

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.

APLICACION Y ADAPTACION DEL METODO PLANIFICADOR
ULTIMO (LAST PLANNER) PARA EL CONTROL DE FLUJO Y
VARIABILIDAD DE ACTIVIDADES DE UN PROYECTO
DE CONTRUCCION

TESIS

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

POR:

LUIS MIGUEL ALVARADO VARGAS

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 2003

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

CAMPUS MONTERREY

DIVISION DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERIA



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.**

APLICACION Y ADAPTACION DEL METODO PLANIFICADOR
ULTIMO (LAST PLANNER) PARA EL CONTROL DE FLUJO Y
VARIABILIDAD DE ACTIVIDADES DE UN PROYECTO
DE CONTRUCCION

T E S I S

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

POR:

LUIS MIGUEL ALVARADO VARGAS

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE DE 2003

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

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



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**APLICACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL MÉTODO PLANIFICADOR ÚLTIMO (LAST PLANNER)
PARA EL CONTROL DE FLUJO Y VARIABILIDAD DE ACTIVIDADES DE UN PROYECTO DE
CONSTRUCCIÓN**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO
DE:**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD EN ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

POR:

LUIS MIGUEL ALVARADO VARGAS

MONTERREY, N. L.

DICIEMBRE 2003

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY
DIVISIÓN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA

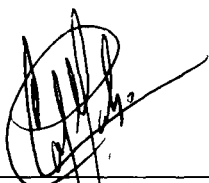
Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que el presente proyecto de Tesis presentado por el Ing. Luis Miguel Alvarado Vargas sea aceptado como un requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias con especialidad en:

ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

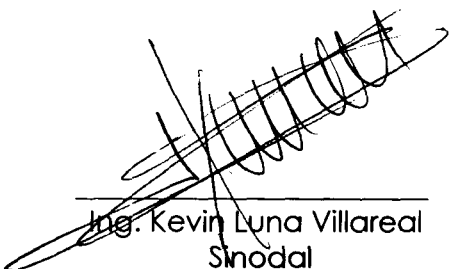
Comité de Tesis:



Dr. Salvador García Rodríguez
Asesor



Ing. Francisco Carlos Matienzo Cruz
Sinodal



Ing. Kevin Luna Villareal
Sinodal

Aprobado



Dr. Federico Viramontes Brown
Director del Programa de Graduados en Ingeniería
Diciembre 2003

DEDICATORIA

A Dios, por todas las bondades que he recibido a lo largo de toda una vida llena de alegrías y satisfacciones.

A ti Mamá, porque siempre has estado a mi lado.

A ti Papá, por brindarme todo tu apoyo ante cualquier situación.

A Fabiola y Adriana, porque a pesar de todo, siempre conté con su ayuda y su apoyo.

A ti Papi, porque, desde el cielo, se que has disfrutado conmigo de este logro.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Salvador García Rodríguez, por el apoyo y los consejos brindados para la elaboración de esta tesis.

A Angelita Cruz Arcéo, por su paciencia y constante apoyo durante esta etapa de mi vida.

A los Ingenieros, Octavio Martínez Chávez, Luis Roberto López Castillo y Patricia Rueda Villa por la entrañable amistad formada durante la estancia en Monterrey.

A José Luis Rojas, Rolando Peniche, Sergio López, David López, Fernando López, Bety Sauri y toda la Comunidad Yucateca que radica en la Cd. de Monterrey por la hospitalidad y la gran amistad que nos une.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	01
<ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes • Definición del Problema • Objetivo • Hipótesis • Metodología • Justificación 	
CAPÍTULO I: EL CONCEPTO "CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS"	06
1.1 El Pensamiento Esbelto	
1.2 La Producción Esbelta	
1.3 La Producción Esbelta en la Construcción	
1.4 La Construcción Sin Pérdidas	
CAPÍTULO II: PRINCIPIOS Y HERRAMIENTAS DE CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS.....	22
2.1 Justo a Tiempo	
2.2 Administración de la Calidad Total	
2.3 Competición Basada en el Tiempo	
2.4 Ingeniería Concurrente	
2.5 Reingeniería	
2.6 Administración Basada en el Valor	
2.7 Administración Visual	
2.8 Mantenimiento Total Productivo	
2.9 Integración de los Empleados	
2.10 Grupos Multifuncionales de Trabajo	
2.11 Kaizen	
2.12 Co-participación con Proveedores	
2.13 Orientación al Cliente	
CAPÍTULO III: CORRIENTES DE LA CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS.....	45
3.1 La construcción como una Transformación, un Flujo y el Valor	
3.3 La teoría del Planificador Último (The Last Planner)	
CAPÍTULO IV: MODELO DE CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS APLICADO A LA CONSTRUCCIÓN.....	60
4.1 Modelo de aplicación de construcción sin pérdidas (The Last Planner)	
4.2 Aplicación del modelo de construcción sin pérdidas	
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
BIBLIOGRAFIA.....	80
ANEXOS.....	82

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La industria de la construcción, es y siempre ha sido, uno de los sectores que mayor importancia tienen en el desarrollo de un país, y al igual que otros sectores de la industria que se desarrollan en un campo donde la competencia es cada día mayor, sufre la necesidad de mejorar sus procesos productivos para lograr una mayor eficiencia en su desempeño y en consecuencia ofrecer un servicio altamente competitivo a sus clientes.

En la búsqueda de esta mejora se han realizado algunas investigaciones dentro esta industria para buscar los medios que permitan lograr un desempeño más productivo dentro de las empresas. Se ha puesto énfasis en la calidad en el trabajo, así como la importancia de la mejora continua en los diferentes procesos de las empresas constructoras. Sin embargo hasta hace algunos años no se conocía alguna teoría que globalizara todos los aspectos relacionados con el mejoramiento del ya mencionado sector. En años recientes, una de las tendencias que ha adquirido mayor auge ha sido la filosofía de la construcción flexible o sin pérdidas (lean construction), la cual, se basa en algunas teorías utilizadas en la industria de la manufactura partiendo del principio de la mejora continua mediante la reducción de "pérdidas" (tiempo, procesos innecesarios, recursos, etc.) y un incremento en el "valor" (calidad, avance, productos terminados, etc.), y se presenta como una opción para incrementar la competitividad de las empresas.

Esta filosofía de la construcción se origina como una respuesta ante la demanda de mejores productos y de una mejor manera de llevar a cabo los proyectos de construcción, las primeras investigaciones y publicaciones se comenzaron a llevar a cabo a principios de los años noventa, en 1992 se publicaron los primeros artículos por parte de Lauri Koskela, quien fue de las primeras personas en incorporar aspectos de producción a la industria de la construcción. Posteriormente Glenn Ballard en compañía con Greg Howell presentaron sus investigaciones en 1994 en la segunda reunión del que hasta ahora es el Grupo Internacional de Construcción sin Pérdidas.

La importancia de aplicar herramientas para llegar a esa calidad es de vital importancia, y la filosofía de la Construcción Sin Pérdidas (lean construction) se presenta como una opción bastante adecuada para lograr éste objetivo.

Con el presente proyecto, se pretende introducir esta filosofía, para iniciar un proceso de cambio que procure la optimización y mejora de los procesos constructivos, aumentando la productividad de las empresas y sus proyectos, enfocado especialmente a los constructores.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, la industria de la construcción se encuentra en una situación en la que los desperdicios, las demoras y las pérdidas son parte de su desempeño cotidiano. En algunas ocasiones se ha puesto énfasis en el control del desarrollo de las obras y de los estados financieros, sin embargo el mejoramiento de los procesos constructivos y la planeación se han visto estancados por la alta variabilidad que existe en la construcción así como la utilización de métodos tradicionalistas para la ejecución de las actividades en la construcción.

Al haber desconocimiento de las nuevas metodologías y de los procesos para el desarrollo de proyectos se originan pérdidas para las empresas ya que los desperdicios en sus procesos se mantienen mientras no se procure una mejora en los mismos así como en la planeación de sus actividades.

JUSTIFICACIÓN

La utilización de un modelo basado en las teorías de la construcción sin pérdidas, aumentará la productividad y la competitividad de las empresas mediante el mejoramiento de sus procesos de ejecución de obras, esto se logra enfatizando la importancia de la reducción de actividades que no agregan valor al producto final como fundamento del mejoramiento continuo. A su vez el modelo propone la utilización de herramientas destinadas a determinar y minimizar las pérdidas en los procesos de construcción [2].

El desempeño juega un papel importante en el proceso de la construcción y ha sido caracterizado por una serie de condiciones que es importante conocer y tener presente al evaluar el desempeño y potencial mejora del mismo, dichas condiciones son las siguientes:

- *Efectividad*: Es una medida en que se hacen actividades o se alcanzan los objetivos correctamente, es decir, a tiempo y con la cantidad y calidad requerida.
- *Eficiencia*: Es una medida de utilización de recursos. Corresponde a la razón entre los recursos programados y los realmente consumidos.
- *Calidad*: Es una medida de conformidad con las especificaciones. Es importante señalar que atañe por un lado al mandante y por otro lado a las etapas productivas y a los detalles involucrados en estas actividades.
- *Productividad*: Corresponde a la relación entre los insumos que entran a un sistema productivo y los productos que salen del sistema, expresados preferentemente en términos físicos. La productividad se puede medir con respecto a los insumos agregados o respecto a alguna componente como son la mano de obra, los materiales o bien los equipos.

- *Calidad de la vida laboral:* Tiene que ver con el grado de satisfacción que tienen los trabajadores, en términos de seguridad laboral, motivación por el trabajo realizado, etc.
- *Rentabilidad:* Es una medida del atractivo financiero que tiene el proyecto, expresado en su capacidad de generar retornos por sobre la inversión o algún parámetro.
- *Innovación:* Corresponde al proceso de adopción de productos, servicios, procesos, debido a presiones externas e internas tales como cambios en la demanda, necesidades, variaciones de la oferta etc.

La utilización de las herramientas adecuadas para la reducción de las pérdidas así como un desempeño que cumpla con las condiciones adecuadas aumentarán la eficiencia en los procesos de la empresa así como la calidad del trabajo que desarrolla, lo que se reflejará en un mayor nivel de competitividad dentro del mercado.

OBJETIVO

Aplicar un modelo práctico para el mejoramiento de los procesos y disminución de pérdidas dentro de una empresa constructora, y que se fundamente en los principios de la construcción sin pérdidas.

HIPÓTESIS

Los principios de la construcción sin pérdidas son una forma diferente de llevar a cabo la actividad de la construcción. Si estos principios son aplicados a los procesos de una empresa constructora, pueden representar una mejora significativa para la empresa así como para sus clientes en los términos de tiempo, calidad y satisfacción ya que ésta es la finalidad de la filosofía de la construcción sin pérdidas.

MARCO TEÓRICO

El concepto de la construcción sin pérdidas (lean construction) tiene sus orígenes en Japón en el año de 1950 en la planta Toyota por el Ingeniero Taiichi Ohno, él fue quien creó el concepto de producción sin pérdidas (lean production) para la optimización de sus procesos de producción en la línea automotriz. Algunos de los conceptos de la producción sin pérdidas son: Eliminar aquello que no agregue valor al producto, organizar la producción como un flujo continuo, perfeccionar el producto y crear un flujo confiable, la búsqueda de la perfección. La producción sin pérdidas puede ser entendida como una nueva manera de diseñar y hacer cosas diferentes ya sea de forma masiva y artesanal mediante los objetivos y técnicas aplicados en los almacenes, en el diseño y a lo largo de las cadenas de suministros. La producción sin pérdidas apunta hacia una

optimización del desempeño del sistema de producción en conjunto con un estándar de perfección que cumpla con las demandas de los consumidores.

La filosofía de la construcción sin pérdidas acepta el criterio de diseño de producción implementado por Ohno como un estándar de perfección. Sin embargo la industria de la construcción ha desechado algunas de las ideas de la manufactura debido a la creencia de que la construcción es diferente [3]. La manufactura se dedica a hacer partes que forman parte de un proyecto, pero, el diseño y la construcción de proyectos únicos y complejos en ambientes de alta incertidumbre y bajo gran presión de tiempo y programación es fundamentalmente diferente que realizar latas de hojalata.

La construcción sin pérdidas se considera diferente de la construcción tradicional debido a las siguientes causas:

1. Tiene unos objetivos claros y específicos para el proceso de entrega
2. Está orientado hacia la maximización del desempeño para el consumidor a nivel del proyecto.
3. Se diseñan productos y procesos concurrentemente.
4. Aplica control de producto durante la vida del proyecto [3].

Debido al desarrollo de la teoría de la construcción sin pérdidas, se han creado grupos en algunos países, uno de ellos es el Internacional Group of Lean Construction creado en 1993 y el Lean Construction Institute fundado en 1997, ambos conformados por una red de investigadores y profesionales de las distintas ramas de la construcción. [4], [5].

En lo que se refiere a nuestro país se comenzó la propagación de esta corriente desde años recientes, principalmente en algunas universidades a niveles de postgrado y en los centros de investigación, sin embargo no existe ninguna organización oficial a nivel nacional o regional que se dedique especialmente al desarrollo o a la promoción de la filosofía de la construcción sin pérdidas dentro de la industria de la construcción.

MÉTODO

El método a seguir en la elaboración del proyecto será el siguiente: Se recopilará información de carácter teórico con respecto al tema de la construcción sin pérdidas. Esta recopilación se realizará mediante la consulta de material bibliográfico especializado en los temas respectivos, consultas vía Internet. Una vez obtenida toda la información, ésta se analizará con la finalidad de poseer una amplia visión de los aspectos teóricos de la construcción sin pérdidas.

Seguidamente se obtendrá un modelo práctico basado en las teorías de la construcción sin pérdidas cuya finalidad será la aplicación de los conceptos en procesos reales. Se aplicará el modelo en una obra con la finalidad de validar el modelo y verificar su aplicabilidad. Posteriormente se realizará un análisis del

desarrollo de la obra con base en el modelo aplicado, esto con el fin de poder cuantificar, evaluar y diagnosticar el desarrollo mismo del modelo en el caso práctico y finalmente se emitirán las conclusiones, recomendaciones y comentarios acerca del modelo aplicado.

CAPÍTULO I: PENSAMIENTO ESBELTO (*LEAN THINKING*) Y LA PRODUCCIÓN ESBELTA (*LEAN PRODUCTION*).

1.1 EL PENSAMIENTO ESBELTO

El concepto de pensamiento esbelto (*lean*) debe su nombre por ser una forma general de pensar y llevar a cabo algunas prácticas específicas que se enfocan a utilizar menos de todo, menor mano de obra en la fábrica, menor espacio para la manufactura, menor inversión en herramientas, menor cantidad de horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto en la mitad de tiempo. Así también debido a que requiere mucho menos de la mitad del espacio requerido para inventarios, presenta un menor número de defectos y produce un crecimiento grande y constante de la variedad de los productos. (Womack, Jones, 1991).

En el desarrollo de productos, muchas compañías de diversos productos alrededor del mundo siguen los conceptos y principios relacionados con la producción esbelta (*lean production*), estos principios son: reemplazo rápido del modelo, expansión frecuente de la línea-modelo, mayor incremento en la mejoras del producto, directores de "peso completo" (*shusa*), traslape de etapas comprimidas, altos niveles de ingeniería de proveedores, equipos de diseño y continuidad del administrador de proyectos, buenos mecanismos de comunicación y equipos transfuncionales.

No cabe duda de que el pensamiento esbelto (*lean thinking*) ha mejorado significativamente el desempeño de lo proyectos. Durante la década de los 80's, por ejemplo, muchas compañías japonesas y fabricantes de vehículos utilizaron directores de tipo "peso completo", traslaparon etapas y otras técnicas cuando reemplazaron y expandieron sus líneas de producción aproximadamente el doble en comparación con las compañías norteamericanas y europeas.

1.2 LA PRODUCCIÓN ESBELTA

El concepto de La producción esbelta (*lean production*) así como el del pensamiento esbelto (*lean thinking*) tienen sus orígenes en la parte final de la década de los 40's y el principio de los 50's en Japón. Estos conceptos nacen de la necesidad por parte de la compañía automotriz japonesa Toyota, de superar una fuerte crisis que sufría debido a los efectos ocasionados por la segunda guerra mundial y de la determinación de entrar al mercado de la producción a gran escala de vehículos, sin embargo la situación en el país no era la mas adecuada y se presentaban los siguientes problemas.

- El mercado doméstico era muy pequeño y demandaba una gran variedad de vehículos (vehículos de lujo, grandes camiones, camiones pequeños, y vehículos pequeños).

- La fuerza laboral japonesa no estaba dispuesta a ser tratada como un costo variable o piezas intercambiables. Así como la implementación de nuevas leyes laborales que fortalecía a los trabajadores para lograr negociaciones más favorables.
- La economía japonesa se encontraba carente de capital y de intercambios con el extranjero, lo cual imposibilitaba la adquisición de tecnología occidental.
- Existía una gran cantidad de empresas automotrices dispuestas a defender sus mercados ante las exportaciones japonesas.

En 1950, el ingeniero japonés Eiji Toyoda, realizó una visita de tres meses a la planta Rouge perteneciente a la compañía Ford ubicada en Detroit, Estados Unidos. Este era el segundo viaje que realizaba algún miembro de la familia Toyoda, desde que el tío de Eiji, Kiichiro, visitara la compañía Ford en 1929.

Durante su estancia en el territorio norteamericano, Eiji estudió cuidadosamente cada pulgada de la planta Rouge, que en ese entonces era la planta manufacturera más grande y eficiente del mundo. Una vez concluida su visita Eiji manifestó en su reporte final que "existen algunas posibilidades de mejorar el sistema de producción".

Una vez en casa en Nagoya, Japón, Eiji Toyoda en conjunto con el genio de la producción, Taichi Ohno, emprendieron el estudio y mejora del sistema de producción de la planta Rouge, sin embargo, al poco tiempo, concluyeron que el sistema de producción en masa utilizado en la Rouge, nunca podría ser utilizado en Japón, y partiendo de esta premisa, inicia el desarrollo de lo que posteriormente se conocería como el Sistema de Producción de Toyota y ultimadamente el sistema de Producción Esbelta (lean production), el cual fue aplicado en la planta Takaoka en Japón.

Este nuevo sistema de producción contaba con varias innovaciones que le aventajaban con respecto a los sistemas de producción artesanal y producción en masa, tal y como se puede observar en la tabla 1.1.

	Producción Artesanal	Producción en Masa	Producción Esbelta (lean production)
Mano de obra	Trabajadores altamente calificados	Trabajadores no calificados o semi-calificados	Trabajadores multicalificados o multifuncionales
Herramientas, maquinaria y equipo	Herramientas sencillas y flexibles.	Máquinas costosas y uni-propósito.	Máquinas altamente flexibles y automatizadas.
Sistema de producción	Sistema de producción flexible (al proporcionar exactamente lo que	Sistema de producción rígido (producción de ejemplares	Sistema de producción flexible (variedad de productos).

	el cliente desea).	estandarizados).	
Volumen de producción	Producción de un ejemplar a la vez, único e irrepetible.	Producción de grandes volúmenes estandarizados.	Infinita variedad de productos con base en las necesidades (valor) del cliente.
Relación con clientes	Se provee al cliente exactamente con el producto y/o servicio que quiere. (Énfasis en sus necesidades y valor).	Se sacrifican los gustos y necesidades del cliente con el fin de estandarizar procesos y reducir costos.	Infinita variedad de productos con base en las necesidades (valor) del cliente.
Costos de producción	Altos costos de producción por unidad.	Costos bajos de producción por unidad.	Reducción continua de costos.
Volumen de producción	Volúmenes de producción reducidos, necesidades mínimas de inventario.	Gran cantidad de inventarios y espacios físicos en exceso para su almacenamiento y manejo.	Cero inventarios y reducción de espacios para su almacenamiento y manejo.
Desempeño	Énfasis en la perfección del más mínimo detalle.	Gran cantidad de defectos, los cuales son corregidos al final de la línea de producción con la finalidad de no detener el proceso.	Cultura de cero defectos (si se detecta algún defecto, la línea de producción se detiene para detectar el problema y corregirlo).

Tabla 1.1 Resumen comparativo de la producción artesanal, en masa y esbelta

Finalmente todas las ventajas que la producción esbelta (lean production) aportaba a la industria automotriz, propiciaron la caída de los sistemas de producción artesanal y en masa. Poco a poco, las industrias norteamericanas y europeas se dieron cuenta de que el nuevo sistema creado por los japoneses, les otorgaba una ventaja competitiva demasiado grande, por lo que no les quedó más remedio que comenzar a adoptar dicho sistema de producción.

En 1984 la General Motors (GM), decidió contratar a la compañía japonesa Toyota para que un equipo conformado por los administradores de la compañía implementaran el sistema de producción de Toyota en una planta ubicada en Fremont, California, la cual sería denominada como The New United Motor Manufacturing Inc. (NUMMI), la cual abastecía de vehículos a la costa oeste de los Estados Unidos y que había cerrado sus puertas en 1982.

Para el otoño de 1986, la planta NUMMI ya estaba produciendo vehículos a todo vapor, y se pudo comparar la producción de dicha planta con una planta de producción masiva (GM Framingham) y una de producción esbelta (Toyota Takaoka). En la tabla 1.2 se muestra un resumen comparativo de las producciones de las plantas mencionadas.

Plantas GM en Framingham, Toyota en Takaoka y NUMMI en Fremont 1987			
	GM en Framingham	Toyota en Takaoka	NUMMI en Fremont
Horas de ensamblado por vehículo	31	16	19
Defectos de ensamblado por cada 100 vehículos	135	45	45
Espacio de ensamblado por vehículo (pies cuadrados por vehículo por año)	8.1	4.8	7.0
Tiempo de inventario de partes (promedio)	2 semanas	2 horas	2 días

Tabla 1.2 Resumen comparativo de plantas con producción artesanal en Estados Unidos, producción esbelta en Japón y producción esbelta en Estados Unidos. Fuente: *The Machine that changed the world* (Womack, Jones, 1991).

Con los resultados obtenidos se pudo confirmar que el sistema de producción esbelta (lean construction) había sido todo un éxito y que en comparación con el sistema tradicional de producción en masa el nuevo sistema lograba niveles de eficiencia nunca antes registrados.

LOS 5 ELEMENTOS DE LA PRODUCCIÓN ESBELTA

Con la finalidad de tener una base sólida que soporte el sistema de producción, los autores Womack y Jones han identificado cinco principios clave en el manejo de la producción esbelta (lean production). Estos principios, los cuales están basados en conceptos propios de la cultura japonesa y que al ser implementados en la industria automotriz lograron una mejora excepcional en sus procesos son: la definición del valor, la identificación y la administración integrada de la cadena de valor, el diseño de sistemas de producción que aseguren el flujo de materiales, la introducción de sistemas de producción "pull" y la mejora continua de todas las actividades de la empresa enfocadas a alcanzar la perfección.

1.- La definición del Valor

Una organización de tipo esbelta define el valor mediante la inversión de tiempo y recursos en el entendimiento de la aplicación final del producto proporcionado con el fin de obtener el valor derivado del mismo por el consumidor en términos del producto y del servicio.

El valor, definido desde la perspectiva del consumidor, está entonces alineado dentro de la organización y las actividades que proporcionen valor pueden ser reconocidas como cualquier actividad con la cual el cliente está satisfecho y dispuesto a pagar por ello.

Por consiguiente, el costo, son aquellas actividades las cuales no brindan valor al cliente y por las cuales él está obligado a pagar.

2.- La identificación de la cadena de valor

Una cadena de valor tiene dos formas, la primera consiste en una secuencia interna de actividades que deben de ser combinadas para crear un producto o servicio (la cadena interna de valor), la segunda es la que concierne al negocio, sus clientes y sus proveedores (la cadena de suministros).

La cadena de valor interna, por consiguiente, contiene todos los recursos, personas y procesos que permiten la manufactura de un producto. El valor de la cadena de suministros incluye cada organización que se combine para producir el producto final que se ofrezca al cliente y estas cadenas de valor requieren ser estructuradas y controladas con el fin de optimizar el flujo a lo largo de la totalidad de la cadena.

El segundo principio destaca la importancia de una aproximación holística hacia la compañía y su cadena de valor o cadenas con las cuales opera. Efectivamente estos elementos son característicos de un proceso y de un sistema y esa consideración en el flujo completo abre de cierto modo, muchas oportunidades para al empresa.

3.- El flujo de materiales

Las organizaciones esbeltas están preocupadas principalmente de la creación de flujos de materiales en el sistema con altos niveles de movimiento de inventarios pero sin permitir que los materiales se encuentren en estado ocioso o haciendo colas o sin movimiento en grandes sitios de almacenamiento. Taichi Ohno se encontraba muy interesado en la creación de flujos de materiales y en eliminar en el proceso que él creó, siete clasificaciones de desperdicios que estaban presentes en las plantas de manufactura.

La capacidad para asegurar el flujo de materiales dentro de planta, y el enfoque en el valor, más que en el costo, involucra la eliminación de los "desperdicios".

Los siete desperdicios (*Muda*):

Muda, es el término japonés que significa desperdicio y que abarca el esfuerzo, materiales y tiempo desperdiciados en un proceso. Los siete desperdicios identificados por Ohno son los siguientes:

1.- *Sobreproducción*: La manufactura de productos que se encuentran en cantidades que exceden las demandas del cliente por el producto. El desperdicio de la sobreproducción se asocia con las políticas de ajustar grandes lotes, tiene un impacto negativo en los costos de la compañía.

2.- *Inventarios innecesarios*: Estrechamente asociados con la manufactura de lotes la cual lleva a cabo altos niveles de inventarios.

3.- *Defectos de calidad en la producción*: Un desperdicio bastante obvio que reduce los márgenes de ganancia resulta de la pobre calidad y cualquier compañía que busque incrementar la productividad y el flujo de los materiales se deberá concentrar en incrementar el nivel de desempeño de la calidad alcanzado en todas las partes de la planta.

4.- *Retrasos (esperas)*: Para los materiales que integran el flujo interno de valor, los retrasos deben ser mantenidos en el mínimo. Los grandes lotes no solamente esconden los defectos de calidad sino que también crean retrasos mientras se mantengan filas dentro de la planta durante la ejecución de los procesos.

5.- *Transporte innecesario*: Otro desperdicio, por el cual el cliente no adquiere ningún valor pero por el cual la compañía incurre en costos. Éste consiste en la cantidad de traslados que un material procesado lleva a cabo en su paso por los procesos dentro de la planta.

6.- *Procesos inapropiados*: Desde la perspectiva de la ingeniería, existe un desperdicio asociado con la tecnología, que resulta de utilizar herramientas de muy altas especificaciones para producir bienes que bien podrían ser producidos utilizando herramientas más simples. De esta manera, la utilización de herramientas complicadas para llevar a cabo tareas simples, es considerada como un desperdicio asociado con trabas y una pobre dirección del producto, lo cual incrementa el número de cuellos de botella y colas en la planta.

7.- *Movimientos innecesarios*: Este desperdicio concierne a la ergonomía de la planta y al proceso de manufactura en sí. Se refiere a que la distribución de la planta y el proceso de manufactura estén relacionados para que la distribución de espacio dentro de la planta sea la más óptima y así evitar el desperdicio de tener que trasladar los materiales procesados para su siguiente proceso.

La lógica del flujo desarrollada por Ohno y utilizada por todas las compañías esbeltas es relativamente sencilla de seguir, los materiales deben ser mantenidos en movimiento y sin interrupciones. La eliminación de los desperdicios y la mejora en el flujo del material, requiere, por consiguiente, mejoras en la sensibilidad de la

planta hacia el mercado, permitiendo a la compañía trabajar con base en las demandas actuales en lugar de pronósticos.

4.- Implementación de la producción por Extracción (Pull)

El sistema de producción Pull, es un sistema que se ha desarrollado a partir de las innovaciones de la compañía Toyota, el kanban, método utilizado para mantener un flujo ordenado de materiales. La idea de que el flujo debe ser "jalado" a partir de la demanda es fundamental en la producción esbelta. Pull significa que nada es realizado a menos de que un proceso subsecuente lo requiera. El efecto del sistema Pull es que la producción no está basada en pronósticos, el compromiso se retrasa hasta que la demanda se presente para indicar lo que el cliente realmente quiere.

El punto opuesto del sistema Pull, es el sistema Push y la tradicional producción por lotes en los procesos primarios en la planta y "empujarlos" desde los procesos iniciales hacia los procesos finales y finalmente el sistema de distribución. Bajo el sistema "Push", los materiales son apresurados con la finalidad de llegar a la fecha adecuada en la que los productos son enviados al cliente esperado. El sistema kanban, por consiguiente, permite a los almacenadores intermediarios ser utilizados como puntos en los cuales exista una completa disponibilidad de los materiales requeridos para el siguiente proceso. Estas posiciones son administradas deliberadamente y mantenidas al mínimo necesario para satisfacer la demanda para el producto.

El uso del sistema Pull, permite que los plazos de espera sean reducidos y mejora el flujo de los materiales a lo largo de toda la organización. La aplicación del sistema Pull en una escala del flujo de suministro significa que el flujo de materiales, a través de la población de proveedores, puede ser utilizado para incrementar la sincronización de los productos de fabricación "a la orden" en lugar de tratar de "adivinar" mediante pronósticos, los cuales son por naturaleza inexactos e inflados.

5.- La búsqueda de la perfección

La búsqueda de la perfección toma muchas formas y está en función de los empleados. El sistema esbelto va más allá del esquema de sugerencias e incluye una mejora continua de por vida por cada trabajador, por cada administrador y por cada proveedor de quien la planta depende. Dentro de este contexto de mejora en el flujo de ideas, seguro en el conocimiento de que la gente no se volverá superflua como resultado de una mejora brindada, cada una de las diferentes clases de entradas en la compañía manufacturera es capaz de mejorar el flujo de materiales, pero, solamente se puede realizar cuando existe la

colaboración y la confianza a lo largo de toda la planta y un estilo de administración participativo.

Las compañías esbeltas, por consiguiente, desarrollan los mecanismos requeridos para promover y capturar innovaciones a lo largo de toda la planta e implementarlas de una forma rápida para mejorar el flujo de materiales en su totalidad. Uno de los caminos para alcanzar éste ideal es a través del kaizen, un sistema enfocado en la mano de obra y que busca la mejora continua a través de círculos de calidad.

Para beneficiarse de estas innovaciones, las compañías esbeltas invierten en entrenamientos muy difundidos, especialmente en los procesos de administración de los recursos para que de esta manera aseguren la calidad de las sugerencias de mejoras para el proceso.

1.3 LA PRODUCCIÓN ESBELTA EN LA CONSTRUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción, con todas las características que posee en las diversas partes que la componen, se ha mantenido durante mucho tiempo, con los mismos sistemas y métodos para llevar a cabo los procesos en los proyectos. A pesar de esto, poco a poco se han ido implementando algunos conceptos propios de la manufactura con la finalidad de estandarizar un poco los procesos y los materiales (prefabricación de materiales y estructuras, construcción modulada) para la industria de la construcción.

Así también un grupo de gente interesada en la búsqueda de una mejora para la industria de la construcción, se ha tomado la tarea de adoptar los principios de la filosofía esbelta (lean production) para adaptarlos a la industria de la construcción. Este proceso de adopción de la filosofía esbelta en la industria de la construcción, ha dado lugar a una nueva corriente filosófica denominada construcción esbelta (lean construction).

El sistema de producción esbelto ha causado una revolución en la industria de la manufactura, tanto en las etapas de diseño, suministros y ensamble. La aplicación de este sistema de producción en la construcción cambiará la forma de realizar el trabajo mediante la búsqueda de los principios de la producción esbelta, tales como, la maximización del valor y la eliminación de los desperdicios, así como la aplicación de herramientas específicas para alcanzar las metas propuestas.

¿QUÉ TIPO DE PRODUCCIÓN ES LA CONSTRUCCIÓN?

La aplicación de cualquier sistema de producción hacia una industria en específico, requiere de la identificación de las características de la industria o de los procesos que se quieren modificar. Podríamos partir de la creencia de que la construcción es fundamentalmente un tipo de producción diferente a las demás y esto lo afirmamos de acuerdo a los siguientes aspectos.

La construcción cubre un amplio espectro de proyectos que van desde los más sencillos, seguros y de bajo costo, hasta proyectos de lo mas complejo, con un enorme grado de incertidumbre y costos millonarios. Sin embargo, para poder clasificar a la industria de la construcción, existen cuatro características que la diferencian de las demás: posee proyectos de naturaleza "única", la producción se realiza en el sitio, posee multiorganizaciones temporales y la intervención regulatoria. . Sin embargo, algunos otros tipos de producción poseen una o varias de estas características (Koskela, 1992)

Productos de naturaleza "única"

La naturaleza única de cada edificio o instalación es originada por las diferentes necesidades o prioridades del cliente, de acuerdo a los diferentes sitios, ambientes y las diferentes ópticas de los diseñadores para brindar las mejores soluciones de diseño. Esta naturaleza única, la cual varía de continuamente, usualmente abarca la forma general del edificio o instalación. Las materias primas y las habilidades necesarias son generalmente las mismas o similares. Desde el punto de vista de contratistas y de oficinas de diseño, existe continuidad y repetición: los proyectos y las tareas similares se repiten. De esta manera se puede recalcar que los problemas asociados con la naturaleza única de los proyectos, afecta solamente ciertos procesos de los proyectos.

Usualmente hay mucha influencia en el proceso de diseño por parte del cliente, quien frecuentemente es un participante de una sola ocasión en el proceso y por consiguiente no tiene el beneficio de aprender de ciclos de proyectos anteriores.

Problemas de control de procesos y mejora

Existen algunos problemas mayores en el control de procesos relacionados con la naturaleza única de la producción.

No son posibles los ciclos de retroalimentación ya que el producto es costoso: el prototipo que sería depurado y desarrollado en la manufactura, es el producto final en la construcción.

El problema general en la producción de edificios de naturaleza única radica en que la configuración de los flujos debe de ser diseñada específicamente para ese

proyecto. Existen actividades en el flujo que son difíciles de controlar debido a la innovación. En las actividades de naturaleza única, calcular las metas respectivas y las limitaciones es una actividad propensa a errores y a consumir tiempo; los beneficios del aprendizaje y la mejora continua no se encuentran a la mano. Así también, la coordinación del proyecto es estorbada por la incierta duración y las características desconocidas de las actividades de naturaleza única.

Desde el punto de vista de la mejora de proceso, la medición es una preocupación: los proyectos de naturaleza única no son vistos como comparables entre sí, por lo que el incremento en el progreso entre un proyecto y otro es difícil de percibir.

Para resumir, los siguientes principios para el diseño de flujo y mejora son complicados de realizar:

- Reducción de variabilidad.
- Mejora continua.
- Mejora en la transparencia.
- Compresión del ciclo de aprendizaje.

A continuación se presentan algunas soluciones para procurar la implementación de estos principios.

Soluciones

El primer y más básico aspecto en la construcción de proyectos de naturaleza única es eliminar aquellas soluciones únicas en un proyecto que no sean absolutamente necesarias debido al cliente o la idiosincrasia del sitio o bien expresiones artísticas del diseñador. De esta manera, los flujos estándar de trabajo ya probados y sus componentes asociados. Sistemas cerrados o abiertos de edificación industrializada proveen también soluciones que pueden ser consideradas. Recientemente, algunas compañías constructoras han comenzado a ofrecer edificios conceptuales, los cuales son soluciones prediseñadas que pueden ser adaptadas a diferentes necesidades.

La falta de repetición y por consiguiente, la retroalimentación pueden ser remediadas mediante la creación de ciclos artificiales de retroalimentación: la simulación en varias de sus formas, modelos físicos de aprendizaje provenientes de proyectos anteriores que tengan similitud.

La administración de los requerimientos del cliente es también otra necesidad. La investigación sistemática de los requerimientos del cliente así como el involucramiento del cliente en el diseño conceptual producen en consecuencia una lista de requerimientos, la cual facilita el progreso de las fases subsecuentes.

Con respecto a las actividades en sitio, los problemas relacionados con las tareas de naturaleza única pueden ser remediados con documentos de alta calidad e instrucciones precisas. Las actividades con un alto costo o extensa duración

justifican la utilización de métodos cuidadosos de estudio y mejora. La planeación continua previene el tiempo sin valor agregado en el sitio.

Producción en el sitio

La producción de la construcción es tradicionalmente llevada a cabo en el sitio final del producto construido, frecuentemente en el interior del propio edificio.

Problemas de control de procesos y mejora

Existen cuatro procesos mayores de control y mejora con respecto a la Producción en sitio.

- Problemas de variabilidad: Generalmente existe poca protección contra los elementos o la intrusión, propiciando operaciones que representan interrupciones. Las instalaciones de seguridad no pueden ser utilizadas permanentemente en el sitio. Los materiales y la mano de obra local frecuentemente tienen que ser utilizados añadiendo una potencial incertidumbre. Otras áreas de incertidumbre incluyen la geología del sitio y otros factores ambientales.
- Problemas de complejidad: El flujo de espacio de los equipos de trabajo tiene que ser coordinado.
- Problemas de transparencia: El ambiente de trabajo está constantemente evolucionando, haciendo que la disposición para la planeación sea laboriosa. Debido al ambiente evolutivo, los controles visuales son difíciles de implementar.
- Problema de referencia: La producción en sitio es por naturaleza una producción descentralizada, con sus consecuentes problemas de transferencia de mejoramiento.

Soluciones

La solución más básica para aliviar los problemas relacionados con el sitio consiste en configurar el flujo de materiales de tal manera que un número mínimo de actividades son llevadas a cabo en el sitio. El motivo de la prefabricación, la modulación y el preensamblado está fundamentado en este principio.

La producción en el sitio fija altas demandas en planeación debido a su incertidumbre, cambios en el ambiente de trabajo y numerosas necesidades de coordinación. La planeación del material y el flujo de trabajo es tiempo consumido y en la práctica es ejecutado pobremente. Las investigaciones han demostrado que una planeación más meticulosa de lo normal es beneficiosa. La dificultad de coordinar espacialmente el flujo de trabajo puede ser aliviada

mediante el establecimiento de grupos multifuncionales de trabajo, los cuales se pueden coordinar mediante el ajuste mutuo.

La técnica de Justo a Tiempo en lotes pequeños puede ser benéfica para reducir la variabilidad e incluir mejoramiento en el sitio. De hecho, existen algunos métodos de planeación de trabajo en Japón que se enfocan a esto.

Multiorganización temporal

La organización de un proyecto de construcción es usualmente una organización temporal diseñada y conformada para el propósito del proyecto en particular. Está formado por diferentes grupos de trabajadores que pueden o no, formar parte de una misma compañía e incluso no haber trabajado juntos con anterioridad.

Sin embargo, estas características no son frecuentemente causadas por condiciones objetivas, sino por políticas administrativas enfocadas hacia una ejecución secuencial y la subcontratación de algunas partes del proyecto a un aparente menor costo.

Problemas de control de procesos y mejora

Los problemas de control de procesos y mejora están relacionados con los principios concernientes a la mejora continua, variabilidad y procesos completos como el centro del control. En la práctica hay problemas de tipo:

- Comunicación, conocimiento y soluciones de diseño a través de diferentes frentes organizacionales.
- Mejoramiento estimulante y acumulativo en los procesos el cual atraviesa diferentes frentes organizacionales.
- Obtención de metas congruentes con la organización del proyecto.
- Mejoramiento estimulante y acumulativo dentro de la organización con una fuerza de trabajo transitoria.

Soluciones

El problema básico de la comunicación, el conocimiento y las soluciones de diseño dentro de los diferentes frentes organizacionales puede ser orientado mediante.

- Procurar una red de organizaciones con relaciones a largo plazo.
- Formación de equipos durante el proyecto.
- Una definición clara de los roles de cada participante así como las interfases.
- Desprenderse de los paquetes de trabajo.

Se pueden llevar a cabo mejoras a lo largo de la organización convencional mediante el establecimiento de relaciones de sociedad a largo plazo entre.

- Contratista y subcontratista.
- Propietario y la firma de ingeniería.
- La firma de ingeniería y el proveedor.

Intervención de las autoridades regulatorias

El diseño final así como algunas fases del proyecto de construcción está sujeto a la supervisión y aprobación de las autoridades regulatorias, mediante el otorgamiento de licencias y permisos, así como la debida ejecución de algunos aspectos que considere importantes.

Problemas de control de procesos y mejora

La intervención de la autoridad produce incertidumbre y limitaciones al proceso. Obtener la aprobación para una solución de diseño es frecuentemente impredecible. La supervisión por parte de las autoridades durante el proceso constructivo puede ocasionar retrasos. Los códigos y reglamentos pueden representar barreras para la innovación, si exigen de manera estricta una tramitación más que una ejecución.

Soluciones

Las actividades de inspección deben de ser incluidas como parte del flujo de procesos de producción, sujeto a mejora mediante la aplicación de los once principios. El proceso de aprobación puede ser usualmente simplificado y agilizado. La supervisión por parte de la autoridad puede ser sustituida por una auto-supervisión por parte de la firma constructora, previniendo que ésta tenga necesariamente un sistema de control de calidad. Los reglamentos de construcción pueden ser modificados para que estén basados en el desempeño más que los trámites. (Koskela, 1992).

Aparentemente la construcción no posee una única y definitiva característica, Ballard y Howell sugieren que los productos de la construcción poseen dos características las cuales juntas los definen como únicos: Pertenecen a la categoría de "manufactura en posición fija", y están "arraigados al lugar". (Ballard and Howell, 98).

Manufactura en posición fija

Los productos de manufactura en posición fija son totalmente ensamblados por partes. En el proceso de ensamblado, las partes llegan a ser demasiado grandes para moverlas a través de estaciones de ensamblado, por lo que las estaciones son las que se mueven a través del conjunto en general, adhiriendo piezas mientras se van desplazando. Algún grado de producción en sitio es, aún en lo más mínimo, un aspecto necesario en la construcción.

La construcción en un lugar fijo es una combinación de fabricación y ensamble. Las iniciativas de industrialización se avocan por simplificar la construcción en el sitio como un lugar de ensamble y prueba con la finalidad de cambiar la mayor cantidad de trabajo posible hacia condiciones de almacén o taller en donde puedan ser realizadas con mayor eficiencia.

Entendiendo que la construcción es esencialmente una producción en sitio, el ensamble final siempre será llevado a cabo en el lugar, a pesar de que la cantidad de trabajo varíe con la etapa de ejecución y la instalación que esté siendo ensamblada.

Arraigo al lugar

El arraigo al lugar se relaciona con la incertidumbre y la diferenciación. Por ejemplo, las condiciones del suelo pueden variar ampliamente de lugar en lugar y frecuentemente son difíciles de determinar con precisión a la hora de llevar a cabo un proyecto. Las fuerzas ocasionadas por el viento o por las condiciones sísmicas difieren de lugar en lugar. El entorno físico, tanto natural como artificial, también cambia de lugar en lugar. Así también las diferentes localidades poseen leyes que se aplican para cada sitio en particular así como la interpretación que se pueda dar a las mismas.

Debido a que la construcción están arraigados al lugar, la relación con los clientes es diferente en comparación con cualquier otro tipo de producción, debido a que el cliente frecuentemente participa en algunas etapas del proyecto, como en el diseño, o bien, realiza recorridos en el sitio de la construcción mientras ésta es llevada a cabo.

Una vez que se han conocido las características que identifican a la producción de la construcción, podemos darnos cuenta de que aunque tiene algunos aspectos que si están relacionados con otras formas de producción, la influencia que tienen el tipo de producto y las características del sitio en donde se realiza el proyecto, juegan un papel muy importante, sin embargo, no hay que olvidar que el factor humano también juega un papel preponderante para poder llevar a cabo la producción de la construcción debido a la multiorganización que se presenta en los proyectos así como las políticas administrativas que la propician. (Ballard and Howell, 1998).

1.4 CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS (LEAN CONSTRUCTION)

La industria de la construcción ha rechazado muchas ideas provenientes de la manufactura debido a la creencia de que la construcción es diferente. La manufactura realiza partes que pertenecen a los proyectos, pero el diseño y la construcción de proyectos únicos y complejos en ambientes de alta incertidumbre y bajo una gran presión de tiempo y programación se perciben como algo fundamentalmente diferente que hacer latas y envases de metal.

Ciertamente la meta de entregar un proyecto conociendo los requerimientos específicos del cliente en el tiempo exacto suena como el objetivo de cualquier proyecto, y la evidencia de desperdicios en los proyectos suele ser arrolladora. Los desperdicios en la construcción y la manufactura surgen del pensamiento centrado hacia las actividades.

Administrar la construcción desde el punto de la perspectiva "sin pérdidas" suele ser diferente con respecto a las prácticas contemporáneas ya que ésta se centra en lo siguiente:

- Tiene unos objetivos claros y específicos para el proceso de entrega
- Está orientado hacia la maximización del desempeño para el consumidor a nivel del proyecto.
- Se diseñan productos y procesos concurrentemente.
- Aplica control de producto durante la vida del proyecto.

En contraste, la forma actual de administración de la construcción se deriva de la atención centrada en las actividades, misma que se utiliza en la producción en masa y la administración de proyectos. La producción es administrada mediante un desglose del proyecto en piezas, las cuales se ordenan en una secuencia lógica estimando el tiempo y los recursos necesarios para su ejecución y la del proyecto en su totalidad. El control se concibe como un monitoreo constante de cada actividad comparándola con su costo y tiempo programados. Una vez comparada, se preparan los reportes de desempeño. Si las actividades y las secuencias fallan a través de la ruta crítica, entonces, se realizan esfuerzos para reducir el costo y la duración de la actividad causante de dicha falla. Si aún así no se logra resolver el problema, entonces será necesario asumir un costo debido a los cambios que surjan en el programa.

El enfoque en las actividades disimula el desperdicio generado entre las actividades continuas mediante la descarga impredecible de trabajo y la llegada de los recursos necesarios. En resumen, las formas de producción y administración de proyectos se centran más bien en las actividades e ignoran el flujo y el valor como aspectos del proceso de producción.

El manejo del efecto de la dependencia y la variación es uno de los intereses principales en la producción esbelta. La administración de la interacción entre las actividades, los efectos combinados de dependencia y variación, son esenciales

si lo que queremos es entregar los proyectos en el menor tiempo posible. Minimizar el efecto combinado de la dependencia y la variación a llegado a ser un aspecto central para la planeación y el control cuando la duración del proyecto se ve reducida y por consiguiente la complejidad entendida como el número de actividades que interactúan se incrementa. Por consiguiente surge la necesidad de incrementar la confiabilidad en los proyectos, por lo que se requiere de nuevas formas de planeación y control.

La primera meta para la construcción sin pérdidas que debe ser entendida fundamentalmente es la "física" de la producción, los efectos de dependencia y variación a lo largo de las cadenas de suministro y ensamble. Estos aspectos físicos generalmente son ignorados en la práctica, la cual tiende a enfocarse hacia el trabajo en equipo, la comunicación y los contratos comerciales. Estos problemas son los que encabezan la lista de los aspectos que competen a los practicantes de la administración debido a que, de hecho ellos no pueden ver el origen de sus problemas, lo cual no se debe a que no posean capacidad para hacerlo, sino que existe una carencia en los conceptos y fundamentos que les permitan entender el problema en los términos "físicos" de la producción.

La óptica de la construcción sin pérdidas es diferente ya que ésta se enfoca al problema en términos "físicos" de la producción. En la construcción sin pérdidas como en la manufactura, la planeación y el control son las dos caras de la moneda que se mantienen en constante movimiento durante un proyecto.

La planeación: definir criterios para el éxito y la producción de estrategias para alcanzar objetivos.

El control: originar eventos para llevar a cabo un plan y motivar el aprendizaje y la replaneación.

La construcción sin pérdidas se basa en la ideología de la administración de la producción. Ésta se pregunta la manera de cómo un trabajo es planeado y administrado. Busca la manera de saber si el sistema se encuentra bajo control, la ubicación de los inventarios y el grado con el cual el proceso de construcción y diseño soportan por si mismos el valor hacia el cliente.

La construcción se diferencia de la manufactura en la manera con la cual el trabajo es repartido a los trabajadores. En la manufactura el trabajo es asignado y se mueve en una línea que está basada en el diseño de la planta. Sin embargo en la construcción el trabajo es asignado mediante un proceso administrativo planeado. En este sentido, la construcción es manejada y una mejora en el sistema de planeación y cuantificación puede ser la clave para mejorar la confiabilidad en el flujo de trabajo.

Sin embargo, el sistema de planeación, aunque sea el primer objetivo de la mejora, otros sistemas tales como el diseño, la procuración y la logística deben también de ser considerados para su mejoramiento (Howell, 1999).

CAPÍTULO II: PRINCIPIOS Y HERRAMIENTAS DE LA FILOSOFÍA DE LA CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS

INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de la filosofía de la Construcción sin Pérdidas se han tomado los mejores aspectos de las diferentes prácticas de mejora que se utilizan en la industria de la manufactura, esto con la finalidad de crear una filosofía que tenga la flexibilidad para ser implementada en los procesos constructivos que a diferencia de los procesos de manufactura los cuales son repetitivos y enfocados a un mismo producto, poseen la característica de que cada proyecto es diferente a los demás, aún cuando se pueda llevar a cabo un mismo modelo, existen algunos aspectos como pueden ser el sitio y la ubicación los cuales influyen de manera importante en la concepción y el desarrollo del mismo.

2.1 JUSTO A TIEMPO (JUST IN TIME)

Las definiciones de Justo a Tiempo, son tan variadas como las compañías que afirman utilizarlo. En muchas ocasiones es concebido como un programa de reducción de inventarios, un programa de integración para empleados, o una manera de presionar a los proveedores externos. Sin embargo, el sistema de Justo a Tiempo es más que un simple programa, es una filosofía la cual tiene como objetivo la eliminación de las "pérdidas" o desechos. Esta filosofía es aplicable a todo tipo de industrias, tales como, los bancos, hospitales, servicios y manufactura.

En el ambiente de la manufactura, las pérdidas pueden aparecer de muchas maneras, incluyendo partes defectuosas, exceso de inventario, manejo de material innecesario, arreglos, y cambios de turno, por mencionar algunos. Aún cuando la filosofía de Justo a Tiempo ha comprobado su ser útil en prácticamente todos los tipos de ambientes de manufactura, algunos tipos de manufactura ofrecen mejores oportunidades que otros (Duncan, 1998)

La filosofía de Justo a Tiempo está conformada por ocho componentes que deben seguirse para poder implementar un programa de mejora. Dichos elementos son:

- Organización del programa
- Calidad
- Producción Simplificada, Sincrónica
- Flujo Orientado al Proceso
- Tecnología Avanzada de Procuración
- Métodos de diseño mejorados
- Funciones de Soporte reforzadas
- Implicación de Empleados

Organización

Es precisamente el primer paso para la implementación de Justo a Tiempo el cual consiste en crear un plan que involucre los otros siete componentes en un conjunto donde cada uno de ellos representará una faceta de la "esmeralda" de Justo a Tiempo, tal y como se muestra en la figura 2.1

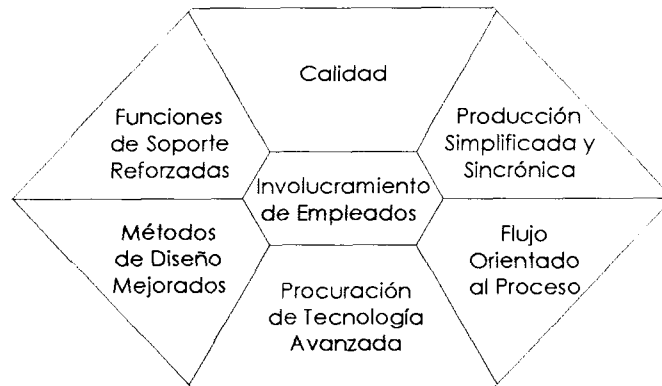


Figura 2.1 - Los pasos de Justo a Tiempo

Calidad

La filosofía de Justo a Tiempo se apoya lo mayormente posible en el programa de Control de Calidad Total. Este programa busca continuamente eliminar defectos, primero mediante la identificación y remoción de los efectos existentes, y finalmente, mediante la prevención de los defectos antes de que éstos ocurran.

La definición de calidad debe de girar alrededor de la percepción de calidad del "consumidor". Como "consumidor" se pueden entender todas las operaciones internas y sus secuencias hasta llegar al consumidor final del producto.

Producción Simplificada y Sincrónica (SSP)

La Producción Simplificada y Sincrónica es un programa mediante el cual se convierten las actividades individuales en aspectos de un flujo continuo que es sincronizado hacia la demanda del producto final.

Con la utilización del SSP, las tasas de producción son alcanzadas lo más pronto posible conforme a las ventas del producto final.

Flujo de Proceso Orientado

El objetivo del Flujo de Proceso Orientado es convertir los esquemas de funcionamiento orientado en una serie de procesos. Los esquemas son basados en las familias de producción o de productos. Las familias de productos son definidas como grupos de partes que utilizan los mismos recursos (equipo o materia prima) en su producción. El Flujo de Proceso Orientado reduce distancias, requerimientos de espacio, manejo de material, instalaciones de almacenaje y tiempos de traslados.

El sistema "Pull" es un medio para priorizar y controlar el proceso de producción. En este sistema, no se desarrolla ningún tipo de producción hasta que no sea autorizada mediante una señal tipo "Pull" (frecuentemente referida como Kanban) por parte de una actividad subsiguiente. Las señales de tipo "Pull" pueden ser de muchas formas, tales como, contenedores coloreados, cartas, pelotas de golf, o cuadros vacíos pintados en el piso. La incorporación de las señales tipo "Pull" han permitido reducir dramáticamente el trabajo en las áreas de inventario de las empresas.

Tecnología Avanzada de Procuración

En el área de procuración, la nueva tecnología involucra el entendimiento de que el proveedor es una extensión de la propia compañía. Ya que los proveedores afectan los costos de los productos, los niveles de servicio al consumidor, niveles de calidad y ultimadamente la confiabilidad. Por lo mismo, será un objetivo a largo plazo para la compañía el hecho de tratar únicamente con proveedores del tipo Justo a Tiempo, ya que de esta manera se eliminan los desechos de una mala distribución de materia prima.

Métodos de Diseño de Ingeniería Mejorados

La aplicación de la filosofía Justo a Tiempo en la Mejora de los Métodos de Diseño de Ingeniería

Las técnicas de Justo a Tiempo pueden ser aplicadas a los procesos de diseño de ingeniería para eliminar las actividades que no agregan valor en el flujo del proceso de diseño e incorporar manufacturabilidad y calidad al proceso de diseño.

Cuando Justo a Tiempo es aplicada al producto del diseño de la ingeniería, programas tales como Involucramiento de la Manufactura Temprana (EMI), Análisis del Valor (VA) y Revisión del Producto vigente (CPR) pueden ser utilizados para minimizar el costo a la vez que se retiene valor, calidad y manufacturabilidad en los diseños de productos.

Funciones de Soporte Reforzadas

La utilización de las técnicas de Justo a Tiempo para la eliminación de "desechos", tales como el análisis del valor agregado pueden ayudar a eliminar los "desechos" en prácticamente cualquier área de soporte. Además otras potenciales mejoras existen en muchas de las áreas incluyendo: Planeación de Producción, Control de Producción e Inventario, Contabilidad de Costos, Reportes de Producción.

Implicación de Empleados

La implicación por parte de los Empleados requiere que los grupos solucionadores de problemas sean establecidos, acompañados por un comité guía que los ayude a enfocar sus esfuerzos. Los grupos de trabajo son entrenados en técnicas efectivas para la solución de problemas, análisis de costo-beneficio, y trabajar efectivamente como un grupo.

2.2 ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (TOTAL QUALITY MANAGEMENT)

La Administración de la Calidad Total es una filosofía que supone el compromiso a largo plazo de una organización con la mejora continua de la calidad a fin de cumplir y rebasar las expectativas de los clientes. Esta filosofía, que debe ser impulsada por la alta dirección, es considerada un modo de vida organizacional y está basada en dos principios fundamentales (Sashkin, 1993):

- Satisfacer las necesidades del cliente.
- Procurar una Mejora Continua en los Procesos de Producción.

Para la implementación de la calidad total se requiere de un cuidadoso análisis de las necesidades de los clientes, una evaluación del grado en que esas necesidades son satisfechas y un plan para llenar el posible vacío entre la situación imperante y la deseable. Indispensable es la participación en el proceso de los proveedores así como de la administración de alto nivel, ya que son los administradores lo que deben aportar la visión, reforzar los valores que promueven la calidad, fijar metas y desplegar los recursos necesarios para la aplicación del programa de calidad.

Existen seis conceptos básicos que debe de tener en cuenta cualquier organización que busque la calidad como una cualidad de sus procesos. (Hakes, 1991)

1. El Cliente (externo e interno).
2. Mejoramiento Continuo.
3. Control de los Procesos de Negocios.

4. Flujo creciente de Administración Preventiva.
5. Continuidad en las Acciones Preventivas.
6. Liderazgo y Trabajo en Equipo.

La capacitación y el desarrollo son muy importantes para el dominio de habilidades y para el aprendizaje sobre el uso de instrumentos y técnicas como el control estadístico de la calidad (las siete herramientas de la calidad) las cuales son: los diagramas de Pareto, diagramas causa-efecto, histogramas, gráficos de control, diagramas de dispersión, gráficas y hojas de verificación).

Como parte de la participación del empleado, es importante el reconocimiento de los individuos en la promoción e instrumentación de cambios, así como el trabajo en equipo que toma un papel muy importante para lograr eficacia y eficiencia en las operaciones.

De igual manera mantener una supervisión permanente mediante la recolección, evaluación y retroalimentación de datos y de la continua aplicación de programas de mejora brinda una continuidad al proceso de la calidad.

Demming formuló una teoría de administración centrada en la mejora del sistema, la reducción de la variación para conocer las necesidades del cliente, y el manejo humano e inteligente de la gente. Los catorce puntos de Demming son elementos de su teoría de administración, la cual promueve a la administración que asuma un papel de liderazgo y sea la responsable de situarla en el lugar de trabajo. (Sashkin, 1993)

1. Crear constancia del propósito de mejorar los productos y servicios.
2. Adoptar la nueva filosofía.
3. Cesar la dependencia en la producción en masa.
4. Terminar la práctica de adjudicar negocios basándose solamente en el precio.
5. Mejorar constantemente y por siempre el sistema de producción y servicio.
6. Instituir entrenamiento.
7. Instituir liderazgo.
8. Eliminar los miedos, promover la confianza.
9. Acabar con las barreras entre las distintas áreas.
10. Eliminar lemas, exhortaciones y objetivos a la fuerza de trabajo.
11. Eliminar cuotas numéricas.
12. Remover barreras que limiten el enorgullecimiento de la fuerza laboral.
13. Instituir un vigoroso programa de educación y mejora.
14. Llevar a cabo acciones para completar la transformación.

En la figura 2.2 se muestran los conceptos que implican la administración de la calidad total en una empresa, mediante el concepto de la "casa de la calidad".

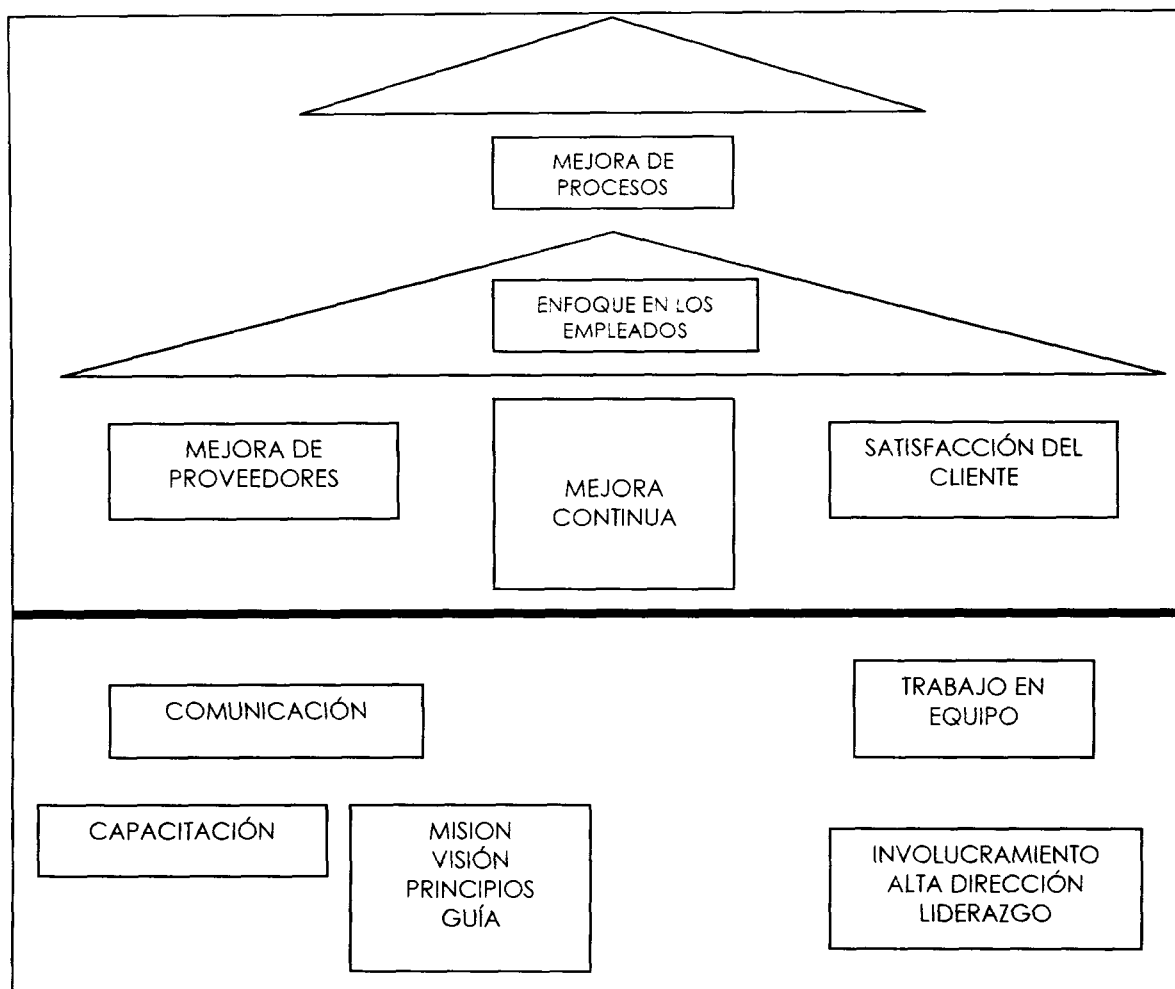


Figura 2.2 - La Calidad Total (García R. 2000)

2.3 COMPETICIÓN BASADA EN EL TIEMPO (TIME BASED COMPETITION)

La Competición Basada en el Tiempo es la extensión de los principios de Justo a Tiempo dentro de cada faceta del ciclo de entrega de valor, desde la investigación y desarrollo hasta la mercadotecnia y distribución.

Dentro del ambiente de la Competición Basada en el Tiempo, la administración desea comprimir el tiempo en todas las partes del proceso de manufactura. Esta compresión es alcanzada primordialmente mediante la reducción de tiempos de organización, la producción en lotes pequeños, y el trabajo en conjunto con los proveedores.

Los objetivos de la Competición Basada en el Tiempo son:

- Eliminar todo el tiempo-desperdicio en la producción de un producto o la entrega de un servicio.
- Eliminar tiempo ocioso o muerto donde quiera que exista.
- Ejecutar el trabajo en pequeños lotes.
- Maximizar el tiempo de valor agregado. (Blackburn, 1991)

Sin embargo, para lograr lo anterior, las organizaciones deben adoptar las siguientes estrategias:

- Definición de la utilización y consumo del tiempo como el parámetro estratégico crítico de la administración, es decir, medir los resultados y la productividad en unidades de tiempo.
- Utilizar los tiempos de respuesta como una herramienta para permanecer en contacto con sus clientes, creando así una dependencia de los mismo hacia la organización.
- Dirigir sus esfuerzos a los clientes más atractivos y dejar a sus competidores los clientes menos atractivos.
- Ser líderes en la introducción de innovaciones en el mercado que se traducen en ventajas competitivas. (Stalk, 1990)

2.4 INGENIERÍA CONCURRENTE (CONCURRENT ENGINEERING)

La Ingeniería Concurrente puede definirse como un proceso integrado del desarrollo de un nuevo producto al lograr que los departamentos participantes que toman decisiones en las fases iniciales del proyecto (marketing e ingeniería de producto) tengan en cuenta los requerimientos de áreas que intervienen habitualmente más tarde en el proyecto, tanto internas (producción, calidad, etc.) como externas (diseñadores, proveedores, etc.).

Una característica operacional clave del desarrollo de un producto en Ingeniería Concurrente es su lato grado de actividades ejecutadas de modo concurrente o paralelo; actividades del proceso de desarrollo del producto se ejecutan de modo simultáneo con actividades del diseño del proceso productivo, una práctica conocida como *ingeniería simultánea* o concurrente.

Esta integración se logra mediante la implantación de *equipos de producto multifuncionales* que incluyen representantes de departamentos internos (planificación de producto, ingeniería de producto, producción, etc.) y de empresas externas (proveedores de componentes y equipos de producción, diseñadote industriales, etc.), así como el uso de sistemas informáticos de CAD para compartir información durante el avance del proyecto. (Barba, 2000)

La Ingeniería Concurrente resulta en una reducción del *time to market* (tiempo de lanzamiento al mercado) el plazo de desarrollo del nuevo producto, es decir permite una gestión mejor del factor tiempo en el proyecto de desarrollo lo que resulta en una ventaja competitiva.

Los mayores beneficios se obtendrán si la empresa es capaz de introducir *nuevos productos* antes de que sus competidores lancen sus innovaciones propias. El mercado pide continuamente múltiples variantes de los productos que incorporen los últimos *avances tecnológicos*. Eso se traduce en ciclos de vida del producto cada vez más cortos, con cambios del diseño frecuentes; de ahí la necesidad de reducir los plazos de desarrollo de los nuevos productos mediante la Ingeniería Concurrente.

Las principales ventajas de la Ingeniería Concurrente son:

- Mayor velocidad del proyecto.
- Más flexibilidad.
- Adopción de nuevas perspectivas estratégicas.
- Mayor sensibilidad a los cambios en el mercado.
- Orientación a resolver problemas en grupo.
- Desarrollo de habilidades diversificadas.
- Mejor comunicación interna.

La Ingeniería Concurrente también reduce los costos totales del proyecto al reducir el número de modificaciones en las fases avanzadas del proyecto, que suelen ser mucho más caras.

Pero el éxito de los equipos de Ingeniería Concurrente se basa, no solo en trabajar en equipo y en utilizar sistemas de CAD, sino en utilizar también las mejores metodologías de gestión disponibles para gestionar la innovación de productos tales como:

- El diseño para fabricación y montaje (DFMA) para facilitar la fabricación del producto.
- El análisis modal de fallos y de sus efectos (AMFF) para prevenir los fallos del producto y los fallos de etapas del proceso productivo.
- El diseño estadístico de experimentos, en particular el concepto de diseño robusto del Dr. G. Taguchi con objeto de optimizar el diseño de productos de modo que sus características de calidad sean insensibles a variaciones en factores que pudieran afectar sus prestaciones.
- El despliegue funcional de la calidad (QFD) para asegurarnos de que las características técnicas del producto respondan a lo que los clientes realmente desean.

2.5 REINGENIERÍA (RE-ENGINEERING)

El concepto de Reingeniería es un concepto que busca comenzar de nuevo, arrancar desde cero, reinventar. Su esencia está en la idea del *pensamiento discontinuo*: la identificación y el abandono de reglas anticuadas y de supuestos fundamentales que sustentan las operaciones comerciales corrientes.

Pero, ¿Cómo surgió el concepto de reingeniería? Surgió durante la década de los 80's en Estados Unidos, como resultado de la ineficacia de los sistemas administrativos tradicionales cuyos fundamentos se basaban en las teorías de Adam Smith y que con el paso del tiempo aunque fueron adaptándose a los cambios, llegó un momento en el que el sistema se volvió ineficaz e inoperante.

Ahora bien, la definición formal de Reingeniería es: "La revisión *fundamental* y el rediseño *radical* de *procesos* para alcanzar mejoras *espectaculares* en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez". Esta definición contiene cuatro palabras fundamentales. (Hammer, 1993)

Fundamental

Al emprender la reingeniería el individuo debe hacerse las preguntas más básicas sobre su compañía y sobre cómo funciona. ¿Por qué hacemos lo que estamos haciendo? ¿Y por qué lo hacemos en esa forma? La Reingeniería determina primero *qué* debe hacer una compañía; luego, *cómo* debe hacerlo. No da nada por sentado. Se olvida por completo de lo que *es* y se concentra en lo que *debe ser*.

Radical

Rediseñar radicalmente significa llegar hasta la raíz de las cosas: no efectuar cambios superficiales ni tratar de arreglar lo que ya está instalado sino abandonar lo viejo. Rediseñar es *reinventar* el negocio, no mejorarlo o modificarlo.

Espectacular

La reingeniería no es cuestión de hacer mejoras marginales o incrementales sino de dar saltos gigantescos en rendimiento. Se debe apelar a la reingeniería únicamente cuando exista necesidad de volar todo.

Procesos

Aunque es la más importante de las cuatro, también es la que les da más trabajo a los gerentes corporativos.

Definimos un proceso de negocios como un conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente. La entrega de dichos bienes en las manos del cliente es el valor que el proceso crea.

A su vez, la Reingeniería está enfocada en el mejoramiento de todas las dimensiones de una organización de servicio, tal y como se muestra en la figura 2.3

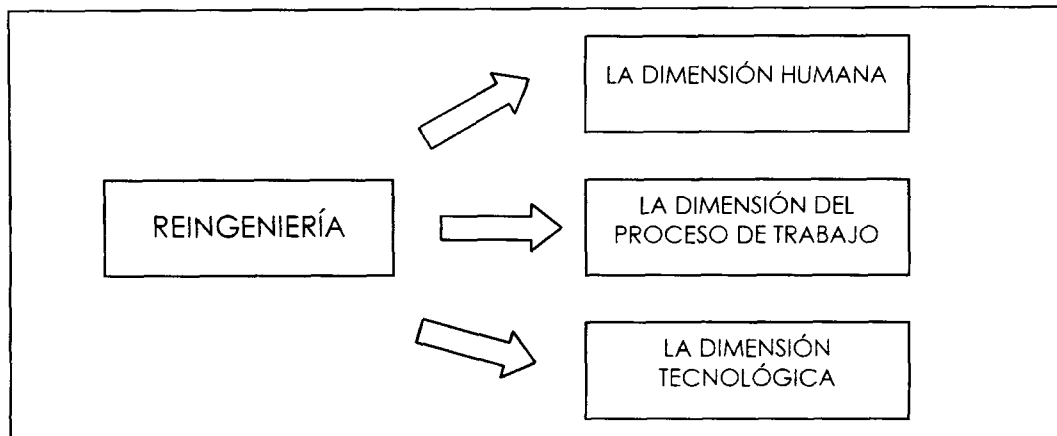


Figura 2.3 - Enfoque de la Reingeniería

En cuanto a la implementación de la Reingeniería en las organizaciones, es necesario considerar los siguientes aspectos: (Meng Khoong, 1998)

- Toda organización, exitosa o no, requiere de la reingeniería si desea mantenerse competitiva y alcanzar el liderazgo mundial.
- La reingeniería no implica riesgos, por el contrario, el riesgo asociado a no implementar la reingeniería en la organización es muy alto.
- La reingeniería debe considerarse como una herramienta estratégica de negocio y no de aplicación exclusiva a procesos operativos del negocio.
- La implementación de la reingeniería en la organización requiere de una visión estratégica del negocio para alcanzar el liderazgo en la industria.
- La reingeniería implica la concepción de la organización con base a procesos los cuales consisten en una serie de actividades que generan y proporcionan valor al cliente.
- La reingeniería requiere un enfoque de sistemas para su implementación.
- Requiere creatividad para generar ideas radicales que mejoren el desempeño de la organización.
- Es necesaria una preparación de la organización y del personal para la exitosa implementación (resistencia al cambio, inestabilidad, etc.)
- Es un proceso a futuro más que la solución de prácticas del pasado.

A su vez, existe una serie de pasos a seguir, para lograr la implementación formal de la reingeniería. (Morris, 1994)

1. Identificar posibles esfuerzos.
2. Conducir el análisis de impacto inicial.
3. Seleccionar un esfuerzo y definir el alcance.
4. Identificar procesos de negocios y de trabajo.

5. Definir alternativas, simular nuevos procesos y nuevos flujos de trabajo.
6. Definir el impacto potencial de cada alternativa.
7. Seleccionar la mejor alternativa.
8. Implementar la alternativa seleccionada.
9. Actualizar los modelos de la línea de fondo de posicionamiento y la información.

2.6 ADMINISTRACIÓN BASADA EN EL VALOR (VALUE BASED MANAGEMENT)

La Administración Basada en el Valor es sistema de control administrativo el cual, mide, alienta y soporta la creación de una red de trabajo. Es también una nueva manera de administrar, enfocándose en la creación de valor real más que beneficios en papel. El valor real es creado cuando una compañía dispone de retornos que compensan de una manera total a los inversionistas por los costos totales involucrados en la inversión, mas una prima que compensa los riesgos adicionales incurridos. (Ameels, 2002)

En términos generales, la Administración Basada en el Valor es un proceso continuo, el cual inicia con una planeación estratégica para obtener una ventaja competitiva, la cual, produce un crecimiento superior términos económicos y retornos para los inversionistas.

La planeación estratégica dirige la elección de la firma hacia un alcance del mercado del producto y los recursos que se requieran. La naturaleza económica de las industrias en las cuales la firma opera, determina los modelos de sus informes financieros reflejados en razón de un análisis financiero tradicional. Basado en un análisis económico de negocios de la industria y de la posición competitiva de la firma, las proyecciones de las relaciones financieras proveen una base para la valoración de las estimaciones. Ya que estas estimaciones están sujetas a error o cambio, un análisis posterior basado en la identificación de factores clave es llevado a cabo. Esto facilita el estudio del impacto del desempeño de la operación en los niveles de valor y en las valuaciones resultantes. También son relacionadas unas estimaciones intrínsecas de valor para la medición de desempeños alternativos. Los sistemas de compensación deben de ser ligados a los desempeños de medición. Revisiones periódicas encabezan revisiones estratégicas así como cambios en las políticas y operaciones. El proceso repetitivo se puede apreciar en la figura 1. (Weaver, 2002)

Múltiples métodos de medición, son ampliamente utilizados en la Administración Basada en el Valor, tales como:

- Flujo de dinero descontado (Discounted Cash Flow) utilizando el Análisis Intrínseco de Valor (Intrinsic Value Analysis)
- Retorno a Inversionistas
- Ganancia Económica o Valor Económico Agregado
- La relación entre el valor de mercado de los instrumentos financieros de la firma y el valor en libros de los recursos de la firma. Esta relación ah sido

denominada como Valor de Mercado Agregado (Market Value Added), o valor q .

Todas estas mediciones deben de estar basadas en las proyecciones o expectativas. En la figura 2.4 se muestra un modelo de aplicación de la Administración Basada en el Valor.

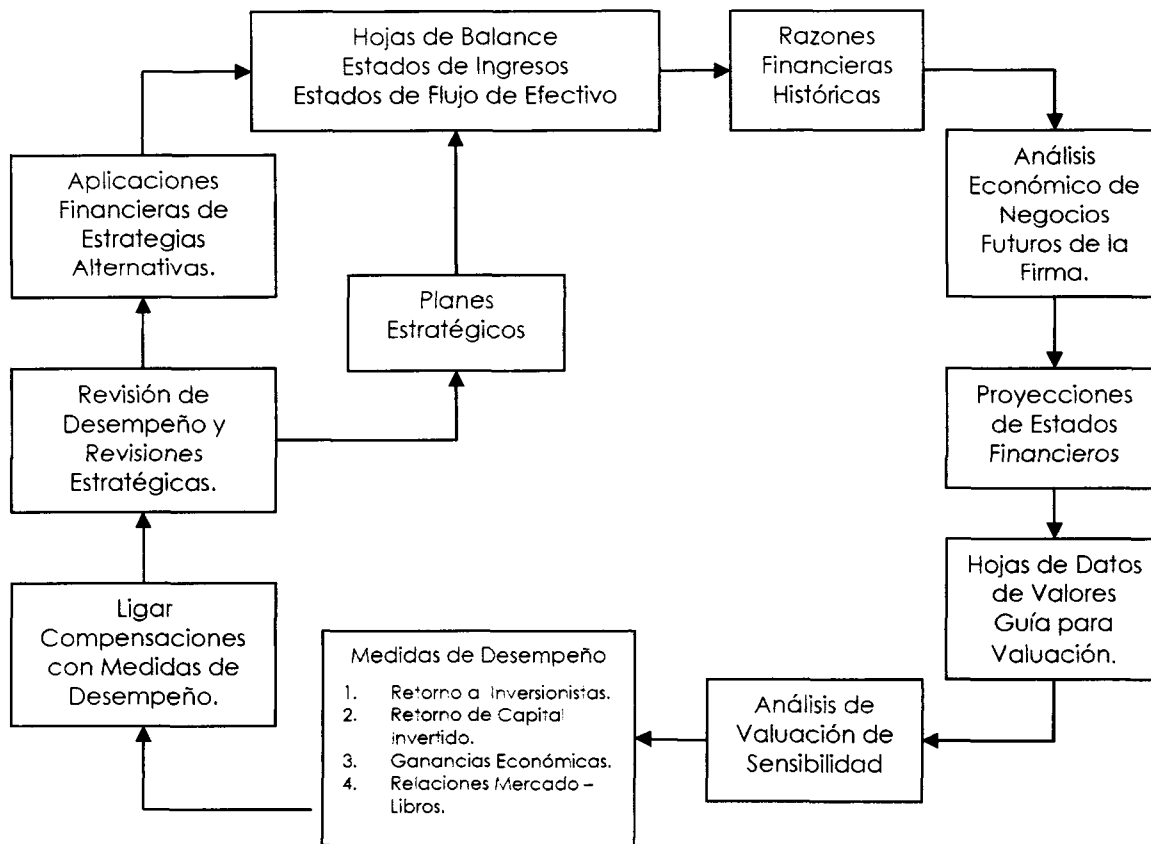


Figura 2.4 - Modelo de Administración Basada en el Valor

2.7 ADMINISTRACIÓN VISUAL

La Administración Visual constituye una orientación hacia el control visual en la producción, calidad y lugar de trabajo dentro de una organización. Esto a través de la utilización de *sistemas visuales*, los cuales consisten en un grupo de dispositivos los cuales son intencionalmente diseñados para compartir información mediante el sentido visual, sin la necesidad de decir alguna palabra. El término *información visual* incluye mensajes comunicados a través de cualquiera de los sentidos: gusto, tacto, olfato, oído y desde luego, la vista.

Un principio básico dentro de la Administración Visual es la prevención de la ocurrencia de errores a través de controles visuales, es decir, el establecimiento de medidas de respuesta rápida y de prevención de recurrencia que paren con

eficacia la generación de defectos y los resultados mediocres antes de que tengan oportunidad de producirse. (Igarashi, 1993)

Existen seis categorías básicas de elementos de control:

- Control de procesos y entregas.
- Control de calidad.
- Control del trabajo.
- Control de objetos.
- Control de equipos, útiles y accesorios.
- Control de metas de mejora.

Una de las herramientas básicas que se utilizan para la implementación de los sistemas visuales, es el 5S + 1 o bien 6S, el cual es una aproximación al sistema japonés que se utiliza en la manufactura, sin embargo, se ha hecho una adaptación para su implementación en los ambientes de trabajo americanos. Los principios en los que se basa son los siguientes: (Galsworth, 1997)

- S1: (*Sort*) Ordenar por dentro y por fuera.
- S2: (*Scrub*) Limpiar el sitio de trabajo.
- S3: (*Secure*) Afianzar la seguridad.
- S4: (*Select*) Seleccionar ubicaciones.
- S5: (*Set*) Fijar ubicaciones.
- +1 : (*Sustain*) Sostener los hábitos de 5S.

El resultado será un ambiente de trabajo que sea: despejado, limpio, seguro, entendible, ordenado y sostenible. Los pasos para la introducción de un sistema de control visual se resumen en la figura 2.5. (Igarashi, 1993)

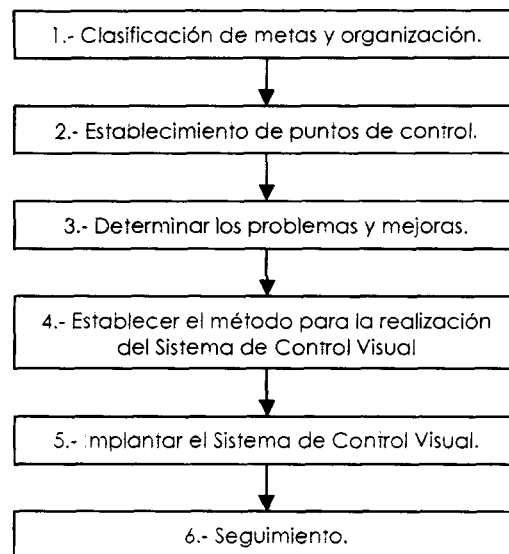


Figura 2.5 – Sistema de Control Visual

2.8 MANTENIMIENTO TOTAL PRODUCTIVO (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE)

El Mantenimiento Total Productivo se refiere a un pequeño grupo de actividades llamadas a procurar una implicación total de los empleados e implementadas principalmente por los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería de planta con la finalidad de maximizar la productividad. En otras palabras, es una estrategia adoptada por todo el personal que está involucrado directamente con la manufactura para alcanzar Cero Accidentes, Cero Defectos y Cero Averías. (Tajiri, 1992)

En general, el Mantenimiento Total Productivo consiste en seis actividades mayores.

1. *Eliminación de las seis grandes pérdidas*, (averías, organización y cambios, interrupciones y tiempos ociosos, reducción de la velocidad, defectos y retrabajos, pérdida de productividad) basándose en equipos de proyecto organizados por los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería.
2. *Mantenimiento planeado*, llevado a cabo por el departamento de mantenimiento.
3. *Mantenimiento autónomo*, llevado a cabo por el departamento de producción.
4. *Ingeniería productiva*, llevada a cabo principalmente por el departamento de ingeniería de planta.
5. *Diseño de productos fácil de fabricar*, llevado a cabo por el departamento de diseño de productos.
6. *Educación*, apoyar las actividades anteriores.

Desde el punto de vista del Mantenimiento Total Productivo, los fabricantes deben de esforzarse para mejorar la Productividad, Calidad, Entrega o Inventario, Seguridad y Moral.

Política Básica del Mantenimiento Total Productivo
Lograr una alta calidad y bajo costo de producción mediante el esfuerzo de todos los empleados para superar a la competencia en el mercado.
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la confiabilidad y la capacidad de mantenimiento del equipo para conseguir una alta calidad y productividad. • Tener un desarrollo más veloz de operadores con conocimiento.
<ul style="list-style-type: none"> • Reforzar la competitividad de la compañía mediante el mejor esfuerzo para el desarrollo de nuevos productos y acelerar la velocidad de desarrollo de los mismos.
<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar el valor agregado por cada empleado, desarrollar nuevas tecnologías de producción y promover la automatización.
<ul style="list-style-type: none"> • Lograr un ambiente de trabajo seguro y favorable mediante la implicación de todos los empleados.

Tabla 2.1 Política del Mantenimiento Total Productivo

De acuerdo con la estructura administrativa en todos los departamentos, pequeños grupos, generalmente de cinco o siete personas, son organizados para incluir a todos los empleados desde la alta administración hasta el personal de piso. Un grupo intermedio que consiste en líderes de menor nivel mantiene el rol de conectar aquellos niveles a manera de alfiler de vinculación. De esta manera, la estructura guía del Mantenimiento Total Productivo es denominada como "organización de grupo traslapado", tal y como se muestra en la figura 2.6 (Shirose, 1995)

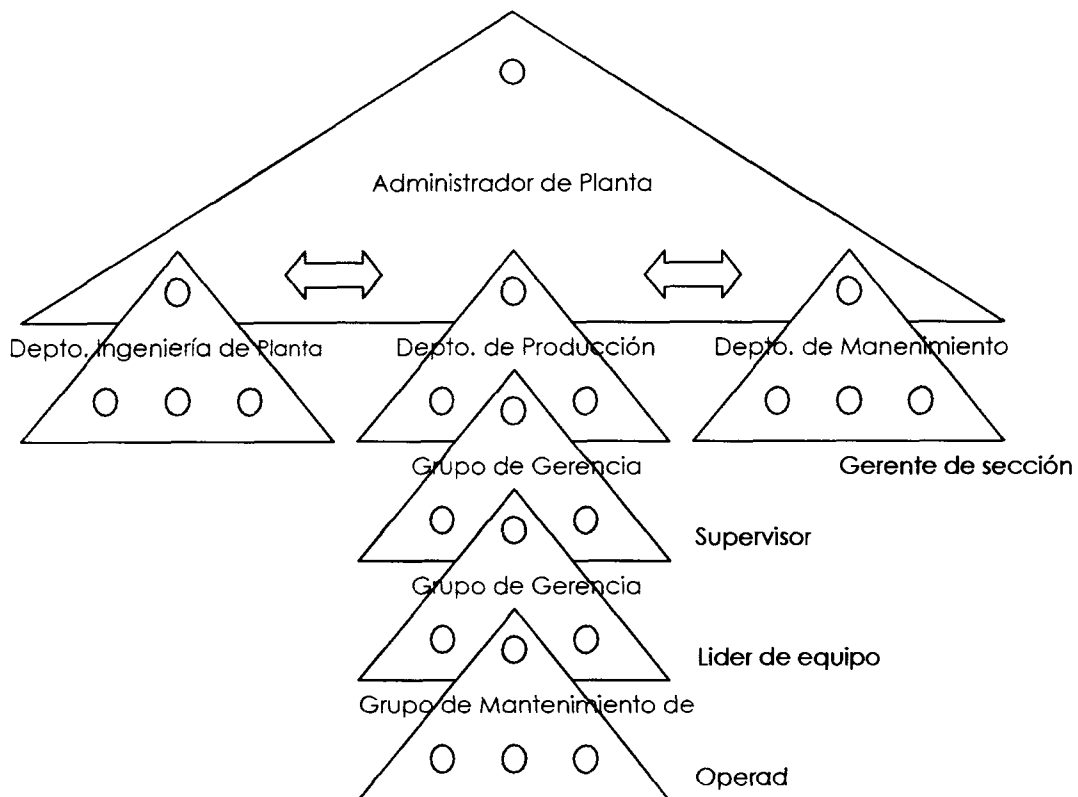


Figura 2.6 - Organización de Grupo Traslado

2.9 INTEGRACIÓN DE LOS EMPLEADOS (EMPLOYEE INVOLVEMENT)

El grupo de integración de empleados consiste en un grupo de personas quienes se reúnen periódicamente para analizar y resolver problemas relacionados con la calidad y algunos otros dentro de su área de trabajo. Generalmente, los miembros del grupo debería de estar formado por gente que se desempeña en la misma área de trabajo o que realice un trabajo similar, de tal manera que los problemas que sean seleccionados resulten familiares para todos los miembros del equipo. (Dejar, 1991)

El tamaño ideal del grupo es de siete u ocho elementos. Sin embargo éste puede variar ya sea desde tres hasta quince integrantes. El tamaño sin embargo, no debe de ser tan grande de tal manera que no permita la participación y contribución de todos los miembros.

Los objetivos de los grupos de integración de empleados

- Reducir errores y reforzar la calidad.
- Inspirar un trabajo en equipo más efectivo.
- Promover la integración del trabajo.
- Incrementar la motivación del empleado.
- Crear una capacidad para la solución de problemas.
- Establecer una actitud de prevención de problemas.
- Mejorar la comunicación.
- Desarrollar una relación armoniosa empleado/administrador.
- Promover el desarrollo personal y el liderazgo.
- Desarrollar una mayor conciencia de seguridad.
- Promover la reducción de costos.

El programa consiste en un sistema integrado formado de las siguientes partes:

- Los miembros.
- Los líderes.
- El facilitador (coordinador del programa).
- El comité de conductor.

La figura 2.7 y la tabla 2.2 muestran un esquema del proceso de solución de problemas por parte de los grupos de empleados.

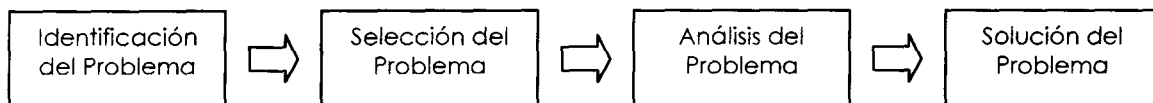


Figura 2.7 - Proceso de solución de problemas

Pasos para la solución de problemas	Herramientas para solución de problemas
1.- Identificar problemas	Tormenta de ideas
2.- Selección de proyecto	Voto
	Discusión
	Criterio
3.- Recolección de datos	Muestreo
	Hojas de verificación
	Listas de verificación

	Diagramas
4.-Análisis de datos	Pareto
	Análisis de Causa y Efecto
5.- Desarrollo de soluciones	Tormenta de ideas
6.- Selección de la(s) mejor(es) solución(es)	Voto
	Discusión
	Criterio
7.-Implementación de la(s) solución(es)	Presentación de la dirección
8.- Seguimiento	Muestreo
	Hojas de verificación
	Listas de verificación
	Diagramas

Tabla 2.2 Proceso de Solución de Problemas

2.10 GRUPOS MULTIFUNCIONALES DE TRABAJO (MULTIFUNCTIONAL TASK GROUPS)

Las fuerzas de trabajo son mecanismos que se dirigen hacia los problemas y toman decisiones que tienen implicaciones multifuncionales, por ejemplo: que la solución o resultado reúna distintas series de limitantes.

Para ser efectiva, la fuerza de trabajo debe de estar caracterizada por los siguientes aspectos: (Bounds, 1994)

- Los miembros deben ser representantes conocedores de las necesidades de su organización funcional.
- Los miembros deben estar en posición de hablar con autoridad en nombre de su organización funcional.
- Los miembros deben de tener las habilidades necesarias para tomar decisiones basándose en la información y experiencia y no deben de preocuparse por cuestionamientos de autoridades formales.
- Generalmente, la actividad de la fuerza de trabajo debe de ser una obligación de trabajo substancial para solamente unos cuantos miembros, mientras que la mayoría restante debe de estar más enfocada en las obligaciones de sus departamentos, aunque manteniendo un compromiso significativo con la fuerza de trabajo.
- Las asignaciones para la fuerza de trabajo deben de ser vistas como un signo de alto valor como empleado, con el reconocimiento de la participación y la actividad recompensada.

En el ambiente de negocios actual, muchas fuerzas de trabajo involucran participantes de varios niveles de la organización. La experiencia necesaria de varias funciones es frecuentemente hallada en los diferentes niveles de organización. Los miembros deben respetarse los unos a los otros por su conocimiento y experiencia, no por su rango formal.

Los ejecutivos mayores quienes aceptan la pertenencia de los sistemas y los administradores medios quienes se enfocan a sus subsistemas componentes, en lugar de un campo funcional, son elementos importantes en la creación de una cultura que soporte el involucramiento de la fuerza laboral. Una o más acciones más sencillas que la administración puede llevar a cabo consisten en asignar subordinados a la fuerza laboral con la instrucción de cooperar aún cuando la administración continúe manteniéndose sobre desempeños funcionales.

2.11 KAIZEN

El concepto Kaizen, que significa, mejora, una mejora que implica a todos, incluyendo a los empleados de una empresa, desde la gerencia hasta los trabajadores. La filosofía de Kaizen asume que todo lo que nos rodea en nuestra vida laboral y privada es susceptible de mejora y que vale la pena intentarlo.

El trabajo para los gerentes japoneses, tiene dos componentes importantes: El mantenimiento y la mejora de los estándares establecidos; la mejora, a su vez, la subdividen en otras dos dimensiones: la innovación y el Kaizen, tal y como se muestran en la figura 2.8 (Imai, 1990)

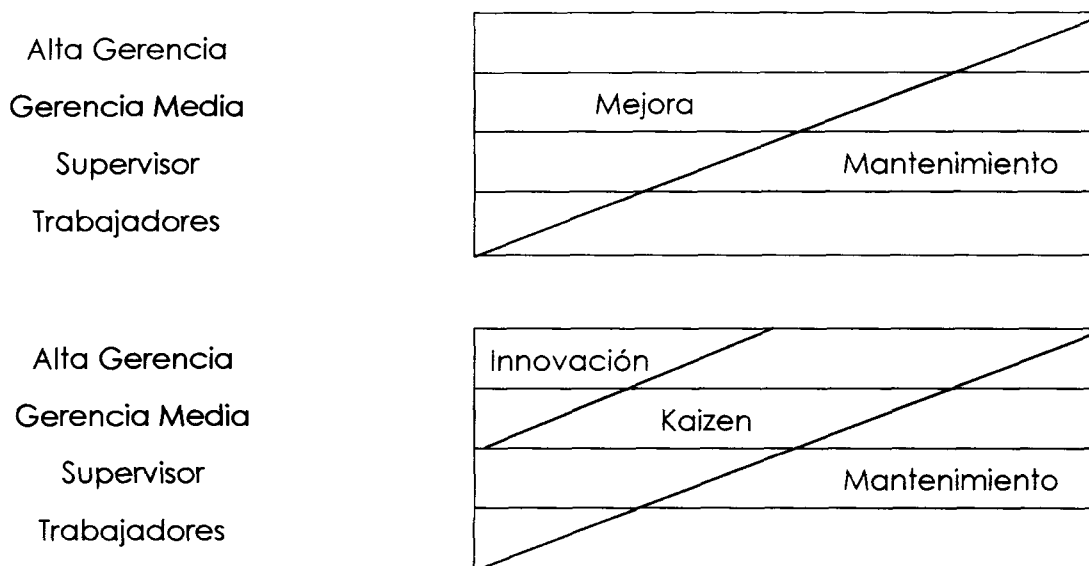


Figura 2.8 - Funciones de la gerencia japonesa

Puesto que es un proceso continuo y además afecta a todos los miembros de la organización, todos los gerentes, cada uno según su estatus en la jerarquía, están implicados en algunos de los aspectos del Kaizen.

Los sistemas de sugerencias, que en Japón funcionan en paralelo con el control total de la calidad, son una vía para conseguir aportaciones de los empleados

sobre cómo mejorar cualquier aspecto, técnico o administrativo que considere mejorable.

Un programa de Kaizen bien planificado puede ser descompuesto en tres segmentos según su complejidad y nivel:

1. Kaizen orientado a la gerencia.
2. Kaizen orientado al grupo.
3. Kaizen orientado al individuo.

La Tabla 2.3 muestra un resumen de la estrategia a utilizar para la implementación del Kaizen en los diferentes niveles de un sitio de trabajo.

KAIZEN			
Orientado a...			
	La Gerencia	El Grupo	El Individuo
Herramientas	Siete herramientas estadísticas. Siete nuevas. Habilidad profesional	Siete herramientas estadísticas. Siete nuevas.	Siete herramientas estadísticas. Siete nuevas.
Implica	Gerentes profesionales. y	Miembros de los C.C.	Todo el mundo.
Objetivo	Sistemas y procedimientos.	El taller.	El área de trabajo.
Período	Duración del proyecto.	Cuatro o cinco meses.	Cualquier momento.
Logros	Los que elige.	Varios al año.	Muchos.
Apoyo	Equipo de proyección, Staff.	Círculos C. de sugerencias.	Sistema de sugerencias.
Coste	Poca inversión.	Sin costo.	Sin costo.
Resultado	Nuevo sistema y mejora.	Procedimiento mejorado.	Mejora en el puesto.
Motivo	Mejorar actuación gerencia.	Mejorar moral, participación, aprendizaje.	Mejorar moral. Conscientización de Kaizen.
Tendencia	Mejora gradual e invisible. Valorización del estatus.	Mejora gradual e invisible.	Mejora gradual e invisible.

Tabla 2.3 - Los tres segmentos de Kaizen.

La estrategia de Kaizen exige prestar atención por igual al proceso y al resultado. Debe establecerse un sistema que reconozca y recompense los esfuerzos de los trabajadores y de la gerencia y no se confunda con el reconocimiento de los resultados.

2.12 CO-PARTICIPACIÓN ENTRE FABRICANTES (CO-MAKERSHIP)

La Co-participación entre fabricantes es una estrategia enfocada hacia los proveedores, la cual surge como una necesidad ante las nuevas técnicas administrativas que se han adoptado en los últimos años, tales como: El control de calidad de grupo, la cadena de valor, la administración total de la manufactura y el desarrollo de procesos de productos.

Las compañías japonesas fueron las primeras en sentir la necesidad de establecer políticas de referencia. Esto es actualmente de conocimiento general y algunos de los principios de referencia utilizados en la industria occidental, son los siguientes (Merli, 1991):

- Establecer relaciones a largo plazo.
- Limitar el número de proveedores activos.
- No cambiar a los proveedores con frecuencia.
- Establecer un sistema de calificación global.
- Clasificar a los proveedores en base al costo total en lugar del precio.
- Cooperar con los proveedores para hacer que sus procesos sean mas confiables y menos costosos.

La tabla 2.4 resume los criterios y referencias que son utilizados en la relación con los proveedores en los tres niveles operacionales propuestos, así como los elementos analizados en cada tipo de relación.

Nivel de Proveedor	Calidad	Logística	Desarrollo de Productos y Tecnología	Valoraciones del Proveedor
Clase III Convencional	El proveedor es responsable de suministrar de acuerdo con las especificaciones de calidad. El cliente realiza inspecciones de entradas y de procedencias.	Pedidos realizados "por teléfono" con tiempos específicos de entrega. Necesidad de inventarios de reserva.	Características del producto y sus componentes diseñados únicamente por el cliente. Primera verificación de suministros.	Precio. Calidad de su desempeño. Desempeño logístico. Inspección del control de calidad y certificación del proveedor. Manuales de aseguramiento del Calidad.
Clase II Asociado	Auto certificación. (Proveedor). Paso libre (cliente). Programa de Mejoramiento de la Calidad	Contratos a largo plazo. Entregas Justo a Tiempo sincronizadas con los departamentos de producción.	Requerimientos técnicos de los componentes y tecnología definida con el proveedor. Proveedor consultado de	Evaluación de costos totales. Auditoria de los sistemas del proveedor. Auditoria de los procesos.

	(proveedor-cliente).	Reducción continúa de Inventarios y tiempos de espera.	antemano.	
Clase I Socio	El proveedor es responsable de la conformidad de los componentes para la satisfacción final del cliente. Mejora continua conjunta. Co-diseño de los requerimientos de calidad.	Proveedor integrado en el proceso logístico del cliente. Información compartida y un sistema de planeación.	Proveedor involucrado en el desarrollo de procesos, iniciando desde el concepto de producto. Proveedor involucrado en la planeación del proceso. Proveedor proactivo.	Evaluaciones Globales (calidad, logística, capacidad de procesos, administración de sistemas). Evaluación de las estrategias del proveedor.

Tabla 2.4 - criterios y referencias utilizados en la relación con los proveedores

2.13 ORIENTACIÓN AL CLIENTE

Adicionalmente a la mejora continua de los procesos internos de la organización, las empresas tienden a enfocar su atención al mercado y hacia los clientes, reorientando su estrategia para proveer productos de mayor valor para el cliente; los siguientes puntos apoyan este enfoque de la administración (Woodruff, 1997).

- Historias de éxito publicadas por empresas que se administran de esta forma.
- El análisis del impacto de las utilidades en la estrategia de mercado, en donde se muestra la relación directa entre la calidad, la participación de mercado y el margen de utilidad.
- Estudios que han descubierto una relación positiva entre la orientación de mercado y el desempeño de la organización.
- Análisis de costos que demuestran que la retención del cliente es menos costosa que adquirir nuevos clientes.

Desde el punto de vista de la compañía, la satisfacción del cliente es el resultado de un sistema de tres partes:

1. Los procesos de la compañía (operaciones).
2. Los empleados de la misma que entregan el producto final.
3. Un servicio que sea congruente con las expectativas del cliente.

Este concepto se ilustra en la figura 2.9, la superposición (área sombreada indica en qué medida se ha logrado dar satisfacción al cliente; el objetivo es que esa

área sea lo más grande posible y, que a la postre, que los tres círculos lleguen a converger en un sistema integrado. El grado en que se logre este resultado dependerá de la efectividad del proceso, los empleados y la definición de lo que se entiende por "satisfacción" (Omachonu, 1995).

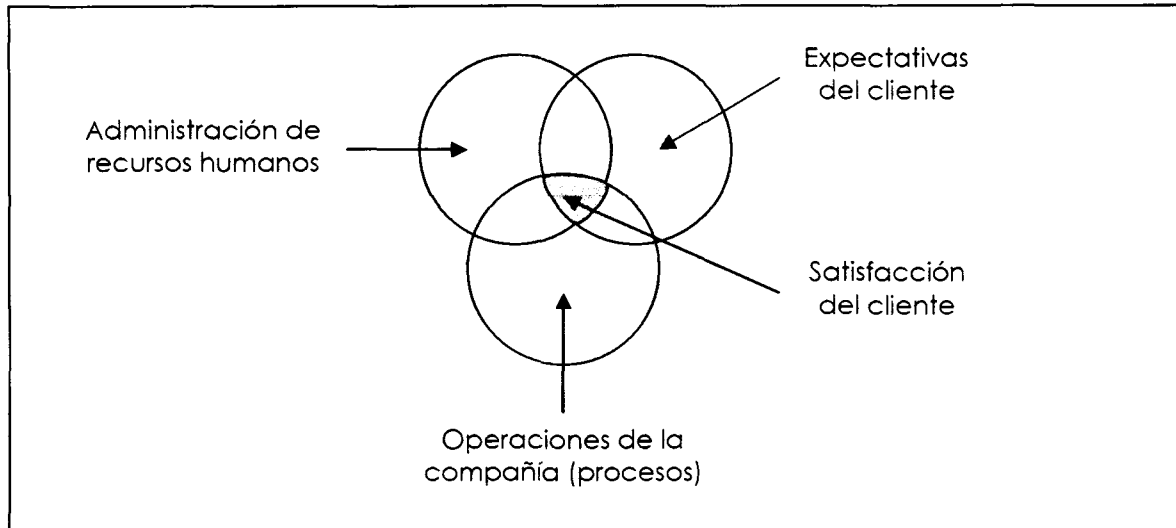


Figura 2.9 - . La satisfacción del cliente: un sistema en tres partes

La orientación de mercado en una empresa, fundamentalmente establece principios de comportamiento dentro de la organización con respecto a los elementos constituyentes del negocio (clientes, competidores, funciones internas), los cuales tendrán un impacto en su desempeño organizacional.

Cualquier organización que toma en serio el enfoque hacia el cliente y la filosofía de la calidad, adopta de manera sistemática alguna metodología para asegurar una fuerza de trabajo enfocada al cliente, a continuación se presentan algunas herramientas para lograrlos, las cuales se han clasificado en actividades reactivas y preactivas.

Actividades reactivas:

1. Un sistema para manejar y resolver las quejas de los clientes.
2. Encuestas de satisfacción de los clientes y seguimiento de las acciones correctivas.
3. Recolección de datos respecto a fallas en los productos y servicios, análisis y seguimiento de las acciones correctivas.

Acciones preactivas:

1. Benchmarking: como un medio de competir mejor aprendiendo de las empresas de "clase mundial".
2. Capturar las necesidades del cliente para desarrollar nuevos productos y servicios mediante un proceso sistemático.
3. Sesiones de grupo: reuniones con clientes para comprender y extraer sus opiniones y necesidades.

El enfoque reactivo es necesario para entender y resolver los retos y las dificultades que se presentan con los productos y servicios que se ofrecen actualmente. El enfoque proactivo es esencial en la creación de nuevos productos y servicios.

CAPÍTULO III: PRINCIPALES CORRIENTES EN LA CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS

INTRODUCCIÓN

Dentro del desarrollo de la filosofía de la construcción sin pérdidas, se han ido desarrollando dos corrientes principales que son las que han servido de base para las investigaciones y aplicaciones de la filosofía en proyectos de años recientes. Una de ellas se enfoca a la Construcción como una Transformación, Flujo y Valor, en ella se profundiza en la manera en como la construcción aún con las peculiaridades que presenta, presenta una serie de transformaciones en sus proceso, también como mantiene un flujo constante de actividades y el valor que estas pueden o no agregar al proyecto. Por otra parte la teoría del Planificador Último se enfoca en el control del flujo de trabajo, eliminación de variabilidad y estabilización de los procesos dentro del la construcción.

3.1 LA CONSTRUCCIÓN COMO UNA TRANSFORMACIÓN, FLUJO Y VALOR

La aplicabilidad del sistema de producción esbelta en la industria de la construcción se puede percibir como algo complicado de realizar desde el punto de vista práctico, ya que es necesario adentrarse en la organización de la empresa y en los procesos de la misma para poder identificar las deficiencias en las diferentes fases de ejecución de los procesos, proponer los métodos y las herramientas a utilizar en la búsqueda de la mejora dentro de la empresa.

Sin embargo, como todo proceso de producción, la construcción consta principalmente de tres aspectos o conceptos que cualquier proceso de producción posee.

En el primer concepto la producción se percibe como una *transformación* de entradas y salidas. La administración de la producción se asocia con la transformación total en el proceso en pequeñas y simples transformaciones, tareas y lograr las tareas lo más eficiente que sea posible.

En el segundo concepto la producción se percibe como un *flujo*, donde, se pueden observar tiempos de espera, inspección y etapas en movimiento. La administración de la producción se asocia con la minimización de las porciones de las etapas de no-transformación en el flujo de la producción, especialmente mediante la reducción de la variabilidad.

Y en el tercer concepto la producción se percibe como un medio para satisfacer las necesidades de los clientes mediante el diseño de soluciones que den lugar a productos que sean conforme al diseño especificado.

El argumento del modelo radica en la necesidad de que estas tres conceptualizaciones son necesarias y deben de ser utilizadas simultáneamente. El resultado de la generación del modelo transformación-flujo-valor se denomina teoría de producción TFV. En la administración de la producción, la administración necesita basarse en estos tres conceptos los cuales deben de ser integrados y balanceados.

La integración de estos tres conceptos arroja como resultado un nuevo modelo para la producción que de igual manera puede ser aplicado en la industria de la construcción. El modelo se denomina Teoría TFV para la producción, debido a que engloba los tres conceptos mencionados en el párrafo anterior (transformación, flujo y valor). La aportación más importante de este modelo es la extensa atención hacia el modelaje, diseño, control y mejora de de la producción a partir de esos tres puntos de vista. La tabla 3.1 nos muestra un resumen del modelo mencionado.(Bertelsen, 2002)

	Transformación	Flujo	Valor
Conceptualización de la Producción	Como una transformación de entradas y salidas	Como un flujo de material, compuesto de transformación, inspección, movimientos y esperas.	Como un proceso donde el valor para el cliente es creado a través de la satisfacción de sus necesidades.
Principio Básico	Lograr que la producción sea realizada eficientemente.	Eliminación del desperdicio (actividades sin valor)	Eliminación de la pérdida del valor.
Principios Asociados	Descomponer las tareas de producción. Minimizar los costos de las tareas descompuestas.	Comprimir el tiempo de proceso. Reducir la variabilidad. Incrementar la transparencia. Incrementar la flexibilidad.	Asegurarse de que todos los requerimientos sean registrados. Asegurarse del flujo de los requerimientos del cliente. Trasladar los requerimientos hacia todos los entregables. Asegurar la capacidad de medición del valor por parte del sistema de producción.
Métodos y Prácticas	Work Breakdown Structure, MRP, Organizacional Responsibility Chart	Continuous flow, pull production control, continuous improvement	Methods for requirement capture, Quality Function Deployment
Contribución Práctica	Llevar a cabo lo que tiene que ser realizado.	Tener en cuenta que lo no sea necesario sea realizado lo menos posible	Tomar en cuenta que los requerimientos del cliente sean conocidos lo más posible.
Nombre sugerido para la aplicación práctica de la perspectiva.	Administración de Tareas	Administración de Flujo	Administración del Valor.

Tabla 3.1 La Teoría de Producción TFV

3.1.1 COMO OPERAR ESTE FUNDAMENTO CONCEPTUAL

De este modo, se tienen una serie de principios mediante los cuales podemos diseñar, controlar y mejorar el sistema de producción. A continuación se proponen las siguientes directrices a utilizar para su aplicación:

- *Integración:* Las tres perspectivas de producción son aspectos relacionados con el mismo fenómeno, y en consecuencia, en cada situación administrativa, todos los demás aspectos deben de ser tomados en cuenta.
- *Balance:* En el caso de principios contradictorios, debería de haber una decisión balanceada.
- *Sinergia:* La sinergia entre los principios debería de ser tomada en cuenta y utilizada en las decisiones administrativas.
- *Contingencia:* Depende de la situación, en la cual, algún punto de vista o principio particular puede ser crítico para el éxito. No todos los aspectos tienen necesariamente el mismo peso en cada situación.

3.1.2 LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS EN TRES PARTES APLICADA EN LA CONSTRUCCIÓN

El modelo TFV nos muestra que la construcción puede ser entendida como una generación de valor hacia el cliente. Esto se lleva a cabo mediante una serie de procesos, los cuales forman un diagrama de flujo del trabajo en las transformaciones llevadas a cabo mediante las personas contratadas.

En este sistema, la *administración de contratos* es la encargada de crear y mantener las relaciones entre el valor tal y como se definió en los diagramas y en las especificaciones y las operaciones necesarias para la entrega del proyecto y para que sea ejecutado de por las partes del contrato.

La *administración de procesos*, es la que se encarga de coordinar el flujo de producción tal y como se expresa en los procesos por los cuales fluye el producto hasta llegar a su forma final.

Y por consiguiente este es el proceso que entrega el valor actual al cliente, el cual es coordinado por la *administración del valor*. En la figura 3.1 se puede observar el modelo de Administración en tres partes.

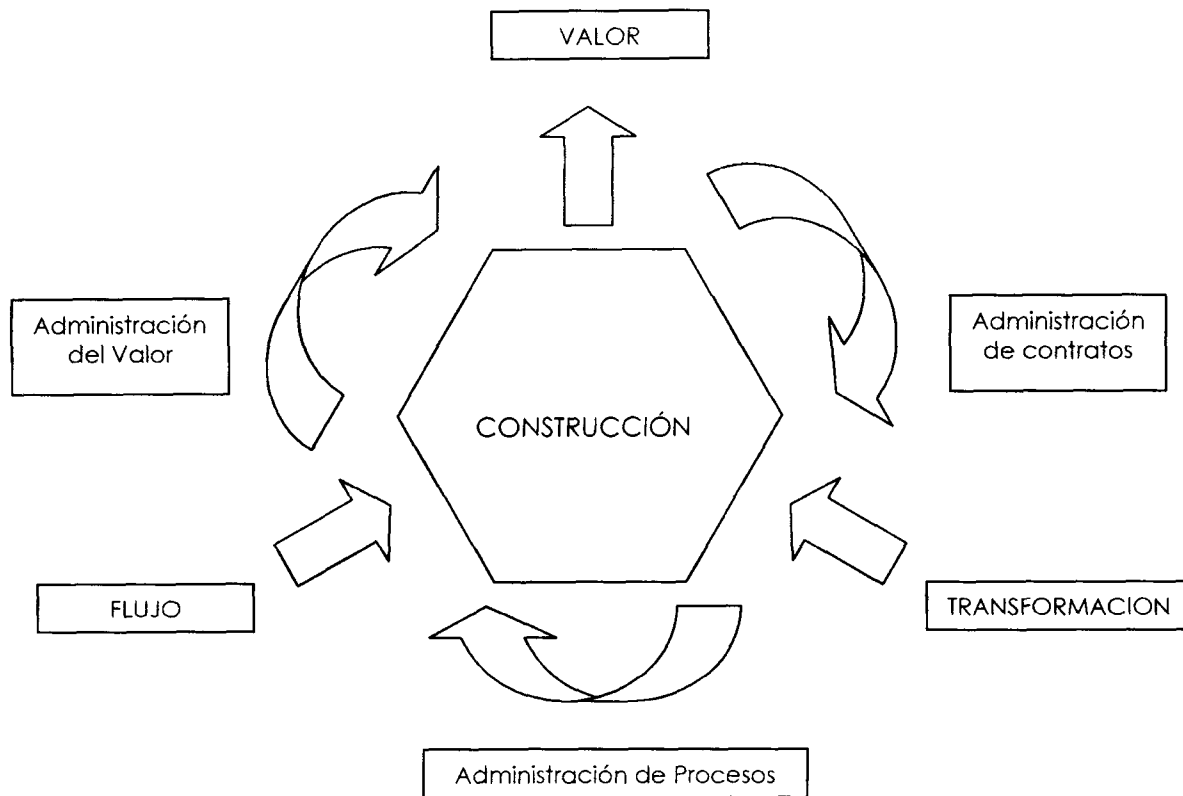


Figura 3.1 - La Administración en tres partes en la Construcción

3.1.2.1 La Administración de Contratos

Objetivo

El objetivo de la Administración de contratos consiste en administrar el arreglo personalizado, contractual e individual, el cual está siempre asociado con la construcción. Por el hecho de ser una producción de naturaleza única con una organización de producción temporal, este tipo de administración tiene una importancia más grande de la que realmente se puede encontrar en la mayoría de la industria manufacturera.

La Administración de los contratos puede también comprender la administración de derechos y penalizaciones, además de la fructífera administración de pagos y bonificaciones. La administración se encarga de los días objetivo, retrasos y las listas de reclamaciones.

Tener un tiempo adecuado, costos bajos y cero listas de reclamaciones son los criterios de éxito para este tipo de administración.

Naturaleza de la Administración

La Administración de contratos es una función difícil. Frecuentemente las negociaciones con gran cantidad de dinero involucrado serán parte de la administración y el estilo puede ser incluso rudo. La naturaleza compleja del sistema puede hacer que la construcción se perciba como una guerra, en donde se atacan unos a otros. El dilema radica en "estafar o ser estafado" y la administración de contratos debe de actuar como el juez final de este juego.

La Administración de contratos es una administración muy formal también, donde una gran cantidad de reglas deben de ser observadas. La administración es generalmente ejecutada dentro de las oficinas, sea en el sitio de construcción o en la oficina central.

Herramientas de Administración

Las Herramientas de Administración son el contrato, las requisiciones de cualquier tipo, las órdenes de trabajo, diagramas organizacionales, programas generales etc. Así también el sistema de aseguramiento de la calidad es parte de la Administración de Contratos.

3.1.2.2 La Administración de Procesos

Objetivo

La Administración de Procesos tiene un flujo de predecible de producción con una alta eficiencia como su objetivo principal. El criterio de éxito también incluye el evitar errores y eliminar los orígenes de los mismos.

Naturaleza de la Administración

La Administración de Procesos es una administración intermedia que aporta cooperación, respeto y compromiso hacia el frente. Su naturaleza es de una administración flexible. Su objetivo no es ser la mejor, pero si mantener a todos en una base equitativa y justa. Ninguna cadena es más fuerte que los propios lazos de esta administración.

Es una administración que en gran parte es ejecutada en sitio, generalmente mediante recorridos en el lugar. Si el trabajador tuviera que estar trasladándose a la oficina se crearía una barrera adicional entre el proceso de administración y los trabajadores, lo cual la administración de procesos puede realizar sin la necesidad de esto.

Herramientas

La herramienta formal más importante para la administración es probablemente el sistema Planificador Último. Así también algunos indicadores de productividad que muestran en que lugar se encuentran las barreras del flujo de trabajo, que forman parte junto con los "5 Por qué" y la lista de tropiezos. Las herramientas informales consisten en buscar la manera de propiciar que la gente coopere, mediante el establecimiento de promesas, motivación y juntas que formen los ingredientes de la cooperación diaria.

3.1.2.3 Administración del Valor

Objetivos

La Administración del Valor se asegura de que los procesos de construcción generen el valor solicitado por el cliente. Ya que la mayoría del valor del producto está definido por el diseño, la Administración del Valor durante la construcción se enfoca principalmente a la posteridad del proceso relacionado con el valor, tal como el tiempo, el diálogo con el dueño, usuarios y otros consultores, relaciones públicas y buen ambiente.

La satisfacción del cliente es el criterio más importante para el éxito.

Naturaleza de la Administración

La Administración del Valor frecuentemente estará relacionada con la mercadotecnia y el servicio. Es importante entender lo expresado por el cliente así como los parámetros de valor tácito y asegurarse de que el proyecto llene todos aquellos parámetros de la mejor manera posible.

No es la clase de administración difícil y ruda que uno puede encontrar en la Administración de Contratos, ni tampoco el estilo de la Administración de Procesos. La Administración del Valor consiste en brindar al cliente el mejor valor por su dinero, y este valor frecuentemente comprende aspectos que pudieran parecer irracionales para el equipo de proyecto pero que pueden ser de gran importancia para el cliente. La adaptación a los cambios iniciados por el cliente y el aprendizaje durante el proyecto, son otras formas de Administración del Valor.

Herramientas

Actualmente no existe alguna herramienta formal para la Administración del Valor durante la etapa de la construcción. El despliegue de la función de calidad

(QFD) se centra en la etapa de diseño, pero ¿cómo se podría administrar el valor de un proceso o un servicio?

Durante la implementación llevada a cabo en Dinamarca, se ha propuesto un sistema de administración del valor con algunos lineamientos para el continuo monitoreo del valor del proceso generado. Así también, algunos cuestionarios que traten de identificar el grado de satisfacción del cliente han sido introducidos. Algunas reuniones con el cliente y sus consultores con la finalidad de evaluar el proceso y remover grandes obstáculos puede considerarse una herramienta. (Bertelsen, 2002)

3.2 LA PLANIFICACIÓN ÚLTIMA

La competencia en la industria de la construcción se está volviendo cada vez más intensa en el sentido de que los constructores están tratando de encontrar nuevas maneras de reducir costos aún cuando los proyectos se van volviendo cada vez más complicados. Algunos experimentos con algunos aspectos relacionados con la Administración de la Calidad Total (TQM), partnering y la Constructabilidad proveen algunas mejoras, sin embargo ningún patrón o teoría se había desarrollado hasta ahora. El desarrollo de la Teoría de la Producción Esbelta en la manufactura aparece junto con muchos cambios relacionados al ambiente competitivo, los cuales son similares a aquellos que son experimentados en la construcción. En la construcción, así como en la manufactura, el ambiente de proyecto que ha sido modificado es la fuerza que manipula detrás de la necesidad de un entendimiento de cambio. Se debe de comprender que el impacto de la Teoría de la Producción Esbelta en la manufactura se extiende más allá de la planta de trabajo.

Existen muchas explicaciones acerca de la persistencia a un cambio de pensamiento. Es relativamente sencillo contratar la adquisición de alguna cosa que contratar una forma de comportarse. Las leyes de contratos comerciales para la adquisición de bienes tienden a gobernar las reglas que se aplican en la construcción. Por esto, tenemos un enfoque en los contratos mientras que los proyectos fallan debido a la falta de trabajo en equipo – un aspecto de comportamiento.

Un segundo motivo podría ser la aparente eficiencia de utilizar un juego sencillo de instrumentos para un número determinado de funciones. ¿No sería maravilloso si el trabajo pudiera estar completamente coordinado por un programa el cual estuviera también actualizado con pronósticos adecuados para la administración mayor, demandas limitadas y que a su vez pudiera ser desmembrado en planes más pequeños para dirigir actividades específicas? Esto podría ser maravilloso pero no existe instrumento alguno a pesar de lo que digan los vendedores de software para CPM.

Un tercer grupo de razones está relacionado con lo que sucede cuando un cambio en la forma de pensar representada por el CPM no funciona. La típica respuesta ante un inadecuado desempeño ha sido atribuida al problema de los usuarios desmotivados o mal entrenados.

Finalmente, tal vez el cambio en la forma de pensar persista ya que ninguna alternativa adecuada ha sido propuesta y el medio de la construcción de proyectos ha cambiado realmente, y esto representa, a su vez, que la presión para la terminación de proyectos no del todo determinados se ha incrementado dramáticamente en los últimos años.

El Instituto de la Industria de la Construcción (CII) está llevando a cabo una investigación en el área y precisamente la necesidad de una terminación más rápida de los proyectos es ampliamente reportada. Recientes entrevistas con superintendentes dejaron algunas dudas acerca de la incrementada urgencia y complejidad de los proyectos a su cargo.

La Teoría de la Producción Flexible (TPF) debe de ser asimilada por todo el proceso de diseño y construcción ya que los proyectos que cada día van en aumento están siendo urgentemente apurados bajo una gran incertidumbre. Las operaciones de campo pueden ser mejoradas utilizando los principios de la TPF aún cuando esto suceda en un contexto diferente a la producción manufacturera. Una comparación con la manufactura muestra el rasgo clave que distingue a la construcción de la manufactura y que es la magnitud de la incertidumbre durante la etapa (Tabla 3.2).

	Inicio de la Producción de Manufactura	Inicio de la Construcción en el Campo
Qué	Altamente definido.	Se desarrolla en lo que los recursos refinan finales.
Cómo	Altamente definido. El Plan de Operación está altamente detallado y basado en muchas pruebas. La secuencia primaria de las tareas mayores es inflexible. Las interdependencias son documentadas y analizadas. Las Posiciones en el proceso determinan tareas requeridas.	Definida en parte, pero con detalles sin examinar. Una extensiva planeación se lleva a cabo según evolucione la situación. La secuencia primaria está determinada únicamente en parte y por una lógica dura que sin embargo puede cambiar. Las interdependencias debido a mediciones conflictivas, recursos compartidos, y productos intermedios solamente son comprendidas a medias. Una gran cantidad de habilidades artesanales que son aplicadas en una variedad de posiciones.
Objetivos	Producir uno de una serie finita de objetos donde los detalles de ¿Qué? y ¿Cómo? son conocidos desde el principio del ensamblado.	Realizar solamente uno. Los detalles de ¿Qué? Y ¿Cómo? no están completamente conocidos desde el principio del ensamble.
Estrategia de Mejora	Rápido aprendizaje durante las primeras unidades que preparan las ejecuciones de producción.	Rápido aprendizaje tanto durante la planeación como en los ciclos tempranos de sub-ensamble.

Tabla 3.2 - El contexto de la Producción de Manufactura y la Construcción

En un sentido más amplio, la vida de un proyecto de construcción es similar a una etapa en el desarrollo de un producto de manufactura.

Debido a que un proyecto de construcción es análogo a la preparación de un prototipo, concluir la etapa de construcción es mejor comprendida como uno de los pasos preliminares que conducen hacia una "producción" que ocurre una vez que la instalación o edificación es terminada en lugar de una producción de manufactura que produce elementos. Reducir la incertidumbre relacionada con el ¿Qué? y el ¿Cómo? define el proceso de "construir un prototipo en el lugar". El cambio hacia la TPF consiste en reducir el desperdicio a través de la introducción de estabilidad al proceso de planeación en tanto que el ¿Qué? y ¿Cómo? son definidos.

La estabilidad es un aspecto clave de la TPF aplicada a la manufactura. Existe la idea de de minimizar las variaciones en las entradas de tal manera que los pasos o las actividades que no agreguen valor puedan ser eliminadas del proceso. Administrar los flujos en la construcción es mucho más difícil que en la fase de producción de la manufactura debido a que hay incertidumbre tanto en lo que va a ser completado como en la provisión de los requerimientos para ensamble.

La manera de pensar actual dentro de la industria de la construcción tiende a negar la existencia de la incertidumbre o más bien a sugerir que es una especie de falla moral.

Una vez que la realidad de la incertidumbre es aceptada, el proyecto de construcción llega a ser en vez de una serie de transmisiones de órdenes de dueño a trabajador a una serie de negociaciones. El objeto de estas negociaciones consiste en la rápida reducción de la incertidumbre. Cualquier cosa que inhiba estas negociaciones representa un desperdicio. Esto se vuelve realidad si la negociación está entre los objetivos del proyecto y los recursos durante la definición del proyecto y el diseño o bien cuando se discute lo que se debe de hacer y lo que se puede hacer, lo cual ocurre cuando el supervisor prepara los planes semanales de trabajo. Todo esto nos lleva a analizar el concepto de flujo en relación con la reducción de la incertidumbre.

3.2.1 LOS FLUJOS RECONSIDERADOS

La idea del flujo de materiales e información de un proceso de conversión a otro es fácil de adoptarla. El trabajo en una fábrica o en un sitio puede ser considerado en términos del movimiento de materiales e información a través de cadenas de "entrada - proceso - entrada/salida - proceso - salida". La estabilización del trabajo en este tipo de cadenas reduce el desperdicio. Sin embargo esto requiere de una adecuada administración del tiempo y de la secuencia del flujo de materiales - información, además del aseguramiento del cumplimiento de los requerimientos durante el recorrido del flujo.

Este simple modelo de "entrada – salida" resulta adecuado para las operaciones de montaje en campo, sin embargo, no resulta suficiente para el entendimiento de los flujos involucrados en el proceso de planeación. La minimización de la incertidumbre en el flujo de decisiones e información requerida durante la planeación es tan importante como la minimización de la incertidumbre en el flujo de materiales – información. Para visualizar los flujos asociados con la planeación, se propone expandir el modelo horizontal "entrada – salida" de tal manera que incluya los conceptos directores, por ejemplo: el flujo vertical de las instrucciones o estándares, los planes para los procesos a mano.

En esencia, los Planes son directrices producidas por un proceso de planeación. Ellos determinan al siguiente nivel que "Debe" llevarse a cabo. Las entradas tales como materiales o procesos de trabajo determinan que es lo que "Puede" ser realizado. De esta manera se observan dos diferentes tipos de flujo – uno que deriva de los planes, el cual se va haciendo mas estrecho mientras se aproxima el proceso de montaje, y el de "materiales – información" el cual es utilizado en el proceso de montaje. La incertidumbre puede ser transmitida del sitio de trabajo a través de algún flujo. Para estabilizar el flujo de trabajo se propone una técnica que sirva para proteger a los trabajadores de la incertidumbre tanto en los planes como en los "materiales – información". Este es el primer paso para la reducción de desperdicios y a su vez provee una base para mejoras posteriores.

La reducción del desperdicio ocasionado por el flujo o los "materiales – información" está estrechamente ligado con el desarrollo d planes. Planes estables suponen un flujo firme de premisas y han estado probados contra la disponibilidad de los recursos.

La TPF, tal y como se reconoce, reduce el desperdicio mediante una rápida reducción de la incertidumbre. La estrategia de implementación consiste en estabilizar el flujo de trabajo mediante una protección, reducir la variación en el flujo, y entonces, emparejar la mano de obra con la cantidad de trabajo disponible, y finalmente mejorar el desempeño del desarrollo del flujo. Esta estrategia también resuelve problemas y clarifica el entendimiento de la TPF.

La meta inmediata de la TPF debe de ser el tratar de implementar estabilidad al proceso mediante "negociaciones" más eficientes entre los fines y los medios en cada todos los niveles. Algunas actividades tales como el "Partnering" y la Constructabilidad, las cuales son consideradas como implementaciones parciales de la TPF ejemplifican el aspecto de la negociación en la construcción. Un importante trabajo recae en el aprendizaje de agrupar y planear con un buen nivel de detalle de tal manera que los planes recaigan en fuerza y estabilidad a pesar de los cambios en el ambiente.

3.2.2 DESPLAZÁNDOSE MAS ALLÁ DEL "PUEDO HACER"

"Puedo hacer", el lema de los Abejas Marinas del Marina Estadounidense resume el subyacente modelo mental de la mayoría de los constructores. Tan ambiguo como es, el "Puedo Hacer" resulta una respuesta a una tarea, la cual significa que, no importa cual sea el problema o la situación, tu puedes contar conmigo para que el trabajo sea realizado.

Una nueva respuesta, "No se Hará" es posible dentro de la TPF debido a que hace explícito el criterio para la toma de decisiones. A la vez que se está desarrollando la comprensión de la TPF en la construcción, nos enfrentaremos a la subyacente manera de pensar de una industria basada en el "Puedo Hacer". La información verdadera en el desempeño de la planeación y los sistemas de recursos solamente puede estar disponible cuando aquellos quienes están a cargo de la planeación y la realización del trabajo pueden decir "No se Hará". Tener el derecho de decir "no" produce un compromiso real. Sin embargo tampoco se trata de decir "no" como un capricho, sino que cuando sea requerido se tenga la capacidad de decir "no" de tal manera que no se sobrepasen los límites de criterio establecidos. Esto se relaciona mucho con la decisión radical de Taichi Ohno de permitir a los trabajadores detener las líneas de producción de la planta.

Los actuales sistemas de administración y control confían en dos suposiciones sobreentendidas:

- 1) El Último planificador siempre seleccionará el trabajo en el orden "correcto" para alcanzar los objetivos del proyecto.
- 2) Los Últimos planificadores "carecen" de la inteligencia para manipular el sistema de programa/costo para sus metas de corto plazo.

En efecto, es creíble el hecho de que ellos no saben como protegerse a si mismos mediante la selección de trabajo fácil cuando se ven presionados a incrementar la productividad o perder su trabajo.

En otras palabras, el tema de la administración actual está basado e incita a la deshonestidad. No se puede mejorar el desempeño a menos que una nueva forma de pensar exprese las contradicciones y debilidades de los subyacentes modelos mentales e inyecte certidumbre y honestidad a la administración de los proyectos. Es simple como concepto y no es complicada su ejecución una vez que se tome el reto de no aceptar "Puedo Hacer" cuando "No se Hará" es apropiado. Solamente entonces se tendrá la consistente retroalimentación necesaria para un rápido aprendizaje. (Howell, 1994)

3.2.3 IMPLEMENTANDO LA CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS

3.2.3.1 Estándares de Desempeño

Cuando nos referimos a los estándares de diseño, primeramente hay que pensar en el plan de trabajo que se ha elaborado. Este es un aspecto fundamental debido a que se han observado muchos casos en donde los planes de trabajo semanales no son utilizados para asignar las tareas o bien, las tareas no incluyen las metas necesarias para ser alcanzadas de acuerdo al trabajo total planeado. Esto es obviamente en parte, una función del grado de definición en el trabajo semanal. Cuando un diagrama de barras es producido, en el cual se muestran las duraciones y la secuencia de las tareas por cuadrilla para cada día de la semana, puede ser un método efectivo de dirigir la ejecución del trabajo. Sin embargo, tener un diagrama de barras y hacer uso del mismo son dos cosas muy diferentes.

En algunos sectores de la industria de la construcción, ha sido costumbre para los niveles de supervisión y administración el controlar la productividad mediante el apresuramiento de los niveles inferiores y de los trabajadores que realizan las actividades directamente para trabajar más. De hecho, muchos "buenos" supervisores solamente controlan en contra de la inactividad y carecen de metas específicas del todo. En algunos casos, ellos son absorbidos por la remoción de obstáculos, los cuales restan tiempo o energía. En otros casos, asumen el hecho de que mediante la eliminación de limitantes que causen inactividad se produce un desempeño óptimo, por lo que las metas pueden incluso ser irrelevantes.

Otro grupo de supervisores controla en contra de los estándares formados con base en su experiencia personal o a lo que han observado en proyectos anteriores. La mejor manera de asignar estándares es delinearlos a partir del trabajo específico que vaya a ser realizado. De ahí la regla de "seleccionar la cantidad adecuada de trabajo que requiera ser realizado en la siguiente semana". Los porcentajes basados en unidades presupuestadas no son en sí mismos los estándares que gobiernen directamente el trabajo asignado. Ellos informan al planificador teniendo en cuenta las cantidades y los costos, los cuales el planificador ajusta mediante la aplicación de una mezcla específica de tipos de materiales y tamaños, en diferentes ubicaciones y con algunos obstáculos.

3.2.3.2 Identificando Variaciones

El concepto actual de control de costo y programación en la industria de la construcción está deteriorado fundamentalmente en algunos aspectos. Se asume que las tasas o porcentajes agregados son aplicables a cada componente y las variaciones son medidas a partir de dichos porcentajes agregados. Tanto los superintendentes como los supervisores han estado bien

instruidos en la importancia de la productividad, pero el esfuerzo para evaluar en contra de falsos estándares trae inevitablemente malas consecuencias.

1. Permite la imposibilidad de identificar verdaderas variaciones cuando se examinan resultados a corto plazo y se enfocan más hacia algún culpable en lugar de analizar las causas que las originan.
2. Se observan fallas en la producción anual directa de acuerdo con los objetivos del proyecto.
3. Existen muchos desperdicios en la supervisión de las actividades y tiempo perdido en la selección de trabajo y preparación de reportes de tal manera que aparenten estar trabajando lo más estrechamente posible para llegar a los estándares requeridos.

El cambio que se requiere consiste en decidir antes de que el trabajo inicie si el trabajo correcto ha sido seleccionado en cantidades correctas, dadas las condiciones de trabajo. La ejecución del plan es el estándar adecuado para el las actividades ejecutadas por la mano de obra en cada semana. Su medida será dada por el Porcentaje de Actividades Planeadas Completadas. Una vez que se enfoque el control a los estándares ajustados, las variaciones pueden ser identificadas y analizadas valiéndose de los motivos por los cuales las actividades no fueron completadas, de esta manera se tiene la oportunidad de mejorar el desempeño y evitar errores repetitivos.

3.2.3.3 Control Proactivo del Plan de Calidad

Cuando el sistema de planeación de campo comienza a trabajar adecuadamente, se podrá conocer antes de que suceda, si la mano de obra está asignada al trabajo que tiene que ser realizado, si la productividad planeada es razonable, si el trabajo adecuado es asignado en la cantidad correcta, etc. Después de realizado el trabajo, el análisis se enfocará hacia el Porcentaje de Actividades Planeadas Completadas y en consecuencia se identificará cuando una variación en el desempeño se deba al plan de calidad o la ejecución. Las variaciones serán relacionadas con el desempeño planeado no en contra de los estándares agregados, de esta manera se puede proveer de un análisis de variaciones más eficiente que uno que inicie descontando variaciones aparentes en lugar de reales, así también se provee de un análisis más efectivo debido a que el estándar ha sido ajustado para reflejar la combinación de trabajo y el grado de dificultad.

El control debe de ser enfocado en la mejora de PAPC (Porcentaje de Actividades Planeadas Completadas), desarrollando las entregas de recursos a tiempo, y emparejando la mano de obra con las entregas de recursos. Ahora el control consistirá en determinar si el proyecto en su totalidad y en consecuencia cada una de sus partes (por disciplina y área) se encuentran dentro del programa y el costo.

3.2.3.4 Implementando Construcción sin Pérdidas

Los proyectos de tipo "fast-track", proyectos de gran complejidad del sector de manufactura y procesos ofrecen algunos de los más grandes cambios para la industria de la construcción. Es vital que aprendamos como administrar las condiciones de cambio rápido e incertidumbre debido a que esas condiciones se están convirtiendo en la norma para todos los tipos de construcción. Los conceptos y técnicas de la Producción Flexible ofrecen bastante ayuda en el logro de dichos cambios.

El primer paso en la aplicación de la producción flexible en la construcción consiste en proteger la producción directa de la variación y la incertidumbre en los flujos de instrucciones y recursos. El segundo paso consiste en reducir la variación del flujo. El tercer paso consiste en mejorar el desempeño detrás de la protección, por ejemplo, la mejora de las operaciones dentro de un contexto de flujos administrados. La estrategia de implementación de la construcción sin pérdidas se muestra en la figura 3.2

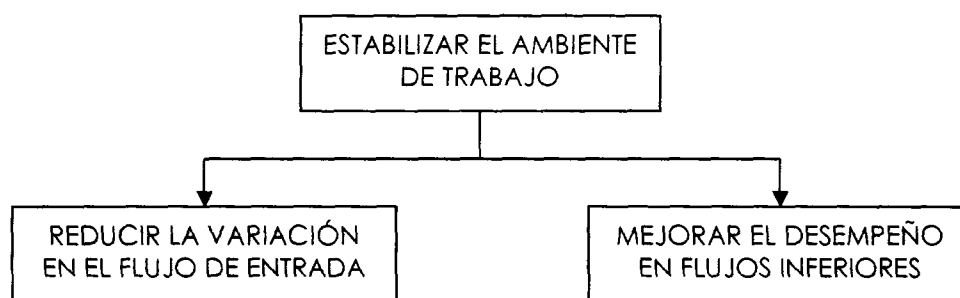


Figura 3.2 - Estrategia de Implementación

Existen muchas oportunidades para realizar operaciones de mejora, sin embargo, el punto lógico de inicio en cada caso extiende el sistema de planeación hacia la ejecución, primeramente mediante el envío de asignaciones (establecimiento de metas, división del trabajo), luego la adquisición y administración de recursos compartidos y finalmente el diseño de métodos de trabajo.

Es muy recomendable el incluir a los trabajadores directamente involucrados en la planeación y ejecución de experimentos en el diseño de métodos de trabajo, lo cual se considera una práctica a la que se ha denominado como Estudios de Primera Ejecución. También se recomienda extender el concepto de retrabajo para incluir las no terminaciones y volver a administrarlas, con la finalidad de remarcar los beneficios de la terminación de las actividades y los costos que se pueden evitar en readministrar materiales.

La implementación de los conceptos y técnicas de la producción flexible en la industria de la construcción marca un camino hacia el futuro, pero para seguir dicho camino se requiere un cambio en la manera de pensar. (Howell, 1994)

CAPÍTULO IV: MODELO DE APLICACIÓN BASADO EN LA CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS

INTRODUCCIÓN

Comúnmente, en la ejecución de proyectos se presentan actividades que sufren retrasos o descalendarizaciones, sin embargo, los proyectos suelen salir avantes y terminar con muy poco o nulo retraso. Podría decirse incluso que al momento de programar un proyecto, intrínsecamente se está considerando la existencia de retrasos o contingencias que afectarán la duración y el costo del proyecto. Muchas veces estos retrasos son originados por la variabilidad que existe en la construcción, sin embargo es posible disminuir o eliminar dicha variabilidad mediante procedimientos que permitan identificar las causas que la originen así como implementar mejoras que eviten su reincidencia.

4.1 EL ÚLTIMO PLANIFICADOR.

El modelo del Último Planificador, el cual será evaluado en la presente tesis, está basado en los principios de la Construcción sin Pérdidas y consiste en una filosofía, reglas y procedimientos, así como una serie de herramientas las cuales facilitan la implementación de dichos procedimientos de mejora. Desde otro punto de vista el Último Planificador es el último en una cadena de planificadores, cada uno proveyendo instrucciones al siguiente.

Con la finalidad de aclarar la importancia de la reducción de la variabilidad en la entrega de recursos, se introducen algunos conceptos. Primeramente los elementos de un sistema de planificación son aquellos que determinan que "debe" ser realizado, que "puede" ser realizado y que "será" realizado. De esta manera el supervisor de frente, o bien el capataz, jefe de cuadrilla o supervisor de compras, realizan su planeación basados en la información que reciben considerando "deber" y "poder". Su labor es aproximar el "deber" dentro de los límites de "poder" y de esta manera producir tareas que sean prácticas y provean entradas confiables para la planeación de los procesos de trabajo interdependientes. La figura 4.1 muestra el concepto fundamental del Planificador Último. (Ballard, 1997)

La finalidad del sistema del Planificador Ultimo es eliminar las actividades o elementos considerados como "desechos", los cuales restan eficiencia y productividad a los procesos constructivos que se llevan a cabo durante la ejecución de un proyecto.

El sistema de control del Último Planificador consta de dos componentes: La unidad de control de producción y el control de flujo de trabajo. El trabajo de la

primera consiste en preparar progresivamente asignaciones a los trabajadores a través de un continuo aprendizaje y acciones correctivas.

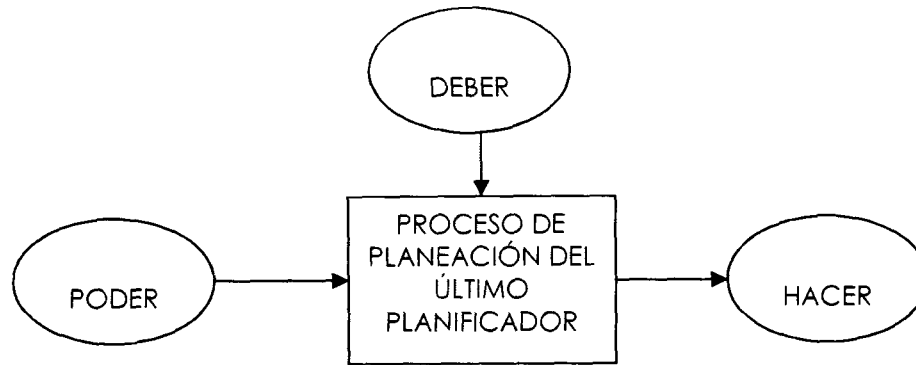


Figura 4.1 - El Concepto del Planificador Último

La función del control de flujo de trabajo es quizás la más evidente, procurar que el trabajo fluya a través de las unidades de producción en la mejor secuencia y ritmo posible.

4.1.1 UNIDAD DE CONTROL DE PRODUCCIÓN

La dimensión clave en un sistema de planeación en el nivel de producción radica en la calidad de su producción. Algunas de las características críticas de calidad de una asignación son (Ballard, 2000):

- La asignación debe de estar bien definida
- Sea seleccionada una secuencia adecuada de trabajo.
- Sea seleccionada una cantidad de trabajo adecuada.
- El trabajo seleccionado sea práctico y ejecutable.

El término bien definida significa que sea descrita de tal manera que pueda ser llevada a cabo y su terminación pueda ser determinada inequívocamente. La secuencia adecuada se refiere a que sea consistente con la lógica interna del trabajo, los compromisos y metas del proyecto y las estrategias de ejecución. La cantidad adecuada consiste la que los planificadores juzguen que las unidades de producción sean capaces de completar posterior a una revisión del costo y el análisis del trabajo específico a realizar. Que sea práctico significa que todos los prerequisites del trabajo estén en el sitio o bien que su disponibilidad sea posible.

La Unidad de Control de Producción cuenta con una herramienta que es la que permite conocer el desempeño de la unidades de control durante los períodos de trabajo, ésta herramienta es el Porcentaje del Plan Completado (PPC), el cual identifica los motivos por los cuales no se completaron las actividades así como las razones que dieron lugar a dichas causas con la finalidad de ser eliminadas y así evitar errores repetitivos.

La medición del PPC permite distinguir entre las fallas arraigadas en la planeación y en la ejecución de los planes. El PPC consiste en el número de actividades completadas divididas entre el número total de actividades planeadas expresadas como un porcentaje. El PPC mide hasta que punto las responsabilidades del supervisor de frente (HACER) fueron realizadas.

En la figura 4.2 se presenta una gráfica de Porcentaje del Plan Completado contra el Número de tareas asignadas en cada semana de trabajo. En el eje horizontal se ubican los períodos de trabajo a evaluar (en el caso de la gráfica se consideraron semanas). En el eje vertical se aprecian dos escalas, en un extremo (izquierdo) se ubican los números de actividades programadas para cada semana, y en el otro extremo (derecho) se ubican los porcentajes de ejecución de dichas actividades.

Para el caso mostrado, se puede apreciar que el porcentaje de actividades terminadas en cada semana solamente alcanzó el 100% en dos ocasiones, y que en otros casos incluso se tuvo un porcentaje de ejecución inferior al 50%. Esto se puede interpretar como una amplia variabilidad en la capacidad de ejecución debido a que presenta rangos muy amplios con respecto a dicha capacidad, sin embargo, con un análisis de causas y efectos se podrían conocer las causas que originan tanta diferencia en la ejecución de tareas.

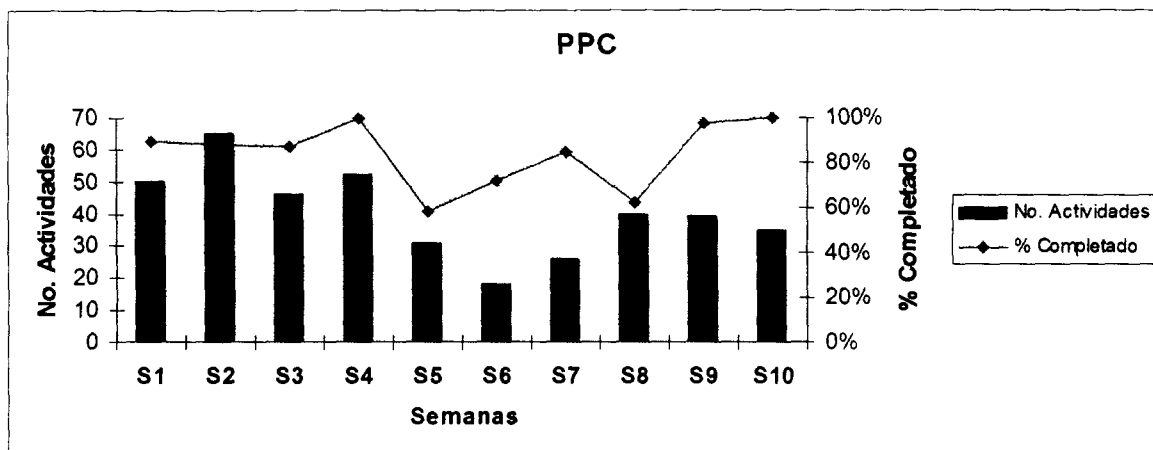


Figura 4.2 - Porcentaje Planeado Completado

El análisis de las actividades no completadas permite conocer las causas que originaron el no cumplimiento de la actividad en cualquier nivel del proceso y en consecuencia realizar las mejoras pertinentes para evitar que esas causas se repitan en desempeños futuros.

La importancia del análisis de causas se basa en uno de los principios de la administración de la calidad total, ya que al conocer el origen de los retrasos al

momento de ejecutar los procesos en obra, se puede buscar la manera de evitar la reincidencia de los mismos, y de esta manera mantener un nivel de eficiencia competitivo.

Para este tipo de análisis se puede recurrir a algunas de las herramientas de la Calidad Total, si bien se podrían utilizar todas, las más comunes en el caso de la construcción sin pérdidas son: Los diagramas de causa y efecto y los gráficos de barras, unos como herramienta de búsqueda de defectos y el otro como un indicador del nivel de incidencia de cada tipo de causa, por ejemplo: El número de veces en que se presentan fallas en los diferentes elementos de los procesos constructivos tales como los materiales, la mano de obra, el clima, cambios en las prioridades, etc.

Precisamente en la figura 4.3 se muestra un diagrama causa – efecto, en el que se puede apreciar el análisis de causas que originan un problema o retraso en alguna actividad. Cada rama que parte del tronco principal contempla un elemento del proceso y los posibles errores cometidos en dicho elemento que posteriormente, origina la falla en la actividad y en consecuencia, su no terminación.

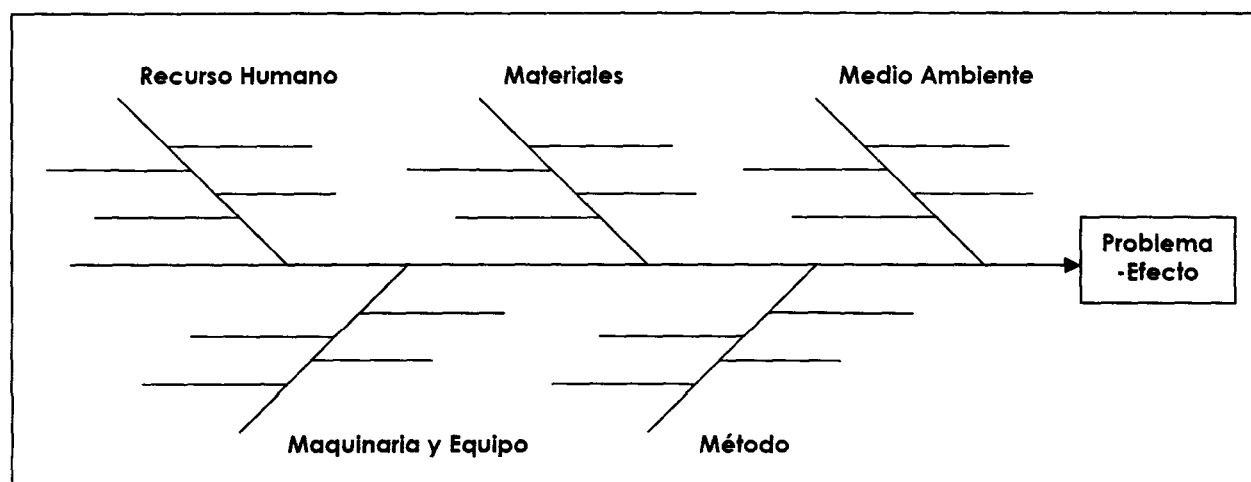


Figura 4.3 - Diagrama Causa-Efecto

Una vez conocidas las diferentes causas que originan retrasos o errores en la actividad, es posible agruparlos y presentar un gráfico con todas las causas para conocer cuales son las que con mayor incidencia se presentan e influyen para la no terminación de dicha actividad.

En la figura 4.4 se muestra un gráfico de barras con las principales causas que originan los retrasos en la ejecución de las actividades. En el eje horizontal se enumeran las diferentes causas de retraso o no terminación. En el eje vertical se muestran las incidencias de las causas mencionadas, si se considera conveniente,

también se puede expresar dichos valores de manera porcentual, de acuerdo a las necesidades del planificador.

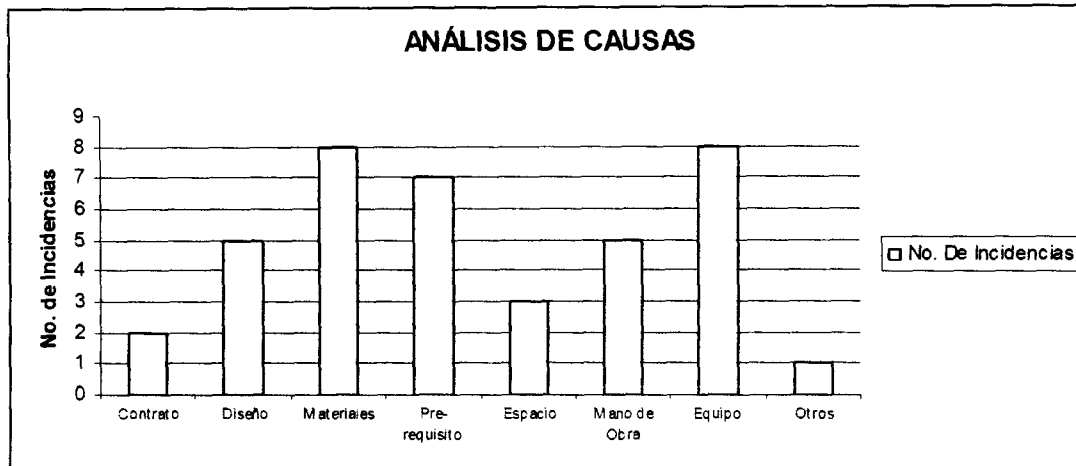


Figura 4.4 - Gráfico de Barras

Otra herramienta disponible es el gráfico circular (pastel), que de manera similar al gráfico de barras, nos muestra los niveles de incidencia de las causas que originan las no terminaciones de las actividades, pero, con una escala porcentual. En la figura 4.5 se puede observar este tipo de gráfico.

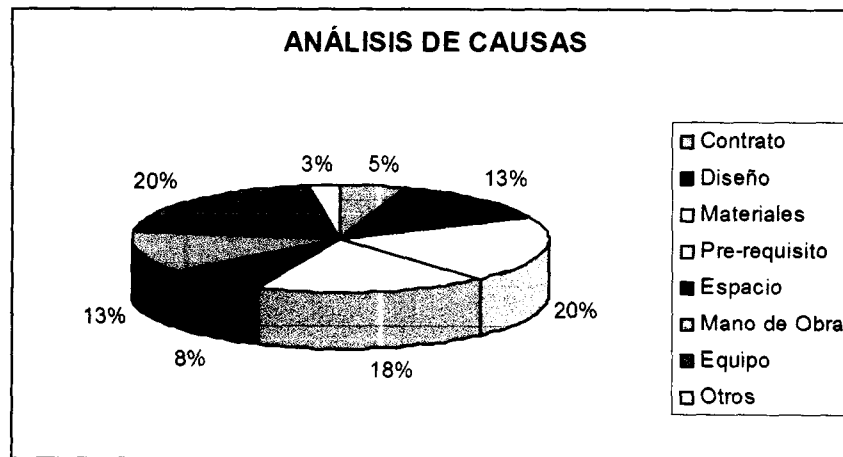


Figura 4.5 - Gráfico de Pastel

4.1.2 CONTROL DE FLUJO DE TRABAJO

El Control de Flujo de Trabajo permite el movimiento del trabajo entre las diferentes unidades de producción en una secuencia y monto adecuados. A diferencia de la Unidad de Control de Producción, la cual coordina la ejecución del trabajo dentro de los límites de las mismas unidades tales como las cuadrillas

de construcción y equipos de diseño, el Control de Flujo de Trabajo coordina el flujo del diseño, procuración e instalación a través de las unidades de producción.

4.1.2.1 El método de Extracción (Pulling)

La Extracción es un método mediante el cual se introduce información y materiales a un proceso de producción. Extracción significa que nada es realizado a menos de que un proceso subsiguiente lo requiera. El efecto del sistema por Extracción es que la producción no está basada en pronósticos, el compromiso se retrasa hasta que la demanda se presente para indicar lo que el cliente realmente quiere.

La construcción por el contrario, ha tenido por tradición programas basados en técnicas de *Empuje (Push)*, bajo el sistema de "Empuje", los materiales son apresurados con la finalidad de llegar a la fecha adecuada en la que los productos son enviados al cliente esperado. (Womack, Jones, 1991).

En el sistema del Último Planificador, más allá de realizar asignaciones listas en el proceso de Visión-Adelantada, es explícitamente una aplicación de técnicas por Extracción ya que las actividades no son liberadas a menos de que estén listas para serlo.

Es probable que se pueda pensar que al estar considerando tener una reserva de actividades para realizar, se esté incurriendo en la creación de inventarios, sin embargo cuanto más grande sea la variabilidad en el flujo de materiales e información, se requerirán de intermediarios para absorber dicha variabilidad. Y finalmente el hecho de reducir la variabilidad permite la reducción de tiempo y costo.

4.1.2.2 La Visión Adelantada

Dentro de la jerarquía de planes y programas, el procedimiento de Visión-Adelantada es quien tiene la tarea de controlar el trabajo.

Los programas de trabajo de Visión-Adelantada son comúnmente utilizados en la industria de la construcción para enfocar la atención administrativa las actividades que sucederán en algún momento en el futuro y alentar acciones en el presente que originen el futuro deseado.

La planificación mediante la Visión-Adelantada puede ser considerada como la clave para mejorar el PPC y en consecuencia reducir el costo y la duración del proyecto. Comúnmente los programas tipo Visión-Adelantada cumplen únicamente con la función de señalar lo que "DEBE" ser realizado, pero dentro del concepto del Último Planificador, éste cumple con varias funciones:

- Formar el flujo y monto de trabajo.

- Nivelar el flujo y la capacidad de trabajo.
- Descomponer las actividades del programa de obra en paquetes de trabajo.
- Desarrollar métodos detallados para la ejecución del trabajo.
- Mantener una reserva de trabajo realizable.
- Actualizar y revisar programas de trabajo en niveles superiores según sea necesario.

Previo a la entrada a la ventana Visión-Adelantada las actividades del programa o del paquete de trabajo son explotadas al nivel de detalle apropiado para asignarlos a programas semanales de trabajo, los cuales producen múltiples tareas para cada actividad. Entonces cada actividad es sometida a un análisis de limitantes para determinar que es lo que debe ser realizado para que dicha actividad esté lista para ejecutarse.

La regla general consiste en permitir el ingreso a la ventana Visión-Adelantada o bien, permitir su avance de semana a semana, solamente las actividades que puedan estar listas para su terminación dentro del programa establecido.

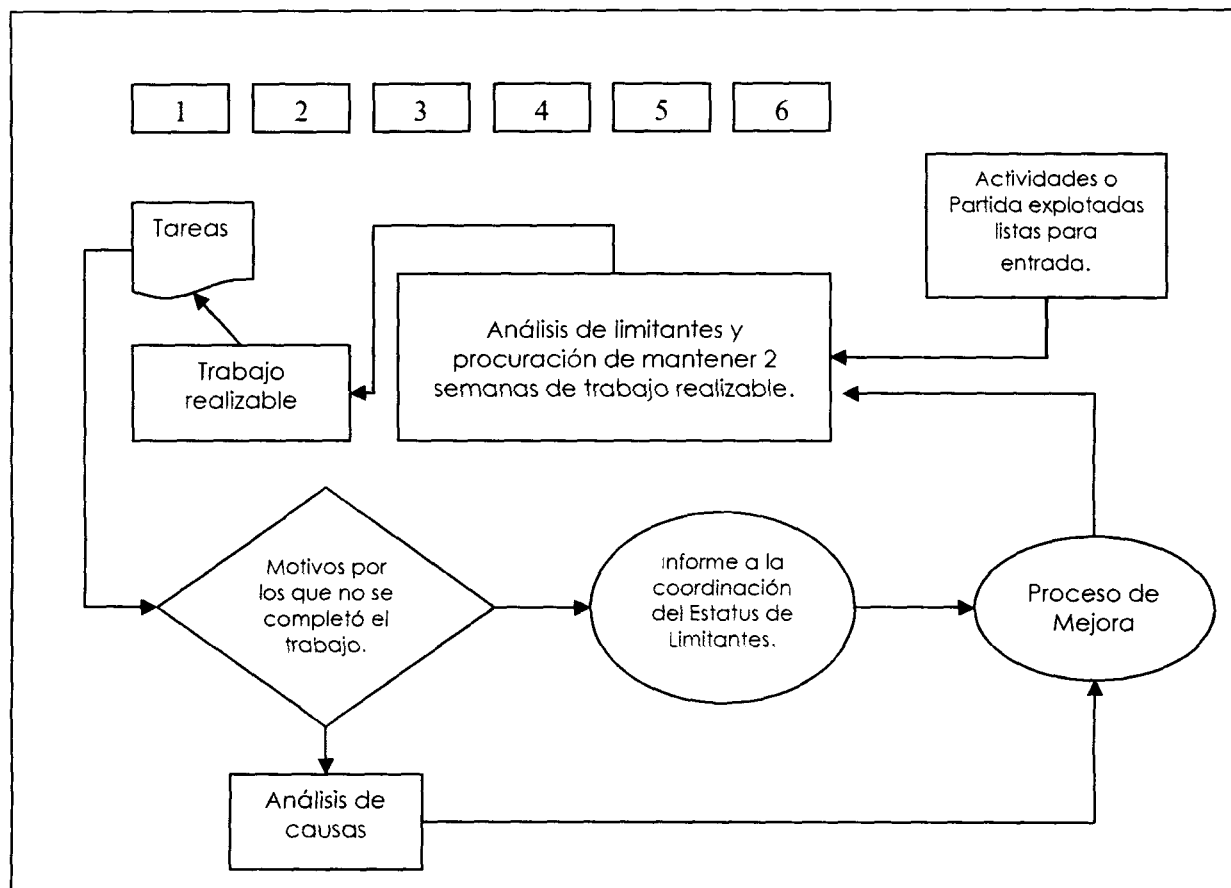


Figura 4.6 – El Sistema de Visión-Adelantada

En la figura 4.6 se muestra un esquema del funcionamiento del sistema de Visión-Adelantada, en el se puede observar como las actividades entran a la ventana de visión-adelantada seis semanas antes de que sean ejecutadas. Las actividades son movidas una semana hacia delante, hasta que sean aptas para entrar al inventario de actividades trabajables (2 semanas antes de la fecha de ejecución) y estén en una secuencia adecuada para su ejecución. La idea principal es mantener un paquete de trabajo realizable para poder llevar un flujo constante del mismo.

Un aspecto importante a considerar en la manera de ingresar las actividades a la ventana, es que se pueden manejar ya sea paquetes o actividades particulares de acuerdo a la magnitud, tipo de administración o bien, tipo de proyecto que se este llevando a cabo.

La identificación de las causas que motivaron la no terminación de las actividades, así como el análisis de dichas causas forman parte importante del sistema en su Unidad de Control de Producción, por lo que ambas partes fueron explicadas con anterioridad, de lo mencionado nos basamos para conocer sus funciones y objetivos. De igual manera sucede con el proceso de mejora y las medidas correctivas a tomar.

Proyecto:

Fecha:

Responsable:

Supervisor:

ACTIVIDAD	01/11/2003						01/11/2003						01/11/2003						01/11/2003						NECESIDADES
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	
Cuadrilla 1																									
Actividad 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													
Actividad 2											X	X	X	X											
Actividad 3							X	X	X																
Cuadrilla 2																									
Actividad 1			X	X	X																				
Actividad 2													X	X	X	X	X								
Actividad 3																									
Cuadrilla 3																									
Actividad 1										X	X	X	X	X											
Actividad 2										X	X	X	X	X											
Actividad 3																		X	X	X	X	X			

Tabla 4.1 - Ventana Visión-Adelantada

La Tabla 4.1 nos muestra la ventana el sistema Visión-Adelantada, en el que se puede apreciar las actividades que ingresan y la manera en la que van avanzando hasta llegar al paquete de actividades trabajables.

4.1.2.3 Eliminando Variabilidad y Errores

Un aspecto importante en la aplicación del sistema del Último Planificador es la identificación y eliminación de las causas que originan la variabilidad, errores y retrasos en las actividades, teniendo como consecuencia su no terminación en los períodos de trabajo, comúnmente semanales.

Tal y como se realiza en los procesos de manufactura que siguen la filosofía Esbelta, la eliminación de los defectos o "desechos" es de vital importancia así como el poder llevar a cabo las acciones correctivas que permitan evitar la reparación de dichos defectos. Sin embargo es importante la participación de los distintos niveles de planificadores dentro del proceso, por lo que será necesario entrenar a los supervisores de frentes, jefes de cuadrillas y jefes de compras a para que adquieran las habilidades para utilizar dicho sistema.

Existen algunas herramientas de calidad (TQM) las cuales pueden facilitar la identificación y el manejo de las distintas causas que originan "perdidas" al proyecto. Así como formatos para originar reportes que ayuden a llevar a cabo acciones de mejora. Dichas herramientas han sido mencionadas y son utilizadas en la Unidad de Control de Producción del sistema.

El análisis de limitantes

Una vez que las actividades son identificadas, éstas son sometidas al análisis de limitantes. Cada actividad puede tener sus propias limitantes tales como contratos, diseños, trabajo previo, espacio, equipo, mano de obra, etc. El análisis de limitantes requiere que los proveedores de bienes y servicios dirijan activamente su producción y entregas.

Una vez que se vaya realizando el análisis de limitantes y estas se vayan eliminando de cada actividad, dichas actividades entran a una especie de "inventario" de actividades realizables, el cual se recomienda que tenga una extensión de aproximadamente dos semanas. Sin embargo, para ajustar a un tamaño el inventario, es necesario primero determinar la capacidad productiva actual de la unidad y la magnitud de la variación en las horas extras de producción.

La Tabla 4.2 es un ejemplo de un análisis de limitantes para un paquete de actividades, en ella se puede apreciar los requisitos generales que pueda tener cada actividad previa su ejecución y la manera en como se está registrando cada prerequisite que es cumplido. Así también se puede tener una relación entre los requisitos que aparecen en la tabla y los análisis de causa – efecto que se llevan a cabo para determinar las causas que evitaron la terminación de cada actividad y mantener la retroalimentación del sistema.

Proyecto:
 Fecha:
 Responsable:
 Supervisor:

ID	Actividad	Inicio	Contrato	Diseño	Materiales	Pre-requisito	Espacio	Mano de Obra	Equipo	Otros
10001	Actividad 1	02-Oct-03	OK		OK	Colocar cimbra		OK	OK	
10003	Actividad 2	05-Oct-03								
20004	Actividad 3	11-Oct-03								
30005	Actividad 4	17-Oct-03								
40006	Actividad 5	23-Oct-03								
50007	Actividad 6	29-Oct-03								
60008	Actividad 7	04-Nov-03								
70009	Actividad 8	10-Nov-03								
80010	Actividad 9	16-Nov-03								
90011	Actividad 10	22-Nov-03								
100012	Actividad 11	28-Nov-03								
110013	Actividad 12	04-Dic-03								
120014	Actividad 13	10-Dic-03								

Tabla 4.2 - Análisis de Limitantes

4.2 APLICACIÓN DEL MODELO DE CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS

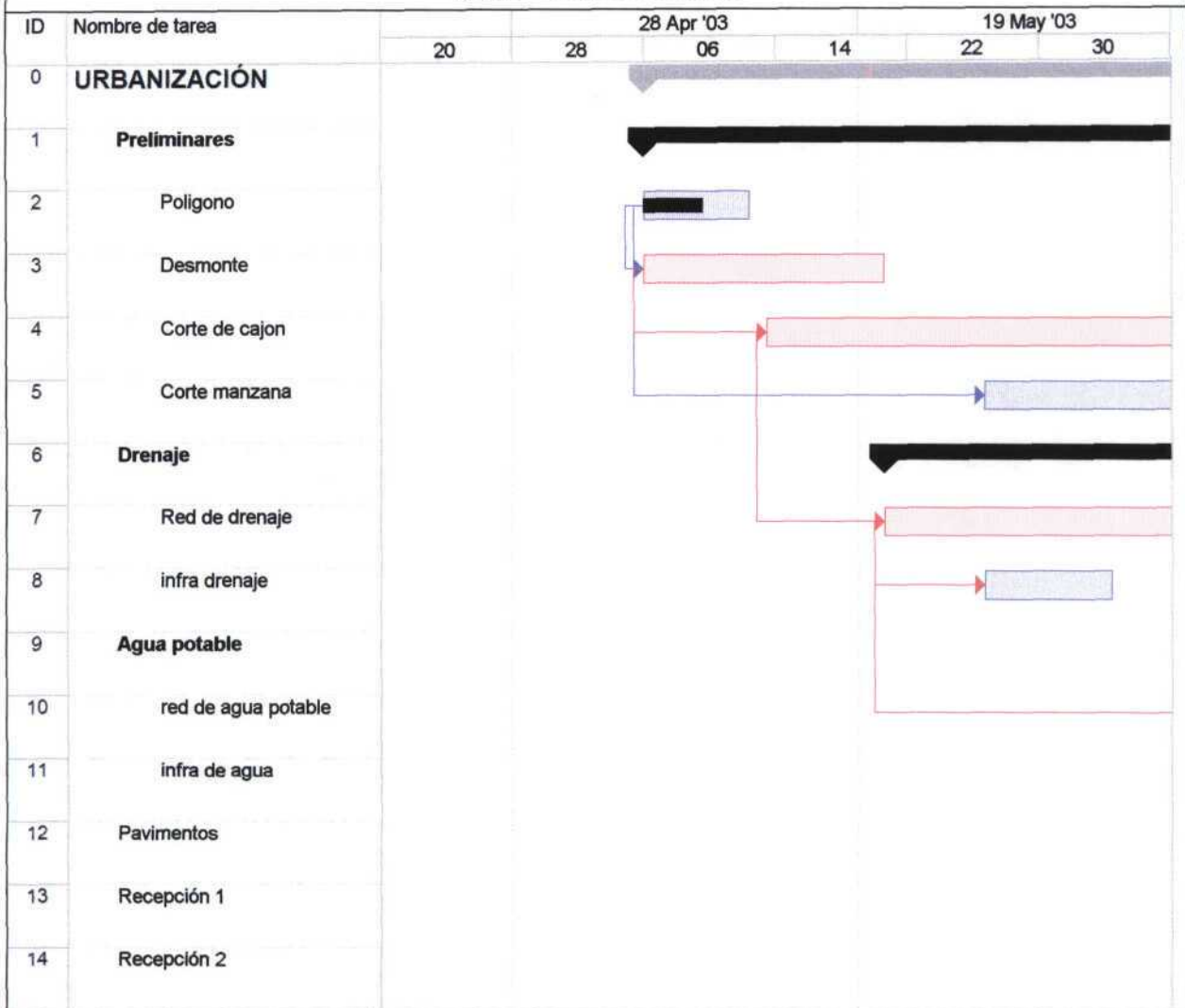
Para la aplicación del modelo de Construcción sin Pérdidas se seleccionó un Proyecto en el cual se tenga información acerca de las actividades, programación y posibles recursos que se requieran para llevar a cabo las actividades que lo componen. En el estudio que se realizó se eligió un proyecto de urbanización, el cual cuenta con una duración aproximada de 103 días y consta de 3 partidas de obra, las cuales contienen 9 actividades que se llevaron a cabo a partir del 6 de Junio del año 2003 hasta el 4 de Septiembre del mismo año.

En la siguiente página (Anexos) se muestra el programa de obra según el diagrama de precedencias, así también un gráfico de barras con la división de las semanas en las que se va a trabajar.

Una vez que se cuenta con el programa de obra y los recursos necesarios para la realización de las actividades, se identificaron las actividades críticas dentro del programa de obra, sin embargo, debido a que se trataba de un proyecto con un tamaño relativamente pequeño, se consideraron todas las actividades dentro para el estudio, sin embargo el período de tiempo que se estudió si se recortó de 25 semanas de duración del proyecto a un período de estudio de 14 semanas, tomando en cuenta que las últimas actividades consistían en las recepciones de obra, las cuales no contemplaban el uso de recurso alguno.

Lo primero que se realizó fue la asignación de tareas a la ventana que sirve para tener una visión a futuro, tal y como lo muestra la Tabla 4.3, la cual corresponde a la semana en donde entran las primeras actividades a estudiar.

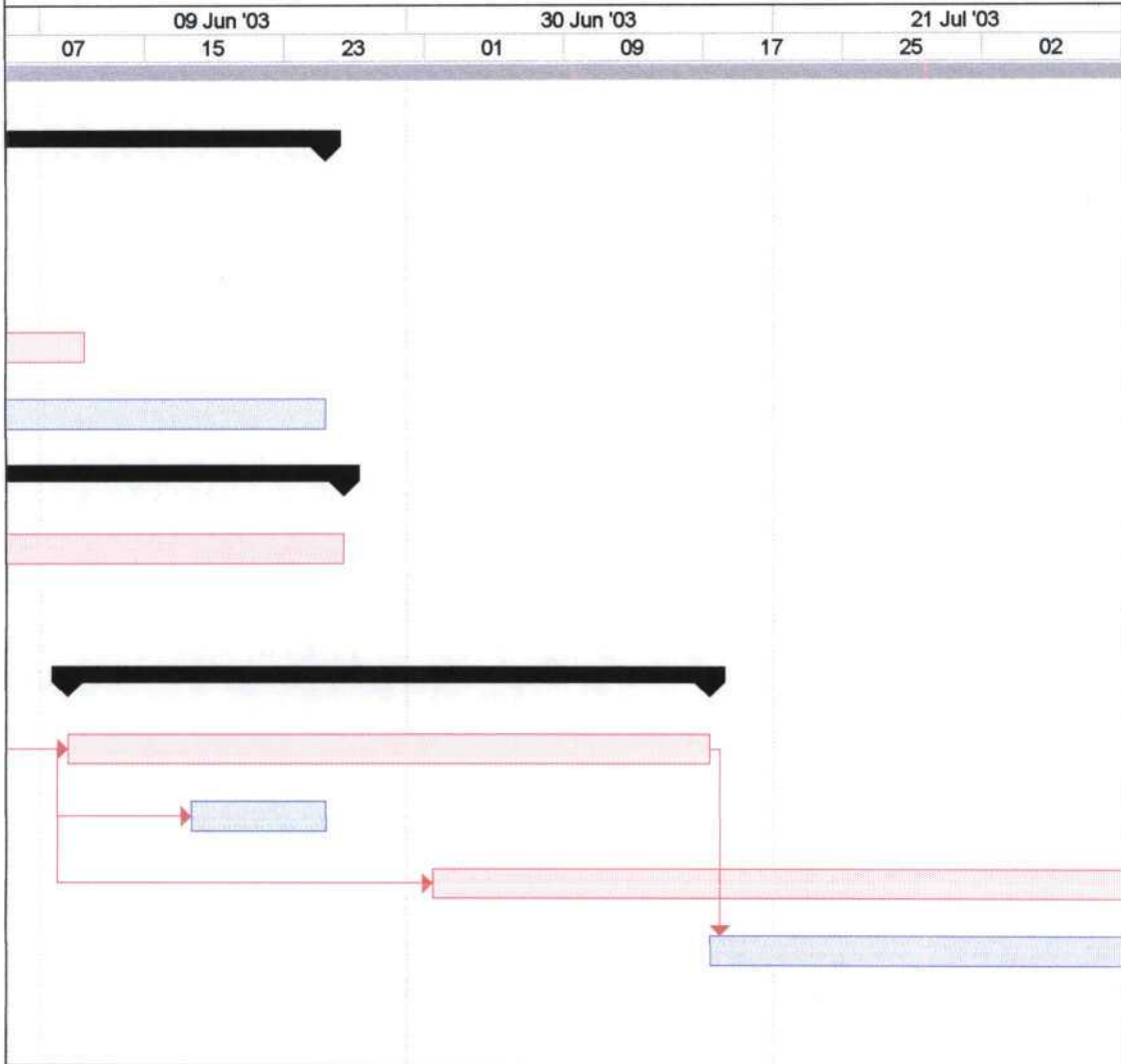
ANEXO - GRÁFICO DE BARRAS






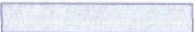






Proyecto: URBANIZACIÓN
 Fecha: Thu 11/12/03

- Tarea
- Tarea crítica
- Progreso
- Hito
- Resumen
- Tarea resumida
- Tarea crítica resumida
- Hito resumido
- Progreso resumido
- División
- Tareas externas
- Resumen del proyecto
- Agrupar por síntesis
- Fecha límite

ANEXO - GRÁFICO DE BARRAS



Proyecto: URBANIZACIÓN
 Fecha: Thu 11/12/03















- Tarea 
- Tarea crítica 
- Progreso 
- Hito 
- Resumen 
- Tarea resumida 
- Tarea crítica resumida 
- Hito resumido 
- Progreso resumido 
- División 
- Tareas externas 
- Resumen del proyecto 
- Agrupar por síntesis 
- Fecha límite 

ANEXO - GRÁFICO DE BARRAS

ITESM - 2003



Proyecto: URBANIZACIÓN
 Fecha: Thu 11/12/03

- Tarea 
- Tarea crítica 
- Progreso 
- Hito 
- Resumen 
- Tarea resumida 
- Tarea crítica resumida 
- Hito resumido 
- Progreso resumido 
- División 
- Tareas externas 
- Resumen del proyecto 
- Agrupar por síntesis 
- Fecha límite 

ANEXO - DIAGRAMA DE PRECEDENCIAS

URBANIZACIÓN
 Comienzo: 06/05/Id: 0
 Fin: 07/10/03 Dur.: 103.71 days
 Comp.: 2%

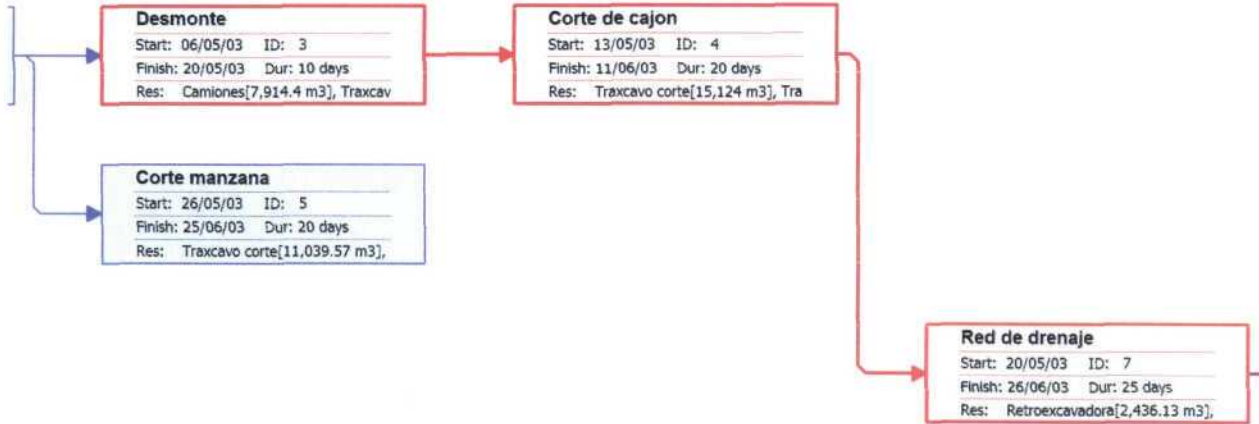
Preliminares
 Comienzo: 06/05/Id: 1
 Fin: 25/06/03 Dur.: 34 days
 Comp.: 6%

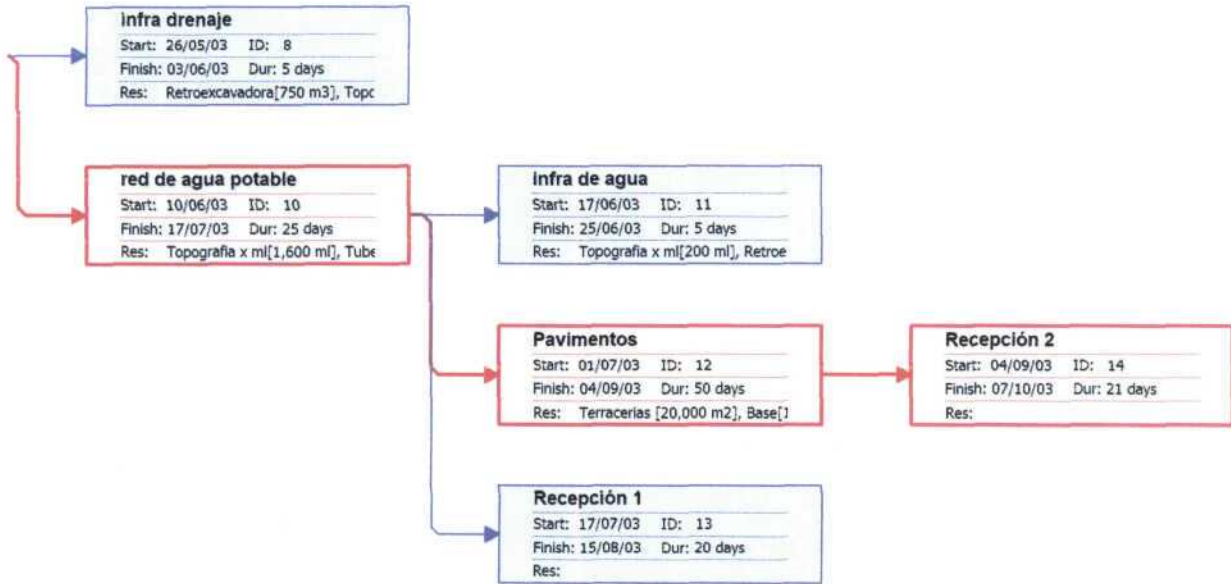
Poigono
 Start: 06/05/03 ID: 2
 Finish: 12/05/03 Dur.: 4 days
 Res: Cuadrilla de topografía[79;144 r

Drenaje
 Comienzo: 20/05/Id: 6
 Fin: 26/06/03 Dur.: 25 days
 Comp.: 0%

Agua potable
 Comienzo: 10/06/Id: 9
 Fin: 17/07/03 Dur.: 25 days
 Comp.: 0%

ANEXO - DIAGRAMA DE PRECEDENCIAS





Proyecto:	Urbanización																												
Fecha:	7 de Abril de 2003																												
Responsable:																													
Supervisor:																													
ACTIVIDAD	7-Apr-2003					14-Apr-2003					21-Apr-2003					28-Apr-2003					5-May-2003								
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
Preliminares																													
Polígono																											X	X	X
Desmonte																											X	X	X
Corte de Cajón																													
Corte de Manzana																													
Drenaje																													
Red de Drenaje																													
Infraestructura de Drenaje																													
Agua Potable																													
Red de Agua Potable																													
Infraestructura de Agua P.																													
Pavimentos																													

Tabla 4.3 - Ventana para la Visión Adelantada (Lookahead)

Una vez que las primeras actividades han entrado a la ventada para visión adelantada, lo que sigue es el análisis de limitantes para su ejecución, el cual se lleva a cabo de acuerdo a los diferentes campos que puede tener una actividad dentro de si misma.

En la Tabla 4.4 se puede observar como entraron las primeras actividades al análisis de limitantes. Conforme vayan adquiriendo el estado de disponibilidad, cada uno de los campos es marcado de tal manera que en cada período debe de ir aumentando gradualmente el estatus de disponibilidad de todos los campos hasta alcanzar la totalidad conforme se vayan acercando las actividades de la semana al área azul de la tabla de la visión adelantada, la cual corresponde a la cantidad de trabajo "realizable" y listo para ejecutarse.

Proyecto:	Urbanización													
Fecha:	07 de Abril de 2003													
Responsable:														
Supervisor:														
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente		
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio
Preliminares														
Polígono	07-May-03		N.A.	N.A.				N.A.					OK	OK
Desmonte	07-May-03		N.A.	N.A.				N.A.					OK	OK

Tabla 4.4 -Formato para análisis de Limitantes

Una vez que ha transcurrido una semana, si las actividades se hubiesen llevado a cabo se efectuaría un reporte de avance de actividades, para el caso de las primeras actividades éstas solamente se van corriendo y analizando sus limitantes hasta llegar al período azul en donde deben de estar completamente disponibles para su ejecución, tal y como lo muestran la Tabla 4.5, correspondiente al análisis realizado 4 semanas después y justo cuando inicia la ejecución del proyecto.

Proyecto:	Urbanización																												
Fecha:	05 de Mayo de 2003																												
Responsable:																													
Supervisor:																													
ACTIVIDAD	5-May-2003					12-May-2003					19-May-2003					26-May-2003					2-Jun-2003					NECESIDADES			
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L		M	M	J
Preliminares																													
Polígono			X	X	X	X																							
Desmante			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
Corte de Cajón									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Corte de Manzana																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Drenaje																													
Red de Drenaje													X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Infraestructura de Drenaje																	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Agua Potable																													
Red de Agua Potable																													
Infraestructura de Agua P.																													
Pavimentos																													

Tabla 4.5 -Ventana para la Visión Adelantada (Lookahead)- 4 semanas después

Como se puede observar, las actividades que correspondientes a la semana que inicia el 5 de mayo, se encuentran en el área azul de la tabla, lo que significa que deben de tener un estatus de disponibilidad ya que durante tres semanas anteriores se fue solventando cada una de las limitantes que se presentaban para su ejecución. En la tabla 4.6 podemos observar la tabla de limitantes con los estatus de las actividades mencionadas. Así también se puede observar que las actividades que les suceden, también han ingresado a la tabla para comenzar a solventar las limitantes que presenten, de tal manera que al llegar su fecha de inicio, tengan el estatus de disponibilidad.

Proyecto:		Urbanización												
Fecha:		05 de Mayo de 2003												
Responsable:														
Supervisor:														
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente		
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio
Preliminares														
Polígono	07-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Desmante	07-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Cajón	15-May-03	OK	N.A.	N.A.		OK			OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Manzana	27-May-03								OK	OK	OK			
Drenaje														
Red de Drenaje	21-May-03								OK	OK	OK			
Infraestructura de Drenaje	27-May-03								OK	OK	OK			

Tabla 4.6 - Formato para análisis de Limitantes - 4 semanas después

Una vez que las actividades hayan iniciado, al concluir la primera semana de ejecución de actividades, se puede realizar un reporte del avance completado en esa semana para conocer que cantidad de trabajo se realizó en contraste con la cantidad de trabajo que se tenía planeado para ejecutar en dicha semana. Así también se debe de realizar un análisis de causa - efecto para las actividades que no se completaron de acuerdo a lo planeado, ya que de esta manera se pueden conocer las causas raíces que originaron los retrasos en las actividades y tomar las medidas necesarias para evitar que dichos retrasos se vuelvan a suceder en el mismo proyecto o en proyectos futuros.

En la Figura 4.7, se muestra un reporte del avance completado en cada semana de trabajo, también se muestra la cantidad de actividades planeadas para cada semana. En el caso del proyecto de Urbanización, se consideraron como unidades los días de trabajo debido a que se tenía una cantidad pequeña de actividades y por consiguiente los porcentajes de ejecución variarían considerablemente a la menor muestra de variabilidad o de retraso.

Como se puede observar, en la mayoría de los casos se obtuvieron porcentajes de ejecución superiores al 85%, con una media de 94% de porcentaje de ejecución, esto debido a que algunas de las actividades resultaron repetitivas y se presenta una mayor facilidad para corregir errores y que estos no se vuelvan a presentar en una misma actividad.

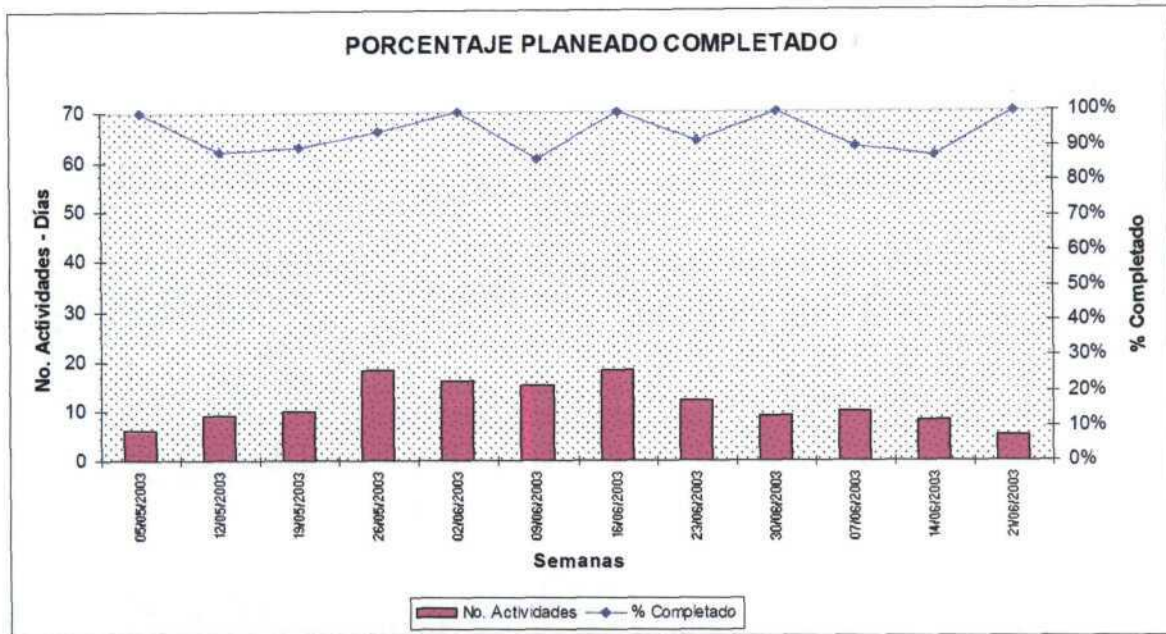


Figura 4.7 - Porcentaje Planeado Completado

Una vez que se conoce el porcentaje planeado completado, el siguiente paso consiste en conocer las causas que originan la variabilidad y retrasos por medio de un análisis de causa - efecto, el cual contemplará los cinco campos principales que puede tener un proceso. En la figura 4.8 que a continuación se presenta, se puede observar dicho análisis realizado para la actividad

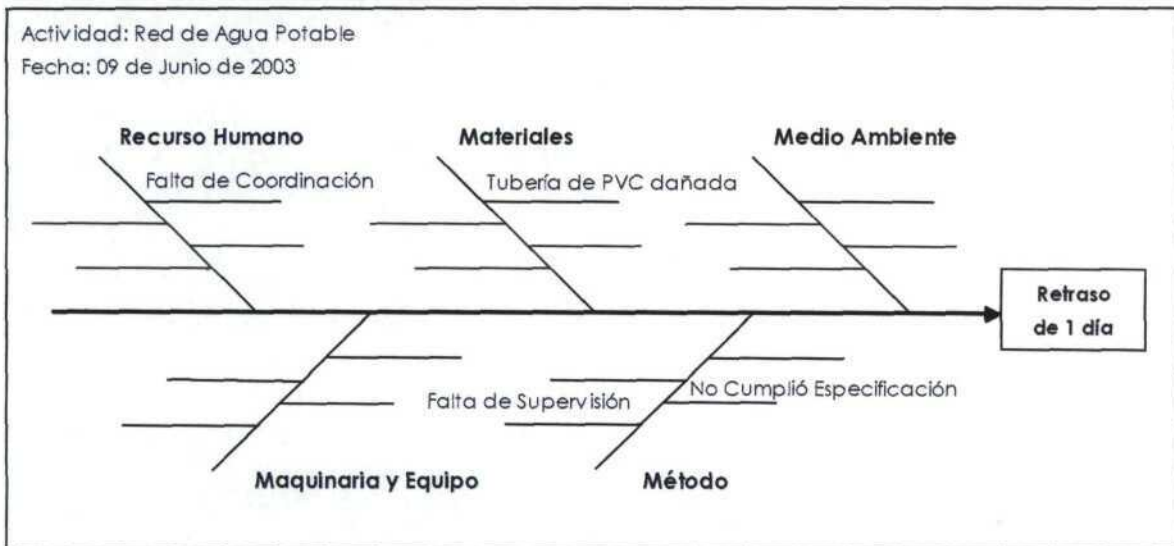


Figura 4.8 - Análisis Causa - Efecto

Cuando se ha concluido una etapa de proyecto o bien, el proyecto en su totalidad, se procede a realizar una identificación de las causas generales que ocasionaron los retrasos para el proyecto. Esto con la finalidad de conocer

cuales fueron las causas que más influyeron para evitar la culminación de las actividades del proyecto. Mediante gráficos de barras o de pastel, se pueden representar las frecuencias de las incidencias de cada causa, para después, la coordinación del proyecto establezca un proceso de mejora que permita evitar la aparición de obstáculos nuevamente en el proyecto.

A continuación en la figura 4.9 se puede observar el gráfico de barras de las causas que originaron retrasos en el proyecto de Urbanización. Dependiendo del nivel de detalle que se requiera, se pueden mostrar las gráficas sea con todas las causas que originan retraso o bien agrupadas de acuerdo al campo al que pertenecen con la finalidad de tener una visión más general, tal y como se muestra en la figura 4.10.

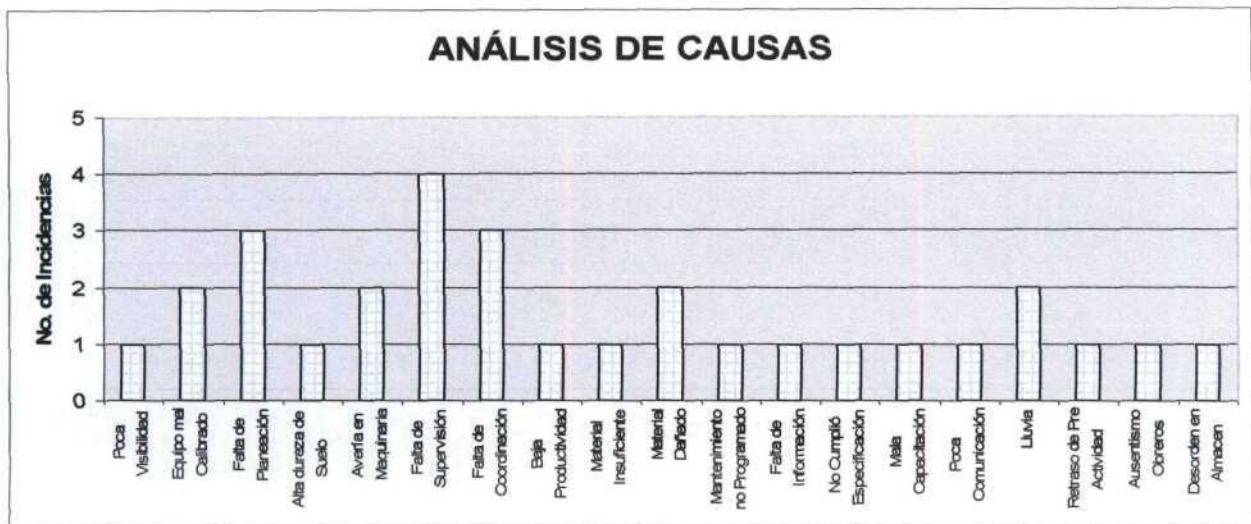


Figura 4.9 - Análisis de Causas a Nivel Particular

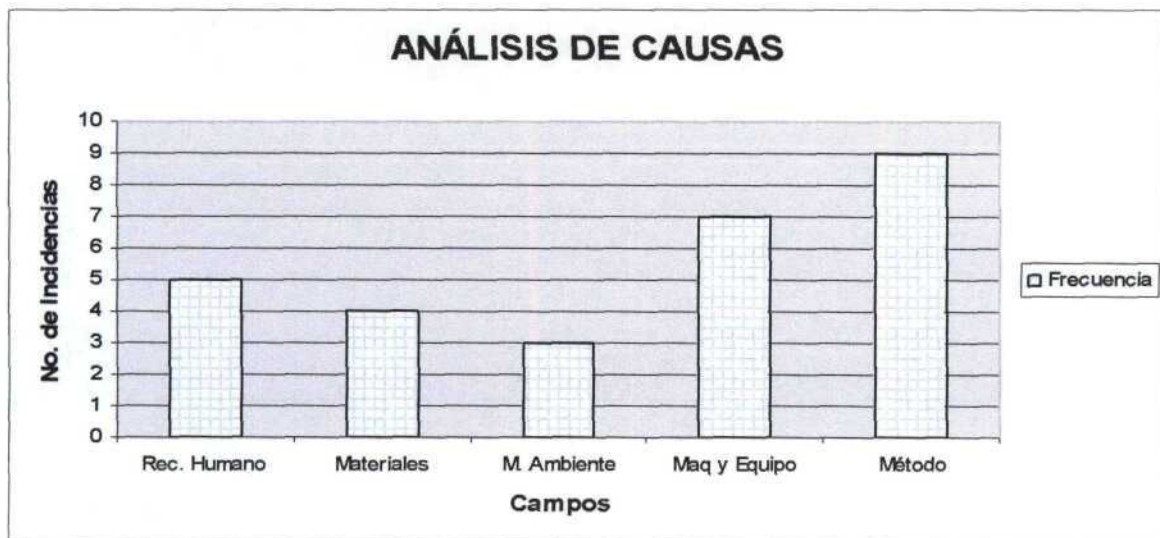


Figura 4.10 - Análisis de Causas a Nivel General

Finalmente, ya conocidas las principales causas que han originado la variabilidad del proyecto, se pudieron observar que la falta de supervisión, falta de planeación y de coordinación han sido las que han originado los obstáculos para la ejecución adecuada del proyecto.

En el caso de proyectos de gran tamaño, es factible el agrupar las causas de acuerdo a ciertas características que posean, o bien agruparlas de acuerdo a los 5 campos que abarca un proceso, de tal manera que si la coordinación de proyectos así lo requiere, se puede conocer a detalle a que actividad se está refiriendo la tabla o gráfico que se presente, al remitirnos a los diagramas causa - efecto para conocer dicha actividad o causa.

Como una forma de complementar el reporte se pueden utilizar gráficos de tipo "pastel" para tener una visión más representativa del nivel de influencia de cada tipo de causa raíz de retrasos que se presentan en el proyecto, tal y como lo muestran las figuras 4.11 y 4.12. Al igual que los diagramas de barras presentados, se puede utilizar un nivel tanto general como particular para representar los porcentajes de incidencia de cada causa. Esto dependerá del nivel de detalle que se requiera por parte de la coordinación de proyectos.

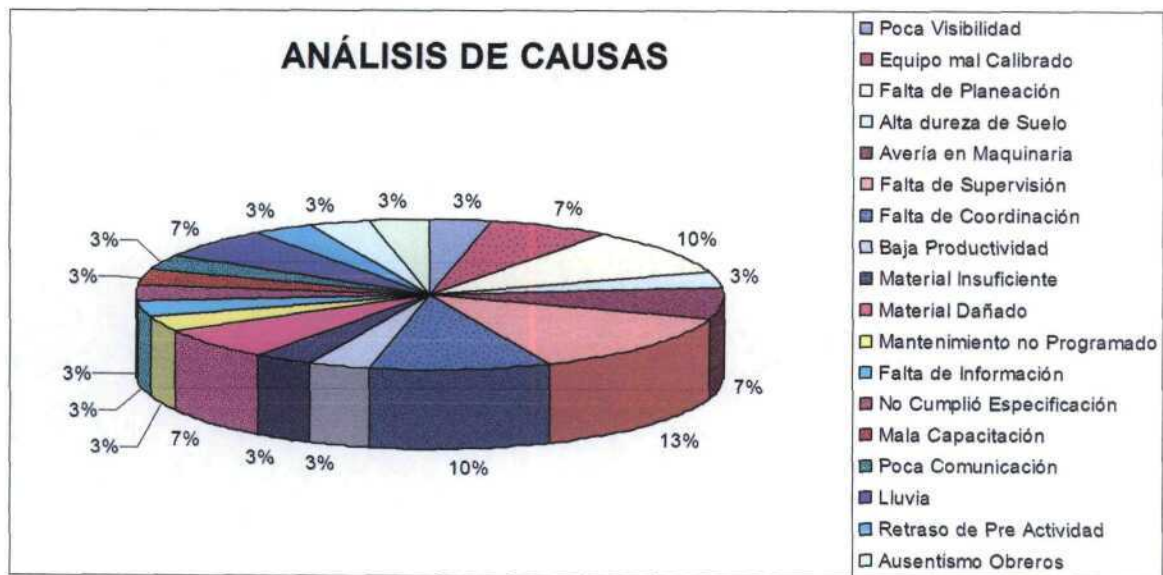


Figura 4.11 - Análisis de Causas a Nivel Particular

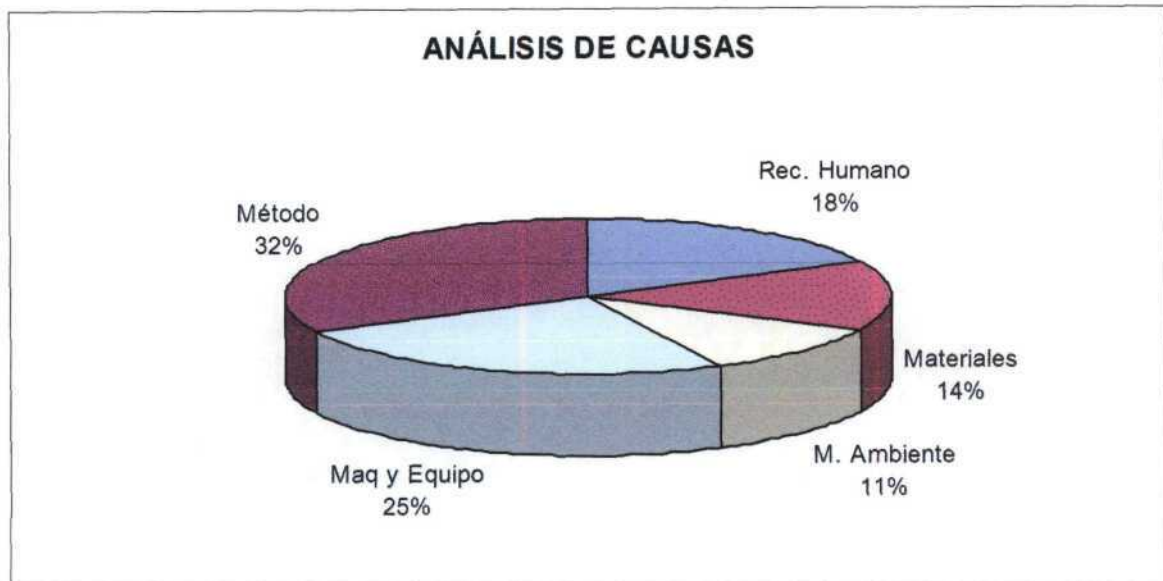


Figura 4.12 - Análisis de Causas a Nivel General

Finalmente correspondería a la coordinación y dirección de proyectos el establecer que estrategia utilizar para evitar dichos errores ya que como se puede observar, son errores relacionados con el Método de ejecución los que han ocasionado los obstáculos. Y como se mencionó en capítulos anteriores, habría que iniciar con un cambio en la forma de pensar y de trabajar para iniciar este proceso que a la larga beneficia tanto a empresa como a clientes.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Una vez que se ha concluido la parte aplicativa del modelo en el cual recae todo el aspecto teórico y a través del cual se puede conocer la viabilidad de la aplicación del mismo así como la efectividad que puede tener para aplicaciones posteriores se pueden asimilar varias conclusiones.

Como parte del aspecto teórico del trabajo realizado se puede llegar a la conclusión de que la construcción es una actividad en la cual la forma muy particular de llevar a cabo los procesos y las actividades generan una gran cantidad de actividades que no agregan valor al proceso constructivo y en consecuencia son consideradas como desperdicios que pueden ser desechados en beneficio del proyecto.

Así también se han podido conocer los aspectos fundamentales del pensamiento esbelto, el cual, en su tiempo condujo a la transformación de la industria de la manufactura hasta llevarla a niveles de eficiencia altamente competitivos. A su vez, ésta misma corriente pero bajo el nombre de Construcción Sin Pérdidas y tomando las mejores herramientas de la industria de la manufactura, ha generado una nueva manera de llevar a cabo la ejecución de los proyectos mediante el enfoque en el valor que se puede agregar a los procesos de la industria de la construcción.

En el tiempo en que se ha desarrollado la filosofía de la construcción sin pérdidas, se han desarrollado dos corrientes las cuales se han convertido en referencia obligada para quien desee investigar y llevara a la aplicación dicha filosofía. Estas corrientes fueron las de la Construcción como una Transformación, Flujo y Valor así como la Teoría de la Planificación Última. En la primera se observa un enfoque de la construcción como un estilo de producción que aún con las características que la hacen única ante otro tipo de actividades, posee al igual que la manufactura, procesos que generan transformaciones mediante el flujo de actividades que le generar un valor a dicho proceso. En la segunda corriente, de la Planificación Última, se puede observar un enfoque mas aplicado al control de la variabilidad en los procesos y a la estabilización del flujo de trabajo mediante el empleo de herramientas de calidad que permiten identificar las raíces de la ya mencionada variabilidad.

En la aplicación del Método del Planificador Último se pudo identificar la variabilidad que existe en el flujo de actividades que se llevan a cabo durante el desarrollo de un proyecto de construcción, así como las razones que la originan y que pueden ocasionar retrasos en el avance del mismo.

Una vez identificadas dichas razones el siguiente paso consistiría en establecer una adecuada estrategia de mejora por parte de la dirección de proyectos la cual permita eliminar la variabilidad y estabilizar el flujo de trabajo durante la ejecución del proyecto.

Algunos aspectos importantes que se pudieron identificar durante la ejecución del modelo fueron los siguientes:

Resulta muy saludable para el proyecto el poder analizar las actividades que se llevarán a cabo con un considerable tiempo de anticipación y mantener un paquete de trabajos "realizables" sin embargo, en un proceso real, existen algunas limitaciones que en algunos casos impiden la disponibilidad de trabajo con una anticipación a los quince días preestablecidos. Principalmente actividades que tienen dependencia directa con otras actividades ya que requieren de la finalización o de un avance determinado de una actividad programada con anterioridad, así como la dependencia de la disponibilidad de los diferentes recursos que se tienen con cierta limitación tales como la maquinaria y la mano de obra, puede jugar un papel preponderante para la liberación de las actividades.

En el caso del proyecto de Urbanización estudiado, se consideraron la totalidad de las actividades debido a la extensión del proyecto en si. Sin embargo cuando se analizan proyectos de gran magnitud se recomendaría aplicar la metodología a las actividades que integran la ruta crítica dentro del programa de obra o bien a las que tengan un gran peso) dentro de la ejecución del proyecto.

Un aspecto que debe llamar la atención es el análisis de limitantes que se realiza previa liberación de actividades, ya que es precisamente este análisis el que debe de asegurar que la actividad que se esté evaluando sea liberada en una situación óptima, para garantizar su adecuada ejecución. En una situación ideal, se recomendaría relacionar el mencionado análisis de limitantes con los diagramas causa - efecto que servirán posteriormente para evaluar las actividades que no pudieron ser completadas tal y como habían sido planeadas, ya que esto permitirá una retroalimentación tanto para quien realiza el análisis de limitantes como para quienes llevan a cabo la ejecución y supervisión de la actividad, para que los errores no vuelvan a cometerse.

Una conclusión a la que se llegó posterior a la aplicación de la metodología es que la aplicación del método del Planificador Último puede ser aplicado con mayor efectividad en proyectos cuyas características incluyan actividades que puedan ser repetidas, tales como proyecto de vivienda en masa, proyectos de tendido de líneas de conducción, tuberías y carreteras, debido a que la repetición continua del proceso y la metodología permiten apreciar la efectividad del método tanto en el mismo proyecto mediante reportes semanales o mensuales como en proyectos futuros en los que ya se tendrá cierta experiencia ganada con los proyectos anteriores, el conocimiento de las causas que originan la variabilidad y la manera de evitar dichas causas raíz.

Finalmente se puede concluir que la industria de la construcción como tal, representa un sector en el cual se pueden realizar grandes mejoras siempre y cuando los diferentes niveles en la organización de un proyecto sean conscientes

del cambio en la manera de pensar así como la forma de trabajar en beneficio no solamente de un proyecto exitoso, sino que a la larga brindará mayor ventaja competitiva a la empresa y beneficios tanto al cliente como a la misma empresa.

Finalmente, la participación por parte de los niveles administrativos y de supervisión de la empresa son piezas claves en la adopción de la nueva manera de llevar a cabo la construcción, ya que son quienes deben de motivar e integrar a los niveles técnicos y operacionales en el desarrollo de los procesos de mejora de la empresa, los cuales abarcarán desde los niveles más inferiores hasta los estratos más altos de la misma.

El desarrollo y la aplicación de la metodología del Planificador Último están sujetos a mejoras y a adaptaciones de acuerdo a las necesidades de cada proyecto, sin embargo, la ganancia que se obtiene radica en contar con una herramienta que permita un mayor control y estabilidad en el flujo de trabajo que se lleva a cabo en la ejecución de un proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Acero Pérez, Sergio Alberto. "El estudio de Mercado como estrategia competitiva en la construcción de vivienda de interés social"
Tesis (Maestro en Ciencias, Especialidad en Ingeniería y Administración de la Construcción)
ITESM, 2000
- (2) Ameels, Anne.; Bruggeman, Werner.; Scheipers, Geert. "Value Based Management, Control Processes to Create Value Through Integration,"
Vlerick Leuven Gent, Management School. 2002.
- (3) Ballard, Glenn. "The Last Planner System of Production".
Thesis to the Faculty of Engineering of The University of Birmingham for the degree of Doctor of Philosophy.
Birmingham, 2002.
- (4) Ballard, Glenn. "Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control".
University of Berkeley, USA, 1997.
- (5) Barba, Enric; "Ingeniería Concurrente, Guía para su implantación en la empresa, diagnóstico y evaluación".
Ed. Gestión 2000; 2000
Barcelona, España.
- (6) Bertelsen, S. and Koskela, L. "Managing the Three Aspects of Production in Construction".
Proceedings 10th Ann. Conf. International Group for Lean Construction.
Gramado, Brazil, 2002.
- (7) Blackburn, Joseph D.; "Time-Based Competition, the next battleground in American manufacturing".
The Business one Irwin Series, 1991, Homewood, Illinois.
- (8) Bounds, Greg; Yorks, Lyle; Adams, Mel; Ranney, Gipsie. "Beyond Total Quality Management, toward the emerging paradigm".
McGraw-Hill International Editions. Singapore, 1994.
- (9) Dejar, Donald L.: "Employee Involvement Team, Member Manual"
Ed. QCI International, 1991.
United States of America.
- (10) Duncan, William L. CPIM, CPM "Just In Time in American Manufacturing"
Society of Manufacturing Engineers
Michigan, 1988.

- (11) Galsworth, Gwendolyn D., "Visual Systems, Harnessing the Power of the Visual Workplace".
American Management Association, New York, 1997.
- (12) García Rodríguez, Salvador, "Mejora Continua en la Industria de la Construcción, Apuntes de Curso".
ITESM, 2000.
- (13) Hakes, Chris. "Total Quality Management, the key to business improvement".
Chapman & Hall, London, 1991.
- (14) Hammer, Michael; Champy, James. "Reengineering the Corporation"
HarperCollins Publishers. New York, 1993.
- (15) Howell, G. and Ballard, G. "Lean Production Theory, Moving Beyond *Can Do*".
Proceedings 2th Ann. Conf. International Group for Lean Construction.
Santiago, Chile, 1994.
- (16) Howell, G. and Ballard, G. "Implementing Lean Construction: Improving downstream performance".
Proceedings 2th Ann. Conf. International Group for Lean Construction.
Santiago, Chile, 1994.
- (17) Howell, Gregory A. "What is Lean Construction".
Proceedings 7th Ann. Conf. International Group for Lean Construction.
Berkeley, CA, 1999.
- (18) Howell, G. and Ballard, G. "What kind of Production is Construction".
Proceedings 6th Ann. Conf. International Group for Lean Construction.
Guarujá, São Paulo, 1998.
- (19) Igarashi, Ryo. "Sistemas de Control Visual".
Productivity Press, 1993.
- (20) Imai, Masaaki, "Mejorando la Calidad, Kaizen".
Ed. Gestión y Control de Calidad S.A., 1990; Valencia.
- (21) Koskela, Laury. "Application of the New Production Philosophy to Construction". Technical Report No. 72 . CIFE .
Stanford University, Stanford, CA. 1992.
- (22) Meng Khoong, Chang (editor). Re-engineering in Action. The quest for world class excellence. Imperial College Press, 1998.
- (23) Merli, Giorgio; "Co-makership, The New Supply Strategy for Manufacturers".

- Productivity Press. 1991.
Cambridge, Massachusetts and Norwalk, Connecticut
- (24) Morris, Daniel C.; Brandon, Joel S. "Re-engineering your Business". McGraw
New York, 1994.
- (25) Omachonu, Vincent, "*Principios de la Calidad Total*", Diana, México, D.F.,
1995
- (26) Sashkin, Marshal; Kiser, Kenneth J. "Putting Total Quality Management to
Work".
Berrett-Koehler Publishers.
San Francisco, 1993.
- (27) Shirose, Kunio. "TPM Team Guide".
Productivity Press. 1995
U.S.A.
- (28) Stalk, George, and Hout Thomas.; "Competing Against Time, how time
based competition is reshaping global markets".
The free press, 1990.
- (29) Tajiri, Masaji; Gotoh, Fumio. "TPM Implementation, a Japanese Approach".
Ed. Mc Graw-Hill. 1992.
New York.
- (30) Weaver, Samuel C.; Weston, J. Fred. "An Unifying Theory of Value Based
Management".
College of Business and Economics, Lehigh University; The Anderson School
at UCLA, University of California, Los Angeles. 2002.

ANEXOS

A-1 VENTANAS DE PARA VISIÓN ADELANTADA (LOOKAHEAD)

Proyecto:	Urbanización																																		
Fecha:	05 de Mayo de 2003																																		
Responsable:																																			
Supervisor:																																			
ACTIVIDAD	5-May-2003					12-May-2003					19-May-2003					26-May-2003					2-Jun-2003					NECESIDADES									
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L		M	M	J	V	S	L	M	M	J
Preliminares																																			
Polígono			X	X	X		X																												
Desmote			X	X	X		X	X	X	X	X		X	X																					
Corte de Cajón										X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X						
Corte de Manzana														X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X						
Drenaje																																			
Red de Drenaje											X	X	X					X	X	X	X	X		X	X	X	X	X							
Infraestructura de Drenaje																		X	X	X	X		X												
Agua Potable																																			
Red de Agua Potable																																			
Infraestructura de Agua P.																																			
Pavimentos																																			

Proyecto:	Urbanización																																		
Fecha:	12 de Mayo de 2003																																		
Responsable:																																			
Supervisor:																																			
ACTIVIDAD	12-May-2003					19-May-2003					26-May-2003					2-Jun-2003					9-Jun-2003					NECESIDADES									
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L		M	M	J	V	S	L	M	M	J
Preliminares																																			
Polígono	X																																		
Desmote	X	X	X	X	X		X	X																											
Corte de Cajón			X	X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X										
Corte de Manzana												X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X										
Drenaje																																			
Red de Drenaje								X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X										
Infraestructura de Drenaje												X	X	X	X		X																		
Agua Potable																																			
Red de Agua Potable																									X	X	X								
Infraestructura de Agua P.																																			
Pavimentos																																			

Proyecto:	Urbanización																																		
Fecha:	19 de Mayo de 2003																																		
Responsable:																																			
Supervisor:																																			
ACTIVIDAD	19-May-2003					26-May-2003					2-Jun-2003					9-Jun-2003					16-Jun-2003					NECESIDADES									
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L		M	M	J	V	S	L	M	M	J
Preliminares																																			
Polígono																																			
Desmote	X	X																																	
Corte de Cajón	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X															
Corte de Manzana							X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X										
Drenaje																																			
Red de Drenaje			X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X										
Infraestructura de Drenaje							X	X	X	X		X																							
Agua Potable																																			
Red de Agua Potable																		X	X	X		X	X	X	X										
Infraestructura de Agua P.																								X	X	X									
Pavimentos																																			

Proyecto:	Urbanización																																		
Fecha:	26 de Mayo de 2003																																		
Responsable:																																			
Supervisor:																																			
ACTIVIDAD	26-May-2003					2-Jun-2003					9-Jun-2003					16-Jun-2003					23-Jun-2003					NECESIDADES									
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L		M	M	J	V	S	L	M	M	J
Preliminares																																			
Polígono																																			
Desmote																																			
Corte de Cajón	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X																				
Corte de Manzana	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X												
Drenaje																																			
Red de Drenaje	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X										
Infraestructura de Drenaje	X	X	X	X		X																													
Agua Potable																																			
Red de Agua Potable											X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X							
Infraestructura de Agua P.																		X	X	X		X	X												
Pavimentos																																			

ANEXOS

A-1 VENTANAS DE PARA VISIÓN ADELANTADA (LOOKAHEAD)

Proyecto:	Urbanización																													
Fecha:	02 de Junio de 2003																													
Responsable:																														
Supervisor:																														
ACTIVIDAD	2-Jun-2003					9-Jun-2003					16-Jun-2003					23-Jun-2003					30-Jun-2003					NECESIDADES				
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L		M	M	J	V
Preliminares																														
Polígono																														
Desmonte																														
Corte de Cajón	X	X	X	X	X		X	X	X																					
Corte de Manzana	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X										
Drenaje																														
Red de Drenaje	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X									
Infraestructura de Drenaje	X																													
Agua Potable																														
Red de Agua Potable								X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		
Infraestructura de Agua P.												X	X	X		X	X													
Pavimentos																								X	X	X	X			

Proyecto:	Urbanización																													
Fecha:	09 de Junio de 2003																													
Responsable:																														
Supervisor:																														
ACTIVIDAD	9-Jun-2003					16-Jun-2003					23-Jun-2003					30-Jun-2003					7-Jul-2003					NECESIDADES				
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L		M	M	J	V
Preliminares																														
Polígono																														
Desmonte																														
Corte de Cajón	X	X	X																											
Corte de Manzana	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X																
Drenaje																														
Red de Drenaje	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X															
Infraestructura de Drenaje																														
Agua Potable																														
Red de Agua Potable			X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
Infraestructura de Agua P.							X	X	X		X	X																		
Pavimentos																		X	X	X	X		X	X	X	X				

Proyecto:	Urbanización																													
Fecha:	16 de Junio de 2003																													
Responsable:																														
Supervisor:																														
ACTIVIDAD	16-Jun-2003					23-Jun-2003					30-Jun-2003					7-Jul-2003					14-Jul-2003					NECESIDADES				
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L		M	M	J	V
Preliminares																														
Polígono																														
Desmonte																														
Corte de Cajón																														
Corte de Manzana	X	X	X	X	X		X	X																						
Drenaje																														
Red de Drenaje	X	X	X	X	X		X	X	X																					
Infraestructura de Drenaje																														
Agua Potable																														
Red de Agua Potable	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X					
Infraestructura de Agua P.			X	X	X		X	X																						
Pavimentos													X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X				

Proyecto:	Urbanización																													
Fecha:	23 de Junio de 2003																													
Responsable:																														
Supervisor:																														
ACTIVIDAD	23-Jun-2003					30-Jun-2003					7-Jul-2003					14-Jul-2003					21-Jul-2003					NECESIDADES				
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L		M	M	J	V
Preliminares																														
Polígono																														
Desmonte																														
Corte de Cajón																														
Corte de Manzana	X	X																												
Drenaje																														
Red de Drenaje	X	X	X																											
Infraestructura de Drenaje																														
Agua Potable																														
Red de Agua Potable	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X															
Infraestructura de Agua P.	X	X																												
Pavimentos							X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X					

ANEXOS

A-1 VENTANAS DE PARA VISIÓN ADELANTADA (LOOKAHEAD)

Proyecto:	Urbanización																								
Fecha:	30 de Junio de 2003																								
Responsable:																									
Supervisor:																									
ACTIVIDAD	30-Jun-2003					7-Jul-2003					14-Jul-2003					21-Jul-2003					NECESIDADES				
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M		M	J	V	S
Preliminares																									
Poligono																									
Desmante																									
Corte de Cajón																									
Corte de Manzana																									
Drenaje																									
Red de Drenaje																									
Infraestructura de Drenaje																									
Agua Potable																									
Red de Agua Potable	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X										
Infraestructura de Agua P.																									
Pavimentos		X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		

Proyecto:	Urbanización																								
Fecha:	07 de Julio de 2003																								
Responsable:																									
Supervisor:																									
ACTIVIDAD	7-Jul-2003					14-Jul-2003					21-Jul-2003					NECESIDADES									
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M		J	V	S	L	M	M	J	V	S
Preliminares																									
Poligono																									
Desmante																									
Corte de Cajón																									
Corte de Manzana																									
Drenaje																									
Red de Drenaje																									
Infraestructura de Drenaje																									
Agua Potable																									
Red de Agua Potable	X	X	X	X	X		X	X	X																
Infraestructura de Agua P.																									
Pavimentos	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X	X	X								

Proyecto:	Urbanización																							
Fecha:	14 de Julio de 2003																							
Responsable:																								
Supervisor:																								
ACTIVIDAD	14-Jul-2003					21-Jul-2003					NECESIDADES													
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J		V	S											
Preliminares																								
Poligono																								
Desmante																								
Corte de Cajón																								
Corte de Manzana																								
Drenaje																								
Red de Drenaje																								
Infraestructura de Drenaje																								
Agua Potable																								
Red de Agua Potable	X	X	X																					
Infraestructura de Agua P.																								
Pavimentos	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X													

Proyecto:	Urbanización																							
Fecha:	21 de Julio de 2003																							
Responsable:																								
Supervisor:																								
ACTIVIDAD	21-Jul-2003					NECESIDADES																		
	L	M	M	J	V		S																	
Preliminares																								
Poligono																								
Desmante																								
Corte de Cajón																								
Corte de Manzana																								
Drenaje																								
Red de Drenaje																								
Infraestructura de Drenaje																								
Agua Potable																								
Red de Agua Potable																								
Infraestructura de Agua P.																								
Pavimentos	X	X	X	X	X																			

ANEXOS

A-2 ANÁLISIS DE LIMITANTES

Proyecto:	Urbanización													
Fecha:	07 de Abril de 2003													
Responsable:														
Supervisor:														
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente		
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio
Preliminares														
Polígono	07-May-03													
Desmonte	07-May-03													
Corte de Cajón	15-May-03													
Corte de Manzana	27-May-03													
Drenaje														
Red de Drenaje	21-May-03													
Infraestructura de Drenaje	27-May-03													
Agua Potable														
Red de Agua Potable	11-Jun-03													
Infraestructura de Agua P.	18-Jun-03													
Pavimentos	01-Jul-03													

Proyecto:	Urbanización													
Fecha:	07 de Abril de 2003													
Responsable:														
Supervisor:														
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente		
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio
Preliminares														
Polígono	07-May-03		N.A.	N.A.				N.A.					OK	OK
Desmonte	07-May-03		N.A.	N.A.				N.A.					OK	OK

Proyecto:	Urbanización													
Fecha:	14 de Abril de 2003													
Responsable:														
Supervisor:														
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente		
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio
Preliminares														
Polígono	07-May-03		N.A.	N.A.				N.A.	OK	OK	OK		OK	OK
Desmonte	07-May-03		N.A.	N.A.				N.A.	OK	OK	OK		OK	OK
Corte de Cajón	15-May-03								OK	OK	OK			

Proyecto:	Urbanización													
Fecha:	21 de Abril de 2003													
Responsable:														
Supervisor:														
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente		
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio
Preliminares														
Polígono	07-May-03		N.A.	N.A.		OK		N.A.	OK	OK	OK		OK	OK
Desmonte	07-May-03		N.A.	N.A.		OK		N.A.	OK	OK	OK		OK	OK
Corte de Cajón	15-May-03								OK	OK	OK			
Drenaje														
Red de Drenaje	21-May-03								OK	OK	OK			

Proyecto:	Urbanización													
Fecha:	28 de Abril de 2003													
Responsable:														
Supervisor:														
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente		
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio
Preliminares														
Polígono	07-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Desmonte	07-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Cajón	15-May-03								OK	OK	OK			
Corte de Manzana	27-May-03								OK	OK	OK			
Drenaje														
Red de Drenaje	21-May-03								OK	OK	OK			
Infraestructura de Drenaje	27-May-03								OK	OK	OK			

Proyecto:	Urbanización													
Fecha:	05 de Mayo de 2003													
Responsable:														
Supervisor:														
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente		
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio
Preliminares														
Polígono	07-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Desmonte	07-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Cajón	15-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Manzana	27-May-03								OK	OK	OK			
Drenaje														
Red de Drenaje	21-May-03								OK	OK	OK			
Infraestructura de Drenaje	27-May-03								OK	OK	OK			

ANEXOS

A-2 ANÁLISIS DE LIMITANTES

Proyecto:		Urbanización														
Fecha:		12 de Mayo de 2003														
Responsable:																
Supervisor:																
Actividad	Inicio	Rec. Hum. M.O.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente				
			Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normalidad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio		
Preliminares																
Desmonte	07-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Cajón	15-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Manzana	27-May-03		N.A.	N.A.				OK	OK	OK	OK			OK		OK
Drenaje																
Red de Drenaje	21-May-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Infraestructura de Drenaje	27-May-03								OK	OK	OK					
Agua Potable																
Red de Agua Potable	11-Jun-03								OK	OK	OK					

Proyecto:		Urbanización														
Fecha:		19 de Mayo de 2003														
Responsable:																
Supervisor:																
Actividad	Inicio	Rec. Hum. M.O.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente				
			Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normalidad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio		
Preliminares																
Corte de Cajón	15-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Manzana	27-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Drenaje																
Red de Drenaje	21-May-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Infraestructura de Drenaje	27-May-03		OK	OK	OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK			
Agua Potable																
Red de Agua Potable	11-Jun-03								OK	OK	OK					
Infraestructura de Agua P	18-Jun-03								OK	OK	OK					

Proyecto:		Urbanización														
Fecha:		26 de Mayo de 2003														
Responsable:																
Supervisor:																
Actividad	Inicio	Rec. Hum. M.O.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente				
			Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normalidad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio		
Preliminares																
Corte de Cajón	15-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Manzana	27-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Drenaje																
Red de Drenaje	21-May-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Infraestructura de Drenaje	27-May-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Agua Potable																
Red de Agua Potable	11-Jun-03		OK		OK	OK			OK	OK	OK					
Infraestructura de Agua P	18-Jun-03		OK		OK	OK			OK	OK	OK					

Proyecto:		Urbanización														
Fecha:		02 de Junio de 2003														
Responsable:																
Supervisor:																
Actividad	Inicio	Rec. Hum. M.O.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente				
			Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normalidad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio		
Preliminares																
Corte de Cajón	15-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Manzana	27-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Drenaje																
Red de Drenaje	21-May-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Infraestructura de Drenaje	27-May-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Agua Potable																
Red de Agua Potable	11-Jun-03		OK	OK	OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Infraestructura de Agua P	18-Jun-03		OK	OK	OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Pavimentos	01-Jul-03								OK	OK	OK					

Proyecto:		Urbanización														
Fecha:		09 de Junio de 2003														
Responsable:																
Supervisor:																
Actividad	Inicio	Rec. Hum. M.O.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente				
			Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normalidad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio		
Preliminares																
Corte de Cajón	15-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Corte de Manzana	27-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Drenaje																
Red de Drenaje	21-May-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Agua Potable																
Red de Agua Potable	11-Jun-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Infraestructura de Agua P	18-Jun-03		OK	OK	OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK			
Pavimentos	01-Jul-03		OK				OK		OK	OK	OK					

ANEXOS

A-2 ANÁLISIS DE LIMITANTES

Proyecto:	Urbanización														
Fecha:	16 de Junio de 2003														
Responsable:															
Supervisor:															
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente			
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio	
Preliminares															
Corte de Manzana	27-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Drenaje															
Red de Drenaje	21-May-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Agua Potable															
Red de Agua Potable	11-Jun-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Infraestructura de Agua P.	18-Jun-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Pavimentos	01-Jul-03		OK	OK				OK	OK	OK	OK				

Proyecto:	Urbanización														
Fecha:	23 de Junio de 2003														
Responsable:															
Supervisor:															
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente			
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio	
Preliminares															
Corte de Manzana	27-May-03	OK	N.A.	N.A.	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Drenaje															
Red de Drenaje	21-May-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Agua Potable															
Red de Agua Potable	11-Jun-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Infraestructura de Agua P.	18-Jun-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Pavimentos	01-Jul-03		OK	OK	OK	OK		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Proyecto:	Urbanización														
Fecha:	30 de Junio de 2003														
Responsable:															
Supervisor:															
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente			
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio	
Agua Potable															
Red de Agua Potable	11-Jun-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Pavimentos	01-Jul-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Proyecto:	Urbanización														
Fecha:	07 de Julio de 2003														
Responsable:															
Supervisor:															
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente			
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio	
Agua Potable															
Red de Agua Potable	11-Jun-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Pavimentos	01-Jul-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Proyecto:	Urbanización														
Fecha:	14 de Julio de 2003														
Responsable:															
Supervisor:															
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente			
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio	
Agua Potable															
Red de Agua Potable	11-Jun-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Pavimentos	01-Jul-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Proyecto:	Urbanización														
Fecha:	21 de Julio de 2003														
Responsable:															
Supervisor:															
Actividad	Inicio	Rec. Hum.	Materiales		Maquinaria y/o Equipo			Método				Medio Ambiente			
		M.O.	Disponibilidad	Calidad	Ubicación	Estado	Operador	Act. Previa	Diseño	Especif.	Normatividad	Clima	Espacio	Adec. del Sitio	
Pavimentos	01-Jul-03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

ANEXOS

A-3 PORCENTAJES PLANEADOS COMPLETADOS EN EL PROYECTO

Fecha	Avance Planeado	Avance Completado	% Completado
05/05/2003	6	6	100%
12/05/2003	9	8	89%
19/05/2003	10	9	90%
26/05/2003	18	17	94%
02/06/2003	16	16	100%
09/06/2003	15	13	87%
16/06/2003	18	18	100%
23/06/2003	12	11	92%
30/06/2003	9	9	100%
07/06/2003	10	9	90%
14/06/2003	8	7	88%
21/06/2003	5	5	100%
	136		

A-4 CAUSAS DE RETRASOS EN ACTIVIDADES (NIVEL PARTICULAR)

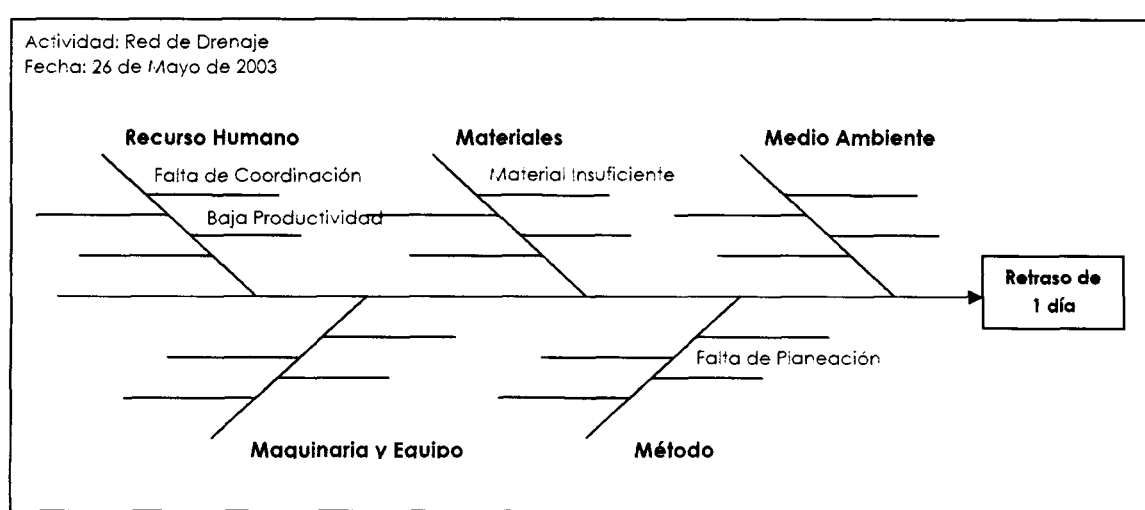
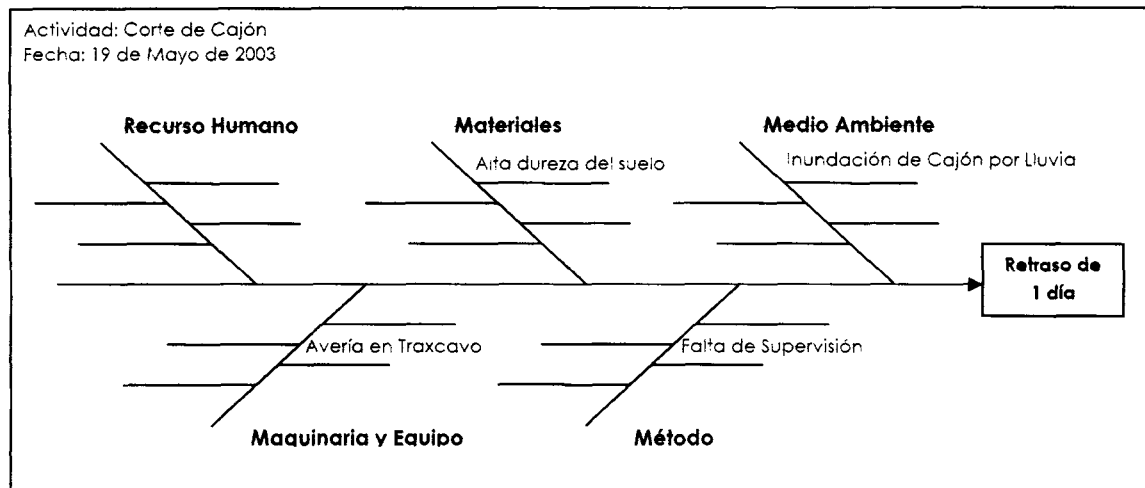
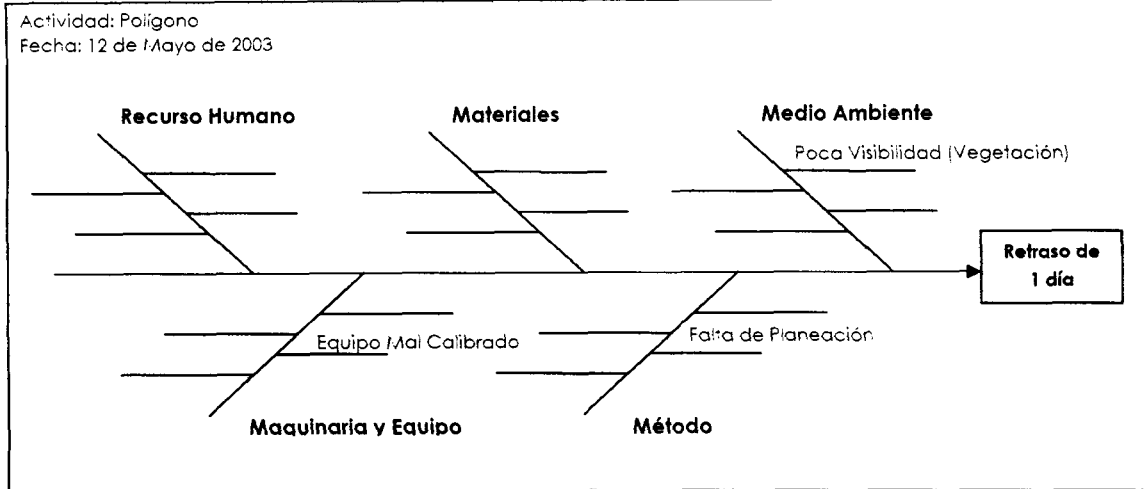
Causas	Frecuencia
Poca Visibilidad	1
Equipo mal Calibrado	2
Falta de Planeación	3
Alta dureza de Suelo	1
Avería en Maquinaria	2
Falta de Supervisión	4
Falta de Coordinación	3
Baja Productividad	1
Material Insuficiente	1
Material Dañado	2
Mantenimiento no Programado	1
Falta de Información	1
No Cumplió Especificación	1
Mala Capacitación	1
Poca Comunicación	1
Lluvia	2
Retraso de Pre Actividad	1
Ausentismo Obreros	1
Desorden en Almacén	1
	30

A-5 CAUSAS DE RETRASOS EN ACTIVIDADES (NIVEL GENERAL)

Causas	Frecuencia
Rec. Humano	5
Materiales	4
M. Ambiente	3
Maq y Equipo	7
Método	9

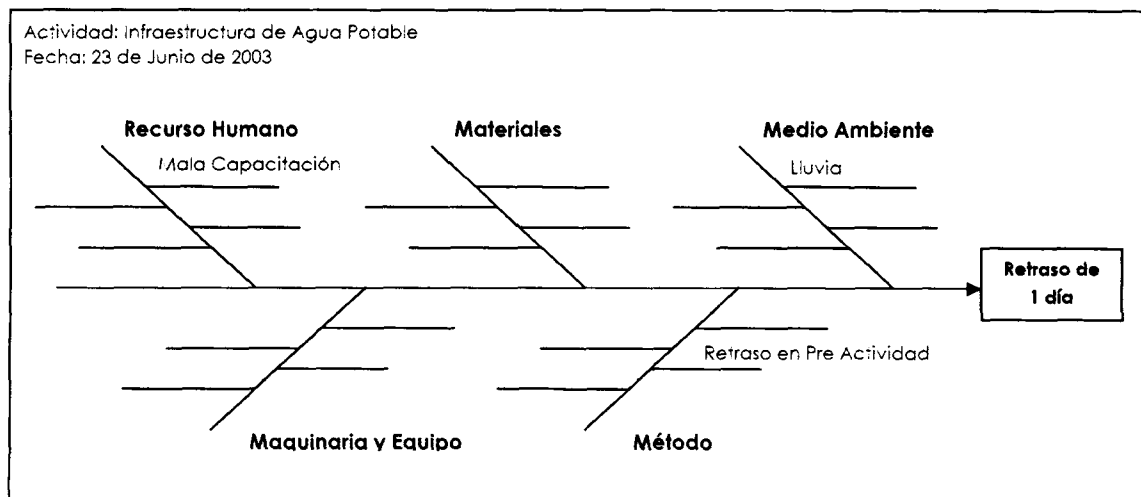
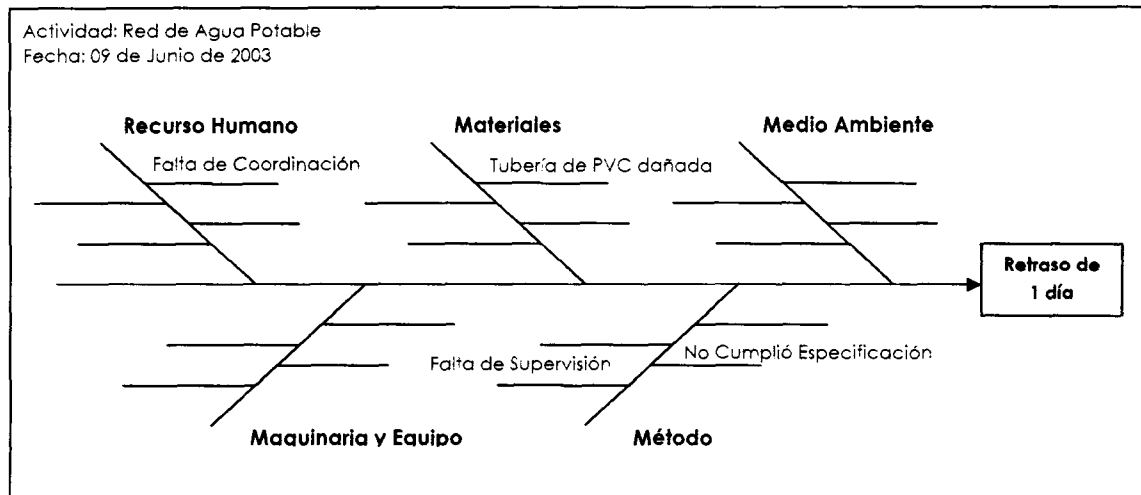
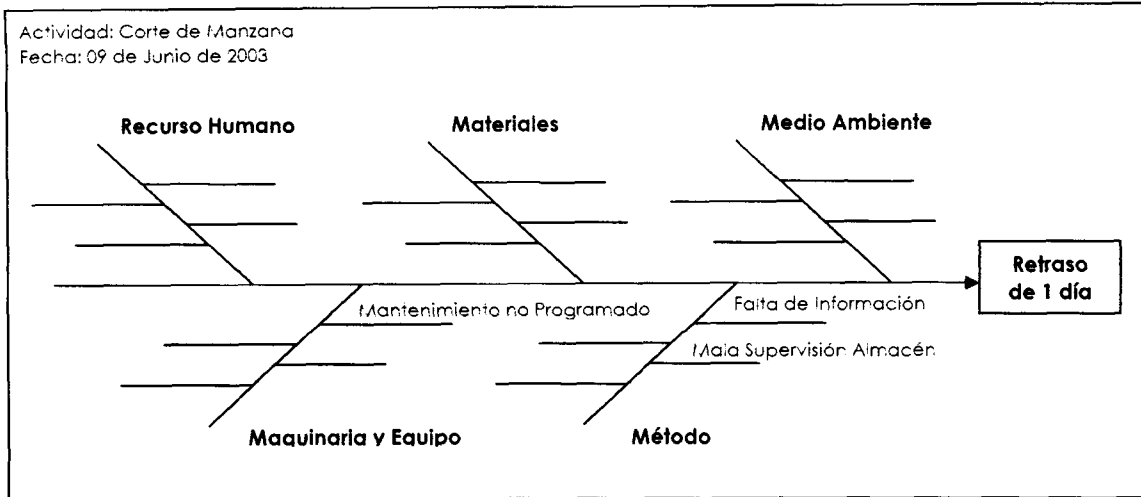
ANEXOS

A-6 DIAGRAMAS CAUSA - EFECTO



ANEXOS

A-6 DIAGRAMAS CAUSA - EFECTO



ANEXOS

A-6 DIAGRAMAS CAUSA - EFECTO

