



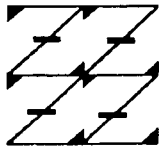
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

ANALISIS DEL DESARROLLO EN LA ADMINISTRACION DEL PROYECTO TIPO IPC PARA LA RECONFIGURACION DE LA REFINERIA "FRANCISCO I. MADERO" EN CD. MADERO TAMPS.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
QUINTERO MORALES JOSE ARTURO

U N A M
F E S
ZARAGOZA



LO HUMANO EJE
DE NUESTRA REFLEXIÓN

DIRECTOR: M. EN A. TERESA GUERRA DAVILA

MEXICO, D.F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA**

OFICIO: FESZ/JCIQ/006/02

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNO: QUINTERO MORALES JOSE ARTURO
P r e s e n t e.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

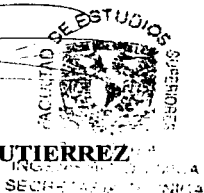
Presidente:	M. en A. Teresa Guerra Dávila
Vocal:	I.Q. Arturo Enrique Méndez Gutiérrez
Secretario:	M. en I. Pablo Eduardo Valero Tejeda
Suplente:	I.Q. Juan Zito Reyes Arce
Suplente:	I.Q. Julio Félix Martínez Reyes

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A t e n t a m e n t e
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”
México, D. F., 8 de Febrero el 2002.

EL JEFE DE LA CARRERA

I.Q. ARTURO E. MENDEZ GUTIERREZ



AEMG/isa*

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Mi familia

**a Arturo,
por ser como es, y quien a su manera
ha motivado todas mis actividades.
Gracias Pá**

**a Rosita,
por su entereza, su vitalidad, su cariño, su ejemplo,
su consuelo en momentos difíciles y por ser a
quien le debo todo lo que soy
te quiero Má**

**a mis hermanos
Miriam, José Luis y Jazmín
porque algún día me consideren su
mejor amigo**

**a Diego
por todo lo que me ha dado
desde que llegó**

los quiero chavos

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A mis abuelitos,

A mis tíos y mis primos,

**A Rafael y Gloria, por su valiosa ayuda
Y las amenas pláticas**

A Benja y Omar, por ser mis amigos antes que primos

**A Lorenz por aguantar a este par
(Benja y Omar)**

**a Chuchín, por aquel voto de confianza cuando mas falta hacia
y que aun no encuentro la forma de agradecer**

a Adriana, por las lecciones aprendidas y por todo lo vivido

a mis cuates y amigos,

**Roberto, Eradio, Jaime, Betza, Juan Manuel, Cesar, José Luis, Memo, George,
Eduardo, Leticia, Adrián, José, Edson, don Toño, Sackniete y a todos aquellos que lo
han sido**

**a todas aquellas personitas especiales que me han brindaron su compañía en los
momentos de alegría y sobre todo para aquellas que lo han hecho en los momentos
difíciles**

**a Paco, adonde quiera que estés, por mostrarme lo gratificante que es ayudar a
alguien y por la lección de vida ofrecida**

**a todos aquellos profesores que dignamente los son,
especialmente mi agradecimiento a la profesora Tere por su ayuda colaboración en el
presente trabajo**

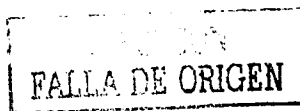
al básquetbol, buen compañero y amigo

a los Bulldogs, donde quiera que estén suerte a todos

**a todos aquellos que confiaron en mí, y a los que no.....
también.**

**A DIOS, por todo lo que me has dado y principalmente
por la darme la posibilidad de estar todavía por aquí disfrutando de la vida**

GRACIAS, a todos



CONTENIDO.

I	RESUMEN	2
II	INTRODUCCION	3
III	OBJETIVOS	4
IV	ANTECEDENTES	5
V	DESARROLLO	11
	1. Elementos de evaluación del estado del Proyecto	20
	2. Planeación	31
	a) Estructura de la división del trabajo (EDT o WBS)	
	3. Programación	41
	a) Redes de Actividades	
	b) Cédula de Valores	
	c) Programas de Ejecución	
	d) Avances de Obra	
VI	ANALISIS	62
VII	CONCLUSIONES	81
VIII	LISTAS DE FIGURAS Y TABLAS	93
IX	BIBLIOGRAFÍA	94

I. RESUMEN

La inversión en infraestructura es una parte fundamental para el desarrollo de cualquier país, en estos momentos la infraestructura relacionada con el petróleo, constituye una de las prioridades para la economía nacional, por esto mismo esta industria nacional en esta materia se encuentra en pleno proceso de renovación, mediante la realización de los denominados macroproyectos, ejecutados bajo esquemas característicos que pretendemos analizar a lo largo de este trabajo.

Iniciamos con una Introducción en la cual distinguimos un panorama entorno al proyecto, así planteamos algunas definiciones relacionadas con el tema de tesis. A continuación observamos los objetivos establecidos de forma personal y que conforman nuestro alcance para realización del presente trabajo.

Ya en los apartados de Antecedentes y Desarrollo observamos mas a detalle lo conducente al proyecto y a la naturaleza de la misma Administración del mismo. En Antecedentes analizamos la situación que enfrenta la refinería "Fco. I. Madero" en materia de requerimientos y características que definen los alcances del proyecto de reconfiguración. Por otro lado, ya en lo que denominamos propiamente como Desarrollo, establecemos las características y herramientas involucradas en la administración del proyecto, profundizando en las etapas de planeación, programación y control, específicamente en:

- Estructura de la División del Trabajo
- Cédula de Valores
- Redes de Actividades
- Avances
- Paquetes de Trabajo

Con esto podremos apreciar la forma en que se controlan y manejan los proyectos de este tipo, sin perder de vista y considerar sus propias características. Para la etapa de análisis, presentamos los principales factores que han intervenido y afectado la ejecución de las diferentes fases, así como las gráficas que describen el comportamiento del proyecto.

Considero que este trabajo en si, representa una opción a fin de observar y analizar los diferentes factores que influyen y afectan la ejecución de trabajos con tales características, además puede ser de gran ayuda al pretender involucrarse con el tema de ejecución de proyectos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

II. INTRODUCCIÓN

Dentro de las Inversiones proyectadas por PEMEX-Refinería para los años 2002 al 2005, está considerada la reconfiguración de la Refinería "Fco. I. Madero en Cd. Madero, Tamaulipas. Esta es parte de un plan maestro que PEMEX-Refinería tiene contemplado para todas las Refinerías del País y que involucra varios puntos, tales como: incremento en la producción de crudo Maya procesado nacionalmente hasta en un 75% volumen, el mejoramiento de la calidad de los productos y la satisfacción de la demanda nacional de combustibles proyectada para el año 2005.

La necesidad del incremento en la explotación del crudo, la optimización de los procesos de refinación, el mejoramiento de la calidad de los productos (gasolinas, materias primas, combustibles, etc.), así como un ahorro de energía y de recursos en la operación de la refinería, fue lo que generó la Reconfiguración de la refinería "Fco. I. Madero".

En el caso específico de la Refinería "Fco. I. Madero", el esquema de la reconfiguración de la misma se planteó para el procesamiento de una mezcla de crudo de 190,000 bpd formada por un 75% vol de crudo Maya; 1.8% de Istmo; 0.2% de Olmeca y un 23.8% vol de mezcla de crudos pesados de la región de Cd. Madero. Para lograr el procesamiento de la mezcla anterior, se realizó el estudio de optimización de las plantas de proceso en operación, complementándose con los programas de planeación a corto y mediano plazo, lo que determinó la mejor opción para la reconfiguración de la Refinería.

Dentro del enfoque de los economistas, un proyecto se define como el plan prospectivo de una unidad de acción capaz de materializar algunos aspectos del desarrollo económico y social, proponiendo la producción de algún bien o servicio, y empleando cierta tecnología para obtener alguna ventaja económica y social; donde además, supone la indicación de los medios necesarios para su realización y la adecuación de esos medios a los resultados que se persiguen (ILPES, 1973).

Una más es la propuesta por Posse (1981), quien establece que un proyecto es un conjunto de actividades interdependientes e interrelacionadas que utilizan recursos humanos, materiales, financieros y naturales, sobre los cuales se imponen ciertas limitaciones o restricciones y cuyo propósito final es satisfacer las necesidades humanas.

Como podemos observar las definiciones presentadas anteriormente difieren en su enfoque, la primera concibe al proyecto como un plan prospectivo, es decir actividades por realizar; y la segunda asume que ya está en operación (lo que implicaría que la planta ya está funcionando). Por lo tanto para nuestro caso aplicara la primera definición, la cual puede ser descrita en forma simple como el conjunto de antecedentes que permite estimar las ventajas y desventajas (tecnológicas, económicas, sociales, etc.) que se derivan de asignar ciertos recursos para la producción de determinados bienes o servicios.

Los proyectos en la Industria de la Refinación del petróleo pueden clasificarse de acuerdo al monto de la inversión y al objetivo establecido en, microproyectos (proyectos individuales) y macroproyectos.

Se entiende como un macroproyecto el hecho de construir una nueva refinería, un nuevo tren de refinación o el incremento de la capacidad de una refinería existente; Esto es, se requiere modernizar ("revampear") algunas de las plantas existentes e instalar nuevas plantas, que permitan lograr el incremento deseado de capacidad y cumplir con las nuevas especificaciones de productos, por lo tanto este proyecto es considerado como un macroproyecto.

III. OBJETIVOS

Debido a la problemática y la importancia que representa para el país la realización de estos trabajos ha surgido en nosotros la necesidad de conocer los mecanismos en la ejecución de trabajos de este tipo. Aunado a esto, consideramos que la experiencia y conocimientos que se puedan adquirir en la ejecución de un trabajo de este tipo contribuirán enormemente a nuestro desarrollo profesional en el área. Definiendo los objetivos del presente trabajo, diremos que están orientados a:

- Conocer y analizar la estructura y naturaleza de un Proyecto a Precio Alzado en Tiempo Determinado (de los denominados comúnmente "Proyecto llave en mano")
- Analizar las herramientas, sistemas y mecanismos necesarios para controlar un proyecto.
- Detectar, definir y establecer los posibles factores que intervienen y/o afectan en la ejecución de este proyecto.
- Detectar, definir y establecer los posibles factores que intervienen y/o afectan a las diferentes fases y disciplinas del proyecto.
- Encontrar y tratar de definir posibles puntos ciegos en el proceso de la Administración del Proyecto
- Recopilar y condensar las experiencias en el manejo de contratos de esta modalidad (Contrato a Precio Alzado y Tiempo determinado) para posteriormente recapitalizar estos conocimientos y experiencias en proyectos posteriores de similares condiciones.

Cabe señalar que las repercusiones sociales, políticas y económicas derivadas de la realización de este proyecto quedan fuera de los alcances de este trabajo, debido a no contar con la información ni experiencia necesaria para ejecutar un análisis de estas variables.

IV. ANTECEDENTES

En la Refinería "Fco. I. Madero", el esquema de la reconfiguración se planteó para el procesamiento de una mezcla de crudos de 190,000 bpd formada por un 75% vol de crudo Maya; 1.8% de Istmo; 0.2% de Olmecca y un 23.8% vol de mezcla de crudos pesados de la región de Cd. Madero. Para lograr el procesamiento de esta mezcla de crudos, se realizó el estudio de optimización de las plantas de proceso en operación, complementándose con los programas de planeación a corto y mediano plazo, lo que determinó la mejor opción para la reconfiguración de la Refinería.

La Refinería actualmente tiene una capacidad de proceso de 190,000 bpd de una mezcla de crudos de 70% vol., de crudos pesados de la región y del 30% vol., de crudos Maya, para lo cual, cuenta con las siguientes plantas de proceso:

Plantas de Proceso en operación.

Destilaciones atmosféricas	MA y MB
Destilaciones combinadas	BA y MF
Alto Vacío	MI
Fraccionadora de Ligeros	MC
Endulzadora de gases amargos y Fraccionadora de Ligeros	CH
Desintegración catalítica Fluidizada FCC	"ME"
Hidrodesulfuradora de destilados intermedios	U-500/U-501
Hidrodesulfuradora de naftas	U-600
Desmetalizadora de Residuos	DEMEX
Desintegración térmica fluidizada (Coquizadora)	MH
Alquilación	MR
Reformadora de gasolinas con regeneración continua (CCR)	U-900
Polimerización	MQ
Azufre	MX y BX
Tratamiento de aguas amargas	MT-2
Preparadora de mezclas Asfálticas	MFA
Tratamiento de sosas desgastadas	
Fuerza y Servicios Auxiliares	
Tratamiento de aguas.	

Plantas en Ingeniería de Detalle o Construcción.

Isomerización de butanos	U-100
Isomerización de pentanos/hexanos	U-200
Hidrodesulfuradora de naftas	U-300
Ampliación a la planta fraccionadora de Ligeros	MC
Tratamiento de Aguas Amargas	MT-1

Plantas fuera de operación por requerimientos de la Refinería.

Etilbenceno	CA
Estireno	CT
Butadieno	CK
Reformadora de naftas sin generación continua del catalizador	U-700
Generadora de Hidrógeno	U-800

El objetivo en el Proyecto es desarrollar la reconfiguración de la Refinería mediante la construcción de nuevas plantas de proceso, modernización y/o adecuación de las existentes que fueron consideradas dentro del informe final de resultados, "Estudio para definir el esquema de procesamiento de la Refinería "Fco. I. Madero" y obtener Gasolina Magna, Gasolina Magna reformulada, Diesel Sin, Diesel desulfurado, Turbosina, Combustible y Asfalto" lo cual ayudo a establecer los procesos y mecanismos necesarios para satisfacer las demandas de combustible de acuerdo a lo programado, lo cual derivo en que el alcance de este Proyecto, sea el siguiente:

Plantas existentes, sujetas a modernizarse.

- Combinada (Planta MF) de 13,000 bpd de capacidad
- Combinada (Planta BA) de 51,000 bpd de capacidad de diseño a 40,000 bpd requeridos
- Desintegración Catalítica fluidizada FCC (Planta ME) de 46,000 bpd de capacidad actual a 30,000 bpd requeridos
- Hidrodesulfuradora de destilados intermedios (Planta U-500) de 15,000 bpd
- Hidrodesulfuradora de destilados intermedios (Planta U-501) de 25,000 bpd

Plantas Nuevas.

- Combinada para 100% Maya de 137,000 bpd de capacidad
- Coquización retardada de 45,000 bpd de capacidad de procesamiento de residuos de vacío
- Hidrodesulfuradora de gasóleos de 50,000 bpd de capacidad de una mezcla de gasóleos de coquización más una parte de los gasóleos de vacío de las plantas combinadas
- Alquilación para una producción de 9,300 bpd de alquilado
- MTBE de 100,000 t/a de producción en 2 trenes.
- TAME de 100,000 t/a de producción en 2 trenes
- Planta generadora de H₂ con una capacidad de producción de 600 ton/día en 4 trenes
- Reformadora de naftas con una capacidad de alimentación de 10,000 bpd
- Desintegración Catalítica fluidizada FCC con una capacidad de 30,500 bpd de alimentación

Servicios Auxiliares.**Unidades Nuevas**

Calderas de Alta Presión (3 unidades)	200 T/HR
Turbogeneradores 13.8 KV (2 unidades)	32 MW
Torre de Enfriamiento Alquiler	30,000 GMP
Torre de Enfriamiento Nueva FCC	40,000 GMP
Torre de Enfriamiento Nueva Termoeléctrica	50,000 GMP

Modernizaciones

Conversión de Unidades desmineralizadoras existentes a lechos empacados	1,2000 m ³ /h
Torre de Enfriamiento CT-100	100,000 GPM

Integración de Servicios Auxiliares

Edificio (Cuarto de Maquinas, Cuarto de Control)	
Equipo de Bombeo	
Tanques de Combustóleo (2 unidades de 5 MBLS)	10,000 BLS
Tanques de agua desmineralizada. (2 unidades de 40 MBLS)	80,000 BLS
Tanques cond. Aceitoso (2 Unidades de 5 MBLS)	10,000 BLS
Tanques cond. Limp. (2 Unidades 5 MBLS)	10,000 BLS
Desareadores (2 Unidades 454 T/HR)	908 T/HR
Compresores (2 Unidades)	

Puntos Principales del Proyecto**Esquema del Proyecto**

- Historia del Proyecto

Marzo 1, 1999:

Firma del Contrato con el *Contratista*

Abril 27, 1999:

Inicio de la Actividad de Demolición en el Sitio

Junio 1, 1999:

Fecha efectiva del Inicio del Proyecto Madero

Ago. 4, 1999:

Cierre de Arreglo Financiero

Sep. 29, 1999:

Junta Oficial de Arranque

- Terminación de Plantas: 31 Meses

- Monto del Contrato: 1,198 Millones de Dólares.

El esquema de realización del Proyecto es de "Contrato de Obra Publica Financiada a Precio Alzado y Tiempo Determinado"; Para ello se recurrirá al desarrollo de Paquetes Tecnológicos. Un Paquete Tecnológico es el conjunto de conocimientos empíricos ó

científicos, nuevos o copiados, de acceso libre o restringido, jurídicos, comerciales o técnicos para producir un bien o servicio. Un Paquete tecnológico completo es equivalente a un proyecto "Llave en Mano", y esta formado por la siguiente información y servicios.

- Paquete de Ingeniería Básica.
- Paquete de Ingeniería de Detalle.
- Servicios de revisión de Ingeniería de detalle
- Servicios de asistencia en arranque y pruebas de garantía
- Servicios de capacitación
- Servicios de procuración de equipo y materiales
- Servicios de Expedición.
- Servicios de Inspección.
- Construcción.

Paquete de Ingeniería Básica.

Al inicio del proceso lo que se busca fundamentalmente es la elección del Paquete de Ingeniería Básica de tecnologías de Proceso, o Licencia. Por Ingeniería Básica podemos entender el conjunto de documentos que contiene los datos suficientes de proceso y mecánicos de modo que un Contratista calificado en EPC (Engineering Procurement and Construction) pueda llevar a cabo:

- a) Ejecución del diseño de Ingeniería de Detalle.
- b) Procura de todos los equipos y materiales requeridos para la construcción.
- c) Construcción.
- d) Precomisionamiento, comisionamiento, arranque y pruebas de garantía.
- e) Preparación del manual de operación detallado (incluyendo instrucciones de mantenimiento, seguridad y salud).
- f) Capacitación de personal.
- g) Estudios de Impacto ambiental y análisis de riesgo de la Planta.

Es importante mencionar que cuando se adquiere el Paquete de Ingeniería Básica es necesario especificar el idioma en el que se desea y el tipo de unidades utilizadas en los documentos técnicos (internacionales o inglesas). Es de suma importancia en este proceso, establecer con claridad el alcance y características de los servicios requeridos.

Paquete de Ingeniería de Detalle.

La Ingeniería de Detalle se puede definir como la parte de la Ingeniería de Proyectos en la cual se desarrollan las especificaciones, elaboración de los dibujos y demás documentos de Ingeniería con los cuales es posible especificar y adquirir los equipos, maquinaria y materiales requeridos para llevar a cabo la construcción de las plantas y las instalaciones auxiliares. Para su realización es requisito indispensable contar con la Ingeniería Básica del Proceso.

En la Ingeniería de Detalle intervienen ingenieros de muy diversas especialidades, entre los que se pueden encontrar civiles, electricistas, químicos, mecánicos, electrónicos, industriales, metalurgistas, etc. Estos especialistas basan sus actividades en procedimientos de trabajo, normas, códigos y estándares de diseño que permiten uniformizar y coordinar el trabajo de disciplinas profesionales tan diversas, no sólo entre sí, sino también con la industria nacional e internacional.

Para poder realizar el tipo de trabajo comprendido en la Ingeniería de Detalle la experiencia ha indicado la necesidad de agrupar a las distintas ramas o campos profesionales de forma similar a la siguiente:

- Ingeniería de Sistemas.
- Ingeniería de Control.
- Ingeniería de Diseño de Cambiadores de Calor.
- Ingeniería de Diseño de Hornos.
- Ingeniería de Diseño Mecánico de equipo Dinámico.
- Ingeniería de Diseño Eléctrico.
- Ingeniería de Tuberías.
- Ingeniería de Diseño de Mecánico de Recipientes.
- Ingeniería de Diseño de Análisis de esfuerzos.
- Diseño Arquitectónico.
- Ingeniería de Diseño Civil.

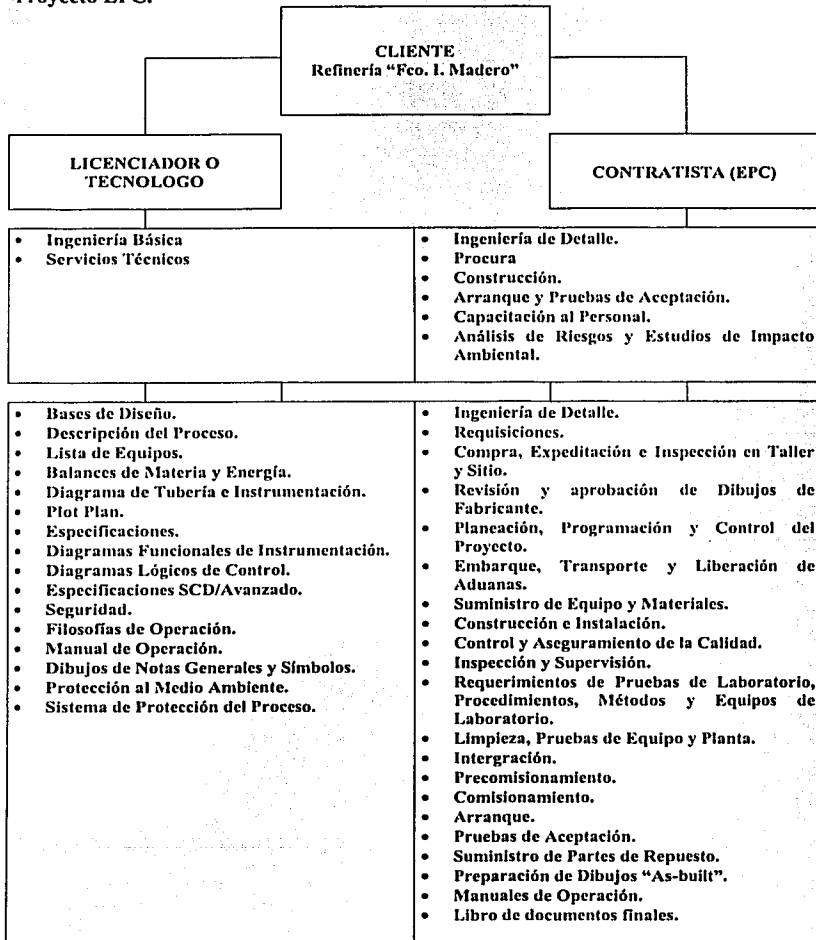
En la ejecución del Proyecto, además de la Ingeniería Básica y de Detalle, se requiere de una serie de servicios técnicos para garantizar el buen funcionamiento de la planta futura. Entre los servicios de soporte técnico más importantes se tienen:

- Revisión de la Ingeniería de Detalle.
- Asistencia en arranque y pruebas de garantía.
- Capacitación (entrenamiento de personal).
- Procuración de equipo y materiales.
- Expeditación.
- Inspección.

Este servicio es proporcionado por el licenciador de la Ingeniería Básica ("tecnólogo"), y debe ser definido en reuniones entre el licenciador, el usuario (*cliente*) y el *contratista* o EPC.

Para ubicar el contexto de actividades y documentos a generar, tanto por el Licenciador como por el *Contratista*, en el desarrollo del proyecto observemos el siguiente cuadro:

Figura 1. Panorama de documentos y Actividades a generar en el desarrollo de un Proyecto EPC.



V. DESARROLLO

La Administración es un proceso de coordinación para la optimización de los recursos humanos y materiales de un organismo social, cuya finalidad es la de incrementar el bienestar social. Es necesario distinguir entre administración de empresas y administración de Proyectos; en la primera se establecen procedimientos cíclicos y no se tiene una fecha de terminación exacta, mientras que en la segunda, terminado el proyecto (obra, remodelación o construcción de una nueva planta) concluye. El proceso de ambas implica las siguientes fases:

- Planeación
- Organización / integración
- Dirección y control

Proyecto es un proceso único con un principio y fin bien definidos, que consiste en una serie de actividades interrelacionadas entre sí, que deben ejecutarse para lograr un objetivo predeterminado.

Es importante hacer notar que según esta definición, un proyecto puede incluir el ciclo de vida total de un producto. Desde la concepción de una idea hasta el cierre de una compañía que ha dejado de tener razón de ser porque ese producto cumplió con su ciclo de vida. Así mismo, puede tratarse de un sub-proyecto de ese ciclo de vida total, como pudiera ser un proyecto de aumento de capacidad de producción, o tan simple como el proyecto de reemplazo de una pequeña parte del equipo.

Combinando los conceptos de administración y de proyecto, podemos concluir que la administración de Proyectos puede definirse como la coordinación para la optimización de los recursos humanos y materiales, de una serie de actividades relacionadas entre sí que deberán ejecutarse para el logro de un objetivo.

Una definición importante que no se debe pasar por alto y con la cual se desea comenzar, es la de *Administración de Proyecto* de acuerdo al PMI (Project Management Institute) y dice que esta disciplina es: "El arte de dirigir y coordinar recursos materiales y humanos a lo largo de la vida de un proyecto mediante las técnicas modernas de administración para alcanzar objetivos predeterminados de alcance, tiempo, costo, calidad, y satisfacción de los participantes".

En un ambiente de alta competitividad como en el que se vive alrededor del mundo, es indispensable utilizar las técnicas de vanguardia que optimicen los recursos. La filosofía de calidad total aplicada a la administración de Proyectos es la clave que nos ayudará a obtener resultados óptimos en esta disciplina.

Sabiendo que el concepto de calidad total es un poco más complejo, para fines de este trabajo, definamos la calidad total como una filosofía de vida que podemos resumir en dos conceptos:

Hacer bien las cosas desde un principio

Satisfacer las necesidades establecidas.

La administración de Proyectos con calidad es ejecutar cada una de sus fases de tal forma que salgan bien a la primera y enfocar nuestro esfuerzo inicialmente a la satisfacción del *cliente* (en este caso PEMEX-Refinación), teniendo como objetivo primordial la satisfacción del mismo, que es el usuario del producto o servicio que resultará del proyecto que se ejecutará.

Para ello entenderemos como un sistema administrativo, a un grupo interdependiente de componentes que forman un todo. También se puede decir que son, las actividades principales ó funciones que son llevadas a cabo por el Administrador del Proyecto (en este caso por el Gerente), definiendo las actividades principales:

Planeación: Es la definición de los objetivos del proyecto y una prescripción de cómo la organización funcionará para utilizar los recursos comprometidos para alcanzar dichos objetivos.

Organización: Es la determinación de la cantidad y calidad de los recursos que se necesitan en el proyecto, así como, la procuración, asignación y desarrollo de dichos recursos.

Control: Incluye el desarrollo de estándares de desempeño o ejecución, el de registros o el de desempeño individual y organizacional, la comparación del desempeño actual con el planeado y la implementación de una acción correctiva para reprogramar, replantear y optimizar el uso de recursos cuando el proyecto se retrasa al obtenerse resultados diferentes a los estándares de desempeño y ejecución

Dirección: Es la supervisión directa de la gente, incluye la habilidad de proporcionar un liderazgo a la gente que trabaja en el proyecto para alcanzar las metas personales así como los objetivos del proyecto.

Motivación: Es la creación de un medio ambiente que proporcione al personal del proyecto la oportunidad de adquirir una máxima satisfacción económica y profesional en su rol de empleado.

Es necesario mencionar que en la actualidad los Administradores de Proyectos utilizan sistemas administrativos de control que son casi tan sofisticados como la tecnología con la que trabajan. Son conocidos como de Sistemas de Control Programa/Costos o

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

simplemente C/SCS (Cos/Shechedule Control System) y son diseñados para facilitar un marco común para la planeación y el control de programa y costos.

En la actualidad los sistemas de control asocian todos los elementos claves de control administrativo tal como la planeación, programación del trabajo, autorización del trabajo, contabilidad de costos y organización. Esto facilita un enfoque de administración balanceado, poniendo un énfasis semejante para la planeación, el control, los productos del proyecto, así como para los elementos organizacionales.

Un Sistema de Control Administrativo es aquel que proporciona la información necesaria al Gerente, para poder definir acciones correctivas en anticipación de alguna variación en el Programa, antes de que ésta ocurra. Definiendo, podemos decir que es el proceso empleado por la Administración para asegurar el más eficiente uso de los recursos de la empresa para cumplir con sus objetivos. El proceso debe incluir toda actividad de administración e información que tiene que ver con la planeación, el monitoreo, y la mejora del desempeño de sus recursos, por eso mismo este trabajo esta enfocado principalmente a analizar las actividades de Planeación, Programación y Control.

Para entender más cabalmente lo que un sistema de control (C/SCS) debe de hacer y como lo debe de hacer, se necesita entender lo que el término "Sistema de Control Administrativo" significa, y posteriormente revisar algunos de los elementos claves de control para ver como se conjugan en un sistema único que pueda satisfacer las necesidades de la administración moderna.

Para entender que es un sistema de control administrativo, podría ser conveniente comenzar con la definición de los términos "sistema" y "control administrativo".

Sistema se puede definir como un grupo de elementos interdependientes que forman un todo unificado. En el sentido de los proyectos, los elementos son frecuentemente independientes uno del otro pero forman un sistema particular donde estos elementos interactuan con el propósito de alcanzar uno ó más objetivos organizacionales.

Antes de definir lo que un Control Administrativo significa, es necesario establecer lo que es un Sistema de Control. Este, básicamente necesita tener tres requerimientos:

Primero.- Debe establecerse un objetivo(s) en la forma de un estándar ó estándares contra las cuales la ejecución pueda ser medida.

Segundo.- La ejecución ó desempeño actual debe ser comparada con estos estándares y los resultados deben ser comunicados.

Tercero.- Debe existir una forma de tomar una acción correctiva si la ejecución ó desempeño se alejan demasiado del estándar.

El Sistema de Control Costo / Programa es un producto integrado por algunos elementos de control administrativo.

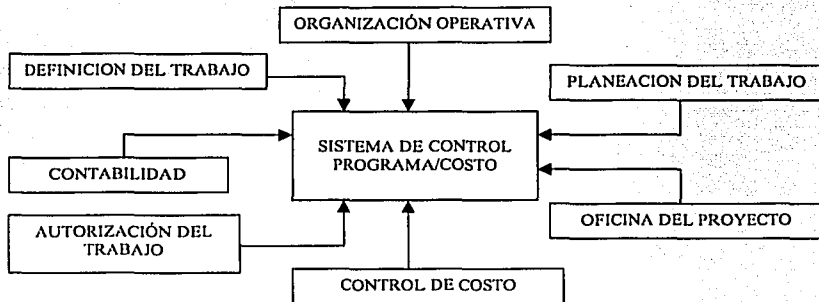


Figura 2. Subsistemas Principales del Sistema de Control Programa/Costo (C/SCS).

Definición del Trabajo. Se debe definir en detalle lo que los elementos de la organización deben ejecutar. El uso de la estructura jerárquica (EDT o WBS- "Work Breakdown Structure") permite dividir el trabajo en lo que se denomina paquete de trabajo (concepto que se manejará en detalle posteriormente).

Control del Programa. La programación debe corresponder al EDT en principio para que tenga valor. La necesidad es transmitir los requerimientos del alto nivel administrativo tales como entregas específicas o fechas de terminación de las actividades detalladas del programa para cada tarea específica del proyecto desde el diseño conceptual a la inspección final.

Planeación del Trabajo. La definición del trabajo se hace mediante el EDT, que debe ser planeada para que los trabajos sean cumplidos dentro de programa, utilizando los recursos que se presupuestaron o estén disponibles. El plan de trabajo debe tomar en consideración las restricciones de disponibilidad de recursos así como de presupuesto. Resumiendo, este debe reflejar la forma actual del trabajo a ser ejecutado, así como permitir que este pueda periódicamente ser monitoreado, lo cual proporciona la información referente al trabajo que ya se ejecutó.

Organización Operativa. La organización operativa esta localizada en la jerarquía organizacional, en el nivel donde el trabajo se desarrolla. El administrador operativo es responsable de preparar el programa de ejecución, este es un plan de trabajo detallado que deberá ser consistente con:

1. Los recursos disponibles y presupuestados.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2. Las demandas colocadas en la organización por otros proyectos. El plan debe incluir un presupuesto para cada tarea sobre el periodo programado.

Oficina del Proyecto. En el ambiente C/SCS la oficina del proyecto es responsable de una comunicación clara para la administración operativa, señalando el trabajo que se tiene que ejecutar, cuando y el costo de éste. El término costo es expresado usualmente en los términos de recursos necesarios, esto es: mano de obra, materiales y otros costos, tales como viajes, uso de equipo de computo, etc. Esta oficina es también responsable de revisar problemas ó problemas potenciales entre administradores funcionales y recomendar ó aprobar los planes de acción correctiva a ser implementados por la administración operativa.

Control de Costos. Esta función administrativa de control es frecuentemente responsabilidad del departamento de contabilidad, aunque ocasionalmente recae en una organización especializada de control de costos, como el staff de la oficina del proyecto y/o el administrador operativo. Su meta es desarrollar y distribuir un presupuesto a través de la jerarquía organizacional y el EDT a las organizaciones operativas. También sirve para medir la ejecución (desempeño) actual contra la ejecución planeada, para identificar y reportar variaciones significativas con el fin de desarrollar análisis y una variedad de otras actividades según dicten las necesidades de la administración.

Autorización del Trabajo. Esta se refiere a la aprobación del administrador funcional para que el trabajo sea iniciado.

Contabilidad de Costos. Este sistema proporciona los medios para identificar costos en programas específicos con él propósito de determinar ingresos, el valor de inventarios, pago a *clientes*, satisfacer requerimientos externos de reportes, pronósticos y el control. Para facilitar la función de control de costos el sistema debe:

1. Reportar costos por programa, por organización operativa, por tipo de recurso (M. Obra, material, etc.)
2. Producir periódicamente reportes enfocados a utilizarse, fácilmente por el personal de control de costos y de alta administración.

El integrar las funciones de control administrativo es sumamente importante para que la planeación estratégica facilite directrices para definir el trabajo, el presupuesto, la programación y la planeación operacional, y que además este coordinado entre Ingeniería, Procura y Construcción. También, la autorización del trabajo necesita ser consistente con la forma en que el trabajo se planeó. Finalmente, el sistema de contabilidad necesita agregar y sumar los costos derivados para "empatar o encuadrar" con la forma en que el trabajo fue presupuestado, aun así existe, un problema y esto es que todos los departamentos no son controlados por costos estándares.

La metodología de Administración de Proyectos implementada para este proyecto, está fundamentada en el uso exhaustivo de las herramientas informáticas disponibles en el

Sistema Integral de Administración de Proyectos (SIAP) y en el Sistema Integración de Información Financiera (SIIF) a fin de establecer la programación y control Físico - Financiero para el desarrollo del Proyecto

Para ello es necesario establecer un modelo que permita simular la ejecución de los trabajos involucrados en el Proyecto, con en el que se pueda analizar y evaluar el estado del Proyecto a partir de la situación que se tenga en los trabajos involucrados, así como predecir los resultados que se obtendrán bajo diferentes escenarios o alternativas de acción, permitiendo una toma de decisiones más objetiva.

El modelo de simulación parte de una Red de Actividades cuya estructura, actividades, estimados de tiempo y secuencias son definidas por especialistas que tengan una gran experiencia en el campo dirigiendo y ejecutando trabajos similares a los que se van a realizar, a fin de asegurar que los resultados del modelo sean realistas, factibles y con el detalle necesario para su aplicación en el campo, donde el Programa resultante deberá utilizarse para ordenar y supervisar las tareas. Esto permitirá capitalizar la experiencia de los especialistas al obtener un PROGRAMA DE EJECUCIÓN que contenga la secuencia y tiempos con que deberán realizarse las actividades y que pueda utilizarse en el campo para dirigir y supervisar la obra, a fin de asegurar el cumplimiento de objetivos.

También se debe considerar que el modelo permitirá registrar mensualmente en la Red de Actividades, los avances que se vayan logrando y actualizar los estimados contenidos en la misma, efectuando los análisis de tiempo que sean necesarios para detectar desviaciones, realizar proyecciones y evaluar alternativas, a fin de determinar, en una forma más objetiva, el mejor PROGRAMA DE EJECUCIÓN con el que se deberán continuar los trabajos pendientes de realizar. Este Programa se irá así ajustando mensualmente para compensar las desviaciones que se hubiesen generado en la obra. Por ello, el Programa de Ejecución, así determinado, deberá aplicarse en el campo para dirigir la ejecución de los trabajos, asegurando en todo lo posible su cumplimiento.

De acuerdo con los precios y ritmos de ejecución especificados en la Cédula de Costos de las actividades a realizar y a la calendarización de las mismas determinada en la Red, se derivará un PROGRAMA DE OBRAS conteniendo el valor o costo de la obra que se generará mensualmente al llevarse a cabo los trabajos de acuerdo al Programa de Ejecución dado por la Red. El Programa de Obras estará basado en el Programa de Ejecución. El Programa de Obras, expresado en porcentaje, determinará el PROGRAMA FÍSICO del Proyecto. Cuando las erogaciones o pagos se vayan a efectuar mensualmente basándose en el valor de la Obra realizada, el Programa de Obras se tomara como base para determinar los recursos mensuales presupuestales y financieros requeridos, tanto en devengado como en flujo de efectivo, generando los PROGRAMAS FINANCIEROS en que se basarán las solicitudes de fondos presupuestales.

En el caso de que las erogaciones no sean con base mensual, sino que el valor de la obra realizada se vaya cubriendo al cumplirse ciertos eventos determinados, se definirá, adicionalmente a la Cédula de Costos, que determinará el Programa Físico, una Cédula de

costos referida a las actividades tipo metas intermedias o "MILESTONE" definidas en la Red de Actividades. La calendarización de las Cédulas de Pagos y de Costos estará dada por los tiempos de la Red de Actividades, por lo que los Programas Financieros estarán alineados al Programa Físico. A continuación se muestra un esquema de los elementos utilizados para la Programación de Proyectos y su relación.

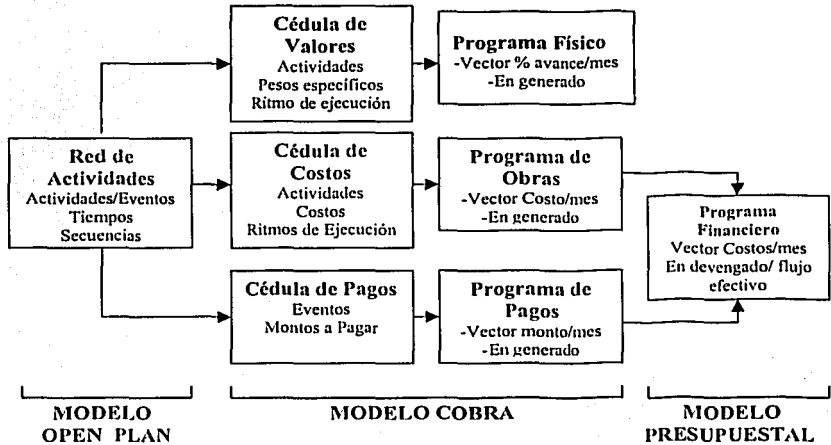


Figura 3. Elementos de programación de Proyectos.

Toda la información programática del Proyecto, es decir, Redes de Actividades, Cédulas de Valores, etc., es estructurada y procesada al nivel de detalle en el SIAP, y constituirá una sola fuente de información que estará disponible para los diferentes estratos involucrados en la Administración del Proyecto.

Toda la Información contable y financiera del Proyecto, incluyendo compromisos, contractuales, financieros, situación de facturas en trámite y montos presupuestales, tanto disponibles como devengados y pagados, es procesada en el SIIF donde esta disponible para ser consultada cuando se requiera. Ambos sistemas estarán unidos mediante interfases para intercambiar información entre ellos, y visualizarla con mayor facilidad bajo la Metodología SIAP/SIIF, la Programación de los Proyectos se realiza de acuerdo a lo siguiente:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los Proyectos en ejecución se dividen en **ETAPAS DE RESPONSABILIDAD** claramente definidas, por lo que éstas únicamente deberán incluir trabajos que estén a cargo de una sola dependencia o contratista, el cual será el único responsable de la programación y ejecución de estos trabajos y, por ende, del logro de los objetivos fijados para la Etapa.

El líder del Proyecto por parte de la Gerencia de Proyecto estructura un **PROGRAMA MAESTRO** de su desarrollo basándose en una Red Maestra, que contenga una actividad sumaria por cada Etapa definida, y de una Cédula de Valores, conteniendo los pesos específicos de cada Etapa, a fin de poder determinar los Programas y Alcances Físicos y Financieros globales del Proyecto. El avance financiero global del Proyecto estará dado por la suma de los avances financieros de cada Etapa. Los elementos requeridos para conformar el Programa Maestro se resumen en la siguiente tabla.

Tabla I: Elementos requeridos para el Programa Maestro de Proyecto.

CONCEPTO.	PROGRAMA PARA EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE AVANCES FÍSICOS.	PROGRAMA PARA EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE AVANCES FINANCIEROS
PROGRAMA GLOBAL DEL PROYECTO	Red Maestra a Nivel de Etapas	
	Cédula de Valores relativos de las Etapas del Proyecto	Suma de los Programas Financieros resultantes para cada una de las Etapas del Proyecto.

La estructura programática estimada inicial se utilizará para estimar los tiempos y recursos requeridos para ejecutar cada una de las Etapas en que se haya dividido el desarrollo del Proyecto, a fin de evaluar el presupuesto disponible, iniciar el seguimiento de trabajos y elaborar las solicitudes y revisiones presupuestales requeridas.

El responsable de la ejecución de cada Etapa generará, antes de iniciar ésta, la estructura programática definitiva que se utilizará para programar, dirigir, ejecutar y dar seguimiento a los trabajos basándose en una Red de Actividades y de Cédulas, de acuerdo con lo que se indica en forma general en el esquema de la Figura 1 y de forma particular en la Tabla siguiente, para los diferentes tipos de Etapas consideradas.

Tabla II: Resumen de elementos para programación de las Etapas de un Proyecto

CONCEPTO ETAPA	PROGRAMA DE OBRAS PARA DETERMINACION Y SEGUIMIENTO DE AVANCES FISICOS	PROGRAMA DE OBRAS PARA PRESUPUESTACION Y SEGUIMIENTO DE AVANCES FINANCIEROS
Para Licitación de Contratos	<ul style="list-style-type: none"> • Red de actividades de detalle • Cédula de Valores Relativos de las actividades definidas en la Red 	-----
Contratos de Obra a Precio alzado con pagos por avance	<ul style="list-style-type: none"> • Red de actividades de detalle definidas en el contrato y sus anexos • Cédula de Costos contractuales de actividades del contrato 	
Contratos de Obra a Precio alzado con pagos por evento	<ul style="list-style-type: none"> • Red de actividades de detalle comprendido en el contrato, incluyendo auxiliares tipo "Milestone" para programar pagos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cédula de Costos para actividades del contrato
	<ul style="list-style-type: none"> • Cédula de Costos para actividades del contrato (Programación Inicial con Red y Cédulas Estimadas a nivel fase)	
Contratos de Obra por Precios unitarios con pagos por avances	<ul style="list-style-type: none"> • Red de actividades de detalle definidas en el contrato • Cédula de costos con Precios Unitarios y volúmenes de Obra del contrato (Programación Inicial con Red y Cédulas Estimadas a nivel fase)	
Ejecución de Obras	<ul style="list-style-type: none"> • Red de actividades de detalle comprendido en el contrato, incluyendo auxiliares tipo "Milestone" para programar pagos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cédula de pagos para nominas y Adquisiciones de Equipos y Materiales (Contrato de Servicios en otras Etapas)
	<ul style="list-style-type: none"> • Cédula de Costos con precios unitarios y volúmenes de obra (valores relativos) 	
Contratos de Servicios con pago por avances	<ul style="list-style-type: none"> • Red de actividades de detalle y Cédulas de Costos del contrato (Programación inicial con Vector o Red/Cédula Estimados a nivel fase)	

La división de la programación y el seguimiento del desarrollo de un Proyecto en Etapas de Responsabilidad, permite evitar el manejar Redes de Actividades de gran magnitud, demasiado complejas y conteniendo actividades a cargo de múltiples entidades y personas, lo que dificultaría su estructuración, manejo, actualización, análisis, e interpretación y aplicación de resultados.

El responsable en el seguimiento de los trabajos de una etapa utilizará la misma Red y Cédulas que el Responsable de llevar a cabo la Etapa (el *contratista*), quien las estará desarrollando y utilizando para programar y dirigir la ejecución de los trabajos, registrando los avances en estas y realizando los análisis y pronósticos necesarios para evaluar el cumplimiento de objetivos.

V.1 ELEMENTOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PROYECTO.

Dada la importancia que tiene el proyecto para el logro de los objetivos del *Cliente*, se hace necesario establecer un riguroso control del mismo a fin de asegurar que sea llevado a cabo bajo las más estrictas normas de calidad y que se concluya dentro de los tiempos y costos programados.

Como parte del control del proyecto se considera, la administración de la información técnica que se vaya generando en el proyecto, incluyendo su adquisición, almacenamiento y control, a fin de contar con toda la información requerida para efectuar los análisis necesarios para el aseguramiento de calidad en la ingeniería, procura y construcción de las Obras, así como para facilitar posteriormente su consulta para fines de operación y mantenimiento de las mismas. El *Contratista* debe entregar toda la información necesaria para que el *Cliente* pueda estructurar en sus sistemas una "Maqueta Electrónica Tridimensional Inteligente" de cada Unidad comprendida en el contrato. Estas "Maquetas Electrónicas Tridimensionales Inteligentes" integrarán todos los planos de construcción, eléctricos, P&ID, equipos, tuberías, etc. y relacionarán a estos elementos la información y documentación relevante a los mismos, tales como especificaciones técnicas, actas de inspección, resultados de análisis, memorias técnicas, manuales, listas de materiales, etc. Estas "Maquetas Electrónicas Tridimensionales Inteligentes" se irán conformando gradualmente por lo que el *Contratista* debe ir proporcionando al *Cliente* la información en formato digital a medida que avance en la ingeniería, procura y construcción de las diferentes Unidades. La información contenida en estas "Maquetas Electrónicas Tridimensionales Inteligentes" auxiliará al *Cliente* en el aseguramiento de la calidad, verificando el cumplimiento de normas mediante la ejecución de los análisis que sean requeridos para ello, tales como detección de interferencias entre elementos, flexibilidad en tuberías, análisis estructural, etc.

El *Cliente*, en su calidad de contratante, tiene el derecho de conocer en detalle la situación del proyecto y asegurarse del cumplimiento de programas, por lo que el *Contratista* está obligado a informar al *Cliente*, en todo momento durante la duración del contrato, la

situación en que se encuentren las obras y a demostrar, a entera satisfacción del *Cliente* que para dar cumplimiento a los compromisos contractuales cuenta con un plan de trabajo actualizado, lógicamente estructurado y factible de realizar, que ese plan contiene el detalle y los elementos necesarios para controlar el proyecto y que las obras se están ejecutando en la secuencia y de conformidad a dicho plan.

Para lo anterior, el *cliente* requiere que las obras sean programadas, supervisadas, analizadas y controladas con base en los siguientes elementos que debe desarrollar el *Contratista* y que conformarán la Estructura Programática del Proyecto:

- 1 Redes de Actividades, desarrolladas bajo el método de precedencias (Ruta Crítica) y conformadas en una estructura jerárquica. Las Redes de Actividades se referirán a las diferentes Unidades comprendidas en el Proyecto y contendrán la duración y Secuencia Lógica de las Actividades a realizar, desglosadas con el suficiente detalle, constituirán la base para la programación, seguimiento y control de las Obras a ejecutar.
- 2 Cédulas de Valores, asociadas a cada una de las Redes de Actividades estructuradas. Las Cédulas de Valores contendrán la participación porcentual de cada una de las Actividades a realizar con relación al total de las Obras comprendidas en la Red de Actividades asociadas, a fin de poder cuantificar los avances que se vayan logrando. Asimismo, las Cédulas de Valores contendrán la distribución programada de la participación porcentual de cada Actividad a lo largo de su duración, es decir, el ritmo con que se planea ejecutarlas.

Cada Red de Actividades debe estar relacionada con su correspondiente Cédula de Valores y operarse conjuntamente en una estructura integrada que permita transferir a la Cédula de Valores, las fechas de inicio y terminación determinadas en la Red de Actividades para cada Actividad, de acuerdo con los resultados de los Análisis de Tiempo efectuados en ésta, para calendarizar la participación porcentual de las Actividades de acuerdo con el Ritmo de Ejecución contenido en la Cédula de Valores.

La calendarización de la participación porcentual de cada Actividad, de acuerdo con lo antes indicado, constituirá el programa de desarrollo de la Actividad. La conjunción de los programas de desarrollo de las Actividades contenidos en una Red de Actividades conformarán el programa de desarrollo del Proyecto.

Los avances que se vayan logrando en la Obra, referidos a las Actividades contenidas en las diferentes Redes de Actividades, se irán incorporando a estas. Se efectuarán Análisis de Tiempos para detectar desviaciones, revisar y adecuar la programación para el cumplimiento de objetivos y determinar variaciones con respecto al Programa de Ejecución, a fin de permitir optimizar la planeación de las Obras comprendidas en cada Red de Actividades y del Proyecto en sí.

Dada la magnitud del Proyecto, el *Contratista* debe, para fines de programación y control, segmentarlo y desarrollar una Estructura Programática jerárquica de las Redes de Actividades y Cédulas de Valores, de acuerdo con lo siguiente:

Nivel 1: Red General de Actividades del Proyecto, conteniendo el Programa de Ejecución y avance porcentual total del Proyecto, con base en los programas y avances globales de las Obras a realizar en cada Unidad comprendida en éste. Para ello, la "Red General de Actividades del Proyecto" contendrá Actividades sumarias que engloben la situación programática de las "Redes de Actividades de Detalle" de cada una de las Unidades, de las cuales se transferirá la información correspondiente. La Cédula de Valores asociada a esta Red de Actividades General contendrá la participación porcentual de cada Unidad sobre el total del Proyecto, a fin de poder cuantificar el avance global de este.

Nivel 2: "Redes de Actividades de Detalle" de las Unidades, conteniendo todas las Actividades a realizar en la Unidad correspondiente con el desglose necesario, para asegurar una adecuada programación, seguimiento y control de las Obras. Estas "Redes de Actividades de Detalle" serán la base para la programación y seguimiento de las Obras, ya que los programas y avances que se presenten en la Red General de Actividades del Proyecto serán retroalimentadas con éstas. Las Actividades pertenecientes a las "Redes de Actividades de Detalle" de las diferentes Unidades estarán interconectadas con relaciones de precedencias de acuerdo a las relaciones lógicas que existan entre estas, de manera que los programas resultantes de la Estructura programática estén en concordancia con la secuencia en que se llevarán a cabo las Obras, sin importar a que Unidad pertenecen. Las Cédulas de Valores asociadas a estas "Redes de Actividades de Detalle" contendrán la participación porcentual de cada Actividad definida en relación con el total de las Obras comprendidas en la Unidad, a fin de permitir cuantificar el avance global de esta.

El *Contratista* queda obligado a mantener actualizada la estructura programática arriba indicada, incluyendo todas las Redes de Actividades involucradas, durante la vigencia del proyecto, a fin de que estas sean, en todo momento, un reflejo fiel de los avances logrados y de los programas que se seguirán para el desarrollo de las Obras pendientes.

Asimismo, se requiere desarrollar las Obras en la secuencia indicada en sus "Redes de Actividades de Detalle", haciendo los esfuerzos que sean necesarios para el cumplimiento de los tiempos de ejecución indicados en las mismas. En caso de que por alguna razón justificada el *Contratista* decida continuar con las Obras en una secuencia diferente o cambiar tiempos de ejecución de Actividades, es obligatorio que el *Contratista* primero modifique la estructura de la Red de Actividades, y efectúe los análisis necesarios para evaluar el efecto de los cambios, a fin de asegurar y poder demostrar previamente, al

Cliente, que los compromisos contractuales serán cumplidos, incluyendo las Fechas de Eventos Críticos.

El *Contratista* deberá presentar los Reportes de Avance mensuales. Dichos Reportes de Avance deben ser formulados y presentados por el *Contratista* con relación al avance porcentual de las Actividades contenidas en cada una de las "Redes de Actividades de Detalle". Los avances serán reportados como un porcentaje del total del trabajo a efectuar en la Actividad. Las estimaciones contendrán el porcentaje de avance logrado en el período que cubre el Reporte de Avance, el avance porcentual acumulado de la Actividad a la fecha de corte, un nuevo estimado en Días del tiempo faltante para concluir la Actividad y un breve comentario acerca de la situación de las Obras comprendidas en la misma. Los avances que se vayan logrando se afectarán con la participación porcentual contenida en las correspondientes Cédulas de Valores para estimar el avance global de la Obra. Así mismo, queda obligado a registrar estos avances en las diferentes "Redes de Actividades de Detalle", y proporcionárselos al *Cliente*, a medida que se vayan sancionando, los avances de las Actividades en desarrollo y los nuevos estimados de terminación de estas, así como a analizar la situación de las Obras en las Redes de Actividades para tomar las acciones que sean necesarias, a fin de corregir con oportunidad los retrasos que afecten o puedan afectar el logro de objetivos, incluyendo, en caso necesario, ajuste de Actividades. El *Contratista* dará una atención y seguimiento especial y frecuente a las Actividades Críticas y subcríticas de cada Red de Actividades.

Para que el *Cliente* pueda efectuar el seguimiento y análisis de la situación de las Obras, el *Contratista* queda obligado a proporcionarle una copia impresa y magnética de los parámetros de la Estructura Programática, incluyendo los de todas las Redes de Actividades y Cédulas de Valores involucradas, a fin de que pueda reconstruir dicha Estructura Programática en sus propios sistemas y efectuar en éstos los análisis requeridos.

El *Cliente* registrará en su copia de las "Redes de Actividades de Detalle", a medida que se vayan sancionando, los avances y los nuevos estimados de terminación de las Actividades en desarrollo, de acuerdo a lo sancionado en los Reportes de Avance Mensual, y procederá a efectuar los análisis que considere pertinentes, estos servirán de base para revisar con el *Contratista* la situación de las Obras en las diferentes Unidades y el Proyecto en sí, incluyendo los programas de ejecución de las Actividades pendientes de realizar en cada "Red de Actividades de Detalle".

En caso de que el *Contratista* necesite estructurar un Programa Correctivo para asegurar el cumplimiento de compromisos contractuales, continuando con una secuencia diferente, o ajustando tiempos y/o ritmos de ejecución de Actividades, a fin de compensar desviaciones existentes, es obligatorio que el *Contratista* primero modifique la estructura de la Redes de Actividades, y efectúe los análisis necesarios para evaluar el efecto de los cambios y poder así asegurar y demostrar al *Cliente* que los compromisos contractuales se cumplirán siguiendo el nuevo Programa Correctivo resultante de los cambios, aclarando que el seguimiento de los avances mensuales se continuará monitoreando durante toda la ejecución del Proyecto, bajo el Programa Correctivo y el Programa de Ejecución, definido

en el Contrato. El *Contratista* debe en este caso analizar el origen de las desviaciones y asegurar al *Cliente* que tomará las acciones necesarias para evitar continuos ajustes por falta de control, para asegurar el seguimiento de programas en la Obra o por negligencia a este respecto, debiendo realinear el desarrollo de las Obras para llevarlos a cabo con apego a las nuevas secuencias, tiempos y ritmos requeridos por el nuevo Programa Correctivo que se haya acordado.

Cualquier modificación que el *Contratista* requiera efectuar en la Estructura Programática, tal como cambios en las precedencias o tiempos de ejecución de Actividades en alguna de las "Redes de Actividades de Detalle", debe primeramente ser evaluada por este y presentada al *Cliente* para demostrar el cumplimiento de objetivos bajo los nuevos planes de ejecución. Para ello, el *Contratista* debe previamente generar la nueva versión, sancionarla y proporcionar una copia de esta al *Cliente*, para que este proceda a realizar los análisis de cumplimiento de objetivos. El *Contratista* notificará la fecha en que el nuevo Programa Correctivo se comenzará a seguir en la Obra, a fin de que el *Cliente* ponga en operación la nueva versión para el seguimiento de las Obras aclarando que el seguimiento de los avances mensuales se continuarán monitoreando durante toda la ejecución del Proyecto, bajo el Programa de Ejecución. El *Contratista* debe asegurarse que la Estructura Programática que esté utilizando el *Cliente* sea una copia fiel, aunque en su caso simplificada, del modelo que el *Contratista* esté utilizando para programar y controlar las Obras.

El *Contratista* queda obligado a reunirse en los primeros Días de cada Mes con el personal del *Cliente* para analizar la situación del Proyecto, derivar conclusiones y determinar acciones a tomar para asegurar el cumplimiento de objetivos. Dichas juntas se denominarán "Juntas de Revisión Mensual". Para las mismas, el *Contratista* deberá preparar de antemano un reporte (el "Reporte de Situación del Proyecto"), que presentará y explicará al *Cliente* en estas reuniones de trabajo. En este Reporte de Situación del Proyecto, el *Contratista* debe explicar la situación actual y proyectada de las Obras basándose en los avances logrados y en los Análisis de Tiempo y proyecciones realizados en la Red de Actividades y Cédulas de Valores, actualizadas a la fecha de corte del Mes inmediato anterior a la junta.

El **Reporte de Situación del Proyecto** que presentará el *Contratista* en las "Juntas de Revisión Mensuales" deberá contener, los siguientes Apartados:

Apartado 1) Cumplimiento de Programas de Ejecución de Actividades:

El *Contratista* presentará en este Apartado el cumplimiento de los Programas de Ejecución de las Actividades comprendidas en el Proyecto, de acuerdo con la situación resultante de los Análisis de Tiempo y proyecciones efectuadas en la Red de Actividades y Cédulas de Valores. Para esto, el *Contratista* utilizará Diagramas de Gantt que muestren para cada Actividad, mediante barras horizontales calendarizadas mensualmente, su programa, el avance obtenido y su proyección esperada, la desviación de esta contra programas, las fechas de inicio y terminación programadas y reales, y los Ritmos de Ejecución mensuales,

tanto programados como realizados. El cumplimiento de los programas se reportará en este Apartado por excepción, es decir, solo se presentarán los casos en que existan desviaciones a los programas de ejecución y únicamente en relación con los siguientes grupos de Actividades:

“Situación General de las Obras”, mostrando en un Diagrama de Gantt (por Unidad) solamente una Actividad resumen por cada Fase. Se deben indicar en forma numérica en el Diagrama de Gantt los Ritmos de Ejecución mensuales, tanto los programados en la Línea Base de las Cédulas de Valores como los realizados y proyectados en estas.

“Actividades Críticas Atrasadas en su Inicio”, mostrando en el Diagrama de Gantt solamente aquellas Actividades que sean críticas en la Red de Actividades y cuya fecha de inicio programada ya esté vencida, de acuerdo a la Línea Base de la Red de Actividades, y que sin embargo no se hayan iniciado. El *Contratista* deberá comentar sobre las causas que han impedido iniciar estas Actividades, los efectos de estos atrasos sobre el Proyecto y las acciones correctivas que se estén tomando para poder iniciar estas Obras y compensar sus efectos.

“Actividades Críticas Atrasadas en su Desarrollo”, mostrando solamente aquellas Actividades que sean críticas, que estén en desarrollo y cuyas fechas de terminación estén atrasadas con respecto a las fechas programadas en la Línea Base. En el Diagrama de Gantt correspondiente se deberá indicar el Ritmo de Ejecución mensual acumulado programado en la Línea Base de las Cédulas de Valores y el Ritmo de Ejecución mensual real acumulado y proyectado para cada una de estas Actividades. El *Contratista* deberá comentar estos atrasos, sus efectos en el Proyecto, la diferencia en los ritmos de ejecución y las acciones correctivas que se estén tomando para compensar sus efectos.

“Actividades Subcríticas Atrasadas”, mostrando en el Diagrama de Gantt aquellas Actividades que al efectuar el Análisis de Tiempo en la Red de Actividades resulten con fechas de terminación esperada atrasadas respecto a las fechas programada en la Línea Base de la Red de Actividades, ya sea por no haberse iniciado o por tener retrasos en su desarrollo, y que tengan una Holgura Total menor a una semana. Se deberán mostrar en los Diagramas de Gantt las fechas y ritmos de ejecución programados reales y proyectados. El *Contratista* debe comentar estos atrasos, sus posibles efectos en el Proyecto y las acciones que tomará para subsanarlos.

Apartado 2) Cumplimiento del Programa Contractual:

El *Contratista* presentará la situación del Proyecto con relación al cumplimiento del Programa Contractual, tanto total del Proyecto como por Fases de éste, mostrando en forma gráfica los siguientes elementos:

“Programa Contractual”. Es el programa originalmente propuesto y asentado en el Contrato como resultado de los programas de ejecución contenidos en la Red de

Actividades y Cédulas de Valores presentadas por el *Contratista*, definiendo el valor de las Obras que éste se comprometió a ejecutar en cada uno de los meses.

“Programa Correctivo”, que mostrará la última revisión efectuada por el *Contratista* a sus programas de desarrollo del Proyecto, y que constituye el objetivo al que deberán encaminarse todos los esfuerzos del *Contratista*, ya que su cumplimiento mensual asegurará el logro de los compromisos contractuales al final del Proyecto, aclarando que el seguimiento de los avances mensuales se continuarán monitoreando durante toda la ejecución del Proyecto. Para esto se requerirá que el *Contratista* asegure el cumplimiento diario de las secuencias, ritmos y tiempos de ejecución indicadas en la Red de Actividades. En caso de que no existan desviaciones no existirá la necesidad del Programa Correctivo.

“Avances Logrados a la Fecha de Corte”, mostrando el valor acumulado mensual de la Obra que el *Contratista* ha ido generando en los Meses correspondientes y que está sancionado en las estimaciones de Obra realizada, a la fecha de corte, cuantificados de acuerdo con los porcentajes contenidos en las Cédulas de Valores.

“Proyección de la Situación Actual”, obtenida del Análisis de Tiempo y proyecciones, efectuados en la Red de Actividades y Cédulas de Valores, a partir de los avances logrados a la fecha y a la secuencia, tiempos y Ritmos de Ejecución contenidos en éstas para la ejecución de las Actividades remanentes. Este resultado constituye el Programa Contractual que, según la simulación y cálculos efectuados en el modelo, será lo mejor que el *Contratista* podrá llegar a lograr en el Proyecto, es decir, las cantidades máximas que podrá generar en el mes indicado, siempre y cuando cumpla con la secuencia, tiempos y ritmos de ejecución de las Actividades, tal y como planeó ejecutarlas en la Red de Actividades y Cédulas de Valores. El programa enmarcado por la “Proyección de la Situación Actual” que, de acuerdo con los cálculos del sistema, será lo más que podrá lograr el *Contratista* según los estimados y secuencias de ejecución determinados por él mismo, deberá compararse en forma gráfica con el Programa de Ejecución, para indicar las desviaciones con respecto a lo acordado en el Contrato, y con el Programa Correctivo, a fin de establecer el grado de cumplimiento del *Contratista* con la última revisión del programa que se haya comprometido a seguir, señalando en el diagrama las desviaciones existentes y esperadas con respecto a este último, como se ejemplifica en la figura.

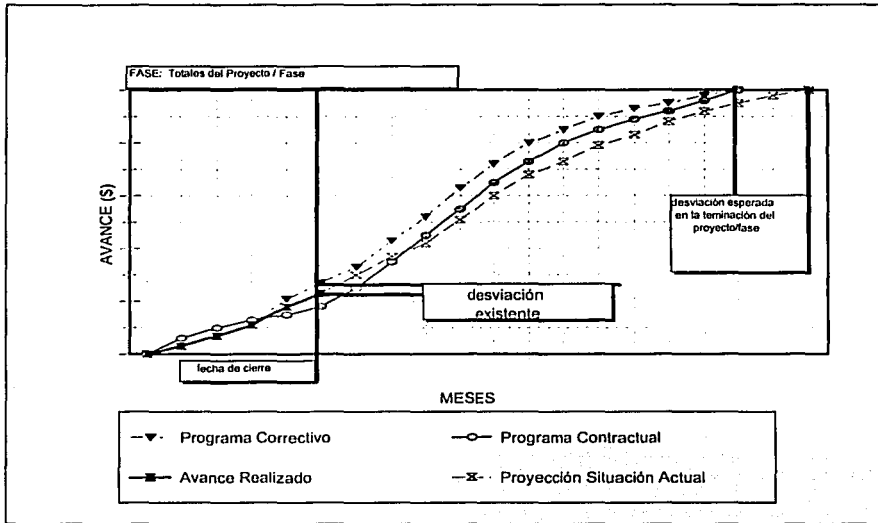


Figura 4. Elementos de gráfica "S" para Reporte de Situación del Proyecto

El comparativo gráfico del Programa Contractual de Obra indicado y la proyección de la situación actual de las Obras, deberá mostrarse tanto al nivel de Totales del Proyecto como al nivel de Totales por Fase del Proyecto, a fin de mostrar claramente en cual de estas están ocurriendo las desviaciones. En caso necesario, el *Contratista* incluirá diagramas complementarios mostrando ampliaciones de partes del período analizado para facilitar la visualización de las desviaciones existentes. Las fechas de inicio y terminación que se indiquen en este diagrama para los Programas Contractuales de cada una de las Fases deberán coincidir con las fechas indicadas en los Diagramas de Gantt, es decir, las fechas del Programa Correctivo con las fechas de la Línea Base de la Red de Actividades y las de la "Proyección de la Situación Actual" con las fechas del Programa de Ejecución resultante del Análisis de Tiempo efectuado a la fecha de corte en la misma Red de Actividades.

El *Contratista* explicará al *Cliente* el origen y gravedad de las desviaciones que presente el avance realizado y su proyección de la situación actual con relación al Programa Correctivo y, en términos generales, como las compensará para volver a los tiempos y ritmos dictados

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

por este último programa. Esto deberá explicarse en función de las desviaciones a los programas de la Red de Actividades que el *Contratista* haya reportado, así como de su efecto sobre los programas de Obras.

Apartado 3) Evolución del Proyecto:

El *Contratista* explica en este Apartado del Reporte de la Situación del Proyecto, la forma en que el Proyecto ha venido evolucionando, las acciones a tomar en el corto plazo para compensar cualquier desviación existente y prevenir su ocurrencia. Lo anterior de acuerdo con los siguientes puntos:

"Acciones y Compromisos", donde el *Contratista* resumirá las acciones relevantes que se esté comprometiendo a llevar a cabo con relación a la ejecución de las Actividades críticas atrasadas en su inicio, críticas atrasadas en su ejecución y subcríticas con problemas de Holgura Total, indicando el efecto que se espera obtener con estas acciones. La situación esperada no significará una reprogramación de los tiempos de estas Actividades en la Línea Base de la Red de Actividades, sino solamente una expectativa de los tiempos que el *Contratista* espera lograr en la ejecución de estas Actividades

"Tendencia del Programa Contractual", indicando el *Contratista* si las desviaciones al Programa Correctivo van en disminución o en aumento respecto a las desviaciones reportadas en la última "Junta de Revisión Mensual"

"Evolución Esperada del Proyecto", indicando el *Contratista* el impacto que espera obtener sobre el cumplimiento del Programa Contractual con las acciones que tomará, específicamente sobre los montos de Obra que se estima generar mensualmente según el pronóstico resultante de la "Proyección de la Situación Actual". La "Nueva Proyección Esperada" deberá ser factible de lograrse, por lo que el *Contratista* deberá obligatoriamente haberla determinado mediante la simulación en la Red de Actividades y Cédulas de Valores, por lo que el *Cliente* deberá poder reproducir esta nueva situación programática en la copia de la Red de Actividades en su poder, al cambiar para las Actividades contenidas la "Situación Actual" por la "Situación Esperada"

"Necesidad de Ajustes", indicando el *Contratista* si se requiere generar un nuevo Programa Correctivo. En caso de que las desviaciones al Programa Correctivo vigente puedan ser subsanadas con las acciones a tomar, y que por lo tanto no sea necesario cambiar este Programa Correctivo, el *Contratista* lo indicará así en este inciso y tanto las acciones como la Nueva Proyección Esperada se considerarán como expectativas a cumplir dentro del mismo Programa Correctivo, por lo que no se modificará la Línea Base de la Red de Actividades. Si por el contrario, el *Contratista* requiere generar un nuevo Programa Correctivo deberá cumplir con lo establecido demostrando que el nuevo programa permitirá cumplir los objetivos contractuales, señalando aquellas acciones complementarias que él esté tomando para asegurar que las Obras se apeguen a este nuevo programa, a fin de evitar posteriores cambios, y entregar una copia de la nueva Red de Actividades y Cédulas de

Valores al *Cliente* para el seguimiento del nuevo programa aclarando que el seguimiento de los avances mensuales se continuarán monitoreando durante toda la ejecución del Proyecto.

El *Cliente* analizará la situación presentada por el *Contratista* en su "Reporte de la Situación del Proyecto" y la comparará contra la derivada de sus propios análisis efectuados en su copia de la Red de Actividades y Cédulas de Valores, procediendo en la "Junta de Revisión Mensual" a aclarar las diferencias para conciliar criterios y asegurar que ambas partes puedan ver la situación de las Obras en la forma más objetiva posible para asegurar una buena toma de decisiones y lograr los objetivos perseguidos. El *Cliente* puede exigir en la "Junta de Revisión Mensual" la generación de un nuevo Programa Correctivo, en el caso de que así lo considere necesario dados los resultados del análisis presentado por el *Contratista*, o el efectuado en su propia copia del modelo. De ser ese el caso, el *Contratista* deberá ofrecer opciones y, de continuar la exigencia, proceder a generar a través de la Red de Actividades, un nuevo Programa Correctivo que asegure el logro de los objetivos contractuales y el cual quedará obligado a seguir.

Durante las "Juntas de Revisión Mensual", el *Cliente* expondrá cualquier duda que tenga respecto al desarrollo del Proyecto, ya sea como resultado de los análisis efectuados en su copia de la Red de Actividades, o que hayan resultado del seguimiento en campo de las Obras, o que hayan surgido de lo expuesto en la "Junta de Revisión Mensual" por el *Contratista*. Ambas partes revisarán los programas, los avances logrados y las proyecciones, hasta que el *Cliente* de por entendida la situación programática del Proyecto y considere que el *Contratista* está ejecutando las Obras con apego al Programa Correctivo, y que este permitirá cumplir con los objetivos contractuales. En caso de que el *Contratista* no demuestre lo anterior, ya sea debido a que el Análisis de Tiempo de la Red de Actividades muestre graves desviaciones, o porque las Obras no se estén ejecutando de acuerdo al Programa de Ejecución, o porque los tiempos de ejecución que se estén experimentando no correspondan a los programados, o porque no se estén tomando acciones para la resolución de problemas o retrasos que afecten la ejecución del Proyecto, el *Cliente* lo dejará así asentado en el acta de la "Junta de Revisión Mensual", donde indicará las deficiencias encontradas. En este caso, el *Contratista* estará obligado a revisar la situación programática del Proyecto y presentar al *Cliente*, dentro del plazo que se acuerde en la "Junta de Revisión Mensual", un nuevo Programa Correctivo que se seguirá para llevar a cabo las Obras faltantes y que permita cumplir los objetivos contractuales, indicando las acciones que tomará para asegurar que el desarrollo se realice con apego al nuevo programa. Al término de cada "Junta de Revisión Mensual" se levanta un acta de la reunión donde se indicará el resultado de la revisión efectuada y las acciones acordadas.

El Reporte de la Situación del Proyecto se anexará al acta de la reunión y el *Contratista* quedará obligado a llevar a cabo las acciones acordadas, por lo que el *Cliente* supervisará que estas acciones sean efectuadas y se reflejen en la situación de las Obras.

El *Contratista* entregará al *Cliente* una "Maqueta Electrónica Tridimensional Inteligente" para cada una de las Unidades comprendidas en el Proyecto, las que deberán contener toda la información técnica correspondiente. En ella se integrarán planos e información de las

siguientes especialidades: ingeniería de proceso, equipos, tuberías de proceso y auxiliares, civil, estructural, electromecánica, instrumentación y control, instalaciones eléctricas, telecomunicaciones, sistemas de seguridad industrial, sistemas contra-incendio y arquitectónicos. Las cuales estarán basadas en tecnología orientada a objetos para modelaje tridimensional de los diferentes componentes, incluyendo tuberías, equipo, estructuras, charolas y ductos eléctricos, conduits, aire acondicionado y ventilación, soportes e instrumentación, etc., y en donde todos los atributos que se requieran de cada elemento se almacenarán en una base de datos relacional.

Lo anterior permitirá recuperar y exportar la información que se requiera para diferentes objetivos, tales como alimentar programas aplicativos de navegación y consulta, detección de interferencias, análisis de flexibilidad de tuberías, análisis estructural, etc.

Con la información contenida en la "Maqueta Electrónica Tridimensional Inteligente", el *Cliente* podrá generar isométricos en forma automática, planos ortogonales (plantas, elevaciones y secciones), reportes y listados de equipo y materiales. Asimismo, se podrán generar diagramas de tubería e instrumentación y flujo de procesos. Se podrán generar asimismo diagramas eléctricos como unifilares, escalera, PLC, loops, interlocks, etc. Además incluirán facilidades para simulación de recorridos dentro del modelo para efectuar revisiones del diseño durante el desarrollo de la ingeniería, tales como, coordenadas, atributos internos y externos de cada elemento, ya sean manuales, especificaciones técnicas, descripciones, etc.

Para ello, el *Contratista* irá entregando, a medida que se genere, toda la información necesaria para que se integre a las "Maquetas Electrónicas Tridimensionales Inteligentes" de las Unidades, según se vaya desarrollando la Ingeniería de Detalle, la compra de equipos y la construcción de estas. El *Contratista* entregará la información requerida en formato magnético u óptico, incluyendo planos de construcción, planos de equipos, cortes, diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID), planos eléctricos, aire acondicionado, etc., así como los documentos relevantes o atributos que se requiera asociar a los diferentes elementos, tales como especificaciones técnicas, actas de inspección, reportes de análisis de esfuerzos, manuales de operación, etc. Todos los planos deberán tener la información que el *Cliente* establezca, de acuerdo a sus normas y ser soportados por las "Maquetas Electrónicas Tridimensionales Inteligentes".

Con base en la información entregada por el *Contratista* e integrada a las Maquetas Electrónicas Tridimensionales Inteligentes, el *Cliente* realizará, cuando así lo requiera, diferentes análisis ingenieriles, tales como análisis de flexibilidad en tuberías, análisis estructurales, etc., pudiendo comparar los resultados así obtenidos con los resultados reportados por el *Contratista*, estableciendo conclusiones y recomendaciones con fines de aseguramiento de la calidad y cumplimiento de normas en las fases de ingeniería, procura y construcción de las Unidades comprendidas en el Proyecto

V.2 PLANEACIÓN.

El concepto de C/SCS integra básicamente tres principales subsistemas; Presupuestación, Planeación (Estructura de División de Trabajo) y Programación, cada uno de estos subsistemas proporcionara información detallada al administrador.

Aquí se revisan los objetivos y la razón para un sistema de control de programa, el proceso de programación, la organización para una programación más efectiva y algunas de las técnicas utilizadas.

Puesto que las actividades que involucran el desarrollo y la creación de la estructura de la división de trabajo (EDT) y el plan del proyecto son similares, la responsabilidad es frecuentemente asignada a una organización de planeación. Estas actividades frecuentemente son complejas y requieren un alto grado de coordinación y cooperación entre la administración del proyecto y la administración funcional. Debido a lo anterior la organización de planeación del proyecto debe de:

1. Construirse de personal competente y con nivel necesario para atraer la atención de los administradores con quien ellos estarán trabajando.
2. Debe alcanzar el estatus necesario para trabajar con el personal esencial que ejecuta los objetivos del proyecto.

a) Estructura de la División del Trabajo (EDT)

La Planeación del proyecto es el proceso de definir los objetivos y metas del proyecto, así definir las estrategias necesarias para tener éxito en las diferentes etapas.

Los conceptos básicos para la planeación de un proyecto incluyen:

1. Desarrollar el plan a un nivel de detalle tal que deba indicar los eventos importantes del mismo.
2. Manejar las herramientas para preparar y monitorear el plan del proyecto.

Una organización en el sentido de los negocios, es una agregación de empleados y factores físicos estructurados para llevar a cabo una o más funciones bajo la dirección de un solo administrador. El proceso de estructurar una organización involucra el establecimiento de relaciones formales entre diferentes segmentos en términos de autoridad y responsabilidad. Esta estructura debe ser hecha de tal forma que conduzca las funciones de la organización y se alcancen sus objetivos.

En el marco de una organización, debe haber una estructura que este perfectamente comunicada con cada una de sus unidades, estas unidades tienen una identificación única y dentro de ellas deberán definirse claramente sus funciones, con relación a esto, es ideal que el administrador de cada unidad organizacional debe tener cierta participación en el establecimiento de sus propios objetivos.

Definición del trabajo.

Estructura de División de Trabajo (EDT ó WBS – Work Breakdown Structure). La EDT es una división de trabajo que refleja un producto y también indica la forma en que el trabajo será ejecutado.

La EDT es una parte básica e indispensable del proceso de planeación, puesto que facilita un marco común dentro del cual:

1. Un proyecto puede ser descrito en términos de partes subdivididas.
2. Programas de redes y diagramas de barras que pueden ser desarrollados.
3. La responsabilidad puede ser asignada para cada elemento de trabajo.
4. Los presupuestos pueden ser establecidos para tareas específicas.
5. Los costos actuales pueden ser acumulados.
6. La ejecución puede ser medida y reportada.

Resumiendo, el EDT facilita los medios de ligar los proyectos y los objetivos de la compañía, así como la reconciliación de los recursos requeridos por el proyecto con aquellos recursos disponibles dentro de la compañía.

Los siguientes pasos pueden ayudar a construir el EDT de una compañía.

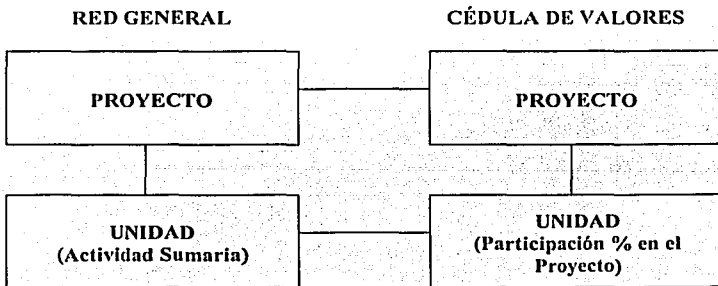
1. Únicamente un EDT deberá ser utilizado para un proyecto.
2. Todos los trabajos del proyecto deben ser incluidos en el EDT, de otro forma no tienen sentido. Una buena razón para un EDT es asegurar que todos los esfuerzos del proyecto están siendo considerados en la fase de planeación.
3. El detalle del último nivel necesita ser suficiente para:
 - Identificar unidades de administración de trabajo para organizaciones operativas específicas.
 - Comunicar claramente que trabajo tiene que ser ejecutado.
 - Identificar el trabajo a ejecutar por *contratistas*.
 - Proporcionar visibilidad, acumulación de costos y control a la administración.
4. Evitar errores de planeación mediante una subdivisión lógica la cual refleje la forma en que el trabajo se ejecutará.

5. Cada elemento del EDT debe ser soportado por el desarrollo de una definición del contenido del trabajo. El nivel inferior de la subdivisión es la definición del contenido de un trabajo que necesita ser administrado, este podría identificar un trabajo específico para una unidad operativa específica.

Adicional a todo lo anterior debe desarrollarse un sistema de identificación para que cada elemento sea identificado individualmente y relacionado con los demás.

Para efectos del Control del Proyecto se deberá proporcionar una estructura a nivel Proyecto general y a nivel "Red de Actividades de Detalle" por Unidad como a continuación se indica. Cabe aclarar que la estructura a nivel "Red de Actividades de Detalle" es la que debe ajustarse a los Códigos (identificadores) especificados ya que al ser asignados a cada Actividad permitirán efectuar las consolidaciones del sistema, en tanto que la estructura del Proyectos pueden ser manejadas con identificadores sugeridos por la *contratista* en otro campo (podría estar implícito en el identificador de cada Actividad por ejemplo).

Figura 5. Estructura primaria para Red General de Actividades del Proyecto

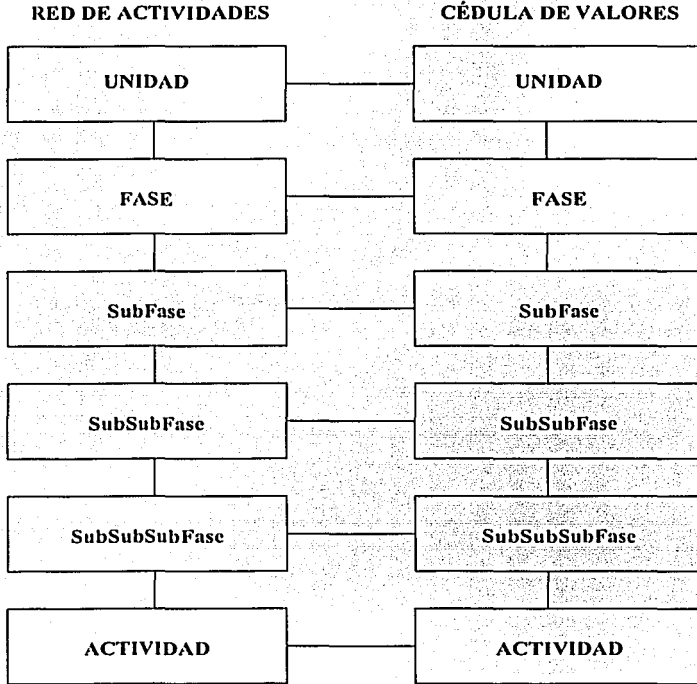


Redes de Actividades por Unidad:

El *Contratista* utilizara para conformar la Red de Actividades y su Cédula de Valores de cada Unidad la Estructura de División de Trabajo WBS (Work Breakdown Structure) siguiente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 6. Estructura de División de Trabajo (EDT) aplicable a cada Unidad.



Por Fase se entiende el segundo nivel de clasificación de la Estructura de División de Trabajo (EDT). Las Fases válidas se definen en la Tabla III. Es obligatorio para el *Contratista* utilice única y exclusivamente las Fases y Códigos definidos en tabla que se muestra a continuación, para conformar la Estructura de División de Trabajo (EDT) de la Red de Actividades y Cédula de Valores. Sólo será necesario utilizar aquellas Fases que sean aplicables a las Obras comprendidas en el Contrato, pero respetando los Códigos especificados en la Tabla.

Tabla III. Fases aplicables para la Estructura de la División del Trabajo (EDT)

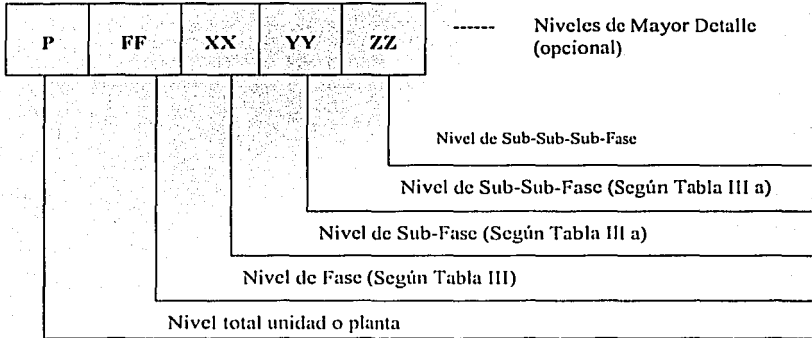
FASE	CÓDIGO
INGENIERÍA BÁSICA	P.01
SERVICIOS TÉCNICOS DE SOPORTE	P.02
LICENCIAS Y REGALÍAS	P.03
INGENIERÍA DE DETALLE	P.04
PROCURA DE EQUIPOS Y MATERIALES	P.05
PROCURA DE CATALIZADORES	P.06
CONSTRUCCIÓN	P.07
ARRANQUE	P.08

Se deberá conformar la Estructura de División de Trabajo (EDT), basándose en las Fases válidas que se definen en la Tabla anterior. Para los niveles de agrupación de SubSubFase y SubSubSubFase, el *Contratista* deberá definir los conceptos de acuerdo con su experiencia y conveniencia para el Control del Proyecto, estableciendo agrupaciones, basándose en la especialidad, área y/o sección de la Unidad. Así, de considerarlo necesario, podrá desglosar con mayor detalle, definir agrupaciones adicionales en la Tabla para cada uno de los niveles requeridos. Asimismo, el *Contratista* podrá agregar, en las Fases en que sea necesario, niveles de mayor desglose al mínimo requerido. En cualquier caso, los conceptos y códigos definidos para el nivel de Fase en la Tabla deberán respetarse.

De acuerdo a lo anterior, el Código para la Estructura de División de Trabajo (EDT) se conformará, como mínimo, de acuerdo a la siguiente Figura.

Figura 7. Formato del Código para la Estructura de División de Trabajo (EDT)

FORMATO: P.FF.XX.YY.ZZ, donde



Por lo que respecta al grado de detalle con que el *Contratista* debe desglosar las Actividades contenidas en la Red de Actividades y Cédula de Valores asociadas, será necesario que el desglose se lleve hasta un nivel que permita al *Contratista* delimitar claramente las Actividades para que esté en posibilidad de estimar con la mayor objetividad y precisión posible el volumen de Obra, el monto y la duración de cada Actividad, así como su secuencia de ejecución. Lo anterior considerando que, el seguimiento del Proyecto se efectúa al nivel de Actividad definida, por lo que sus avances deben poder medirse en forma clara y objetiva.

Se deben presentar la Red de Actividades y Cédula de Valores conformadas con una misma Estructura de División de Trabajo (EDT) que cumpla con las especificaciones utilizando los niveles de agrupación indicados en las Tablas, hasta el nivel de SubSubSubFase como mínimo, y con un desglose de Actividades que demuestre al *Cliente* que el *Contratista* realizó un análisis detallado del Proyecto.

Para la elaboración de la Estructura de División de Trabajo (EDT), se consideran las siguientes Tablas, según el grado de detalle requerido:

Tablas III a. Estructura de División de Trabajo (EDT) por Fase

1º) FASE: INGENIERÍA BÁSICA (P.01)				
Fase	SubFase (1)	SubSub Fase (2)	SubSub SubFase (2)	CONCEPTO
P.01.	00.	00.	00	INGENIERÍA BÁSICA
	01.	00.	00	DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO
	02.	00.	00	BALANCES DE MATERIA Y ENERGÍA
	03.	00.	00	HOJAS PROCESO/INSTRUMENTACIÓN BÁSICA
	04.	00.	00	ESPECIF. TÉCNICAS DE PROCESO Y CONTROL
	05.	00.	00	LISTA DE EQUIPO
	06.	00.	00	ARREGLO DE EQUIPO (PLOT PLAN)
	07.	00.	00	ELEM. PREL. CONTROL AVANZADO/DISTRIBUIDO
	08.	00.	00	ÍDTI's GENERALES
	09.	00.	00	ANÁLISIS DE RIESGOS
10.	00.	00	LIBROS FINALES DE PROCESO	

2º) FASE: SERVICIOS TÉCNICOS DE SOPORTE (P.02)				
Fase	SubFase (1)	SubSub Fase (2)	SubSub SubFase (2)	CONCEPTO
P.02.	00	00.	00	SERVICIOS TÉCNICOS DE SOPORTE
	01	00.	00	SUPERVISIÓN DE INGENIERÍA DE DETALLE
	02	00.	00	SUPERVISIÓN DIBUJOS/FABRIC. EQUIPO CRITICO
	03	00.	00	SUPERVISIÓN DE PREPARACIÓN Y PRUEBAS
	04	00.	00	SUPERVISIÓN ARRANQUE
	05	00.	00	SUPERVISIÓN OPERACIÓN
	06	00.	00	CAPACITACIÓN

Tablas III a. Estructura de División de Trabajo (EDT) por Fase

3º) FASE: LICENCIAS (P.03)				
Fase	SubFase (1)	SubSub Fase (2)	SubSub SubFase (2)	CONCEPTO
P.03.	00	00.	00	LICENCIAS Y REGALÍAS
	01	00.	00	LICENCIAS PARA USO DE PATENTE
	02	00.	00	REGALÍAS POR USO DE PATENTE

4º) FASE: INGENIERÍA DE DETALLE (P.04)				
Fase	SubFase (1)	SubSub Fase (2)	SubSub SubFase (2)	CONCEPTO
P.04.	00.	00.	00	INGENIERÍA DE DETALLE
	01.	00.	00	INGENIERÍA DE PROCESO
	02.	00.	00	ING. CIVIL / ESTRUCTURAL / ARQUITECTÓNICA
	03.	00.	00	INGENIERÍA MECÁNICA
	04.	00.	00	INGENIERÍA ELÉCTRICA
	05.	00.	00	INGENIERÍA DE TUBERÍAS
	06.	00.	00	INGENIERÍA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
	07.	00.	00	SEGURIDAD INDUSTRIAL
	08.	00.	00	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
	09.	00.	00	ANÁLISIS DE RIESGO
10.	00.	00	LIBROS DE PROYECTO	

Tablas III a. Estructura de División de Trabajo (EDT) por Fase
(continuación)

5º) FASE: PROCURA DE EQUIPOS Y MATERIALES (P.05)				
Fase	SubFase (1)	SubSub Fase (2)	SubSub SubFase (2)	CONCEPTO
P.05.	00.	00.	00	PROCURA DE EQUIPOS Y MATERIALES
	01.	00	00	TANQUES Y RECIPIENTES A PRESIÓN
	02.	00	00	CALDERAS, CALENTADORES, HORNOS
	03.	00	00	INTERCAMBIADORES DE CALOR
	04.	00	00	EQUIPO ROTATORIO
	05.	00	00	EQUIPO TIPO PAQUETE
	06.	00	00	EQUIPO MISCELÁNEO
	07.	00	00	TUBERÍA
	08.	00	00	SISTEMAS DE CONTROL E INSTRUMENTACIÓN
	09.	00	00	EQUIPO ELÉCTRICO
	10.	00	00	MATERIALES, VALVULAS Y ACCESORIOS
	11.	00	00	MATERIALES DE INSTRUMENTACIÓN
12.	00	00	MATERIAL ELÉCTRICO	

6º) FASE: PROCURA DE CATALIZADORES (P.06)				
Fase	SubFase (1)	SubSub Fase (2)	SubSub SubFase (2)	CONCEPTO
P.06.	00.	00	00	PROCURA DE CATALIZADORES
	01	00	00	CATALIZADORES (EXCEPTO METALES PRECIOSOS)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Tablas III a. Estructura de División de Trabajo (EDT) por Fase
(continuación)

7º) FASE: CONSTRUCCIÓN (P.07)				
Fase	SubFase (1)	SubSub Fase (2)	SubSubSubFase (2)	CONCEPTO
P.07.	00.	00.	00	CONSTRUCCIÓN
	01.	00.	00	TRABAJO CIVILES
	02.	00.	00	TRABAJO MECÁNICOS
	03.	00.	00	TRABAJO ELÉCTRICOS
	04.	00.	00	TRABAJO DE TUBERÍAS
	05.	00.	00	TRABAJO DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.
	06.	00.	00	TRABAJO DE SISTEMAS DE SEGURIDAD Y/O MITIGACIÓN
	07.	00.	00	TRABAJO DE PINTURAS Y AISLAMIENTOS
	08.	00.	00	TRABAJO DE DESMANTELAMIENTOS Y DEMOLICIONES

8º) FASE: ARRANQUE (P.08)				
Fase	SubFase (1)	SubSub Fase (2)	SubSubSubFase (2)	CONCEPTO
P.08.	00.	00.	00	ARRANQUE
	01.	00.	00	CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y ASISTENCIA OPERATIVA
	02.	00.	00	OPERACIONES DE PREPARACIÓN
	03.	00.	00	PUESTA EN MARCHA
	04.	00.	00	PRUEBAS DE DESEMPEÑO

Para fines de programación, seguimiento y Control del Proyecto, el *Cliente* podrá requerir un mayor grado de desglose en la Red de Actividades y Cédula de Valores que el que el *Contratista* presente, por lo que es necesario revisar y elaborar, la Red de Actividades y la Cédula de Valores con un desglose de Actividades que le asegure al *Cliente* el poder efectuar un adecuado seguimiento de las Obras con el detalle necesario, a juicio del mismo, asegurando que el alcance de las Actividades esté claramente delimitado para poder medir objetivamente los avances que se vayan logrando. El *Contratista* está obligado a efectuar aquellos ajustes y modificaciones que el *Cliente* considere necesarios, con relación a la Estructura de División de Trabajo (EDT) y al grado de detalle o desglose de las Actividades, sin afectar los términos de su Propuesta. Para ello, el *Contratista* puede efectuar recomendaciones al respecto a fin de acordar una Estructura de División del Trabajo (EDT) y un desglose de Actividades que sea satisfactorio para ambas partes y que permita la buena conducción y éxito del Proyecto, pero siempre respetando la Estructura de División de Trabajo (EDT) básica definida en la Figuras y Tablas presentadas anteriormente. Queda entendido que el *Contratista* queda obligado a subsanar cualquier error, incongruencia o incompatibilidad que el *Cliente* detecte en la Red de Actividades.

V.3 PROGRAMACIÓN.

Como los otros subsistemas, la programación es tanto un sistema de control administrativo como un sistema de Control Programa Costo. Existen, esencialmente dos objetivos para la programación:

1. El traslado de fechas claves del proyecto en objetivos internos.
2. La comunicación y la coordinación de estos objetivos con el personal responsable de su ejecución.

La razón la razón para la programación es que, es virtualmente imposible alcanzar los objetivos del proyecto tan eficientemente como podría ser sin el uso efectivo de la programación. El proceso de programación, involucra una combinación de interpretación de datos contractuales, desarrollando un plan de proyecto conceptual, y una discusión iterativa con los administradores operativos del proyecto para desarrollar objetivos alcanzables consistentes con los compromisos contractuales y objetivos internos.

El contrato debe ser monitoreado para determinar que debe hacerse y cuando debe hacerse. Una vez, identificadas las fechas compromiso ó fijas, la actividad se convierte en desarrollar un plan de proyecto interno que soporte estos compromisos.

Este plan debe de:

1. Cumplir con las fechas contractuales.
2. Debe ser alcanzable por los responsables del trabajo.

3. Contener suficiente tiempo de holgura positiva para cubrir las probables contingencias (reserva administrativa de programa).

El resultado final necesita tener el nivel de detalle necesario para guiar y coordinar el esfuerzo entre los diferentes elementos del proyecto.

Básicamente se utilizan dos tipos de programas:

- Diagrama de Barras (Gantt)
- Redes.

Diagrama de Barra (Gantt).

Esta técnica deriva su nombre de Henry L. Gantt quien la desarrolló al inicio del siglo como un medio de planear y controlar la producción. Esencialmente, un diagrama de barras relaciona el trabajo sobre el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal.

La ventaja del diagrama de barras es la facilidad con el cual el personal no entrenado es capaz de utilizarlo y entenderlo, el diagrama de barras es un medio excelente de comunicación para el programa y su estatus.

La desventaja del diagrama de barras es que no permite descubrir ó retratar la lógica involucrada para la ejecución del proyecto, es decir, la interdependencia organizacional y las interrelaciones de la actividad. Resumiendo, los diagramas de barras no facilitan un medio para tratar con la incertidumbre del estimado de tiempo ó de la inclusión de la holgura positiva del tiempo en el plan.

Redes de Actividades

Las redes han experimentado un crecimiento explosivo en cuanto su uso desde la década de los 50's esto se debe al incremento en tamaño y complejidad de los proyectos. Aunque existen numerosas técnicas en uso, las que predominan son dos:

- PERT (Program Evaluation and Review Technique)
- CPM (Critical Path Method).

El PERT fue primero utilizado por la marina de los E.U.A. en 1958 para ayudar a planear y controlar el programa POLARIS. Casi simultáneamente, E.I. Du Pont de Nemours & Co. introdujeron el CPM para el uso de la construcción de una nueva planta.

Existen dos ventajas claves en el uso de redes, primero el análisis y la planeación requerida para preparar una red son por sí mismas una ventaja importante. El desarrollo de una red es un proceso iterativo que intenta identificar las interdependencias e interrelaciones, reasignación de recursos para eliminar cuellos de botella e identificar y resolver problemas para reducir ó minimizar el tiempo de la ruta crítica. Tal análisis y planeación podrían

reducir sustancialmente la necesidad de una administración en crisis, también para facilitar un marco ordenado dentro del cual se pueden analizar e implementar cambios al proyecto. Segundo, su uso facilita medios a la administración, para asegurar el grado de incertidumbre asociado a las fechas programadas de terminación y la planeación para minimizar riesgos.

En el proyecto, todas las Redes de Actividades que se requieran desarrollar deberán ser estructuradas bajo el "Método de Precedencias" (Ruta Crítica). La Red de Actividades contendrá el programa que seguirá el *Contratista* para llevar a cabo las Obras, por lo que el debe analizar con detalle los tiempos contenidos en ésta. Dada la magnitud del Proyecto, y a fin de evitar estructurar Redes de Actividades de enorme complejidad y amplitud que serían difíciles de manejar, el *Contratista* deberá segmentar el Proyecto y enmarcar la programación en una estructura jerárquica, para fines de seguimiento y control de las Obras, de acuerdo con lo siguiente:

"Red General de Actividades del Proyecto": La "Red General de Actividades del Proyecto" contendrá una Actividad sumaria por cada Unidad comprendida en el Proyecto. Para ello, el inicio y terminación de estas Actividades sumarias deberán ser una consecuencia del inicio y terminación de las Obras contenidas en las "Redes de Actividades de Detalle". En esta "Red General de Actividades del Proyecto" se deberán agregar a las Actividades sumarias las Actividades del tipo "BANDERA" que sean necesarias para señalar Eventos Críticos, tales como el inicio y terminación del Proyecto. La Cédula de Valores asociada a esta "Red General de Actividades del Proyecto" se deberá estructurar y deberá contener la participación porcentual de cada Unidad con relación al total del Proyecto, de tal forma que los avances porcentuales que se vayan obteniendo en cada Unidad, y que serán tomados de las "Redes de Actividades de Detalle" correspondientes, puedan cuantificarse en esta Cédula de Valores para reflejar el avance global del Proyecto

"Redes de Actividades Detalle en las Unidades": Se estructurarán "Redes de Actividades de Detalle" para cada Unidad en que se hayan dividido las Obras. Estas Redes de Actividades contendrán Actividades definidas con el desglose necesario, para efectuar una adecuada programación, seguimiento y control de las Obras a efectuar. En estas "Redes de Actividades de Detalle" se deberán contemplar todas las Actividades a realizar, su duración y las interrelaciones entre ellas. La estructura y definición de la Red de Actividades deberá ser congruente con las obras que se llevarán a cabo en la forma y secuencia en que se ejecutarán. Será de suma importancia que se estructuren adecuadamente, de acuerdo a las interacciones que existan, las ligas de precedencia que sean necesarias entre las Actividades pertenecientes a las Redes de Actividades correspondientes a las diferentes-Unidades, a fin de que los programas resultantes de esta Estructura Programática estén en concordancia con la secuencia en que se llevarán a cabo las Obras. Las Cédulas de Valores asociadas a estas "Redes de Actividades de Detalle" se deberán estructurar y contendrán la participación porcentual de cada Actividad comprendida en la "Red de Actividades de Detalle", con relación al total de las Obras comprendidas en esta.

Los parámetros de las Redes de Actividades se deberán definir de tal forma que permitan efectuar Análisis de Tiempos para determinar deslizamientos de las fechas de inicio de las Actividades por retrasos o adelantos en Actividades previas, calculando la Holgura Total existente. No se deberán definir las Redes de Actividades como Gráficas de Gantt, con fechas de inicio y terminación fijas, ya que esto no permitirá realizar ningún tipo de análisis.

Las "Redes de Actividades de Detalle" deberán contemplar todas las Actividades a realizar en la Unidad a la que correspondan, la duración de estas y las relaciones de precedencias existentes entre ellas, con un desglose que permita al *Cliente* analizar los programas y dar un seguimiento estrecho a las Obras que se estén ejecutando en un momento determinado. Las Actividades y estructura de estas "Redes de Actividades de Detalle" deberán ser congruentes con las Obras que se llevarán a cabo y con la forma y secuencia en que se ejecutarán. Cada una de las Actividades contenidas en las "Redes de Actividades de Detalle" deberá tener un inicio y final claramente definido, a fin de que pueda detectarse objetivamente cuando se inicia y cuando se concluye.

Los alcances de cada una de las Actividades de las "Redes de Actividades de Detalle" deberán estar bien delimitados para que los avances que se vayan logrando en su ejecución puedan ser medidos en forma objetiva utilizando una unidad de medición determinada, ya sean m^3 , m^2 , número de piezas, etc., de tal forma que sea posible determinar un avance porcentual en forma clara y que éste sea un reflejo fiel de la situación real de las Obras involucradas en la Actividad.

Para aquellas Actividades definidas en forma genérica pero que su avance dependa de una lista de entregables, tales como planos o equipos, el *Contratista* debe proveer la lista de verificación, indicando el peso específico de cada componente sobre el alcance total de la Actividad, a fin de que basándose en estos entregables se pueda determinar el avance de la Actividad en forma clara y objetiva. Los pesos específicos que se asignen a los entregables deberán estar en relación directa al monto relativo de cada uno de ellos.

Se deberá asegurar que la duración especificada para las Actividades sea físicamente factible y realista de acuerdo con los alcances definidos para estas. El peso específico de cada Actividad, en relación con el total de las Obras contenidas en la Red de Actividades, estará definido en la Cédula de Valores correspondiente, en valor porcentual. Además se deben definir y especificar las ligas de precedencia entre las Actividades contenidas en la misma o en diferentes "Redes de Actividades de Detalle" de acuerdo a las relaciones y Secuencia Lógica entre ellas, así como de conformidad con la logística que se seguirá para la ejecución de las Obras.

El *Contratista* debe proporcionar al *Cliente* los avances porcentuales que se vayan logrando en las Actividades contenidas en las "Redes de Actividades de Detalle". Para las Actividades que estén en desarrollo se proporcionará simultáneamente, cada vez que se reporte un avance, un nuevo estimado de terminación de la Actividad o los Días faltantes para su conclusión, de acuerdo con la situación que guarden las Obras y las condiciones en

la Obra, a fin de actualizar el modelo contenido en la "Red de Actividades de Detalle" correspondiente. Se entregará al *Cliente* asimismo observaciones acerca de la ejecución de la Actividad.

Cédulas de Valores

Se debe estructurar una Cédula de Valores para cada una de las Redes de Actividades comprendidas en la Estructura Programática, incluyendo la "Red General de Actividades del Proyecto" y las "Redes de Actividades de Detalle" de las etapas, conteniendo la participación porcentual de las Actividades comprendidas en la Red de Actividades correspondiente, con relación al total de las Obras incluidos en esta, a fin de poder cuantificar avances porcentuales a nivel Proyecto, Unidad y Fase.

La participación porcentual de las Actividades, contenidas en las Cédulas de Valores asociadas a las "Redes de Actividades de Detalle" de las Unidades, deberá estar en relación directa y ser congruente con el valor relativo de las Obras involucradas en la Actividad, considerando como 100% el valor total de las Obras comprendidas en la Unidad y, por ende, en la Cédula de Valores. Asimismo, al agrupar las participaciones porcentuales al nivel de Subfases y Fases, deberán resultar congruentes con los montos relativos de las Obras involucradas en las mismas. Lo anterior a fin de que los avances porcentuales que se reporten sean un reflejo real de los avances relativos que se vayan logrando en las Unidades. Aquellas Actividades que sean importantes para el adecuado desarrollo de las Obras pero que no tengan influencia sobre el valor de la Unidad se definirán en la Red de Actividades para controlar su ejecución, aunque no se incluirán en la Cédula de Valores por ser nula su participación.

De igual forma, la participación porcentual de las Actividades sumarias contenidas en las Cédulas de Valores asociadas a la "Red General de Actividades del Proyecto", deberá estar en relación directa y ser congruente con el valor relativo de las Obras a efectuar en cada Unidad, considerando como 100% el valor total del Proyecto y, por ende, el de su Cédula de Valores. Lo anterior a fin de que los avances porcentuales que se reporten sean un reflejo fiel de los avances reales que se vayan logrando en el Proyecto.

Además de la participación porcentual de las Actividades, las Cédulas de Valores contendrán la distribución calendarizada mensual de esta participación a lo largo de la duración de la Actividad, es decir, su programa calendarizado mensual de ejecución. Las fechas de inicio y terminación estarán dadas por las fechas calculadas en la Red de Actividades correspondiente. La suma de los programas mensuales contenidos en las Cédulas de Valores indicará el programa mensual de ejecución de las Obras comprendidas en la Red de Actividades asociada, es decir, su Programa de Ejecución en base porcentual.

En las Cédulas de Valores asociadas a las "Redes de Actividades de Detalle" de las Unidades, la distribución mensual de la participación porcentual de cada Actividad, a lo largo de su duración, deberá ser efectuada en una forma lógica y congruente con el ritmo de

gasto necesario para ejecutar las Obras involucradas en la Actividad. Al conjugar la participación mensual de las Actividades a nivel de Fases y Subfases, la distribución mensual resultante deberá también resultar lógica y congruente con el ritmo de gasto necesario para llevar a cabo éstas. Lo anterior a fin de que los Programas de Ejecución que se deriven de las "Redes de Actividades de Detalle" y sus correspondientes Cédulas de Valores estén apegados al ritmo en que se irá generando la Obra.

Por lo anterior, se deberá establecer una relación entre las Cédulas de Valores de las Redes de Actividades de Detalle asociada a la "Red General de Actividades del Proyecto", a fin de transferir a esta los Programas de Ejecución de cada Unidad y poder obtener el Programa de Ejecución, con base porcentual.

Todas y cada una de las Actividades contenidas en una Cédula de Valores deberán estar contenidas en la Red de Actividades asociada. No obstante, no todas las Actividades contenidas en una Red de Actividades deberán estar necesariamente comprendidas en su correspondiente Cédula de Valores, ya que solamente se incluirán en esta última aquellas que tengan un peso específico sobre el valor total de las Obras comprendidas en la Red de Actividades.

Toda Cédula de Valores deberá estar relacionada con su correspondiente Red de Actividades de tal forma que las Actividades comprendidas en ambas tengan en todo momento las mismas fechas de inicio y terminación que las calculadas en la Red de Actividades como resultado de los Análisis de Tiempo que se efectúen en esta.

Ponderaciones en la Fase de Procura.

Para las Actividades relativas a la Procura, el *Contratista* se deberá ajustar conforme a la clasificación y pesos relativos en porcentaje que se indican en los párrafos siguientes, debiendo desglosarlo por Equipo Crítico, por equipos de proceso, por Materiales a granel, por lote o grupo y para cada Unidad que integra el Proyecto.

Materiales fabricados o prefabricados en taller y ensamblados ó montados en el Sitio las Obras.

Se debe incluir bajo esta clasificación en forma enunciativa y no limitativa, los siguientes equipos: calderas, calentadores, hornos, tanques atmosféricos de almacenamiento, torres de enfriamiento, recipientes a presión (incluye: torres, reactores y esferas), bombas, turbinas, turbogeneradores, compresores, "spools" de tuberías, válvulas de proceso, estructuras metálicas pesadas, catalizadores con fabricación, transformadores de potencia y distribución, interruptores de potencia y cuchillas desconectoras en 115 KV, tableros de medición y control de turbogeneradores, bahías de 115 KV, tableros eléctricos, sistemas paquete de control (incluyendo control distribuido, paro de emergencia, contraincendio y sus instrumentos y todos los demás materiales bajo esta condición de suministro y fabricación.

III b Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Procura

No.	Etapas de Procura	Peso	Alcance
1	Orden de compra (Evento)	10 %	Entrega al <i>Cliente</i> de la orden de compra certificada por el proveedor y documentos de la selección y calificación de proveedores de Equipo Crítico.
2	Suministro de materiales en taller de fabricación y/o prefabricación.	10 %	Entrega al <i>Cliente</i> de la orden de compra de los Materiales principales, certificados de materiales principales y reportes de inspección de materiales en el taller del proveedor.
3	Planos aprobados de fabricante (Evento).	10 %	Entrega al <i>Cliente</i> de planos aprobados por el <i>Contratista</i> , el Licenciante y/o el <i>Cliente</i> (en su caso)
4	Fabricación y/o prefabricación terminada, pruebas, aceptación e inspección final en taller.	20 %	Entrega al <i>Cliente</i> de reportes de pruebas, certificado de inspección final y liberación en el taller de fabricación.
5	Embarque (Evento).	5 %	Entrega al <i>Cliente</i> de orden de embarque y contrato de transporte.
6	Recepción en el Sitio de las Obras (Evento).	40%	Entrega al <i>Cliente</i> del reporte de recepción en el Sitio.
7	Documentación final (Evento).	5%	Entrega al <i>Cliente</i> de documentos "as built", documentos de aseguramiento de la calidad. (Diagramas funcionales y Bases de Datos en los Sistemas de Control).

Material a Granel.

No.	Etapas de Procura	Peso	Alcance
1	Orden de compra, fabricación terminada, pruebas, inspección y aceptación final en taller (en su caso) y embarque (Evento).	20 %	Entrega al <i>Cliente</i> de la orden de compra certificada por el proveedor y documentos de la selección y calificación de proveedores de Equipo Crítico/Mayor. Reportes de pruebas y documentos de aseguramiento de la calidad, certificado de inspección final y liberación en el taller de fabricación. Orden de embarque y contrato de transporte.
2	Recepción en el Sitio de las Obras (milestone).	75%	Entrega al <i>Cliente</i> del reporte de recepción en el Sitio.
3	Documentación final (milestone).	5%	Entrega al <i>Cliente</i> de documentos "as built" y/o especificaciones, dibujos de fabricante en instrumentos que se requieran.

El avance correspondiente a la Actividad únicamente deberá ser considerado al término de la Actividad misma.

Para toda información desarrollada en la Ingeniería de Detalle, deben considerarse dentro de la Cédula de Valores los siguientes pesos relativos:

III e Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Ingeniería

Descripción	Avance	Acumulado
Diseño y memoria de cálculo	20 %	20 %
Emisión de plano y/o documento, revisión 0 para aprobación (soportado por "Maqueta Electrónica Tridimensional Inteligente")	10 %	30 %.
Emisión de plano y/o documento, revisión 1 para aprobación (soportado por "Maqueta Electrónica Tridimensional Inteligente")	20 %	50 %
Emisión de plano aprobado para construcción y/o emisión de requisición para compra (soportado por "Maqueta Electrónica Tridimensional Inteligente")	45 %	95 %
Integración de planos "AS BUILT" y documentos finales última revisión para el libro de Proyecto (soportado por "Maqueta Electrónica Tridimensional Inteligente")	5 %	100 %

Las primeras cuatro descripciones deberán ligarse con las Actividades de procura y construcción relativas a las mismas. Para contingencias se define una Actividad continua e independiente, ligada únicamente al final de la ingeniería durante la terminación de todos los planos, como inicio a la entrega final del Libro Final de Documentos, como final de acuerdo a la integración de planos "AS BUILT".

Estos avances se acreditarán si se entrega junto con la información digital necesaria para integrarse a la "Maqueta Electrónica Tridimensional Inteligente" del *Cliente*.

Todas las Actividades de construcción, deben incluir dentro de la Cédula de Valores exclusivamente avances de Obra, por ningún motivo se deberán considerar avances por los siguientes conceptos:

- a) Colocación de órdenes de compra o trabajos a Subcontratistas u otros.
- b) Por concepto del arribo del equipo en sitio.

- c) Por concepto de instalaciones temporales, las cuales deben estar consideradas dentro de los costos indirectos del *Contratista*

La tabla que se indica a continuación es enunciativa, pero no limitativa y será utilizada para determinar el avance de construcción durante el desarrollo de las Obras. Asimismo, esta formará parte de la Estructura de División del Trabajo (EDT) tanto en la Cédula de Valores como en la Red de Actividades.

Para todos los conceptos generales que se indican en la tabla siguiente, deberá estar incluido el suministro de insumos de construcción.

III d Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Construcción			
Subfase	Conceptos Generales	Subconceptos	Factor Ponderado %
OBRA CIVIL	Acondicionamiento del sitio.	Limpieza del área.	15
		Corte, relleno y saneamiento.	45
		Cercado del área.	40
	Cimentaciones de equipos y estructuras.	Excavación y plantilla.	15
		Habilitado y armado de acero.	25
		Cimbrado.	15
		Concreto.	35
		Relleno compactado.	10
	Estructuras de Acero.	Habilitado de Estructuras.	15
		Preparación de bases.	5
		Montaje y soldadura.	60
		Escaleras y plataformas.	20
	Estructura de Concreto.	Habilitado y armado de acero.	35
		Cimbrado.	20
		Concreto.	40
		Descimbrado y acabados.	5
	Edificaciones.	Excavación y plantilla.	10
		Cimentación y relleno.	20
		Columnas y muros.	25
		Losas.	25
		Recubrimientos y acabados.	20
	Drenajes.	Excavación.	15
		Plantilla y cama de arena.	5
		Registros.	30
		Instalación de tubería.	35
		Relleno compactado.	10
		Pruebas.	5
	Banco de ductos eléctricos y	Excavación.	15

III d Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Construcción			
Subfase	Conceptos Generales	Subconceptos	Factor Ponderado %
	de control.	Plantilla y polietileno. Armado e Inst. tubería conduit Cimbrado y colado. Impermeabilización. Relleno compactado.	10 30 25 10 10
	Pavimentos de concreto.	Nivelación compactación y pruebas. Habilitado y colocación de acero. Cimbrado. Concreto y curado.	30 30 5 35
OBRA CIVIL	Estructuras precoladas	Habilitado y armado de acero. Cimbrado. Concreto. Montaje y plomeado.	35 10 35 20
	Trincheras.	Excavación y plantilla. Habilitado y armado de acero. Cimbrado Concreto. Instalación tapas y rejillas. Relleno.	15 30 5 30 15 5
	Diques de tanques.	Excavación y plantilla. Habilitado y colocación de acero. Cimbrado. Concreto. Relleno compactado.	15 30 15 30 10
	Registros eléctricos y cárcamo.	Excavación y plantilla. Habilitado y armado de acero. Cimbrado. Concreto. Impermeabilización y pruebas Relleno compactado.	15 30 15 25 10 5
	Pisos de grava.	Nivelación, compactación y pruebas. Drenes y rejillas. Engravado.	30 30 40
	Protección contra fuego a estructuras.	Limpeza a estructuras. Armado malla de alambre.	10 30

III d Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Construcción			
Subfase	Conceptos Generales	Subconceptos	Factor Ponderado %
		Cimbrado.	20
		Concreto.	35
		Descimbrado y resane.	5
	Protección contra fuego a equipos.	Limpieza superficie.	10
		Malla de alambre.	30
		Mortero.	60
	Camino de acceso / asfalto.	Limpieza y trazo del camino.	10
		Terracería y compactación.	30
		Colocación sub-base y base.	30
		Colocación de asfalto.	20
		Cercado con malla.	10
	Puertas de acceso.	Demoliciones.	20
		Albañilería y herrería.	60
		Instalaciones varias.	20
OBRA MECÁNICA MONTAJE DE EQUIPOS.	Tanques verticales con membrana.	Preparación de la base.	5
		Montaje placas de fondo.	15
		Montaje placas de pared.	30
		Montaje de techo y membrana.	30
		Limpieza interna.	5
		Escaleras y accesorios.	5
		Inspección y pruebas.	10
	Tanques verticales.	Preparación de la base.	5
		Montaje de placas de fondo.	15
		montaje de placas de pared.	30
		Montaje de estructura.	10
		Montaje de placas de techo.	25
		Escaleras y accesorios.	5
		Inspección y pruebas.	10
	Calentadores a fuego directo.	Preparación de la base.	10
		Montaje sección de radiación.	25
		Montaje sección convección.	20
		Montaje otras secciones.	15
		Plataformas y accesorios.	15
		Refractario.	10
		Limpieza y pruebas.	5
	Torres , reactor y columnas.	Preparación de base y placas.	5
		Montaje del equipo.	70
		Plomeo y aplicación mortero.	15
		Inspección y prueba.	10

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

III d Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Construcción			
Subfase	Conceptos Generales	Subconceptos	Factor Ponderado %
	Recipientes y cambiadores de calor.	Preparación de base y placas. Montaje del equipo. Plomeo y aplicación mortero. Inspección y prueba.	5 70 15 10
	Compresores centrifugos.	Preparación de base y placas. Montaje y ensamble equipo. Montaje de equipo auxiliar. Groutado y alineación preliminar. Interconexiones, destapar, limpieza y verificaciones. Alineación final y pruebas.	5 40 20 10 15 10
	Soloaires.	Preparación de base y placas. Montaje del equipo. Alineación e inspección. Pruebas.	5 60 20 15
OBRA MECÁNICA MONTAJE DE EQUIPOS	Bombas	Preparación de base y placas. Montaje del equipo. Groutado de la base. Alineación preliminar y recibo tubería. Prueba de motor en vacío. Alineación final.	5 50 5 20 10 10
	Armado de internos en equipos y torre de enfriamiento.	Preparar piezas en sitio. Instalación de internos. Inspección.	10 80 10
	Calderas.	Preparación de base. Montaje de hogar / banco tubos Montaje de domos. Montaje de ventiladores. Chimenea, precalentadores de aire y quemadores. Plataformas y escaleras. Inspección y pruebas.	5 30 20 10 15 10 10
	Tanque esférico	Preparación de base. Montaje de columnas. Montaje y conformado. Soldadura de placas. Escaleras y accesorios.	5 10 35 30 10

III d Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Construcción			
Subfase	Conceptos Generales	Subconceptos	Factor Ponderado %
		Inspecciones y pruebas.	10
	Turbogeneradores.	Preparación de base.	5
		Montaje de partes del equipo.	40
		Nivelado y groutado.	10
		Alineación preliminar.	10
		Interconexión tub. Y limpieza	15
		Sistema de lubricación.	10
		Alineación y pruebas.	10
	Grúas viajeras.	Preparación de piezas.	10
		Base del mecanismo.	20
		Montaje y soldadura de estructura.	60
		Inspección y pruebas.	10
TUBERÍAS	Prefabricación de tubería.	Corte, biselado y armado.	30
		Soldadura de piezas.	60
		Inspecciones.	10
	Montaje de tubería plantas.	Mont. tubería prefabricada.	20
		Mont. tubería recta.	25
		Soldadura.	30
		Montaje de válvulas.	10
		Montaje de soportes.	5
		Inspecciones.	10
	Montaje tuberías integración.	Mont. tubería recta.	30
		Mont. tubería prefabricada.	10
		Soldadura.	35
		Montaje de válvulas.	10
		Montaje de soportes.	5
		Inspecciones.	10
	Soportes especiales.	Base de soporte.	20
		Fabricación.	50
		Montaje de soporte.	20
		Recubrimiento.	10
	Tubería subterránea.	Excavación.	10
		Tendido de tubería.	20
		Soldadura.	30
		Inspección y prueba.	10
		Protección mecánica.	20
		Relleno compactado.	10

III d Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Construcción			
Subfase	Conceptos Generales	Subconceptos	Factor Ponderado %
	Pruebas.	Prueba de válvulas.	20
		Prueba hidrostática/neumática	40
		Lavado de circuitos.	15
		Soplado de circuitos.	25
OBRA ELÉCTRICA	Cableado en banco de ductos.	Limpieza e Instalación guías.	10
		Cableado fuerza y Control.	65
		Conexiones.	15
		Inspección y pruebas.	10
	Instalación de charolas.	Habilitado de piezas.	10
		Instalación soportes y charolas.	85
		Inspección.	5
	Cableado de charolas.	Tendido de cables.	60
		Separación e identificación de cables.	35
		Inspección.	5
	Sistema alumbrado y contactos en plantas.	Instalación tubería conduit .	30
		Cajas de paso y accesorios.	15
		Luminarias y contactos.	10
		Cableado.	25
		Conexiones.	10
		Inspección y pruebas.	10
	Sistema alumbrado integración.	Canalización subterránea.	35
		Postes (incluye bases).	20
		Instalación luminarias.	10
		Cableado y conexiones.	30
		Inspección y pruebas.	5
	Trazas eléctricas.	Preparación tubería y mat. de trazas.	10
		Instalaciones del equipo.	30
		Cableado y conexiones.	50
		Inspección y pruebas.	10
OBRA ELÉCTRICA	Sistema alumbrado edificaciones.	Instalación de tubería conduit.	30
		Instalación de lamparas y accesorios.	20
		Cableado y conexiones.	40
		Pruebas de circuitos.	10

III d Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Construcción			
Subfase	Conceptos Generales	Subconceptos	Factor Ponderado %
	Transformadores.	Preparación de base.	5
		Preparación y montaje equipo.	25
		Pruebas finales de campo.	50
		Conexiones.	20
	Tableros (C.C.M.) en subestación.	Trazo de ubicación de equipo.	5
		Montaje de tablero - CCM	45
		Conexiones.	30
		Pruebas.	10
		Rótulos.	5
	Sistema pararrayos.	Inspección final.	5
		Preparación en tierra.	30
		Instalación accesorios.	30
		Cableado y conexiones.	30
		Inspección.	10
	Sistema red de tierras.	Excavación.	20
		Instalación accesorios.	30
		Cableado y conexiones.	40
		Inspección y pruebas.	10
	Pruebas eléctricas Otros equipos.	Preparación de equipo.	10
		Desarrollo de la prueba.	90
INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	Instalación de analizadores y otros equipos.	Preparación de base.	10
		Montaje y nivelación d equipo.	60
		Conexión tuberías y cableado.	20
		Calibración y pruebas.	10
	Instalación tubing.	Habilitado material.	10
		Herrajes para soportes.	30
		Instalación tubing y conexiones.	60
	Cableado de Control.	Tubería conduit.	25
		Cajas de paso y accesorios.	30
		Cableado y conexiones.	35
		Pruebas.	10
	Sistema Control distribuido.	Limpieza e instalación de guías	10
		Instalación de fibra óptica.	15
		Instalación de unidades.	20
		Conexiones.	15
		Pruebas.	40
	Instalación de instrumentos.	Calibración del instrumento.	20

III d Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Construcción			
Subfase	Conceptos Generales	Subconceptos	Factor Ponderado %
		Montaje de instrumento. Conexiones.	60 20
INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	Válvulas de Control.	Prueba de válvula.	20
		Montaje de válvula. Conexiones. Pruebas.	60 10 10
	Paneles de conexiones.	Preparación de base. Montaje del panel. Conexiones. Inspección y pruebas.	5 20 50 25
	Pruebas de lazos.	Verificación instrumentos y conexiones. Desarrollo de la prueba.	10 90
	Instalación sistemas; intercomunicación, vocco y C. C. T. V. .	Canalizaciones. Cableado y conexiones. Equipo y accesorios. Pruebas.	25 35 25 15
SISTEMAS DE SEGURIDAD	Válvulas de relevo o alivio.	Prueba de válvula.	40
		Montaje de válvula. Inspección.	55 5
	Sistema tipo "Vickers".	Instalación y equipo.	30
		Montaje soportes y tubería. Alimentación eléctrica y Control. Montaje de válvula. Pruebas.	30 15 15 10
	Sistema de contraincendio.	Montaje de tubería.	40
		Montaje de válvulas. Conexiones varias. Aspersores y/o monitores. Pruebas.	20 10 20 10

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

III d Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Construcción			
Subfase	Conceptos Generales	Subconceptos	Factor Ponderado %
	Sistema de protecciones.	Canalizaciones y soportes. Cableado y conexiones. Equipo y accesorios. Pruebas.	30 30 25 15
PINTURA Y AISLAMIENTO	Pintura de equipos y tanques.	Limpieza. Pintura primaria. Resane, pintura de acabado y letrero. Inspección.	20 30 45 5
	Pintura de tuberías.	Limpieza. Pintura primaria. Pintura de acabado y letreros.	20 30 50
	Pintura de estructuras.	Limpieza. Pintura primaria. Pintura de acabado.	20 30 50
	Aislamiento de equipos.	Preparación material y del equipo. Instalación aislamiento. Rótulos del equipo.	20 75 5
PINTURA Y AISLAMIENTO	Aislamiento de tuberías y válvulas.	Preparación material y tubería. Instalación aislamiento. Rótulos de identificación.	20 75 5
DESMANTE LAMIENTOS	Desmantelamiento de tanques.	Desmantelamiento. Demolición. Retiro de material. Limpieza.	50 20 20 10
	Cimentaciones y sistemas enterrados.	Excavación. Demolición. Retiro del material. Limpieza.	20 50 20 10
	Edificaciones.	Desmantelamiento. Demolición. Retiro del material. Limpieza.	30 40 20 10
	Tuberías y estructuras de acero.	Desmantelamiento. Retiro del material. Limpieza.	60 30 10
	Pavimentos y estructuras de	Demolición.	70

III d Actividades a evaluar y que generan avance en la etapa de Construcción			
Subfase	Conceptos Generales	Subconceptos	Factor Ponderado %
	concreto.	Retiro del material.	20
		Limpieza.	10

Esta tabla se utilizará para evaluar los avances de construcción en este proyecto, donde los porcentajes asignados a cada actividad, son derivados de experiencias previas y determinados por especialistas.

PROGRAMAS DE EJECUCIÓN

Los Programas de Ejecución de las Redes de Detalle a nivel subfase y que contienen los avances porcentuales mensuales que se irán logrando en el Proyecto deberán presentarse en forma consolidada de acuerdo a lo siguiente:

- A nivel de Proyecto Total
- A nivel de Unidad comprendida en el Proyecto
- A nivel de Fase (Ingeniería de Detalle, procura y construcción)

El Programa de Ejecución ofertado, se considera y establece como compromiso contractual. Dado que las participaciones porcentuales contenidas en las Cédulas de Valores constituyen la base para la programación y evaluación de avances, estas quedan asentadas en el Contrato, por lo que no podrán ser alteradas durante la ejecución del Proyecto. La Estructura Programática detallada (incluyendo el Programa de Ejecución detallado y las Redes de Actividades y Cédulas de Valores correspondientes a niveles de subsubsubfase) deberá ser presentada por el *Contratista* a más tardar el día siguiente al Cierre Financiero, deberá mostrar las mismas participaciones porcentuales que las mostradas en su oferta, a nivel Unidad y Fases. En caso de requerirse efectuar durante la ejecución del Proyecto desgloses mayores de las "Redes de Actividades de Detalle" de las Unidades, para efectuar un seguimiento más a fondo de alguna de sus partes, el *Contratista* adecuará las Cédulas de Valores, con la conformidad del *Cliente*, para acomodarlas al nuevo desglose de Actividades, pero sin afectar la estructura de las participaciones porcentuales al nivel de Fase y Unidad, por lo que la suma de las participaciones porcentuales de las Actividades adicionadas deberá ser igual a la participación porcentual de la Actividad original a la que sustituyen, manteniendo constantes las participaciones porcentuales del resto de las Actividades que no hayan sido modificadas; asimismo, la combinación de los

participaciones porcentuales distribuidas en el tiempo para las Actividades adicionadas deberá ser equivalente a la distribución en el tiempo de la participación porcentual de la Actividad original a la que sustituyen, a fin de respetar la distribución dictada por el Programa de Ejecución asentado en el Contrato.

En el caso en que el *Contratista* a cargo de las Obras requiera durante la ejecución del Proyecto reestructurar una "Red de Actividades de Detalle" de alguna Unidad para seguir una secuencia diferente, a fin de compensar tiempos y cumplir compromisos contractuales, las participaciones porcentuales de las Cédulas de Valores correspondientes no deberán modificarse, aunque los Programas de Ejecución se vean afectados por las modificaciones a la Red de Actividades. El *Cliente* utilizará las Redes de Actividades modificadas y el nuevo Programa de Ejecución para el seguimiento del Proyecto.

AVANCES DE OBRA.

El *Contratista* está obligado a formular y presentar al *Cliente* las estimaciones de Obra ejecutada referidas a las Actividades que estén contenidas en la Red de Actividades que se esté utilizando para el seguimiento y control de la Obra, incluyendo en las estimaciones de avance toda la información necesaria para actualizar la Red de Actividades, acorde a la situación que se tenga en la Obra, incluyendo los avances logrados en las Actividades que estén en ejecución y los nuevos estimados de tiempo faltante para la terminación de estas.

El *Cliente* debe llevar un seguimiento de las Obras a escala mensual, por lo que los avances que se reporten en la estimación de Obra ejecutada se cargarán a un Mes determinado, no obstante que se hubiesen realizado en un período que cubra parte de dos Meses. El *Contratista* para esto debe formular por lo menos una estimación de la Obra ejecutada por Mes, la cual entregará al *Cliente* junto con el Reporte de Avance de acuerdo al Contrato. Solamente se deberán incluir en la estimación de Obra ejecutada aquellas Actividades de la Red de Actividades que hayan tenido avances durante el período que cubre la estimación. En caso de que el *Cliente* requiera dar un seguimiento más frecuente a ciertas Actividades, ya sea durante un cierto período o durante toda la duración de la Obra, el *Contratista* formulará y presentará al *Cliente* los reportes de la estimación de Obra ejecutada con la frecuencia que se requiera para efectuar los Análisis de Tiempo en la Red de Actividades.

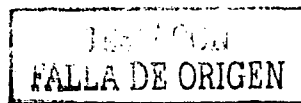
El *Contratista* debe a presentar sus estimaciones de Obra ejecutada con toda la información contenida en la tabla que se presenta a continuación, utilizando el sistema de estimaciones de Obra ejecutada.

Figura 8. Formato de Generador de Obra.

(RAZÓN SOCIAL Y DATOS DE LA EMPRESA)										
Contrato No. _____			Localidad: _____			Descripción de la Obra: _____				
ESTIMACIÓN DE OBRA EJECUTADA										
Estimación No. _____		Correspondiente al Mes: mm/aaaa ; Período que cubre: del dd/mm/aaaa al dd/mm/aaaa								
Clave de Actividad	fecha de inicio	acumulad o anterior (%)	Avance del periodo (%)	Acumulado actual (%)	Días para concluir	Fecha de término	valor de la Actividad	moneda	importe	
OBSERVACIONES: _____										
OBSERVACIONES: _____										
OBSERVACIONES: _____										
FECHA DE ELABORACIÓN: dd/mm/aaaa						T o t a l e s				

Respecto a la información a reportar, se deberá considerar lo siguiente:

- a) **No de la estimación:** se refiere al consecutivo de la estimación de Obra ejecutada. Se podrán efectuar múltiples estimaciones a cargo de un mismo Mes, en caso de un seguimiento mas frecuente que el mensual;
- b) **Correspondiente al Mes:** se refiere al Mes en el cual se considerará que fueron efectuadas las Obras y al cual se considerarán para fines de mensuales. Deberá existir una estimación para cada Mes, como mínimo, durante toda la duración de la Obra;
- c) **Período que cubre:** se refiere a las fechas de inicio y terminación del período en el que se ejecutaron las Obras amparadas en la estimación de avance;
- d) **La clave de Actividad:** deberá coincidir con la clave utilizada en la Red de Actividades (Identificador de la Actividad = ID) y en Cédula de Valores para la Actividad cuyo avance se está reportando;
- e) **En la fecha de inicio:** se reportará cuando comenzaron las Obras correspondientes a la Actividad. Al darse por primera vez la fecha de inicio de las Actividades el acumulado anterior deberá estar en ceros, y se podrá comenzar a reportar avances en la Actividad;
- f) **El acumulado anterior:** se refiere al avance acumulado que la Actividad tenía al inicio del período que se está reportando. El avance del período se refiere al avance



acumulado logrado en el período reportado. La suma del acumulado anterior y el Avance del período deberá ser igual al acumulado actual, que es el avance total acumulado que tiene la Actividad al final del período reportado. Todos los avances se reportarán en porcentaje del total de las Obras considerado en la Actividad, en subsiguientes reportes, el acumulado anterior del nuevo período tomará el valor del acumulado actual del período anterior;

- g) **En el campo de Días:** para concluir se reportará el nuevo estimado del tiempo que se requerirá para concluir la Actividad, de acuerdo a las condiciones existentes en la Obra. Se deberán contar los Días faltantes para concluir a partir del día primero del Mes siguiente al que se le estén cargando los avances de esta estimación, ya que en la Red de Actividades se considera que se están reportando avances hasta el día último del Mes al que se le están cargando estos;
- h) **La fecha de término:** se dará cuando la Actividad se haya concluido y el avance acumulado a la fecha de corte del período que se reporta indique 100%;
- i) **El valor de la Actividad:** que se está reportando, se tomará de las Cédulas de Valores contractuales;
- j) Se deberá adicionar para cada Actividad un breve comentario acerca de la situación de las Obras que están comprendidas en esta, indicando las causas de posibles atrasos y las soluciones que se estén instrumentando.

En el caso de Actividades existentes en la Red de Actividades que no signifiquen un monto para el *Cliente*, el *Contratista* estará obligado de cualquier forma a incluir los avances que se vayan logrando en este tipo de Actividades en la estimación de Obra ejecutada, con cero valor e importe, para poder actualizar su situación en la Red de Actividades y así tener en esta todos los elementos necesarios para dar un seguimiento adecuado a las Obras.

VI. ANALISIS

Aun cuando pareciera pertinente hacer el análisis de resultados al final de un proyecto, sólo será posible obtener buenos resultados si desde las fases más tempranas se llevó a cabo un registro y se dio seguimiento a los cambios que se suscitaron durante la vida del mismo.

La ejecución de un proyecto es como una máquina experimental y como tal debe tratarse. Esto es, hay que mantener un registro minucioso de todo lo que ocurre, pero mucho más importante, hay que entender y registrar el porqué sucedió. Cada proyecto es algo nuevo. Aún instalaciones gemelas nunca se ejecutan de una manera idéntica.

La administración de proyectos se fundamenta en la experiencia que se obtuvo de situaciones similares. Sin embargo, ningún proyecto es igual a otro. Es por esto, que con base en los conceptos de calidad debemos ver en cada proyecto la oportunidad de hacer las cosas mejor que la vez anterior, y aprender tanto de los problemas como de los aciertos al final como al principio, ya que un proyecto es sólo la culminación de un ciclo, el concepto de calidad de "hacer bien las cosas desde un principio" se repite una vez más. El término de un proyecto significa el inicio de un ciclo de producción, por lo tanto para que se tenga éxito en la producción debe partirse de un proyecto bien implementado.

No es suficiente con entregar instalaciones que funcionen adecuadamente. También es responsabilidad del equipo de proyectos garantizar la disposición de todos los manuales, instructivos, especificaciones; etcétera, que permitan que las instalaciones se puedan operar eficientemente. El deber del administrador de proyectos es el de entregar un producto de calidad, que satisfaga plenamente las necesidades del usuario para las que fue planeado. Sin perder de vista que el objetivo primordial de todo proyecto es el de satisfacer las necesidades del consumidor.

Este proyecto se desarrolla bajo el esquema PIDIREGAS (Proyectos de Inversión Diferida a los Recursos del Gasto Público), con características de EPC, a Precio Alzado "Llave en mano" y Autofinanciado.

Entendiendo como EPC (Engineering Procurement and Construction), el desarrollo de la ingeniería de detalle, la procura de equipos, materiales y catalizadores, así como de la construcción y arranque de plantas. Donde estas actividades realizadas por el *contratista* (PEMOPRO), se le concedieron vía concurso licitación pública internacional, generando un contrato de obra entre las compañías PEMEX-Refinación (*cliente*) y PEMOPRO (*contratista*), en el cual se establece que la realización de los trabajos se generan a partir de un autofinanciamiento conseguido por el mismo *contratista* a fin de ser liquidado por el *cliente* al final del proyecto en forma de especie, con el producto generado por las mismas plantas a desarrollar.

Para introducirnos en la problemática del trabajo es necesario realizar el análisis de algunos acontecimientos del proyecto. Pemex-Refinación y el *contratista* PEMOPRO, firman el 30 de abril de 1999 el convenio complementario relacionado con el financiamiento del Proyecto, donde se establece que el plazo para la ejecución y culminación de las obras es de 943 días, a partir del 1 de junio de 1999, estableciendo fechas de aceptación provisional de las plantas. Las fechas de inicio programadas para la aceptación provisional de las plantas no pudieron ser cumplidas, por lo tanto se tuvo que realizar una reprogramación para determinar nuevas fechas de aceptación provisional, reflejando con ello el atraso ocurrido. Como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla IV. Diferimiento de fechas de aceptación provisional de Plantas.

Unidad	Aceptación Provisional (días)	Fecha de aceptación provisional	Actuales Fechas propuestas de entrega	Diferencia (meses)
Obra Terminada	943	30/12/2001	6/2002	6
Planta Combinada Nueva (U-010)	763	3/07/2001	2/2002	7
Servicios Auxiliares Nuevos (U-160)	763	3/07/2001	2/2002	7
Servicios Auxiliares Modernización (U-171)	763	3/07/2001	6/2002	11
Planta Catalítica Nueva (U-100)	855	3/10/2001	5/2002	7
Planta Coquizadora (U-020)	943	30/12/2001	6/2002	6
Planta Tratadora de Naftas de Coquización (U-021)	763	3/07/2001	6/2002	9
Sistema de Tratamiento de Amina (U-022)	943	30/12/2001	6/2002	6
Tratadora de Aguas Amargas de Coquización (U-023)	943	30/12/2001	2/2002	2
Planta de Alquilación, incluyendo la Unidad de Fraccionamiento de Alquilado ligero y el Sistema de Mitigación de Acido Fluorhídrico (U-040)	855	3/10/2001	5/2002	7
Planta MTBE (U-050)	855	3/10/2001	3/2002	6
Planta TAME (U-060)	855	3/10/2001	3/2002	6
Planta Combinada MF Modernización (U-130)	855	3/10/2001	2/2002	5
Planta Hidrosulfuradora de Gasóleos (U-030)	855	3/10/2001	5/2002	8
Planta de Azufre (U-080)	855	3/10/2001	4/2002	7
Planta de Hidrogeno (U-070)	855	3/10/2001	2/2002	5
Planta Reformadora (U-090)	855	3/10/2001	3/2002	6
Planta Catalítica FCC Modernización (U-120)	943	31/07/2001	5/2002	10
Planta Combinada BA Modernización (U-110)	943	30/12/2001	5/2002	5
Obras de Integración (U-180)	943	30/12/2001	6/2002	6

Debido a que el objetivo principal del presente trabajo es la de analizar el procedimiento de la administración del proyecto para los proyectos del tipo EPC. Empezaremos por señalar que anteriormente el enfoque en la administración de los proyectos, se limitaba a analizar la cantidad de recursos utilizados sin considerar la evaluación de los trabajos efectuados. Sin embargo, hoy más que nunca es necesario obtener valores que sirvan como herramientas de control administrativo y que demuestren de forma realista el valor que representa el trabajo ejecutado en términos de presupuesto.

El mecanismo de pago por la organización que ofrece el financiamiento al *contratista* es vía la certificación de avances concedidos por el *cliente*, los datos de medición del desempeño se registran al nivel de cuenta de costos donde se acumulan mediante diferentes niveles de consolidación, generando por parte del *contratista* para la estimación de estos avances, el "Reporte de avance mensual" reflejando lo siguiente:

Para Ingeniería

EDPR (Engineering Design Progress Report), Reporte de Avance en la Ingeniería de Diseño

y RPR (Requisition Progress Report), Reporte de Avance en Requisiciones

Para Procura

PPR (Procurement Progress Report), Reporte de avance de Procura

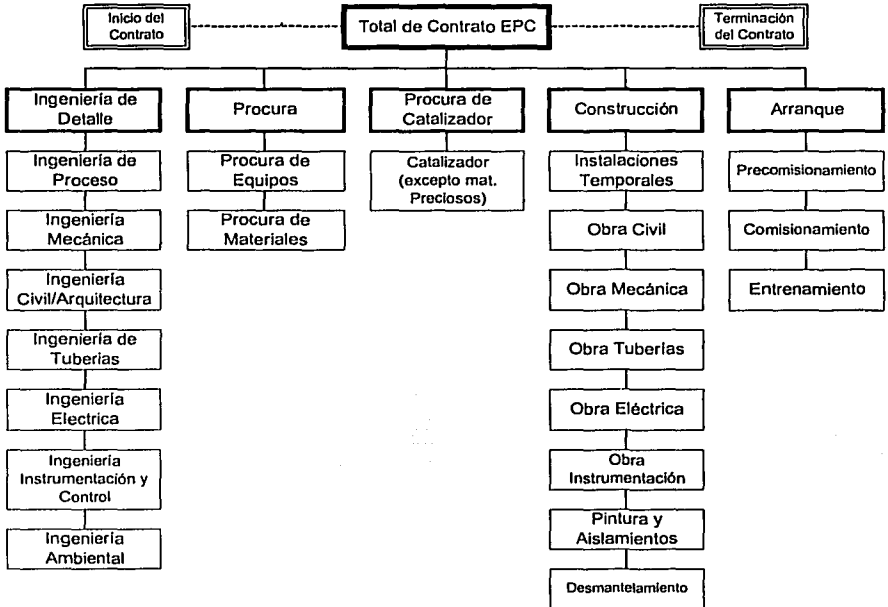
Para Construcción

CPR (Construction Progress Report), Reporte de avance de Construcción

Es necesario recordar que dicho reporte es el parámetro que brinda el *contratista* a fin de evaluar y establecer si la ejecución de las actividades se desarrollan de acuerdo a los programas de ejecución establecidos en el contrato. Dicho reporte contractualmente se debe presentar dentro de los 4 días de cada mes, mostrando los avances obtenidos el mes anterior, a fin de ser considerados por PEMEX – Refinación.

Todas las actividades realizadas por el *contratista* están enfocadas a establecer y ejecutar un método que permita medir los avances de las fases del proyecto; así mismo estas fases son la base de la programación, de la asignación de responsabilidades y de los presupuestos para cada una de las actividades a realizar, también contribuyen en la definición de la distribución del trabajo; para el proyecto se estableció la siguiente estructura de fases:

Figura 9. Estructura de la División del Trabajo base.



Aquí observamos que el proyecto se compone básicamente de 5 fases, Ingeniería de Detalle, Procura, Procura de Catalizador, Construcción y Arranque, donde además podemos conocer las diferentes especialidades involucradas y contempladas para cada una de estas fases.

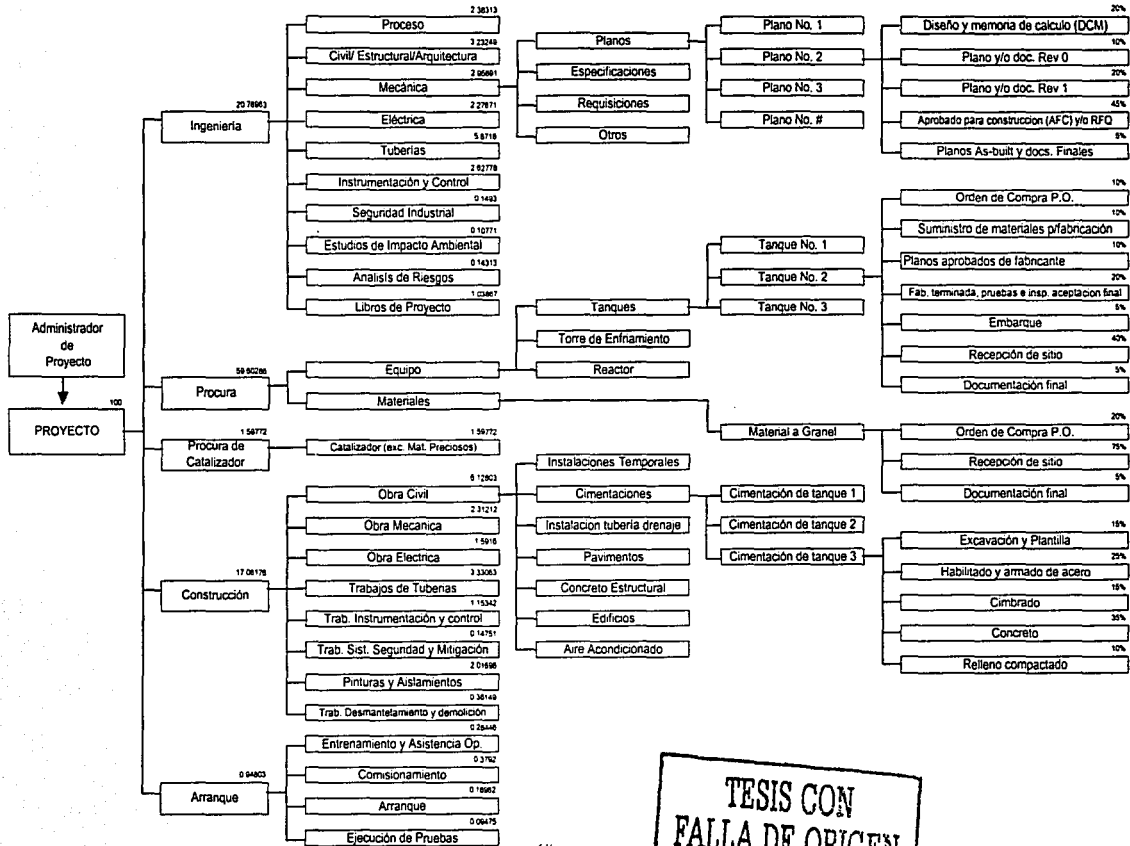
Para revisar el progreso de los programas del proyecto EPC, es necesario evaluar los avances reales en las actividades desarrolladas para las diferentes fases que lo comprenden, estableciendo un plan que refleje etapa por etapa la forma en que la organización desarrollará las actividades, sin perder de vista el presupuesto establecido para cada actividad, así con la ayuda de esta estructura de la división del trabajo EDT, se genera lo que se denomina Cédula de Valores (CV ó SOV), estableciendo en ella los pesos específicos en base porcentaje para cada Fase, Especialidad y Disciplina de todas y cada una de las unidades que componen este proyecto, y que podemos observar a continuación:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

La intersección entre la Estructura de la División del trabajo (EDT) y de la Cédula de Valores (CV ó SOV), forma un punto natural de control denominado Cuenta de Costos (CA), fundamental en la planeación y la acumulación de costos, donde se puede identificar con enorme facilidad y simplicidad las tareas de asignación de responsabilidades, así como el establecimiento de organizaciones operativas, donde consideramos que un trabajo adecuado puede solucionar y prevenir muchos inconvenientes.

Al entrar en ejecución un proyecto es necesario definir y establecer las etapas de responsabilidad, incluyendo y delimitando los trabajos que estén a cargo de cada entidad, la cual será la única responsable de la programación y ejecución de los trabajos considerándose por ende los únicos responsables en los objetivos fijados para esa etapa. Para analizarlo y visualizarlo con mayor facilidad, hay que observar que a través de la EDT se conforman unos instrumentos denominados "Paquetes de Trabajo", que nos ayudan a clarificar y entender los trabajos en la evaluación del desempeño del *contratista*, así como observar la delimitación de responsabilidades por especialidades.

Figura 10. Paquete de Trabajo para cálculo de Avances.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Para el seguimiento y control en el desempeño del *contratista*, debemos decir, que se utilizaron diversos instrumentos de programación, tales como:

- Listas de Verificación
- Diagramas de Gantt
- Diagramas de Metas Intermedias MI ó Milestone
- Redes de Actividades
- Ruta Crítica
- Curvas "S"

Estos instrumentos consideramos, no han presentado ningún inconveniente o problema en la evaluación y control en el desempeño de las actividades, esto es, las herramientas que se utilizaron fueron las adecuadas o por lo menos han funcionado, desafortunadamente debido a la magnitud, complejidad y restricción en el manejo de la información para proyecto de estas características, es que no es posible presentarlos, por lo tanto nos limitaremos a hacer mención de ellos como herramientas, sin embargo presentamos para análisis los diagramas conocidos como curvas "S", los cuales son el reflejo de todo el trabajo efectuado por los instrumentos de programación mencionados anteriormente, habrá que decir que estas gráficas debido a sus características, nos el instrumento utilizado en el análisis del desarrollo de los trabajos de *contratistas* a escala ejecutiva.

Estas gráficas se generan al asociar una Red de actividades con una Cédula de Valores conteniendo los pesos específicos de cada etapa, es entonces cuando se podrá contar con los programas dados en Valor (en % por mes) o por Avance (en % por mes), que constituyen los elementos que permiten evaluar el estado del proyecto en forma gráfica. Para esto se presentan las siguientes gráficas:

Gráficas de Avance del Proyecto por Fase

- Avances en Ingeniería
- Avances en Procura Materiales y Equipo
- Avances en Procura de Catalizador
- Avances en Construcción
- Avances en Pruebas y Arranques

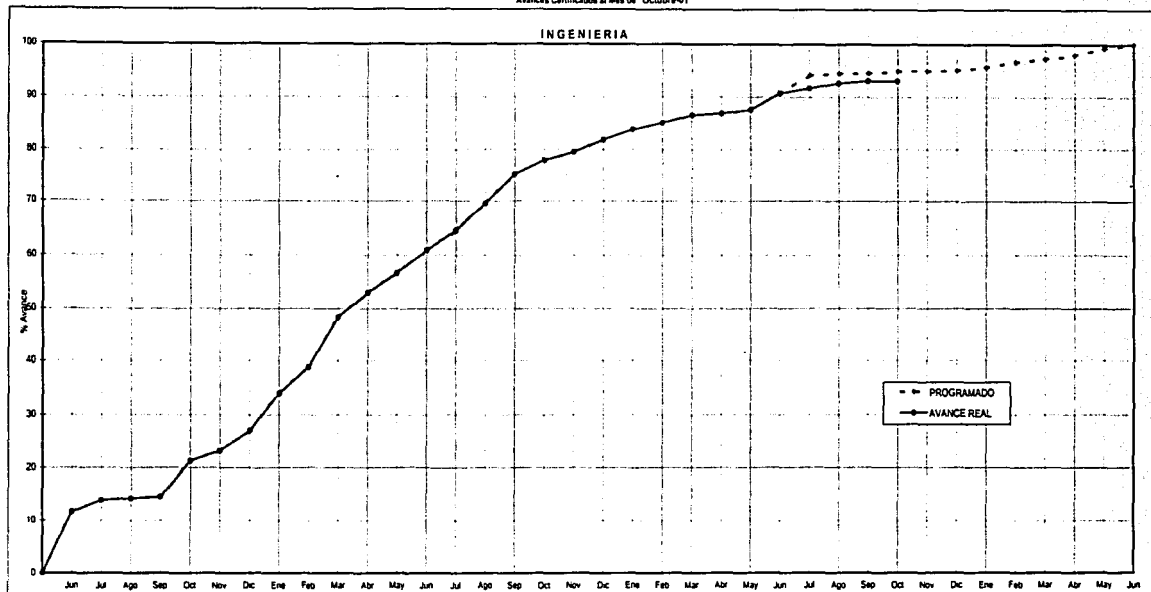
Donde el avance global del proyecto estará dado por la suma de los avances de cada etapa o fase.

Gráfica de Avance del Proyecto Total

- Avances Totales

Modernización y Reconfiguración de la Refinería Francisco I. Madero

Grafica Comparativa de Avances
Avances Certificados al Mes de Octubre-01

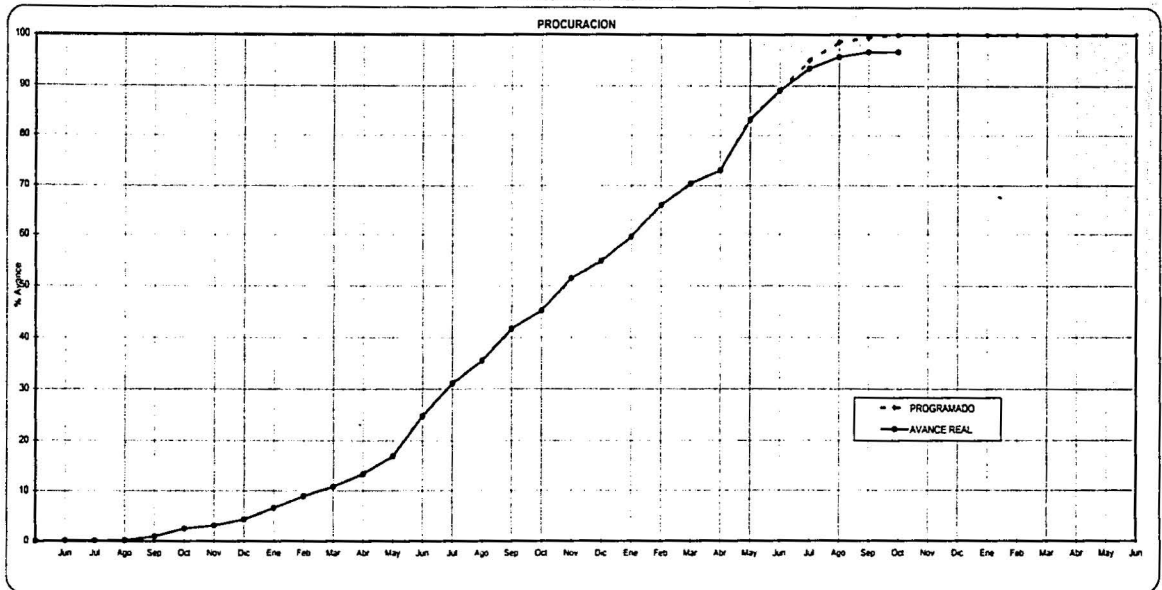


	1999												2000												2001												2002					
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun					
Avance Programado Acumulado	0.00	11.00	13.00	14.22	16.94	21.28	25.24	27.00	32.00	38.00	46.20	52.00	58.50	61.01	64.01	66.40	70.32	73.00	75.91	81.77	85.72	89.00	90.54	92.50	94.75	94.12	94.12	94.12	94.97	95.94	96.12	96.00	96.00	97.24	97.50	98.27	98.50					
Avance Real Acumulado	0.00	11.00	13.00	14.22	16.94	21.28	25.24	27.00	32.00	38.00	46.20	52.00	58.50	61.01	64.01	66.40	70.32	73.00	75.91	81.77	85.72	89.00	90.54	92.50	94.75	94.12	94.12	94.12	94.97	95.94	96.12	96.00	96.00	97.24	97.50	98.27	98.50					

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Modernización y Reconfiguración de la Refinería Francisco I. Madero

Grafica Comparativa de Avances
Avances Certificados al Mes de Octubre-01

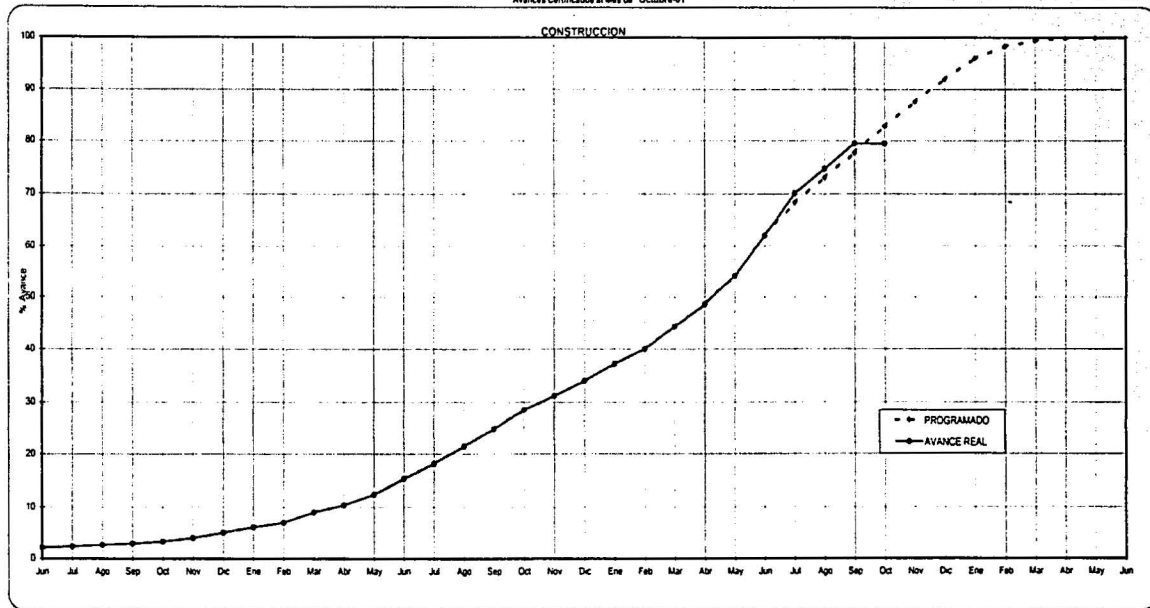


	1999								2000												2001												2002					
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Avance Programado Acumulado									8.82	16.66	25.00	33.33	41.67	50.00	58.33	66.67	75.00	83.33	91.67	100.00	108.33	116.67	125.00	133.33	141.67	150.00	158.33	166.67	175.00	183.33	191.67	200.00	208.33	216.67	225.00	233.33	241.67	250.00
Avance Real Acumulado									6.42	12.83	19.25	25.67	32.08	38.50	44.92	51.33	57.75	64.17	70.58	77.00	83.42	89.83	96.25	102.67	109.08	115.50	121.92	128.33	134.75	141.17	147.58	154.00	160.42	166.83	173.25	179.67	186.08	192.50

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Modernización y Reconfiguración de la Refinería Francisco I. Madero

Gráfica Comparativa de Avances
Avances Certificados al Mes de Octubre-01

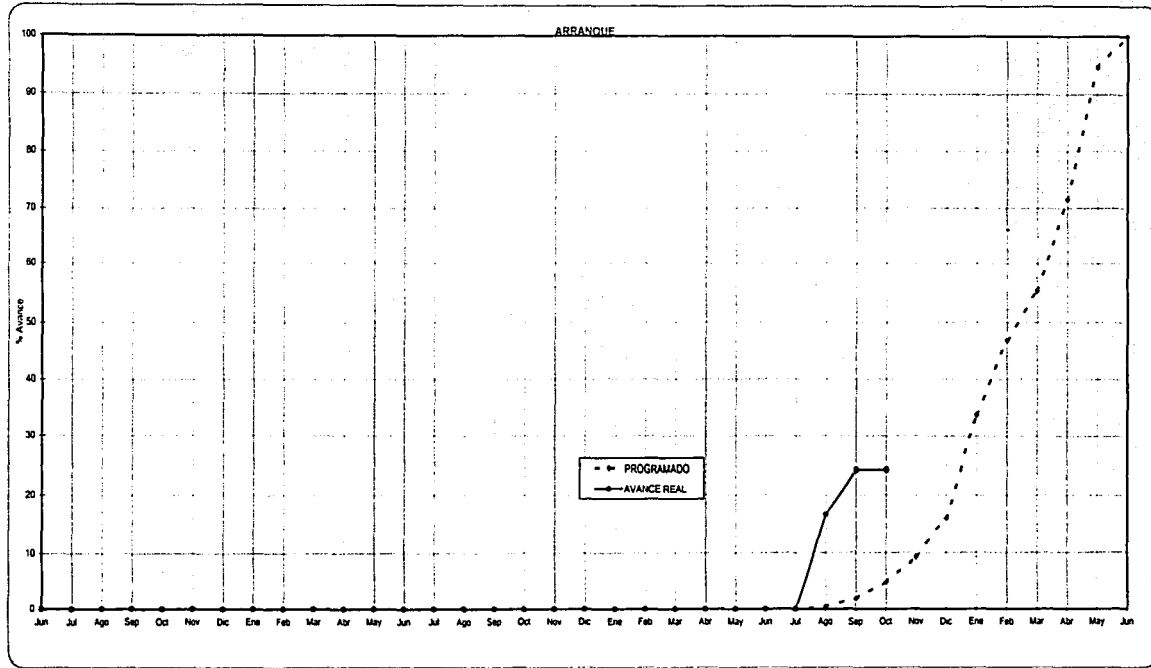


	1999												2000												2001												
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Avance Programado Acumulado	2.61	2.22	2.98	2.77	3.38	3.88	4.68	5.97	6.87	8.91	10.27	12.47	15.38	18.18	21.47	24.78	28.45	31.17	33.97	37.28	39.98	44.88	48.78	54.12	62.82	68.27	73.88	77.78	82.88	87.18	92.88	98.24	98.38	98.88	98.88	98.88	
Avance Real Acumulado	3.81	2.22	2.98	2.77	3.38	3.88	4.68	5.97	6.87	8.91	10.27	12.47	15.38	18.18	21.47	24.78	28.45	31.17	33.97	37.28	39.98	44.88	48.78	54.12	62.82	70.18	74.88	79.42	79.42								

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Modernización y Reconfiguración de la Refinería Francisco I. Madero

Grafica Comparativa de Avances
Avances Certificadas al Mes de Octubre-01



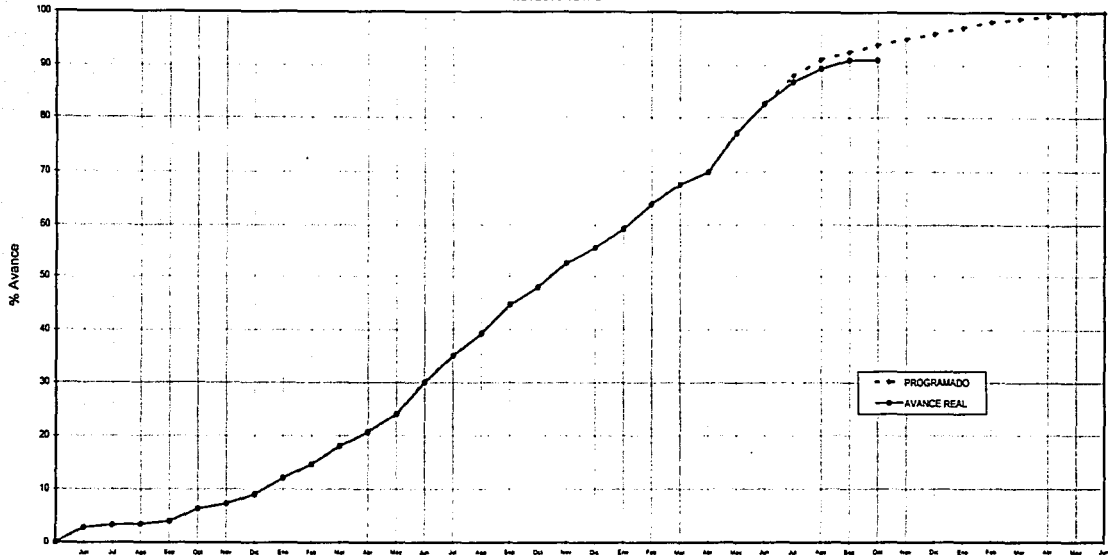
	1999												2000												2001												2003					
	Mzy	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Mzy	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Mzy	Jun	Ene	Feb	Mar	Abr	Mzy	Jun										
Avance Programado Acumulado																																										
Avance Real Acumulado																																										

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Modernización y Reconfiguración de la Refinería Francisco I. Madero

Gráfica Comparativa de Avances
Avances Certificados al Mes de Octubre-01

PROYECTO TOTAL



	1999												2000												2001												2002					
	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun					
Programa Contractual Acumulado	3.81	3.31	3.47	4.08	8.42	7.36	8.04	12.83	14.88	18.82	28.88	27.94	38.97	38.98	39.33	44.88	47.83	52.31	58.54	58.28	63.83	67.33	68.88	77.84	82.36	87.88	81.88	82.48	83.84	84.82	88.82	87.88	88.17	88.78	88.28	88.88	88.88					
Avance Real Acumulado	3.81	3.31	3.47	4.08	8.42	7.36	8.04	12.83	14.88	18.82	28.88	25.94	38.97	35.98	39.33	44.88	47.83	52.37	58.56	58.25	63.82	67.33	68.88	77.84	82.37	88.88	88.88	88.88	88.88	88.88	88.88	88.88	88.88	88.88	88.88	88.88	88.88	88.88				

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hay que mencionar que las diferentes fases de Ingeniería, Procura, Construcción, Procura de Catalizador, y Arranque desde el inicio y en el transcurso del proyecto deben ser consistentes en sus porcentajes específicos y totales. Esto es, en todas las fases y actividades se tiene un peso, porcentaje o presupuesto asignado, que no debe ser modificado, alterado o sustituido, sin embargo es importante señalar que hasta el momento en estos trabajos se ha recurrido a 7 redistribuciones de pesos específicos, generando atrasos debido a la complejidad y el trabajo engorroso que representa la realización de estas reprogramaciones. En estas gráficas las desviaciones en las distintas fases no se perciben ya que son el resultado de las redistribuciones hechas. Por otro lado como se señaló en la figura 4, estas gráficas deberían mostrar:

1. Programa de Obras Contractual u Original
2. Programa de Obras Objetivo
3. Avances logrados a la Fecha de Cierre
4. Proyección de la Situación Actual

Sin embargo como se aprecia en ellas esta información no esta contenida, lo cual es debido fundamentalmente a los atrasos generados a partir de diversas complicaciones, y que de forma general pretendemos señalar para cada una de las fases involucradas:

Ingeniería

- La realización de la Ingeniería en el extranjero ha provocado falta de coordinación con la empresa *contratista* y los Licenciadores.
- La realización de la ingeniería en los revamps o modernizaciones, servicios auxiliares e integración no se ha desarrollado en campo.
- El grupo de ingeniería en sus diversas especialidades han sido rebasados en cantidad y nivel por las actividades reportadas por el *contratista*.
- No ha existido un estricto apego a las normas y especificaciones.
- La formación de un grupo específico dedicado a la obtención de permisos y tramitación de estudios con la participación de las diferentes áreas de Pemex Refinación y el *contratista* no ha existido.
- No ha existido un mecanismo dinámico y efectivo en el envío, recepción y distribución de documentos y planos del proyecto para revisión.
- Falta de documentación y aplicación estricta a los acuerdos de revisión conjunta de planos y documentos
- Falta de conocimiento por el *contratista* de las leyes y reglamentos en vigor, aplicables en al República Mexicana.
- La necesidad de establecer un grupo multidisciplinario de ingeniería para coordinar con el *contratista* la aclaración oportuna de dudas en las ingenierías básicas o bases de usuario.
- Falta de un grupo de Ingeniería en Sitio, a fin de poder revisar y corregir de inmediato cualquier posible desviación que se presente en la Ingeniería de Detalle.

Procura

- La realización de la Procura en el extranjero ha provocado falta de coordinación con la empresa *contratista* el *cliente* y los Licenciadores.
- El grupo de Procura ha sido rebasado en cantidad y nivel por las actividades reportadas por el *contratista*
- No ha existido un mecanismo dinámico y efectivo en el envío, recepción y distribución de documentos y planos para revisión.
- Revisión oportuna de especificaciones, requisiciones, catálogos y planos de fabricante de acuerdo a normas y estándares.
- Falta de documentación y aplicación estricta a los acuerdos de revisión conjunta de documentos y planos
- Falta de coordinación por parte de los grupos de Procura e Ingeniería, para solución de problemas técnicos.
- Falta de cumplimiento a los alcances del contrato.
- Formación de grupos de trabajo para revisión inmediata y/o aclaración de las desviaciones que se presenten.

Construcción

- El aseguramiento en la utilización de los documentos aprobados para construcción.
- Falta de coordinación por parte de los grupos de Construcción y de Ingeniería, para solución inmediata de problemas técnicos en campo.
- Falta de coordinación entre los grupos de Construcción y Procura para verificar los suministros de equipos y materiales requeridos para montaje y construcción.
- Aseguramiento en la lógica de los Programas de Construcción, de acuerdo a secuencia y procedimientos constructivos.

Generalizando

- Hay que definir claramente el alcance de las diferentes disciplinas.
- Es sumamente importante contar con procedimientos homogéneos entre los miembros del *contratista* y el *cliente*.
- Se necesita exigir al *contratista* contar con programas generales y específicos con su ruta crítica.
- Definición clara de los niveles de responsabilidad, tanto del *Contratista* como del *cliente*.
- En caso de ser necesario, hacer una reprogramación oportuna, con las acciones correctivas a tomar que incluyan mano de obra y equipo.

Considerando la continua reestructuración de fechas y programas realizados, obsérvese que las gráficas contienen una curva patrón que representa lo que se puede considerar como un programa de obras objetivo reestructurado, comparada contra la curva que describen los avances logrados o certificados.

Al nivel de fases y/o unidades la comparación gráfica de los programas de obra contra la proyección actual de los trabajos nos ayuda a mostrar y analizar con mayor claridad, en cual de éstas están ocurriendo las desviaciones, esto mismo es de gran utilidad si consideramos que el proyecto implica la realización de múltiples plantas ejecutadas simultáneamente, y que ha sido necesario periódicamente realizar un análisis de cada fase respecto a cada una de estas plantas, a fin de enfocar los esfuerzos necesarios para cumplir con los objetivos establecidos en cada unidad.

Dentro de este análisis me gustaría señalar que actualmente los profesionales que están relacionados en este campo del desarrollo de proyectos, están enfrentando una sofisticación creciente en tecnología, que los somete a una presión constante por mejorar en planeación, en programas, y en control de costos, presiones que en gran medida se deben a factores tales como:

- La duración de los proyectos es cada día mayor.
- El capital comprometido en los proyectos ha sido mayor cada día.
- Conforme la tecnología avanza, los compromisos de tiempo y costo son cada día más inflexibles.
- A mayor tecnología se necesita una mayor especialización del personal involucrado en los proyectos.
- Esta especialización trae como consecuencia la necesidad de una mejor organización.

Por esto mismo al desarrollar un proyecto de esta índole, es necesario establecer la importancia que reviste el trabajo inicial de planeación, en el cual se deben proponer y establecer exactamente cuáles son los objetivos, metas y estrategias necesarias para tener éxito en las diferentes etapas que involucren todos los trabajos necesarios.

Hay que recordar que existen multitud de fracasos estrepitosos debido a la falta de planeación, sin embargo y pese a esto la mayoría de los proyectos se siguen realizando sin el establecimiento de planes de ejecución y que dicho sea de paso muchas veces no se debe precisamente a que los directores de los proyectos no estén conscientes de las repercusiones, sino gracias a una serie de circunstancias que los condicionan o no permiten desarrollar un adecuada planificación de los trabajos.

La planificación requiere tiempo, debido a la naturaleza de los proyectos y a las mismas condiciones nacionales, casi todos los proyectos tienen calendarios muy apretados y en algunas ocasiones ya rebasados, por esto mismo un director de proyecto se enfrenta al dilema de la planificación o la realización de actividades "productivas" (actividades que señalan progreso en el proyecto). Donde comúnmente se suele optar por estas últimas, debido a que corto plazo parecen ser mas necesarias.

Con relación a la presión que ejerce el tiempo limitado en la toma de decisiones, existe una ley denominada de Gresham que también juega en contra de la planificación, la cual señala que cuando una persona se enfrenta a dos actividades, una clara y rutinaria y otra de

estructura poco definida (como lo es la planificación), el sujeto siempre tiende a prestarle mayor atención a la primera. Por tal motivo, es usual posponer la planificación.

Otra razón frecuente y recurrente consiste en pensar que basta con hacer lo mismo que se hizo en el proyecto anterior. Por lo tanto, debemos señalar entonces que lo fundamental en la planeación es:

- El Desarrollo de un plan a un nivel de detalle aplicable, así como
- El uso y experiencia en el manejo de las herramientas para preparar y monitorear el plan del proyecto

Para el desarrollo de proyectos de este tipo, un plan de operación que establezca una relación de cooperación entre el *cliente* y el *contratista* desde las primeras fases, es un factor esencial para el éxito, formar un equipo entre el *cliente* y el *contratista* puede contribuir a generar esfuerzos integrados para alcanzar los objetivos establecidos, donde además puede contribuir a centralizar las responsabilidades que originan una adecuada organización para la coordinación en los esfuerzos de diseño y construcción, y con ello poder reducir costos.

La planeación y ejecución de los proyectos en la industria de la refinación del petróleo no es una tarea simple, ya que además de tomar en cuenta todos los aspectos referentes a los estudios de mercado (materia prima disponible, demanda real, demanda potencial, etc.), se deben considerar múltiples opciones para la etapa de operación, a fin de ser consideradas, generando preguntas típicas que deben ser contestadas desde la etapa de planeación, como lo son:

¿Que configuración es la mejor (arreglo de procesos) para cumplir con la capacidad requerida y las especificaciones establecidas dentro del nivel de inversión disponible?

¿Cuál es el volumen de crudo que conviene procesar?

¿Que mezcla de crudos conviene procesar?

¿Cuál debe ser la capacidad de las plantas?, y en la etapa de operación ¿a que capacidad se deben operar en función de la variabilidad de la composición del tipo de crudo?

¿Que tipo de productos es más conveniente obtener?

¿En que tipo de unidades es conveniente invertir en el futuro?

Aunque hay que decir que para dar respuestas a estos cuestionamientos y muchos más en el mercado existen disponibles diversas herramientas de cálculo, es necesario señalar que dadas las experiencias adquiridas, es sumamente importante revisar y analizar concienzudamente los datos o planteamientos que se deriven de tales estudios, a fin de

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

poder prevenir innumerables contratiempos, que se pueden haber evitado desde el mismo proceso de planeación.

Otros puntos que corresponden al proceso de planeación que han causado contratiempos y que consideramos sumamente importantes, a fin de protegerse en los proyectos de este tipo de trabajos, son:

La generación de Bases de Usuario.

Es importante que el usuario realice una detección clara de sus necesidades tecnológicas, esto es, una adecuada definición en *las Bases de Usuario* es fundamental y trascendental en el establecimiento y cumplimiento de los objetivos a cumplir.

Ingeniería Básica.

Aunque la contratación y/o adquisición del paquete tecnológico estará en función de los requerimientos establecidos en las bases de usuario, es conveniente señalar en este apartado la clara definición de los alcances, servicios y responsabilidades del licenciador o tecnólogo, a fin de facilitar y volver eficientes los trabajos del *contratista* y del mismo licenciador.

Contratación del EPC.

Es lamentable que la selección del *contratista* se convierta en un tema polémico y complicado, sin embargo independientemente de esto consideramos necesario señalar que los departamentos encargados en la asignación de estos trabajos, deben trabajar con mucho mayor profundidad y claridad las fases de bases de licitación así como el proceso de evaluación / asignación de contratos, los cuales frecuentemente han sido cuestionados.

VII. CONCLUSIONES

Es complejo presentar las conclusiones acerca de un trabajo que aún no ha concluido y del cual se tenga la incertidumbre de una afortunada culminación, la perspectiva adquirida sobre el desarrollo de proyectos desde el inicio fue motivo en la selección del tema para trabajo de tesis y en estos momentos es la causa para señalar cuales son los puntos que consideramos fundamentales y que pueden contribuir a mejorar el desarrollo de este proyecto o en su defecto preparar y prevenir posibles complicaciones en trabajos similares.

Ya durante la Administración del Contrato EPC, y como resultado del análisis en el desarrollo del proyecto, hemos determinado de forma general algunos eventos claves de las actividades en la Administración del proyecto que resultan ser puntos críticos, y en los cuales consideramos necesario trabajar,

- La Organización del personal y recursos para lograr los objetivos y metas definidos, así como en el establecimiento de las estrategias surgidas en el desarrollo del Proyecto.
- La planeación de los recursos necesarios para lograr un proyecto exitoso.
- La identificación y utilización adecuada de la información relevante para administrar el Proyecto.
- La distribución y asignación de responsabilidades, dependiendo del perfil y capacidad de los participantes en el Proyecto.
- La conducción / evaluación periódica de los resultados del proyecto y la reprogramación de los recursos necesarios para mantener el proyecto dirigido hacia sus objetivos y metas.
- El uso y conocimiento de técnicas y herramientas modernas para mejorar el proceso de Administración del Proyecto.

Por lo tanto consideramos necesario generar una base fundamentada en los conceptos básicos de la Administración de Proyectos, y que estamos seguros facilitara enormemente el desempeño en las actividades a desarrollarse, por esto proponemos se debe trabajar en lo siguiente rubros:

Organización.

- Comunicación y coordinación entre los miembros del consorcio y el *cliente* Pemex-Refinación.
- Comunicación clara y precisa en todos los niveles, en caso de ser necesario disponer de intérpretes del idioma de origen.
- Formación de inter-grupos de las áreas de proyectos, producción y seguridad con el fin de generar trabajo en equipo para cada planta o unidad.
- Elaboración de organigrama del *contratista* en la que participen los miembros del consorcio y los líderes al nivel de planta o unidad.
- Reunión día a día de los encargados de las plantas o unidades, para solución inmediata a problemas técnicos.

- Reuniones semanales por bloque o grupo de plantas, para análisis del avance, causas de retraso y planteamiento de soluciones.
- Reuniones gerenciales semanales o quincenales, para atención a causas de retraso y toma de decisiones
- Reuniones mensuales de alta dirección para informe de avance, conflictos, causas de atraso y acuerdos para solucionar éstas últimas.
- Formación de grupos especializados para atención de conflictos.
- Interacción estrecha entre las especialidades y los participantes en el proyecto.
- Realización de reuniones para aclaraciones Técnicas.
- Atención oportuna de propuestas del *contratista*.
- Disponibilidad y agilidad para asistencia e inspecciones en Plantas.
- Programa de inspecciones y de recepción en sitio

Capacidad de Revisión/Evaluación: Recursos Humanos y Recursos Tecnológicos.

- Establecimiento y formación de equipos de especialistas en cantidad y nivel de especialización necesarios.
- Condiciones y requerimientos básicos de trabajo

Planeación

- Familiarización con las últimas tecnologías y sus desarrollos.
- Desarrollar importantes vínculos tecnológicos internacionales
- Contactos con Principales Fabricantes
- Al inicio del proyecto es necesario definir claramente el alcance de las diferentes disciplinas.
- Establecimiento de procedimientos homogéneos entre los miembros del *contratista* y el *cliente*.
- Contar con programas generales y específicos con su ruta crítica.
- Definición clara de los niveles de responsabilidad, tanto del Consorcio como del *cliente*.

Experiencia: Confiabilidad.

- Amplio conocimiento de las Bases y propuestas del contrato
- Amplio conocimiento del contrato y filosofía del contrato
- Experiencia y capacidad de gestión pública

Información:

- Estricto procedimiento en el control de documentos duros y electrónicos.
- Establecimiento eficaz de Maquetas Electrónicas
- Establecimiento de Sistemas Electrónicos de documentos
- Establecimiento de controles de seguimiento y expedición de comentarios.
- Implementación de sistemas informativos para consultas
- Desarrollo de bases de datos para control
- Monitoreo del estado de las diferentes fases en base a redes de actividades
- Preparación de Reportes Ejecutivos

- Elaboración detallada de la programación para entregas mensuales

Normatividad.

- El establecimiento y mantenimiento de una base de datos y archivos actualizados en Normas y Especificaciones aplicables, accesible a todos los participantes (normas locales, internacionales y Prácticas recomendadas), es sumamente importante.

Evaluación

- Definir de acuerdo al contrato, claramente los parámetros de medición.
- Asegurar que los pesos específicos presentados a nivel propuesta técnica, fueran respetados en el desarrollo del control de proyecto con el que se da seguimiento
- Asegurar que los pesos específicos por actividad estuvieran de acuerdo a la magnitud de las mismas
- Establecimiento de tiempos reales para las actividades por fase.
- Efectuar en forma conjunta entre el personal de la refinería y el departamento de Proyectos, las revisiones de los tiempos de entrega y los paros de plantas.
- Dar seguimiento del control de proyecto a través del Sistema de Administración de Proyectos SIAP, por ser la herramienta considerada para auditorías.
- En caso de ser necesario, hacer una reprogramación oportuna con las acciones correctivas a tomar, incluyendo mano de obra y equipo.
- Mantener un monitoreo constante del proyecto en todas sus fases, para conocer la situación real del mismo.
- Comunicación y coordinación entre el departamento de control de proyecto y los grupos de las diferentes fases.
- Reuniones mensuales control de proyecto y los grupos de las diferentes fases para informe de avance, conflictos, causas de atraso y acuerdos para solucionar éstas últimas.

El establecimiento de una comunicación adecuada entre los participantes del proyecto, es necesaria para garantizar que de esta forma el estado actual del Proyecto sea de conocimiento general, lo cual contribuirá con la intervención de todo el personal en sus diferentes funciones en los ajustes del Proyecto, si fuese necesario.

Por ello decimos que el uso y desarrollo de las actividades por parte del administrador generara ventajas y contribuirá en el desarrollo del proyecto en:

- Optimización de Recursos
- Cumplimiento en tiempo de las obligaciones del *Contratista*
- Oportuna y clara certificación y validación de avances
- Adecuada implementación y uso de los instrumentos de evaluación
- Análisis eficiente de propuestas del EPC
- Agilización en la resolución sustentable de problemas y controversias técnicas
- Respaldo Técnico y normativo de las decisiones

- Validación de comentarios y opiniones de los participantes
- Expeditación de las etapas del Ingeniería y Procura
- Valor agregado del producto de Ingeniería
- Aseguramiento de la Calidad y Confiabilidad
- Resolución de problemas antes de la construcción
- Establecimiento de programa de arranque y paro de plantas
- Comunicación y participación eficiente de los Licenciadores
- Protección de la Inversión

Esto además, contribuirá a generar un soporte técnico-documental con relación a los reclamos por indemnizaciones solicitadas por el *contratista*, debido a la extensión de tiempo y por trabajos adicionales derivados de problemáticas surgidas durante el desarrollo proyecto. Para visualizar con mayor facilidad esto debemos observar la siguiente tabla, que nos muestra las principales reclamaciones por parte del *contratista*, en un análisis de sus causas y las posibles propuestas para la solución y/o prevención en las mismas.

Tabla VI. Causas – Efectos en problemáticas más representativas y observadas en el proyecto.

Reclamación por Contratista	Causa	Efecto	Sugerencia
Instalaciones Subterráneas.	Error substancial en información relacionada con instalaciones existentes en el subsuelo entregada en la licitación.	El cliente no es responsable de las condiciones del sitio.	La falta de familiarización con el sitio, ingeniería básica y especificaciones no libera al contratista ni es causa de reclamo monetario ni de extensión de tiempo.
Condiciones de Sitio. <ul style="list-style-type: none"> • Contaminación • Elevación Incorrecta • Malas condiciones 	Tratamiento y disposición final de residuos peligrosos o tóxicos existentes.	Podría dar lugar a extensión de eventos e incluso indemnización monetaria (contrato no explícito).	La remoción de residuos es responsabilidad del contratista según el contrato establecido.
Caso Fortuito o de Fuerza Mayor	Lluvias e inundaciones Suspensión de autoridades	De comprobarse, extiende programa de ejecución y fechas de eventos	No da derecho a indemnización monetaria. Requiere notificación dentro de los 7 días siguientes. Manejo claro y explícito de la bitácora.
Variaciones	Cambios en la Ingeniería Básica	De comprobarse, hay una extensión de programas y eventos incluso da derecho a una indemnización monetaria.	Requiere notificación dentro de los 7 días siguientes.
Solicitudes de Ordenes de Trabajo	Tratándose de variaciones en obras de unidades	Da derecho a un programa de ejecución propio y remuneración económica	Establecimiento de equipos y procedimientos claros de trabajo Preparar posición y recurrir al perito independiente

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Finalmente, diré que probablemente sea demasiado arriesgado adentrarse en la problemática que envuelve el desarrollo de los proyectos en México y aunada con mi incipiente experiencia en este campo tratar de emitir un punto de vista resulta ser peligroso. Sin embargo debido a la problemática tan complicada y grave que he percibido, tengo la necesidad de hacer un análisis desde mi perspectiva. Para ubicarnos, en el contexto de los proyectos mexicanos actuales es necesario hablar del esquema de proyectos PIDIREGAS que significa Proyectos de Inversión Diferida a los Recursos del Gasto Público, bajo este esquema se han estado realizando los más importantes proyectos del país para PEMEX y CFE, y por el cual se tuvo previsto contratar deuda por 7 mil millones de dólares para el sector energético en el 2001. El año anterior PEMEX y CFE cerraron con un endeudamiento de 55 mil millones de dólares, incluidos intereses, tanto de deuda documentada en estados financieros como en contratos asignados con empresarios privados que ya participan en la construcción de plantas de refinación y generadoras de electricidad, así como en trabajos de exploración y perforación de pozos petroleros.

En el caso de la CFE se han contratado créditos vía inversión financiada por 23 mil 581 millones de pesos para proyectos aprobados en ejercicio y para 8 nuevos, entre los que destacan por sus montos las centrales generadoras de Tuxpan V, siendo la más costosa, con valor de 2 mil 925 millones de pesos, Tamazunchale II con un valor de 2 mil 893 millones de pesos; Agua Prieta II por mil 520 millones de pesos, Durango con un costo total de mil 512 millones y Mexicali I demandando recursos del orden de mil 520 millones de pesos.

PEMEX por su lado, ha contratado en forma directa los financiamientos a largo plazo requeridos para pagar los trabajos realizados por los contratistas en términos y plazos pactados en sus contratos, particularmente en los proyectos de Cantarell, Burgos y Delta del Grijalva sobre la base de que estos proyectos eran casos excepción, al no existir alternativas viables.

En el caso de los trabajos de ampliación y modernización de la refinería de Cadereyta, el consorcio CONPROCA, *contratista* principal integrado por SKEC -empresa coreana-, SIEMENS de origen alemán y TRIBASA (mismo que realiza los trabajos del proyecto Madero), entregaron la obra en noviembre del 2000, quedando comprometido el gobierno federal a efectuar pagos al consorcio durante los próximos once años, considerando que se trata de un proyecto cuyo costo ascendió a mil 806 millones de dólares, aunque a la fecha las plantas en su totalidad no hayan sido puestas en operación.

Un ejemplo es el grupo que ganó la licitación de la planta criogenica II en Ciudad Pemex - Westcoast, Marubeni, ICA, Flour Daniel, Linde y BOC-, la cual deberá suministrar gas para el sostenimiento de la presión del campo Cantarell; Este grupo debió recibir 24 millones de dólares en el 2001, 12.2 millones como pago de amortización de la deuda e intereses por 11.8 millones de dólares más. Para el 2002, el total, entre amortizaciones e intereses que recibirán será de 21.9 millones de dólares.

Este es pues el camino que habrán de seguir las autoridades para hacer frente a los compromisos de deuda adquiridos con el capital privado que decidió incursionar en el novedoso esquema de proyectos de infraestructura de largo plazo con impacto diferido en el registro de gasto, denominados PIDIREGAS. Viendo así como PEMEX y CFE reportan jugosas ganancias para los empresarios extranjeros.

Desgraciadamente el panorama todavía resulta ser más complicado de lo que observamos con estos números, y es que se debe ver con gran preocupación la situación que enfrenta la Ingeniería en todas sus ramas, no únicamente en la química, sino en todas aquellas que participan en el desarrollo de proyectos industriales. Hoy en día, existen menos empresas de ingeniería en México, que las que existieron en los finales de los años 60's; tres de las grandes constructoras mexicanas, están en condiciones financieras deplorables, muchas otras ya desaparecieron, y en otros casos se venden a empresas extranjeras o en el mejor de los casos se asocian en condiciones poco favorables.

Actualmente las empresas mexicanas que subsisten son solo subcontratistas y destajistas de las empresas transnacionales, donde son supervisadas y cuestionadas técnicamente por las empresas extranjeras.

En la actualidad existe un sentimiento generalizado de descontento y preocupación por parte de profesionales de las diversas ramas de la Ingeniería y en particular de los ingenieros químicos, que han participado profesionalmente en la planeación, diseño, ingeniería y construcción de grandes proyectos industriales, esto debido fundamentalmente a la paulatina desintegración y cierre de las firmas mexicanas de ingeniería, así como a la desaparición de un gran número de empresas de construcción y a la peligrosa tendencia de desaparición en las empresas nacionales de fabricación de bienes de capital.

En relación con el cierre de las firmas mexicanas de ingeniería, debemos señalar que la mayor parte de la Ingeniería que se desarrolla para PEMEX y CFE, se contrata en el extranjero principalmente para compañías de E.U.A., Europa o de países asiáticos, las cuales establecen precios para la ingeniería de por encima de los 80 usd/h-h (casi 400% más caro que en México), donde lo paradójico resulta ser que en algunas ocasiones esta ingeniería resulta desarrollarse en nuestro propio país, pagada a mucho menor costo.

Desgraciadamente en el mayor de los casos hemos llegado al punto donde casi todo se diseña en el extranjero, desde la ingeniería básica a la ingeniería de detalle, esta situación amenaza el futuro de la ingeniería y la independencia tecnológica de México, ya que el panorama de la en la ingeniería y la construcción ha sido tomado por empresas extranjeras que estarán aquí mientras les sea atractivo nuestro mercado, para desaparecer después dejándonos sin empresas, con una dependencia total del extranjero, amenazando con ello el crecimiento económico del país en esta materia.

Según estadísticas de la CNIC (Cámara Nacional de la Industria de la Construcción) las empresas de construcción están viviendo la peor de sus crisis en 50 años, los grandes grupos de constructores mexicanos enfrentan serios problemas financieros, las empresas más pequeñas han visto reducido su trabajo y la mayoría ha desaparecido, su actividad esta prácticamente limitada a la construcción de conjuntos habitacionales de interés social y a la construcción de algunos edificios para oficinas.

Esto no es nuevo, hace tres años aproximadamente el Ing. Javier Jiménez Espriú, presentó un documento llamado "El futuro de México sin Ingeniería Mexicana"; en donde algunos de los conceptos se consideran dignos de señalarse en forma textual:

"La Ingeniería no es un área de exclusividad para los ingenieros; es sin duda, un patrimonio de la humanidad; patrimonio que nos toca administrar a los ingenieros, pero que pertenece a toda la sociedad. Patrimonio que por ignorancia, apatía, por intereses, por corrupción, por inconsistencia en ocasiones se deteriora, se degrada, se pierde, y se aniquila.

¿Qué futuro le espera a una nación sin ingeniería propia frente a los hechos de la modernidad y en el umbral del próximo milenio? Cuando estamos montados en el caballo de la globalización; enfrentados al militarismo implacable y desalmado; en la era de la información y las comunicaciones digitales; de la multimedia y la realidad virtual; Del diseño por computadora y el comercio electrónico; de los materiales compuestos y la ingeniería genética, de los flujos internacionales de comercio y las empresas transnacionales; de las líneas de producción robotizadas; de las alianzas estratégicas, la preservación del ambiente y los emporios financieros.

En palabras claras las empresas transnacionales nos han desplazado y cobran hasta diez veces más la hora-ingeniero que lo que ellos pagan a los ingenieros mexicanos para que hagan parte de lo que entregan a las organizaciones mexicanas que los contratan"

Es importante recordar que la ingeniería es una llave que debe usar México, para dar valor agregado a nuestro trabajo y a la producción nacional, que nos ayuda a obtener los elementos básicos de vida como lo son, techo, trabajo, educación y salud; Debido a las condiciones y problemáticas, son sin duda enormes tareas en materia de Ingeniería y Construcción que se deben realizar, para continuar con el desarrollo del país.

La ingeniería en México desafortunadamente como muchas otras cosas en este país, dependen en gran medida de lo que ocurre en el mundo de la economía globalizada que hoy vivimos, de los planes nacionales de crecimiento, del marco regulatorio de la obra pública y de la política en materia del petróleo, que fija el gobierno federal.

La inoperancia de los planes nacionales de crecimiento económico debido a que están basados en escenarios económicos irreales, es el fiel reflejo de la situación de los proyectos en México. En ambos casos, la planificación se plantea en escenarios económicos irreales, programando inversiones que fracasan por falta de recursos, debido a que año con año se producen recortes a los presupuestos de inversión, abandonando, difiriendo o retrasando la ejecución de los proyectos.

Por otro lado hay que recordar que cada administración pública sexenal modifica los planes de crecimiento económico, con ello los recursos a los proyectos prioritarios se ven afectados, esto es, no existe una continuidad en política de desarrollo de proyectos de inversión, se cambia continuamente de rumbo de políticas y de criterios en cada sexenio, cada administración coloca a la gente que conoce muchas veces sin importa la experiencia y/o conocimientos trabajar, no importando la situación y/o la magnitud en la que se encuentren los trabajos, eso al final de cuentas acarrea retrasos no logrando establecer un equipo de trabajo.

Otro de los factores que ha repercutido en la situación del desarrollo de proyectos en México, es la globalización de la economía con la libre entrada de capitales especulativos a nuestro país y a nuestros proyectos (capitales golondrinos), que con la apertura comercial indiscriminada aprovecha las consecuencias de la crisis económica nacional debido a la imposibilidad de obtener créditos nacionales y/o extranjeros gracias a la falta de confianza en nuestra economía, a la cual además le agregamos una apertura económica indiscriminada y otros cuantos ingredientes contribuyendo a que se presenten así, las condiciones precisas para el casi exterminio de las empresas mexicanas de Ingeniería.

La ley de obras públicas obliga a las entidades del gobierno a concursar la ingeniería y asignarla al precio más bajo, en donde los contratos de ejecución de proyectos del sector público, se han convertido en contratos donde se le obliga al contratista, a obtener créditos para financiarse durante el periodo de construcción, lo que encarece el proyecto y resulta, desde mi punto de vista, absurdo, puesto PEMEX y CFE podrían conseguir condiciones financieras mucho más ventajosas que las que puede obtener una empresa privada, independientemente de que las empresas mexicanas no tienen capacidad para endeudarse. El que gana los concursos de obras, en las condiciones actuales, no es el que ofrezca condiciones de calidad y bajo costo de ingeniería (y construcción de plantas), sino el que logra obtener financiamientos más baratos, sin embargo, como todos sabemos no siempre lo más barato es lo mejor y en muchas ocasiones puede resultar contraproducente dejarse llevar por lo que se considera como lo de menor costo, es absurdo solamente contemplar las consecuencias que una mala ingeniería realizada en el extranjero puede ocasionar, pérdidas enormes durante toda la vida útil del proyecto, considerando que si la ingeniería se desarrollará en México representaría solamente del 4% al 8% del costo del proyecto.

Es importante señalar que a pesar del relativo bajo porcentaje que representa el costo de la ingeniería con respecto al monto total del proyecto, son sumamente graves las consecuencias de no ser realizadas por las firmas mexicanas de ingeniería, debido a la falta

de incorporación de horas-hombre de trabajo de mexicanos, a mediados de los años 70's, existían en México, disponibles para PEMEX casi 20,000,000 de horas/hombre por año (unos 8000 ingenieros y técnicos especializados) formados por el grupo interno de PEMEX, el IMP y firmas de ingeniería privadas, cuando estas últimas satisfacían cerca de la mitad de las necesidades de PEMEX. En la actualidad contamos solamente con un poco más de tres millones de hora-hombre de ingeniería para proyectos industriales, del sector público y privado. Sin embargo habría que señalar que de ser necesaria la adquisición de ingeniería, la intención principal es la de adquirir con ella conocimientos, experiencia y talento en una o varias especialidades técnicas, lo cual de ninguna manera resulta ser concursable al mejor precio, esto es, se debe asignar a la empresa que nos garantice la mejor calidad del producto final, una planta industrial caracterizada por su eficiencia, confiabilidad, seguridad y por su rentabilidad económica, lo cual desafortunadamente hasta el momento no se ha observado

Uno de los grandes obstáculos para las empresas mexicanas de ingeniería en los proyectos de este tipo, son las exigencias de garantías que se establecen en las bases de licitación, las cuales no pueden ser cubiertas por ninguna empresa mexicana de Ingeniería y Construcción, máxime que se trata de cartas de crédito incondicionales e irrevocables imposibles de obtenerse si no se cuenta con un respaldo económico, que garantice al banco cubrir cualquier eventualidad, debido a que estas garantías normalmente, suelen ser de varias decenas de millones de dólares.

Los contratos EPC o IPC, de refinación completa o proyectos multimillonarios, obligan a las firmas de ingeniería y construcción a financiar las adquisiciones de los equipos de proceso de la obra que se ejecuta, eliminando la posibilidad de competencia de las firmas nacionales.

Por otra parte, como resultado de las políticas neoliberales implementadas en nuestro país, se han desmantelado los cuadros de ingeniería pertenecientes a las entidades industriales gubernamentales, especialmente de PEMEX, CFE e IMP, entre algunas otras. Este desmantelamiento de cuadros técnicos especializados, se inicio desde sexenios anteriores, por lo cual actualmente la CFE y PEMEX no poseen los recursos de cuadros de ingeniería ni siquiera para supervisar y administrar sus propias obras, en el caso del desmantelamiento de los cuadros técnicos dentro de PEMEX, IMP y CFE, se han empleado las técnicas neoliberales del manejo de estadísticas, argumentando que debido a que con la disminución de personal la eficiencia y la productividad se ha elevado, lo cual esta siendo falso observándose que ahora estos servicios son contratados con empresas extranjeras o fantasma las cuales cobran tarifas internacionales de ingeniería, representando altos costos y donde se brindan trabajos en muchas ocasiones de igual o menor calidad que el que podría ejercer una compañía nacional.

Los últimos contratos de obras, se han contratado con firmas privadas extranjeras, algunas por asignación directa, inclusive la supervisión y administración de los proyectos. En los proyectos licitados, los requisitos de experiencia que se solicitan eliminan prácticamente a

las firmas privadas mexicanas y dado que PEMEX no cuenta con los cuadros técnicos para administrar estos proyectos, el resultado es que las empresas extranjeras son las encargadas de ejecutar estos trabajos.

Concluyendo, vemos con tristeza que la situación actual en el desarrollo de proyectos que se ha venido gestando desde hace varios años, ha puesto a PEMEX y principalmente al país en una situación sumamente complicada, debido a:

- La paulatina desintegración y cierre de las firmas mexicanas de ingeniería, contribuyendo con ello a la dependencia tecnológica del extranjero.
- La desaparición de un gran número de empresas de construcción, ocasionando principalmente el cierre de fuentes de trabajo.
- Desaparición de las empresas nacionales de fabricación de bienes de capital, generando también cierre de fuentes de trabajo, así como afectando la economía nacional en algunos rubros
- La limitada eficacia en la infraestructura generada a partir de estos modelos

Todo esto con la carga económica, social y política que ello acarrea, sin embargo la perspectiva de la ingeniería de proyectos en México, puede ser modificada y llegar a ser buena, siempre y cuando todas las disciplinas de la ingeniería logremos implementar las medidas necesarias, con la finalidad de sacarla del momento crítico que se vive, por lo pronto, lo que queda es proponer las siguientes recomendaciones a fin de proteger los intereses nacionales involucrados en estos proyectos:

- Habría que considerar la posibilidad en el manejo de PEMEX y CFE como empresas independientes al aparato gubernamental, que aunque parecería ser complicado y fuera de la realidad, considero que contribuiría a dar autonomía en el establecimiento de los presupuestos de inversión necesarios, y así disminuir las modificaciones que constantemente se efectúan a los programas, además esto contribuiría a eliminar conflictos burocráticos facilitando la definición de responsabilidades en el ejercicio presupuestal.
- Hay que considerar la necesidad de realizar el mayor número de trabajos por medio de licitaciones nacionales, a fin de disminuir las licitaciones internacionales, que en el caso de juzgarse necesarias se deberán limitar solo a participantes con los que nuestro país tenga acuerdos comerciales, a fin de proteger en la medida de lo posible nuestras industrias.
- Algo sumamente importante que debe cambiar, es la elaboración de las bases de concursos técnicos y contractuales, que desde mi punto de vista deben ser elaborados por empresas nacionales y no por extranjeras, como ha ocurrido.
- Ya en estas bases de concurso, exigir a los participantes demostrar el capital social y experiencia congruente con los trabajos a desarrollar, además por parte de las empresas

extranjeras demostrar conocimientos en el mercado de proyectos nacional y del marco jurídico con el cual se rigen los mismos.

- Es necesario evaluar y establecer el mínimo de participación nacional, en los concursos internacionales.
- Establecer y vigilar que la supervisión de obras, esté sólo en manos de empresas mexicanas.
- Hay que generar los mecanismos para favorecer la asignación de ingeniería a empresas mexicanas.
- Se necesita crear el mecanismo y/o acuerdos entre PEMEX-CFE con las empresas mexicanas, a fin de facilitar la obtención de créditos en el financiamiento de ejecución de obra.
- Hay que efectuar una reestructuración en los sistemas de pagos, de tal forma que se obtenga un flujo de efectivo neutro o ligeramente positivo durante el desarrollo de los trabajos.
- Algo sumamente importante y que es necesario resaltar, es la eliminación de los asesores extranjeros en el sector público por lógicas razones.
- La ingeniería mexicana se desarrollará y florecerá en la medida que las políticas nacionales, se interesen por proteger y privilegiar los recursos humanos del país, esto es, se necesita urgentemente establecer cuadros técnicos nacionales, capaces de absorber las responsabilidades técnicas, sociales y civiles que involucran el desarrollo de proyectos de este tipo.
- Con relación a lo anterior, considero sumamente interesante la posibilidad de generar vínculos "inteligentes" entre las instituciones de educación pública (universidades, institutos, tecnológicos, centros de investigación, etc) y las entidades gubernamentales, a fin de enriquecer y consolidar mutuamente los grupos de trabajo y las instituciones.

Aunque todo esto resultan ser solo propuestas basadas en escenarios planteados por un aspirante al título de Ingeniero Químico, sería motivante saber que el presente trabajo pueda generar curiosidad por el tema en alguna de las personas que tengan acceso al mismo, a fin de que de esta forma se originen opiniones y propuestas para contribuir en la solución de este importante problema nacional, considerando que estas situaciones por si solas, amenazan el futuro de la ingeniería mexicana y de la independencia tecnológica de México.

LISTA DE FIGURAS

Figura	Nombre	Página
1	Panorama de documentos y actividades a generar a lo largo del desarrollo del Proyecto	10
2	Subsistemas principales del Sistema de Control Programa/Costo	11
3	Elementos de Programación de Proyectos	17
4	Elementos de gráfica "S" para Reporte de Situación del Proyecto	27
5	Estructura primaria para red general de actividades del Proyecto	33
6	Estructura de División de Trabajo (EDT) aplicable a cada Unidad	34
7	Formato del código para la Estructura de División del Trabajo (EDT)	36
8	Formato de Generador de Obra	60
9	Estructura de la División del Trabajo base del Proyecto	65
10	Paquetes de Trabajo para Calculo de Avances	68

LISTA DE TABLAS

Tabla	Nombre	Página
I	Elementos requeridos para el Programa Maestro del Proyecto	18
II	Resumen de elementos para el Programación de las etapas de un Proyecto	19
III	Fases aplicables para la Estructura de la División del Trabajo (EDT)	35
III a	Estructura de División del Trabajo (EDT) por Fase	37
III b	Actividades a desarrollar avance en la etapa de Procura	47
III c	Actividades a desarrollar avance en la etapa de Ingeniería	48
III d	Actividades a desarrollar avance en la etapa de Construcción	49
IV	Diferimiento de fechas de aceptación provisional de Plantas	63
V	Cédula de Valores general del Proyecto	66
VI	Causas y Efectos	89

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LISTA DE GRAFICAS

Nombre	Página
Comparativa de avances de INGENIERIA	70
Comparativa de avances de PROCURA	71
Comparativa de avances de PROCURA DE CATALIZADOR/QUIMICOS	72
Comparativa de avances de CONSTRUCCION	73
Comparativa de avances de ARRANQUE	74
Comparativa de avances TOTAL	75

BIBLIOGRAFÍA

- Burstein, David y Stasiowski, F., "Administración de Proyectos", Project Management for the design professional, México ; Editorial Trilla, 1994.
- "Manual de Procedimientos para la Administración de Proyectos", Petróleos Mexicanos, 1998.
- "Manual de Open - Plan", Petróleos Mexicanos, 1996.
- "Manual de Cobra", Petróleos Mexicanos, 1996.

TEXTOS CON
FALLA DE ORIGEN