISTERNA				
	S y A de impermeabilizante interior de muro de	M2	200.00	\$166.61	\$34,988.10
	S y C de hielo seco de 1" de espesor para aislar la	M2	17.37	\$42.84	\$781.34
	TOTAL				\$35,769.44

Figura 46 Anexo de Impermeabilización y aislamiento de cisterna en presupuesto.

La manera en que se registra esta solicitud en el programa de administración de órdenes de cambio aparece en la Figura 47, Solicitud de Cambio.

Solicitud de Cambio

ID Solicitud de Cambio: 1 ID Proyecto: CISTMED

Fecha de Solicitud: 25/02/2005

Quien Solicitó: Gerencia Estatus: Aprobado

Concepto: Impermeabilización y aislamiento en cisterna

Descripción Solicitud: Suministro y Aplicación de impermeabilizante interior de muro de cisterna; Suministro y Colocación de hielo seco de 1" de espesor para aislar la cisterna en el cuarto de maquinas.

Razón de la Solicitud: Errores u omisiones Con cargo a: IMPREVISTOS

Impacto en programa: 0 días Importe del Cambio: \$35,769.44

Nueva fecha de terminación: Impacto en planos: n/a

Imprimir Solicitud Autorizada

Cerrar Solicitud Eliminar Solicitud

Registro: 1 de 2

TECNOLÓGICO DE MONTERREY

Figura 47 Formulario Solicitud de Cambio para impermeabilización.

El Campo ID Solicitud de Cambio toma el valor 1 debido a que es la primer solicitud que se genera en el sistema, la fecha de solicitud corresponde a la fecha en que se registra la solicitud, fue solicitada por la Gerencia, el ID del proyecto corresponde al asignado a la Cisterna, el concepto es Impermeabilización y aislamiento en cisterna, la descripción detalla los trabajos a realizar.

Se presenta de manera preliminar el efecto que tiene en el programa y el monto de este cambio, así como los documentos que requieren modificación, en este caso no se requirió modificar planos. El campo *Nueva fecha de terminación* aparece en blanco, ya que no cambió la fecha de terminación del proyecto.

El análisis de los efectos que tienen los cambios en el programa y el presupuesto, permite a los grupos de interés del proyecto tomar decisiones adecuadas y establecer acuerdos respecto a los mismos.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES

6.1 Crítica particular de la investigación.

La administración de los cambios representa un área de oportunidad en el control de proyectos, ya que en la mayoría de los proyectos se omite controlar esos cambios. Un control integral del proyecto es indispensable para poder cumplir con los objetivos del proyecto, por lo que es indispensable que este control abarque la administración de los cambios.

En esta investigación se crea conciencia sobre la importancia que tiene la administración de los cambios dentro de los proyectos, ofreciendo una herramienta útil para este propósito.

6.2 Conclusiones

El cambio es lo único constante en el mundo que vivimos, esto se aplica tanto en el área personal como en lo profesional. Vivimos en un mundo inmerso en situaciones cambiantes, que originan alteraciones a lo planeado.

El beneficio principal de un Sistema de Administración de cambios se logra desde la etapa de planeación y diseño del proyecto, estableciendo, documentando y comunicando la línea base del alcance, costo y tiempo del proyecto. La indefinición del alcance del proyecto tiene como resultado cambios durante la ejecución del mismo, esta aseveración se corroboró en el caso de estudio donde esa falta de planeación tuvo como consecuencia numerosos extras y un cambio en el alcance del proyecto.

Todo sistema de administración de cambios requiere que se establezcan, documenten y comuniquen roles y responsabilidades individuales y

organizacionales, justificaciones de los cambios identificados, así como las directrices que se seguirán para revisar y aprobar un cambio.

Es conveniente que durante la determinación de las políticas de aprobación de cambios, se establezcan las acciones necesarias para cambios pequeños, considerando que este tipo de cambio puede requerir de una autorización en un plazo menor para no provocar retrasos en el avance del proyecto, este tipo de modificación solamente se autorizará bajo condiciones previamente acordadas entre la gerencia, el constructor y el dueño, con sumo cuidado que no represente una pérdida del control de cambios.

La autorización de los cambios debe ser oportuna, formal y debidamente informada a todos los involucrados, es indispensable actualizar los documentos de la línea base, comparándolo con los objetivos iniciales del proyecto.

El proceso de monitoreo de la aplicación de los cambios debe ser visto como la oportunidad del equipo del proyecto de resolver otras dificultades que pudieran encontrarse en el proyecto. Requiere documentación substancial sobre los cambios, de tal modo que las disputas por los impactos puedan ser resueltas después o bien aprender de las lecciones del cambio.

En el transcurso de la obra, suelen surgir modificaciones pequeñas en campo que no afectan el proyecto en tiempo ni el costo, por lo que quedan fuera del sistema de administración de cambios, pero deben ser debidamente registradas en planos y en la bitácora de obra. Todas estas modificaciones deben ser plasmadas en los planos finales del proyecto “como se construyó” (as built) .

Deben registrarse las lecciones aprendidas durante el ciclo de vida del proyecto, identificando las causas raíz del cambio, de manera que permitan evitar errores similares en el futuro, es indispensable que las lecciones aprendidas correspondan a situaciones que tengan utilidad en proyectos futuros, haciendo especial énfasis en aquellos ocasionados por errores u omisiones.

Los objetivos inicialmente planteados respecto a desarrollar una herramienta que registre los cambios autorizados y su efecto en tiempo y costo han sido alcanzados, obteniendo un instrumento fácil de usar y de gran utilidad para el control del proyecto.

6.3.-Recomendaciones

Se recomienda la investigación de temas relacionados con el comportamiento del sistema aquí propuesto, enlazándolo a software de control de proyectos, además de ampliar el alcance del sistema preferentemente en la manera de representar gráficamente los cambios en monto y tiempo durante el desarrollo del proyecto, así como su aplicación por medio del Internet.

BIBLIOGRAFÍA

- Fisk Edward R. "Construction Project Administration" Editorial Prentice Hall, Quinta edición, Estados Unidos, 1997.
- Sydney M. Levy., "Project Management in Construction". Editorial McGraw-Hill, Segunda edición. Estados Unidos, 1997.
- Construction Industry Institute "Quantitative Effects Of Project Change Bureau of Engineering" The University of Texas at Austin Research Publication 43-2 Mayo 1995.
- Hanna Awad S., Camlic Richard, Peterson Pehr A, Nordheim Erik V. "Quantitative definition of Projects impacted by change orders". ASCE. Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 128 No.1 Febrero 1 2002.
- Lee Min-Jae, Hanna Awad S., Loh Wei-Yin "Decision Tree Approach to Classify and Quantify Cumulative Impact of Change Orders on Productivity" ASCE Journal of Computing in Civil Engineering Vol. 18 No.2 Abril 1 2004.
- O'Brien James Jerome, "Construction Change Orders: Impact, Avoidance, and Documentation" Editorial McGraw-Hill, 1998.
- Project Management Institute "A guide to project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)", Estados Unidos, 2000.

- Ibbs C. Williams, Wong Clarence K., Kwak Young Hoon "Project Change Management System" ASCE, Journal of Management in Engineering Vol. 17 No.3 Julio 2001.
- "Special Publication 43-1 Project Change Management Research Team", Construction Industry Institute, Noviembre 1994.
- Revista Bitt "Índice de Productividad en la Construcción: ¿Mito o Realidad?" Chile, Junio 2001
- Sepúlveda González Luís Armando "Sistema de Administración de Cambios durante la ejecución de proyectos de construcción" Tesis, ITESM, Campus Monterrey, México, 2004.
- Chamoun Yamal, "Administración Profesional de Proyectos, La Guía" Editorial MacGraw-Hill. México, 2002.
- Hester Weston T., Kuprenas John A., Chang T.C. "Construction Changes And Change Orders: Their Magnitude And Impact", The Construction Industry Institute, 2001
- Vega Thomas Carlos Mauricio. "Lecciones Aprendidas en la Administración de Proyectos de Construcción Industrial." Tesis, ITESM, Campus Monterrey, México, 1997.
- Akinci Burku, Marín Fischer. "Factors affecting contractors' risk of cost overburden" ASCE, Journal of Management in Engineering Vol. 14 No.1 Enero 1998.

ANEXOS



Solicitud de Cambio

Id Solicitud de Cambio:	<input type="text" value="1"/>	ID Proyecto:	<input type="text" value="CONMED"/>
Fecha de Solicitud:	<input type="text" value="25/05/2005"/>		
Quien Solicitó:	<input type="text" value="Dueño"/>	Estatus:	<input type="text" value="Aprobado"/>
Concepto:	<input type="text" value="Construcción de dos niveles adicionales a los ya existentes."/>		
Descripción Solicitud:	<input type="text" value="Construcción de dos niveles adicionales a los ya existentes, N.620.17 a 624.47 y N.624.47 a 628.77. Escaleras tipo 1 y 2 del 620.17 a 628.77"/>		
Razón del Cambio:	<input type="text" value="Solicitud del cliente"/>	Con cargo a:	<input type="text" value="PRESUPUESTO"/>
		Errores u omisiones y Condiciones diferentes cargan a Imprevistos.	
Nueva fecha de terminación:	<input type="text" value="29/08/2005"/>	Importe del cambio:	<input type="text" value="\$2,213,255.27"/>
Impacto en programa:	<input type="text" value="53"/> días	Impacto en planos:	<input type="text" value="E-3, E-4, A-2, A-3, A-4"/>

Vo. Bo. GERENTE

Mauricio García

Autorización DUEÑO

Alberto Gonzalez



Solicitud de Cambio

Id Solicitud de Cambio:	<input type="text" value="2"/>	ID Proyecto:	<input type="text" value="CONMED"/>
Fecha de Solicitud:	<input type="text" value="27/05/2005"/>		
Quien Solicitó:	<input type="text" value="Gerencia"/>	Estatus:	<input type="text" value="Aprobado"/>
Concepto:	<input type="text" value="Cubo de elevadores"/>		
Descripción Solicitud:	<input type="text" value="Excavación de foso de elevadores, Muros de block hasta Nivel 628.90 y construcción de cuarto de maquinas (ver catalogo anexo)"/>		
Razón del Cambio:	<input type="text" value="Errores u omisiones"/>	Con cargo a:	<input type="text" value="IMPREVISTOS"/>
		Errores u omisiones y Condiciones diferentes cargan a Imprevistos.	
Nueva fecha de terminación:	<input type="text" value="06/09/2005"/>	Importe del cambio:	<input type="text" value="\$194,891.78"/>
Impacto en programa:	<input type="text" value="7"/> días	Impacto en planos:	<input type="text" value="A-3, A-4, E-3"/>

Vo. Bo. GERENTE

Mauricio García

Autorización DUEÑO

Alberto Gonzalez



Solicitud de Cambio

Id Solicitud de Cambio:	<input type="text" value="3"/>	ID Proyecto:	<input type="text" value="CONMED"/>
Fecha de Solicitud:	<input type="text" value="27/05/2005"/>		
Quien Solicitó:	<input type="text" value="Gerencia"/>	Estatus:	<input type="text" value="Aprobado"/>
Concepto:	<input type="text" value="Pretilos de Block en Azotea"/>		
Descripción Solicitud:	<input type="text" value="Construir Muro de Block No. 6, Castillo ahogado, Dala de 15 x 20, Construcción de sardinel, Escotilla Bilco"/>		
Razón del Cambio:	<input type="text" value="Errores u omisiones"/>	Con cargo a:	<input type="text" value="IMPREVISTOS"/>
		Errores u omisiones y Condiciones diferentes cargan a Imprevistos.	
Nueva fecha de terminacion:	<input type="text" value="05/03/2005"/>	Importe del cambio:	<input type="text" value="\$118,514.56"/>
Impacto en programa:	<input type="text" value="0"/> dias	Impacto en planos:	<input type="text" value="n/a"/>

Vo. Bo. GERENTE

Mauricio García

Autorización DUEÑO

Alberto Gonzalez



Orden de Cambio

Nombre del proyecto: Edificio de Consultorios Médicos **Id Proyecto:** CONMED
Id_OrdendeCambio: 1 **Fecha de autorizacion** 03/06/2005
Cargo a: PRESUPUESTO

Descripcion del Cambio: Construcción de dos niveles adicionales a los ya existentes, N.620.17 a 624.47 y N.624.47 a 628.77. Escaleras tipo 1 y 2 del 620.17 a 628.77

Monto Original del Proyecto:	\$9,264,485.00
Monto de esta Orden de Cambio	\$2,213,255.00
Monto acumulado de las órdenes de cambio:	\$2,213,255.00
Monto Actual:	\$11,477,740.00
Impacto de esta orden de cambio en el programa es de:	53 días
Impacto acumulado de las órdenes de cambio en programa	53 días

Referencias

Planos de Referencia: E-3,E-4,A-2,A-3,A-4
Claves PU: 16100,16200,16300,19200

Válida hasta que cuente con la fima de la Gerencia, Constructor y Dueño

Vo. Bo.Gerente

MACEK

Mauricio García

Vo. Bo.Constructor

Gama & Delta C

Alberto Rodríguez

Autorización Dueño

Centro Médico BCA

Alberto Gonzalez



Orden de Cambio

Nombre del proyecto: Edificio de Consultorios Médicos **Id Proyecto:** CONMED
Id_OrdendeCambio: 2 **Fecha de autorizacion** 06/06/2005
Cargo a: IMPREVISTOS

Descripcion del Cambio: Excavación de foso de elevadores, construcción de muros de block hasta Nivel 628.90 y construcción de cuarto de maquinas (ver catalogo anexo)

Monto Original del Proyecto: \$9,264,485.00
Monto de esta Orden de Cambio \$194,892.00
Monto acumulado de las órdenes de cambio: \$2,408,147.00
Monto Actual: \$11,672,632.00
Impacto de esta orden de cambio en el programa es de: 7 días
Impacto acumulado de las órdenes de cambio en programa 60 días

Referencias

Planos de Referencia: A-3,A-4, E-3
Claves PU: 19100

Válida hasta que cuente con la fima de la Gerencia, Constructor y Dueño

Vo. Bo. Gerente

MACEK

Mauricio García

Vo. Bo. Constructor

Gama & Delta C

Alberto Rodríguez

Autorización Dueño

Centro Médico BCA

Alberto Gonzalez



Orden de Cambio

Nombre del proyecto: Edificio de Consultorios Médicos **Id Proyecto:** CONMED
Id_OrdendeCambio: 3 **Fecha de autorizacion** 07/06/2005
Cargo a: IMPREVISTOS

Descripcion del Cambio: Construcción de Muro de Block No. 6, Castillo ahogado, Dala de 15 x 20, Construcción de sardinel, Escotilla Bilco

Monto Original del Proyecto:	\$9,264,485.00
Monto de esta Orden de Cambio	\$118,515.00
Monto acumulado de las órdenes de cambio:	\$2,526,662.00
Monto Actual:	\$11,791,147.00
Impacto de esta orden de cambio en el programa es de:	0 días
Impacto acumulado de las órdenes de cambio en programa	60 días

Referencias

Planos de Referencia: n/a
Claves PU: 19100

Válida hasta que cuente con la fima de la Gerencia, Constructor y Dueño

Vo. Bo. Gerente

MACEK

Mauricio García

Vo. Bo. Constructor

Gama & Delta C

Alberto Rodríguez

Autorización Dueño

Centro Médico BCA

Alberto Gonzalez



Solicitud de Cambio

ID Solicitud de Cambio	<input type="text" value="1"/>	ID Proyecto:	<input type="text" value="CISTMED"/>
Fecha de Solicitud	<input type="text" value="25/02/2005"/>		
Quien Solicitó	<input type="text" value="Gerencia"/>	Estatus:	<input type="text" value="Aprobado"/>
Concepto:	<input type="text" value="Impermeabilización y aislamiento en cisterna"/>		
Descripción Solicitud:	<input aislar="" cisterna="" cuarto="" de="" el="" en="" espesor="" la="" maquinas."="" para="" type="text" value="Suministro y Aplicación de impermeabilizante interior de muro de cisterna; Suministro y Colocación de hielo seco de 1"/>		
Razón de la Solicitud:	<input type="text" value="Errores u omisiones"/>	Con cargo a:	<input type="text" value="IMPREVISTOS"/>
		Errores u omisiones y Condiciones diferentes cargan a Imprevistos.	
Impacto en programa:	<input type="text" value="0"/> dias	Importe del Cambio:	<input type="text" value="\$35,769.44"/>
Nueva fecha de terminación:	<input type="text"/>	Impacto en planos:	<input type="text" value="n/a"/>

Vo. Bo. GERENTE
Mauricio García

Autorización DUEÑO
Alberto González



Orden de Cambio

Nombre del Proyecto: CISTERNA

Id Proyecto: CISTMED

Id_OrdendeCambio: 1

Fecha Autorizacion: 11/02/2005

Constructor: Ingenierias e Instalaciones de Monterrey. S.A

Id : 4

Cargo a IMPREVISTOS

Descripcion del Cambio: Suministro y Colocación de frontera para recibir relleno fluido para dar nivel; Suministro y Colocación de relleno fluido para dar nivel;

Monto Original del Proyecto \$372,651.00

Monto de esta Orden de Cambio : \$35,769.00

Monto acumulado de las órdenes de cambio : \$35,769.00

Monto Actual: \$408,420.00

Impacto de esta Orden de Cambio en el programa es de: 0 días

Impacto acumulado de las órdenes de cambio en programa: 0 días

Referencias

Planos de Referencia: n/a

Claves PU 11500

Válida hasta que cuente con la firma de la Gerencia, Constructor y Dueño

Vo. Bo. Gerente

MACEK

Mauricio García

Vo. Bo. Constructor

Ingenierias e Instalaciones de
Monterrey. S.A. de C.V.

Alberto Ruíz

Autorización Dueño

Centro Médico BCA

Alberto Gonzalez

Escenario

El sistema limpiafachadas considerado para el proyecto quedaba fuera del presupuesto paramétrico

Efectos

Se iba a tener que hacer limpieza de cristales por medio de elevadores o grúas para personal, lo cual implica un costo de mantenimiento muy elevado.

Solución

Se analizaron diferentes sistemas más económicos y se eligió uno que será colocado en el momento que se requiera la primera limpieza y con dinero proveniente de otras partidas

***Lección
Aprendida***

Hacer una evaluación mas a conciencia, desde la elaboración del presupuesto paramétrico para que no quede fuera de alcance, ya que son sistemas que pueden llegar a costar mucho dinero dependiendo de su grado de tecnología

<i>Escenario</i>	El sistema de sujeción de la marquesina del acceso principal del edificio era por medio de tensores anclados a una trabe de concreto que coincidía con la fachada de cristal y eso podría generar filtraciones de agua
<i>Efectos</i>	La filtración de agua en el sistema de cristal iba a ser inminente, además que el sello que se le iba a colocar mancharía el cristal y nunca sellaría a un 100 %
<i>Solución</i>	Se realizaron varias propuestas para eliminar los tensores de la fachada de cristal y se tomó la decisión de colocar unas columnas de apoyo en los extremos de la marquesina y unos elementos de acero estructural que reforzaran para disminuir las cargas aplicadas a dichas columnas.
<i>Lección Aprendida</i>	Hacer un cruce de las diferentes ingenierías para evitar este tipo de detalles que normalmente no se ven en plano sino hasta cuando ya estás en etapa de construcción

Centro de Información-Biblioteca



30002006631824